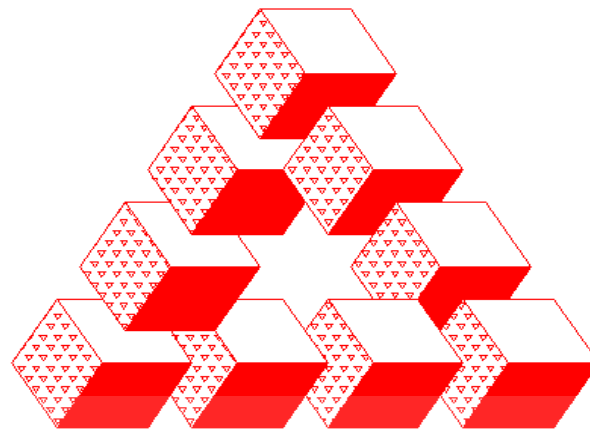


**PENERAPAN SISTEM NEURO-FUZZY STRUKTUR MOD_ANFIS
UNTUK PREDIKSI ARUS PENUMPANG ANGKUTAN UDARA
DI BANDAR UDARA JUANDA**



STIKOM

UNIVERSITAS

Dinamika

Oleh :

Nama : Lulu El Fajriyah

NIM : 01.41010.0198

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Informasi

**SEKOLAH TINGGI
MANAJEMEN INFORMATIKA & TEKNIK KOMPUTER**

SURABAYA

2006

**PENERAPAN SISTEM NEURO-FUZZY STRUKTUR MOD_ANFIS
UNTUK PREDIKSI ARUS PENUMPANG ANGKUTAN UDARA
DI BANDAR UDARA JUANDA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan

Program Sarjana Komputer



Oleh:

Nama : Lulu El Fajriyah

NIM : 01.41010.0198

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Informasi

**SEKOLAH TINGGI
MANAJEMEN INFORMATIKA & TEKNIK KOMPUTER
SURABAYA**

2006

**PENERAPAN SISTEM NEURO-FUZZY STRUKTUR MOD_ANFIS
UNTUK PREDIKSI ARUS PENUMPANG ANGKUTAN UDARA
DI BANDAR UDARA JUANDA**

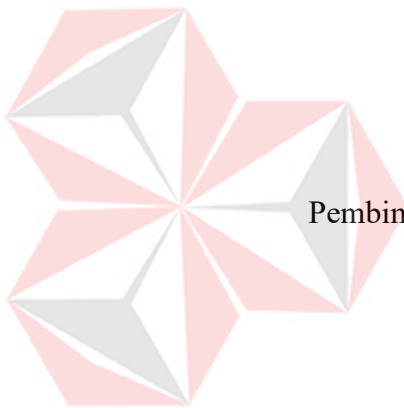
Disusun Oleh :

Nama : Lulu El Fajriyah

NIM : 01.41010.0198

Surabaya, Desember 2006

Telah diperiksa, diuji dan disetujui :



Pembimbing I

Pembimbing II

Basuki Rahmat, S.Si, M.T
NIDN. 0723076902

M. Arifin, S.Pd, M.Si, MOS
NIDN. 0717106501

Mengetahui :

Wakil Ketua Bidang Akademik

Drs. Antok Supriyanto, M.MT
NIDN. 0726106201

ABSTRAKSI

Jumlah penumpang angkutan udara terus meningkat dan mengalami fluktuasi. Hal ini disebabkan karena tarifnya bersaing dengan tarif angkutan darat dan laut. Dengan adanya kenaikan BBM, secara rasional pasti akan ada perubahan antara lain menurunnya daya beli masyarakat, tetapi angkutan udara tetap memiliki prospek cerah karena kecepatan pelayanannya, yang tidak dimiliki oleh transportasi lainnya. Dengan adanya sistem prediksi jumlah penumpang, maka pihak pengelola bandara dapat mengetahui perkiraan jumlah penumpang yang akan datang dan membantu dalam pengambilan keputusan, kemudian membuat perencanaan masa depan dalam rangka memberikan fasilitas dan pelayanan yang lebih baik.

Tujuan dari dibuatnya sistem ini adalah membuat suatu sistem prediksi arus penumpang angkutan udara menggunakan sistem Neuro-Fuzzy berdasarkan data jumlah kedatangan penumpang periode tertentu.

Neuro-Fuzzy dengan struktur *Mod_ANFIS* diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Berdasarkan penelitian dan uji coba yang dilakukan diperoleh kesalahan terkecil MAPE sebesar 5.18 %.

Kata Kunci : Neuro-Fuzzy, Mod_Anfis, Penumpang.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah banyak melimpahkan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul **“Penerapan Sistem Neuro-Fuzzy Struktur Mod_ANFIS untuk Prediksi Arus Penumpang Angkutan Udara di Bandar Udara Juanda”**, dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun sebagai prasyarat untuk meraih gelar sarjana Strata Satu (S1) Jurusan Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Teknik Komputer Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini berhasil dengan baik berkat bantuan dan dorongan yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa penghargaan dan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Haryanto Tanuwijaya, S.Kom., M.MT, selaku Ketua STIKOM Surabaya.
2. Bapak Drs. Antok Supriyanto, M.MT. selaku Wakil Ketua Bidang Akademik STIKOM Surabaya.
3. Bapak Basuki Rahmat S.Si, MT, selaku dosen pembimbing I yang banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan ide..
4. Bapak M. Arifin, S.Pd, M.Si, MOS, selaku dosen pembimbing II yang banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan petunjuk.
5. Ibu Titik Lusiani, M.Kom, OCA, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat berarti dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini.

6. Keluargaku, Bapak, Ibu, Munthee, Mas Agus & Mbak Syifa & Lala, juga Tante Henny & Om di Bogor, yang selalu memberikan dukungan dan doa.
7. Adam Damanhuri, teman, sahabat, kekasih dan segalanya, yang telah mendukung lahir dan batin. Tidak ada kata yang tepat untuk mengungkapkan rasa terima kasih yang begitu besar. I love you so much honey.
8. Keluarga besar Bapak Ach. Dradjat. Ayah, Ibu, Dana, Dawam, Tante Yat & Om Wahid, Tante Har & Om Adi, Ummi, dan yang lainnya, terima kasih untuk dukungan dan doanya.
9. Bapak Edmundos Priono, Asisten Manajer Data, Informasi dan Humas PT. Angkasa Pura I Juanda Surabaya, atas informasi yang diberikan.
10. Teman-teman kampus yang sangat membantu, Windy, Nurul, Nana, Didik, Wawan, Alfie, Fendi dan Waldi yang telah membantu. Dan seluruh rekan-rekan mahasiswa STIKOM yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
11. Teman kos, Luki, Chandra, Erlin, Mbak Wied, Mbak Fajar, Mbak Sri, dan teman yang lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Selesainya Tugas Akhir ini merupakan kebahagiaan tersendiri bagi penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan yang harus diperbarui. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhirnya dengan penuh kerendahan hati penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini dan kiranya dapat bermanfaat.

Surabaya, Desember 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Jaringan Syaraf Tiruan	5
2.2 Teori Fuzzy	10
2.3 Sistem Neuro-fuzzy	12
2.4 Teknik Peramalan	18
2.5 Peramalan Arus Penumpang Angkutan Udara	23
2.6 Penelitian tentang Prediksi Arus Penumpang	24
BAB III PERANCANGAN SISTEM	
3.1 Analisa Permasalahan	25
3.2 Perancangan Proses	25
3.3 Perancangan Sistem	42

	Halaman
3.4 Desain Input / Output	51
3.6 Perancangan Data	57
BAB IV IMPLEMENTASI DAN EVALUASI	
4.1 Instalasi Program.....	58
4.2 Implementasi Sistem	59
4.3 Evaluasi Sistem	76
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	85



UNIVERSITAS
Dinamika

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Tabel Jumlah Penumpang	47
Tabel 3.2 Tabel Data Belajar	47
Tabel 3.3 Tabel Detil Belajar	48
Tabel 3.4 Tabel Data Uji Coba	49
Tabel 3.5 Tabel Detil Uji	49
Tabel 3.6 Tabel Data Ramal	50
Tabel 3.7 Tabel Detil Ramal	50
Tabel 3.8 Tabel Data User	50
Tabel 4.1 Data Jumlah Penumpang.....	77
Tabel 4.2 Parameter Hasil Belajar	78
Tabel 4.3 Hasil Belajar.....	78
Tabel 4.4 Hasil Validasi.....	79
Tabel 4.5 Hasil Uji Coba 1.....	79
Tabel 4.6 Hasil Uji Coba 2.....	80
Tabel 4.7 Hasil Peramalan	80
Tabel 4.8 Kesalahan Peramalan Sistem	81
Tabel 4.9 Perbandingan Hasil Peramalan	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ilustrasi Jaringan Syaraf Tiruan	6
Gambar 2.2 Jaringan Syaraf <i>Single Layer</i>	7
Gambar 2.3 Jaringan Syaraf <i>Multi Layer</i>	7
Gambar 2.4 Jenis Fungsi Keanggotaan	11
Gambar 2.5 Struktur Mod_ANFIS	13
Gambar 2.6 Aturan koreksi kesalahan menggunakan algoritma EBP yang telah dimodifikasi	16
Gambar 2.7 Pola Data Horizontal	21
Gambar 2.8 Pola Data Musiman	21
Gambar 2.9 Pola Data Siklis	21
Gambar 2.10 Pola Data Trend	21
Gambar 3.1 Alur Proses Login	26
Gambar 3.2 Alur Proses Maintenance Data User	27
Gambar 3.3 Alur Proses Maintenance Data Jumlah Penumpang	28
Gambar 3.4 Alur Proses Pembelajaran	30
Gambar 3.5 Alur Proses Tahap Maju	31
Gambar 3.6 Alur Proses Tahap Mundur	37
Gambar 3.7 Alur Proses Uji Coba dan Validasi	41
Gambar 3.8 Alur Proses Peramalan	42
Gambar 3.9 Context Diagram	43
Gambar 3.10 DFD Level 1	44
Gambar 3.11 DFD Level 2 Proses Maintenance Data User	46
Gambar 3.12 DFD Level 2 Proses Maintenance Data Jumlah Penumpang	46

	Halaman
Gambar 3.13 Desain Form Login.....	51
Gambar 3.14 Desain Form Maintenance Data User.....	52
Gambar 3.15 Desain Form Maintenance Data Jumlah Penumpang.....	52
Gambar 3.16 Desain Form Proses Belajar	53
Gambar 3.17 Desain Form Matrik	54
Gambar 3.18 Desain Form Grafik.....	55
Gambar 3.19 Desain Form Validasi	55
Gambar 3.20 Desain Form Uji Coba	56
Gambar 3.21 Desain Form Peramalan	56
Gambar 4.1 Form Login	59
Gambar 4.2 Form Utama	60
Gambar 4.3 Menu Log.....	60
Gambar 4.4 Menu Maintenance Data	61
Gambar 4.5 Menu Sistem Prediksi	61
Gambar 4.6 Menu Laporan	62
Gambar 4.7 Menu Help	62
Gambar 4.8 Form Maintenance Data User	63
Gambar 4.9 Form Maintenance Data Jumlah Penumpang.....	65
Gambar 4.10 Form Proses Belajar	66
Gambar 4.11 Form Detil Hasil Belajar	67
Gambar 4.12 Form Grafik Hasil Belajar.....	68
Gambar 4.13 Form Validasi	69
Gambar 4.14 Form Grafik Hasil Validasi.....	69

	Halaman
Gambar 4.15 Form Uji Coba.....	71
Gambar 4.16 Form Peramalan	72
Gambar 4.17 Form Laporan Data Jumlah Penumpang	72
Gambar 4.18 Laporan Data Jumlah Penumpang	73
Gambar 4.19 Laporan Hasil Belajar	73
Gambar 4.20 Form Laporan Hasil Validasi dan Uji Coba.....	74
Gambar 4.21 Laporan Hasil Validasi.....	75
Gambar 4.22 Form Laporan Hasil Peramalan	75
Gambar 4.23 Laporan Hasil Peramalan	76



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Beberapa waktu belakangan ini angkutan udara seolah-olah bukan lagi milik kalangan menengah ke atas. Bahkan, sudah menjadi trend bagi kelompok masyarakat "ekonomi kebanyakan". Hal ini disebabkan karena perbedaan yang sangat tipis dalam hal tarif antara angkutan udara dan laut serta darat. Dengan tarif darat kita dapat terbang. Menumpang pesawat udara bukan lagi sesuatu yang wah, apalagi banyak airline yang beroperasi dengan memberikan tarif yang supermurah. Banyak airline memberlakukan pengurangan besarnya tarif dengan tidak memberikan 'makan besar' bila waktu penerbangan kurang dari dua jam. Sehingga selama Januari sampai minggu ketiga Desember 2005 jumlah penumpang udara domestik mencapai 28,9 juta orang atau naik 22% dibandingkan tahun lalu sebanyak 23,6 juta orang (www.angkasapura2.co.id).

Dengan adanya kenaikan BBM, secara rasional, pasti akan ada perubahan dalam struktur tarif, yaitu kenaikan tarif secara general dan menurunnya daya beli masyarakat. Namun, dengan adanya pelayanan transportasi udara yang tidak dimiliki oleh transportasi lainnya, yaitu kecepatan pelayanan, maka prospek transportasi udara tetap cerah. Terlebih apabila tarif yang diberlakukan dapat kompetitif dengan pelayanan transportasi lainnya (laut dan darat).

Bandar Udara Juanda merupakan salah satu bandar udara Internasional yang ada di Indonesia. Bandara ini memberi kontribusi laba terbesar kedua yaitu sebesar 10%. Dengan target pendapatan sepanjang tahun 2005 lalu sebesar Rp.

100 milyar. Ini menunjukkan banyaknya arus penumpang yang melewati bandara Juanda. Hal tersebut tentu saja sangat berarti bagi pemasukan pendapatan daerah setempat maupun pendapatan nasional. Ini juga memberikan keuntungan bagi pihak pengelola yang membutuhkan biaya operasional yang tidak sedikit. Dengan arus penumpang yang begitu tinggi, tentu saja pihak pengelola harus memberikan pelayanan yang baik bagi para penumpang.

Berdasarkan ulasan diatas, dengan naik turunnya jumlah penumpang, maka diperlukan suatu sistem yang dapat memprediksi arus penumpang, sehingga pihak pengelola bandara dapat dengan segera membuat perencanaan dan melibatkan semua pihak untuk memberikan pelayanan yang baik. Sistem yang dikembangkan merupakan teori dari logika *fuzzy* yang aturannya (*rule*) dibuat berdasarkan fungsi keanggotaan (*membership function*). Kehandalan Fuzzy ditentukan dari sistem keanggotaan yang mewakili sistem riil. Maka dari itu muncullah ide untuk memilih parameter fungsi keanggotaan yang dapat ditentukan dengan bantuan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan menggunakan aturan pembelajaran berdasarkan data latih. Sistem *Neuro-Fuzzy* memanfaatkan arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan menentukan parameter dari fungsi keanggotaan dari logika *fuzzy*.

Teknologi informasi telah berkembang demikian pesat dan menjadikan teknologi informasi sebagai kebutuhan utama dalam menunjang pekerjaan manusia. Informasi yang cepat dan akurat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan. Teknologi informasi ini dapat membantu pihak pengelola bandara untuk melakukan peramalan – peramalan yang berguna untuk menentukan kebijakan dan melakukan perencanaan.

Dalam Tugas Akhir ini dikembangkan sistem neuro-fuzzy dengan struktur *Modified Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Sistem* (Mod_ANFIS) yang merupakan modifikasi dari ANFIS standar untuk memprediksi arus penumpang angkutan udara.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dibuat perumusan masalah yaitu bagaimana menerapkan Neuro-Fuzzy struktur Mod_ANFIS untuk prediksi arus penumpang angkutan udara di bandar udara Juanda.

1.3 Pembatasan Masalah

1. Data yang digunakan adalah data jumlah kedatangan penumpang angkutan udara di bandar udara Juanda dari tahun 1999 sampai dengan 2003, yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Propinsi Jawa Timur. Untuk mendukung tugas akhir ini, data juga diperoleh dari PT. Angkasa Pura I.
2. Jenis tugas akhir ini merupakan *time series prediction*, dimana data yang digunakan hanya data dari tahun 1999 sampai dengan 2003.
3. Perancangan dan pembuatan program sistem Neuro-Fuzzy dengan struktur Mod_ANFIS sesuai format data latih.

1.4 Tujuan

Sesuai dengan permasalahan yang ada maka tujuan dari dibuatnya sistem ini adalah membuat suatu sistem prediksi arus penumpang angkutan udara menggunakan sistem Neuro-Fuzzy berdasarkan data jumlah kedatangan penumpang periode tertentu.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang masalah dan penjelasan permasalahan secara umum, perumusan masalah serta batasan masalah yang dibuat, tujuan dari pembuatan tugas akhir dan sistematika penulisan laporan ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini membahas secara singkat teori-teori yang berhubungan dan mendukung dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas tentang perancangan sistem, analisa sistem, *Data Flow Diagram* (DFD) dan struktur *database* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi serta desain *input* dan *output*.

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

Bab ini membahas tentang implementasi dari aplikasi yang dibuat secara keseluruhan. Serta melakukan pengujian terhadap aplikasi yang dibuat untuk mengetahui aplikasi tersebut telah dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi sesuai dengan yang diharapkan.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dari sistem dan saran untuk pengembangan sistem.



UNIVERSITAS
Dinamika

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan atau *Artificial Neural Network* adalah sistem pengolah informasi yang memiliki karakter seperti jaringan saraf biologis, yaitu jaringan otak manusia (Setiawan, 2003:1).

Pada jaringan saraf tiruan terdapat istilah *neuron* atau sering disebut *node*. Setiap neuron terhubung dengan neuron lain melalui *layer* dengan bobot tertentu. Sedangkan, setiap neuron mempunyai *internal state* yang disebut aktivasi (Setiawan, 2003:2). Aktivasi tersebut merupakan fungsi dari input yang diterima.

Suatu neuron akan mengirimkan sinyal ke neuron – neuron yang lain.

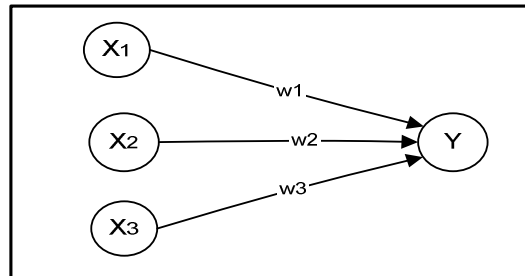
Menurut Jong Jek Siang (2004:2-3) Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron).
2. Sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung.
3. Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal.
4. Untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi yang dikenakan pada jumlah input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan suatu batas ambang.

Jaringan Syaraf Tiruan ditentukan oleh 3 (tiga) hal yaitu:

1. Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan).

2. Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode *training/learning/algorithm*).
3. Fungsi aktivasi.



Gambar 2.1. Ilustrasi Jaringan Saraf Tiruan

Misalnya sebuah neuron Y pada Gambar 2.1 menerima input dari neuron X1, X2, X3. Bobot yang menghubungkan neuron X1, X2, X3 ke neuron Y adalah w_1 , w_2 , w_3 . Ketiga impuls neuron yang ada dijumlahkan :

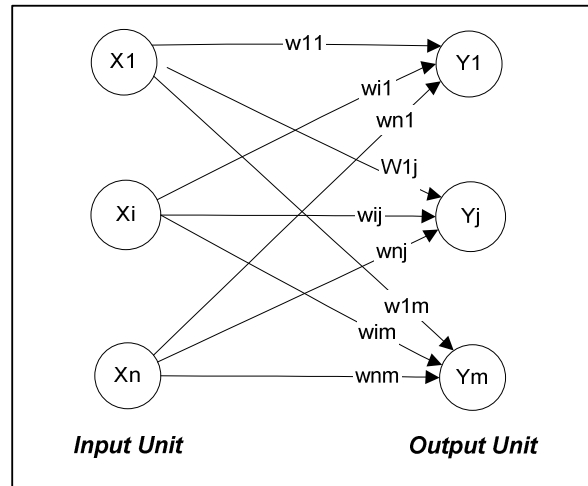
$$\text{net} = x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3 \quad (2.1)$$

Besarnya impuls yang diterima oleh Y mengikuti fungsi aktivasi $Y = f(\text{net})$. Apabila nilai fungsi aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan. Nilai fungsi aktivasi (keluaran model jaringan) juga dapat dipakai sebagai dasar untuk merubah bobot.

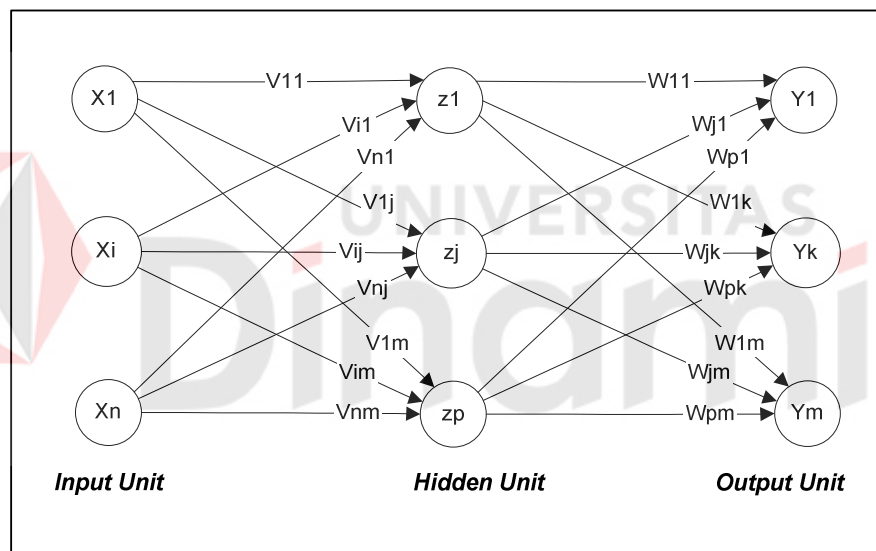
2.1.1 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Pada Jaringan Saraf Tiruan, neuron-neuron tersusun dalam layer. Neuron yang terletak pada layer yang sama biasanya mempunyai hubungan yang sama antara satu dengan lainnya (Setiawan, 2003:4).

Menurut Setiawan (2003:5-6), Jaringan saraf dapat di klasifikasikan menjadi dua jenis yaitu *single layer* dan *multi layer*.



Gambar 2.2. Jaringan Saraf *Single Layer*



Gambar 2.3. Jaringan Saraf *Multi Layer*

Dalam jaringan single layer, seperti pada Gambar 2.2, neuron–neuron dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu input dan output. Unit-unit input akan menerima masukan dari luar, sedangkan unit – unit output akan mengeluarkan respon sesuai dengan masukannya.

Sedangkan dalam jaringan multi layer seperti pada Gambar 2.3, selain ada unit-unit input dan output, juga terdapat unit-unit yang tersembunyi (*hidden*

unit). Jumlah hidden unit menyesuaikan dengan kebutuhan yang ada. Semakin kompleks jaringan, hidden unit yang dibutuhkan juga semakin banyak, demikian juga dengan jumlah layernya. Jaringan multi layer sering digunakan untuk persoalan yang lebih rumit karena pelatihan untuk hal yang kompleks akan lebih berhasil jika menggunakan jaringan multi layer (Setiawan, 2003).

2.1.2 Pelatihan Jaringan Syaraf

Pelatihan jaringan syaraf dimaksudkan untuk mencari bobot – bobot yang terdapat dalam tiap layer (Setiawan, 2003:6). Ada 2 jenis pelatihan dalam sistem jaringan syaraf, yaitu proses belajar terawasi (*supervised learning*) dan proses belajar tak terawasi (*unsupervised learning*).

Menurut Siang (2005:28-29), dalam pelatihan terawasi, terdapat sejumlah pasangan data (masukan – target keluaran) yang dipakai untuk melatih jaringan hingga diperoleh bobot yang diinginkan. Pasangan data tersebut berfungsi sebagai “guru” untuk melatih jaringan hingga diperoleh bentuk yang terbaik. “Guru” akan memberikan informasi yang jelas tentang bagaimana sistem harus mengubah dirinya untuk meningkatkan unjuk kerjanya. Pada setiap kali pelatihan, suatu input diberikan ke jaringan. Jaringan akan memproses dan mengeluarkan keluaran. Selisih antara keluaran jaringan dengan target (keluaran yang diinginkan) merupakan kesalahan yang terjadi.

Sebaliknya dalam pelatihan tak terawasi, tidak ada ”guru” yang akan mengarahkan proses pelatihan. Jaringan hanya diberikan data input, tanpa target keluaran. Jaringan akan memodifikasi bobot sehingga untuk input yang hampir sama, output yang dihasilkan sama.

2.1.3 Fungsi Aktivasi

Menurut Siang (2004:26) dalam Jaringan Syaraf Tiruan, fungsi aktivasi dipakai untuk menentukan keluaran suatu neuron. Argumen fungsi aktivasi adalah net masukan (kombinasi linier masukan dan bobotnya). Jika $net = \sum x_i w_i$, maka fungsi aktivasinya adalah $f(net) = f(\sum x_i w_i)$.

Beberapa fungsi aktivasi yang sering dipakai adalah sebagai berikut :

1. Fungsi *threshold* (batas ambang)

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \geq a \\ f(x) = & \\ 0 & \text{jika } x < a \end{cases} \quad (2.2)$$

Untuk beberapa kasus, fungsi *threshold* yang dibuat tidak berharga 0 atau 1, tapi berharga -1 atau 1 (sering disebut *threshold bipolar*). Jadi

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \geq a \\ -1 & \text{jika } x < a \end{cases} \quad (2.3)$$

2. Fungsi sigmoid

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.4)$$

Fungsi sigmoid sering dipakai karena nilai fungsinya yang terletak antara 0 dan 1 dan dapat diturunkan dengan mudah.

$$f'(x) = f(x) (1 - f(x)) \quad (2.5)$$

3. Fungsi identitas

$$f(x) = x \quad (2.6)$$

Fungsi identitas sering dipakai apabila menginginkan keluaran jaringan berupa sembarang bilangan riil (bukan hanya pada range $[0,1]$ atau $[-1,1]$).

2.2 Teori Fuzzy

2.2.1 Teori Himpunan Fuzzy

Menurut Kusumadewi (2002:17) Himpunan Fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval $[0,1]$. Nilai keanggotaannya menunjukkan bahwa suatu item dalam semesta pembicaraan tidak hanya berada pada 0 atau 1, namun juga nilai yang terletak di antaranya. Dengan kata lain, nilai kebenaran suatu item tidak hanya bernilai benar atau salah. Nilai 0 menunjukkan salah, nilai 1 menunjukkan benar, dan masih ada nilai-nilai yang terletak antara benar dan salah.

2.2.2 Fungsi Keanggotaan

Menurut Kusumadewi (2002:18) Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (disebut juga derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

Menurut Jang (1997:24-26) Fungsi keanggotaan yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

1. Fungsi keanggotaan segitiga

Fungsi keanggotaan yang mempunyai parameter a, b dan c dengan formulasi

$$\text{segitiga}(x;a,b,c) = \max\left[\min\left(\frac{x-b}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right] \quad (2.7)$$

2. Fungsi keanggotaan trapesium

Fungsi keanggotaan yang mempunyai parameter a, b, c dan d dengan formulasi

$$\text{trapesium}(x;a,b,c,d) = \max\left[\min\left(\frac{x-b}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}, 0\right)\right] \quad (2.8)$$

3. Fungsi keanggotaan *gaussian*

Fungsi yang mempunyai parameter a, σ dengan formulasi

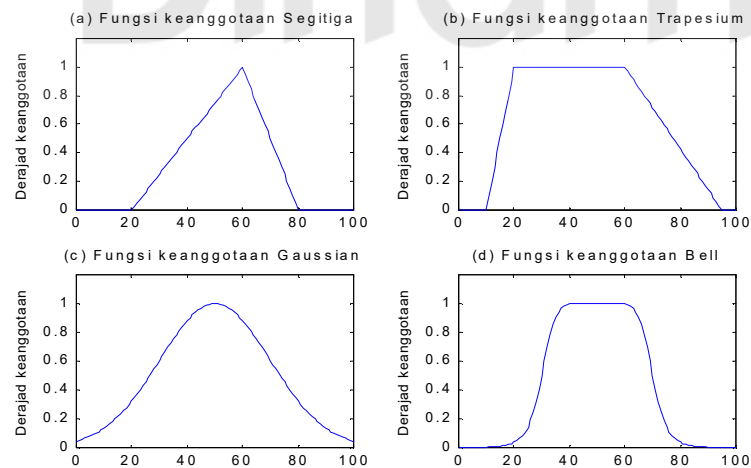
$$\text{gaussian}(x; \sigma, a) = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2\right] \quad (2.9)$$

4. Fungsi keanggotaan *bell*

Fungsi keanggotaan yang mempunyai parameter a, b, c dengan formulasi

$$\text{bell}(x;a,b,c) = \frac{1}{\left(1 + \left|\frac{(x-c)^{2b}}{a}\right|\right)} \quad (2.10)$$

dengan b positif. Jika b negatif fungsi keanggotaan menjadi fungsi keanggotaan bell terbalik. Ilustrasi dari keempat fungsi keanggotaan diatas diperlihatkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Jenis fungsi keanggotaan
 a). segitiga ($x;20,60,80$) b). trapesium ($x;10,20,60,95$)
 c). gaussian ($x; 50, 20$) d). bell ($x;20,4,50$)

2.2.3 Turunan dari Parameter Fungsi Keanggotaan

Untuk menghasilkan suatu sistem fuzzy yang adaptif, diperlukan adanya turunan dari fungsi keanggotaan yang digunakan berdasarkan input dan parameter fungsi keanggotaan (Jang, 1997:34). Turunan dari fungsi keanggotaan bell dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$y = \text{bell}(x;a,b,c) = \frac{1}{\left(1 + \left|\frac{(x-c)}{a}\right|^{2b}\right)}$$

$$\frac{dy}{dx} = \begin{cases} -\frac{2b}{x-c} y(1-y), & \text{if } x \neq c \\ 0, & \text{if } x = c \end{cases} \quad (2.11)$$

$$\frac{dy}{da} = \frac{2b}{a} y(1-y) \quad (2.12)$$

$$\frac{dy}{db} = \begin{cases} -2 \ln \left| \frac{x-c}{a} \right| y(1-y), & \text{if } x \neq c \\ 0, & \text{if } x = c \end{cases} \quad (2.13)$$

$$\frac{dy}{dc} = \begin{cases} \frac{2b}{x-c} y(1-y), & \text{if } x \neq c \\ 0, & \text{if } x = c \end{cases} \quad (2.14)$$

2.3 Sistem Neuro-Fuzzy

2.3.1 Sistem Neuro-Fuzzy dengan Algoritma Belajar yang telah Dimodifikasi

(Mod ANFIS)

Neuro-fuzzy dengan struktur Mod_ANFIS memiliki kelebihan dibandingkan ANFIS standar yaitu adanya proses yang dapat meminimalkan kesalahan jaringan sehingga dapat mempercepat waktu proses. Pada ANFIS

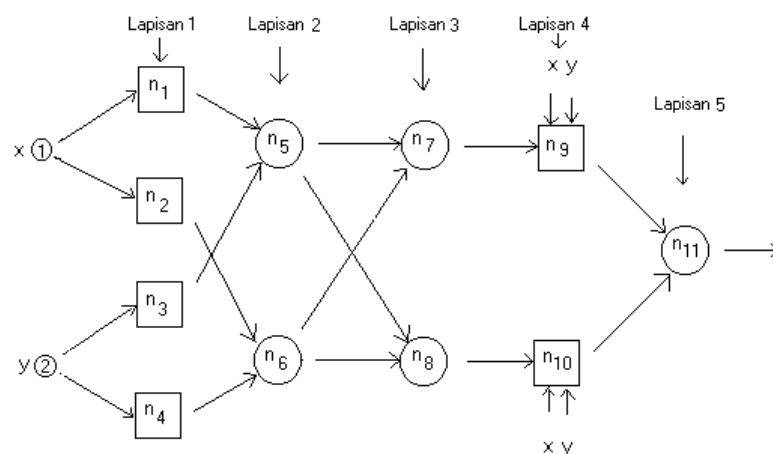
standar proses belajar yang digunakan melalui dua tahap, yaitu tahap maju dan tahap mundur.

Secara garis besar proses belajar antara ANFIS standar dengan Mod_ANFIS hampir sama yaitu dibagi menjadi dua tahap, tahap maju dan mundur serta terdiri dari lima lapisan. Perbedaannya adanya aturan koreksi kesalahan dari *error backpropagation* (EBP).

2.3.2 Aturan Belajar Mod_ANFIS

Pada sistem Mod_ANFIS penekanannya adanya modifikasi aturan koreksi kesalahan dari EBP. Algoritma Mod_ANFIS menggunakan algoritma belajar hibrida, yaitu menggabungkan metode *Least Square Estimator* (LSE) dan Aturan Kesalahan menggunakan *Modified Error Back Propagation* (Modified EBP) (Rahmat, 2005:62). Algoritma belajar dari Mod_ANFIS menggunakan dua tahap, yaitu:

A. Tahap Maju



Gambar 2.5. Struktur Mod_ANFIS

Tahap maju menggunakan mekanisme inferensi fuzzy dengan struktur ANFIS dan menggunakan metode LSE. Arsitektur pada Mod_ANFIS digambarkan dengan menggunakan dua masukan dan satu keluaran, dengan notasi seperti pada Gambar 2.5.

Mekanisme pada struktur Mod_ANFIS dapat dijabarkan sebagai berikut.

Lapisan 1 :

Mendefinisikan parameter fungsi keanggotaan ($a_1..a_4$, $b_1..b_4$, $c_1..c_4$), kemudian mengimplementasikan fungsi keanggotaan pada lapisan ini (dalam tugas akhir ini dipilih fungsi bell), dengan demikian keluaran dari simpul di lapisan ini merupakan fungsi bell. Untuk semua keluaran simpul pada tahap maju diberi simbol 'a', sehingga pada lapisan 1 diperoleh keluaran simpul n_{1a} s.d n_{4a} .

Tanda a untuk membedakan dengan nilai keluaran simpul yang baru yang diberi simbol 'b' (setelah dikoreksi).

Lapisan 2 :

Pada lapisan ini jika diterapkan logika fuzzy AND sebagai fungsi simpul, maka simpul keluaran yang dihasilkan adalah :

$$\begin{aligned} n_{5a} &= \min(n_{1a}, n_{3a}) \\ n_{6a} &= \min(n_{2a}, n_{4a}) \end{aligned} \quad (2.15)$$

Lapisan 3 :

Pada lapisan yang ke-3 ini dilakukan normalisasi dari sinyal yang masuk, sebagai berikut

Misalkan $ntot_a = n_{5a} + n_{6a}$, maka diperoleh

$$\begin{aligned} n_{7a} &= n_{5a} / ntot_a \\ n_{8a} &= n_{6a} / ntot_a \end{aligned} \quad (2.16)$$

Lapisan 4:

Dari sinyal yang masuk pada lapisan ini diperoleh matriks A , untuk Mod_ANFIS matriks A dituliskan sebagai berikut

$$A = [(n7a \ x) \ (n7a \ y) \ n7a \ (n8a \ x) \ (n8a \ y) \ n8a] \quad (2.17)$$

kemudian dengan metode LSE diperoleh parameter-parameter konsekwen ($p1, q1, r1, p2, q2, r2$). Di sini dituliskan

$$\theta = [A^T A]^{-1} A^T U \quad (2.18)$$

dimana U sebagai keluaran pengontrol yang diinginkan, sehingga diperoleh parameter $\theta = [p1 \ q1 \ r1 \ p2 \ q2 \ r2]^T$ dan

$$\begin{aligned} f1 &= p1 \ x + q1 \ y + r1 \\ f2 &= p2 \ x + q2 \ y + r2 \end{aligned} \quad (2.19)$$

Dengan demikian diperoleh keluaran simpul $n9$ dan $n10$, yaitu

$$\begin{aligned} n9a &= n7a \ f1 \\ n10a &= n8a \ f2 \end{aligned} \quad (2.20)$$

Lapisan 5 :

Pada lapisan terakhir ini selanjutnya akan keluar dari jaringan, outputnya berupa penjumlahan semua sinyal yang masuk, yaitu

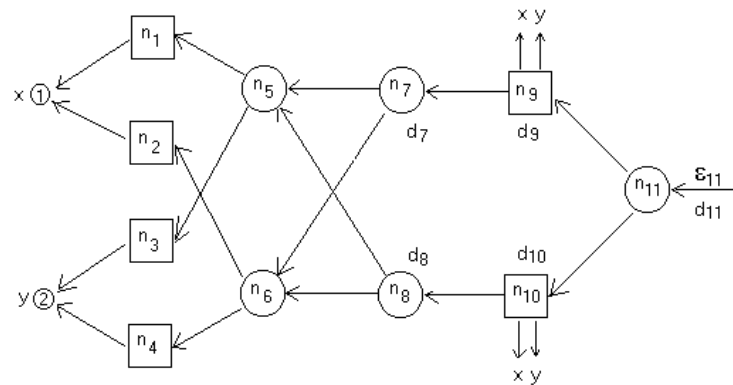
$$n11a = n9a + n10a \quad (2.21)$$

Tahap maju dari sistem Mod_ANFIS telah selesai dilakukan, selanjutnya akan dilakukan proses ke tahap mundur.

B. Tahap Mundur

Setelah semua proses pada tahap maju selesai dan diperoleh keluaran dari semua sinyal, kemudian eror keluaran jaringan ini dipropagasibalik menggunakan aturan koreksi kesalahan yang baru yaitu dengan menggunakan algoritma EBP

yang telah dimodifikasi. Selanjutnya proses belajar propagasi balik pada Mod_ANFIS dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.6. Aturan koreksi kesalahan menggunakan algoritma EBP yang telah dimodifikasi

Dari Gambar 2.6, ε_{11} diperoleh dari hasil turunan selisih keluaran jaringan dan keluaran yang diharapkan, jumlah kuadrat kesalahan sebagai berikut

$$E_p = \sum_{k=1}^{N(\ell)} (d_k^p - x_{L,k}^p)^2 \quad (2.22)$$

untuk keluaran sistem Mod_ANFIS ini, $E_p = \varepsilon_{11}$, x_ℓ pada lapisan keluaran diberi notasi n_{11} , dan keluaran yang diharapkan d_k dituliskan sebagai U . Sehingga diperoleh hasil turunannya

$$\varepsilon_{11} = -2(U - n_{11a}) \quad (2.23)$$

Selanjutnya didefinisikan nilai d_{11} sebagai berikut

$$d_{11} = -\varepsilon_{11}/2 = U - n_{11a} \quad (2.24)$$

Sehingga keluaran simpul n_{11} yang baru menjadi

$$n_{11b} = n_{11a} + d_{11} \quad (2.25)$$

Padahal $n_{11b} = n_{9b} + n_{10b}$ karena $n_{11a} = n_{9a} + n_{10a}$

Jika didefinisikan $n_{9b} = n_{9a} + d_9$ dan $n_{10b} = n_{10a} + d_{10}$, maka diperoleh

$$d_{11} = d_9 + d_{10}$$

Jika ruas kiri dikalikan dengan $(f_1 + f_2)/(f_1+f_2)$, maka diperoleh

$$\frac{d_{11} f_1}{f_1 + f_2} + \frac{d_{11} f_2}{f_1 + f_2} = d_9 + d_{10}$$

Dari sini bisa diasumsikan bahwa

$$d_9 = \frac{d_{11} f_1}{f_1 + f_2} \quad \text{dan} \quad d_{10} = \frac{d_{11} f_2}{f_1 + f_2} \quad (2.26)$$

Karena $n_{9a} = n_{7a} f_1$ dan $n_{10a} = n_{8a} f_2$, maka $n_{9b} = n_{7b} f_1$ dan $n_{10b} = n_{8b} f_2$

atau sama dengan

$$n_{9a} + d_9 = (n_{7a} + d_7) f_1, \text{ dan}$$

$$n_{10a} + d_{10} = (n_{8a} + d_8) f_2$$

Sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} d_8 &= d_{10} / f_2 \\ d_7 &= d_9 / f_1 \end{aligned} \quad (2.27)$$

Selanjutnya, ambil nilai $ntot_a$ hasil proses tahap maju, dan dituliskan $ntot$ baru atau $ntot_b$ sebagai berikut

$$ntot_b = ntot_a + d_tot; \quad (2.28)$$

dimana nilai d_tot bisa dipilih nilai sembarang, dipilih yang sesuai melalui uji coba sistem, misal jika dipilih $d_tot = 0$, berarti $ntot_b = ntot_a$. Selanjutnya sesuai dengan persamaan (2.16) dituliskan nilai bayangan keluaran simpul yang baru di lapisan 2 yaitu

$$\begin{aligned} n_{5b1} &= (n_{7a} + d_7) ntot_b \\ n_{6b1} &= (n_{8a} + d_8) ntot_b \end{aligned} \quad (2.29)$$

Proses selanjutnya berada pada lapisan pertama tahap mundur, disini diterapkan fungsi turunan keanggotaan bell. Fungsi bell dan turunannya seperti pada persamaan 2.11 sampai dengan persamaan 2.14

$$Y = \text{Bell}(x, a, b, c,)$$

$$Y = n5b1 \quad \text{untuk} \quad n1b \text{ dan } n3b$$

$$Y = n6b1 \quad \text{untuk} \quad n2b \text{ dan } n4b$$

Sehingga diperoleh persamaan parameter premis yang baru, yaitu:

$$\begin{aligned} a_{\text{baru}} &= a_{\text{lama}} + \frac{dy}{da} \\ b_{\text{baru}} &= b_{\text{lama}} + \frac{dy}{db} \\ c_{\text{baru}} &= c_{\text{lama}} + \frac{dy}{dc} \end{aligned} \quad (2.30)$$

Fungsi turunan bell yang dipakai adalah parameter a, b dan c. Untuk x atau inputan tidak dipergunakan karena yang dipakai sebagai acuan adalah perubahan pada parameter premis (lapisan ke-1). Parameter – parameter yang telah diperbaharui selanjutnya digunakan untuk proses Mod_ANFIS yang baru, sampai didapat *error* yang minimum dari beberapa proses yang dilakukan.

2.4 Teknik Peramalan

Situasi dan kondisi pada waktu yang akan datang tidaklah dapat diperkirakan secara pasti, sehingga kita perlu adanya usaha untuk meminimalkan ketidakpastian itu dengan cara menggunakan metode atau teknik peramalan tertentu.

Berdasarkan metode yang diterapkan, teknik peramalan dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif. Metode kuantitatif dapat dibagi ke dalam deret berkala (*time series*) dan metode kausal, sedangkan metode kualitatif dapat dibagi menjadi metode eksploratif dan normatif.

Menurut Makridakis (1993:8), peramalan kuantitatif dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi sebagai berikut :

1. Tersedia informasi masa lalu
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numeric
3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa yang akan datang.

Terdapat dua jenis model peramalan kuantitatif yang utama, yaitu model deret berkala dan regresi (kausal). Pada model berkala, pendugaan masa depan dilakukan berdasarkan nilai masa lalu dari suatu variabel. Model kausal di pihak lain mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab – akibat dengan satu atau lebih variabel bebas.

Tujuan metode peramalan deret berkala adalah menemukan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikan pola dalam deret data historis dan mengekstrapolasikan pola tersebut ke masa depan.

Berdasarkan dimensi waktunya, data dibedakan menjadi data *time series* (runtut waktu) dan data *cross sectional*. Data time series (runtut waktu) merupakan data yang diperoleh dari waktu ke waktu berikutnya selama kurun waktu tertentu.

2.4.1 Pola Data

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (time series) yang tepat adalah mempertimbangkan jenis pola data. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis siklis dan *trend* (Makridakis, 1993:10-11), yaitu :

1. Pola horizontal (H)

Pola horizontal (H) terjadi bilamana nilai data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan. (Deret seperti itu “*stationer*” terhadap nilai rata-ratanya). Gambar 2.7 menunjukkan pola khas dari data horisontal atau stasioner.

2. Pola musiman (S)

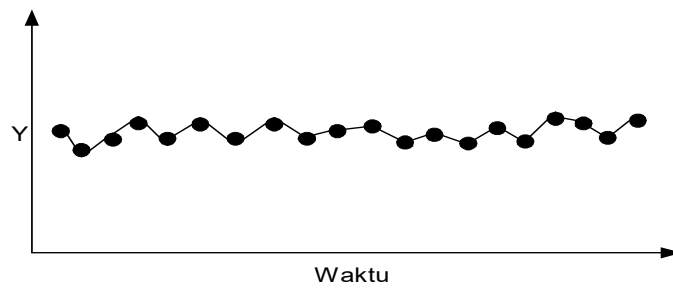
Pola musiman (S) terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Untuk pola musiman kuartal, datanya dapat diilustrasikan pada Gambar 2.8.

3. Pola siklis (C)

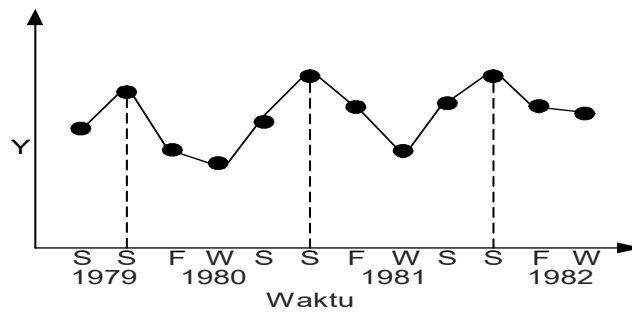
Pola Siklis (C) terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Penjualan produk seperti mobil, baja, dan peralatan utama lainnya menunjukkan jenis pola ini seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9.

4. Pola *trend* (T)

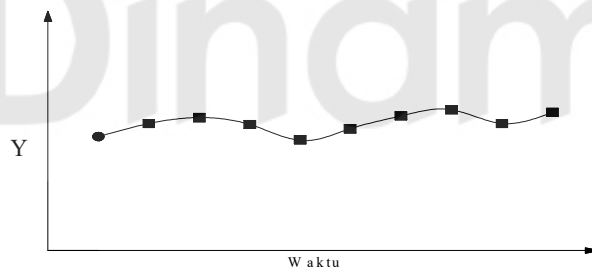
Pola trend terjadi bilamana terdapat banyak kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Penjualan banyak perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya mengikuti suatu trend selama perubahannya sepanjang waktu. Gambar 2.10 menunjukkan salah satu pola data trend.



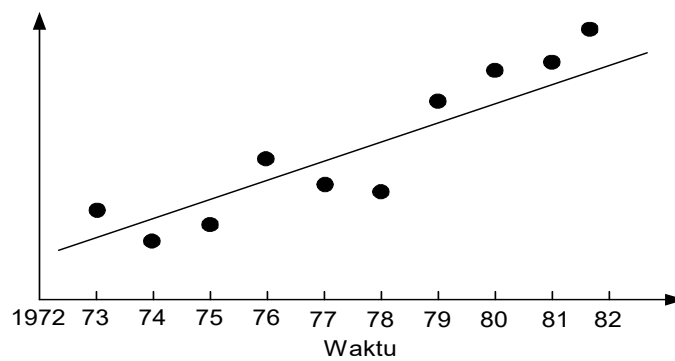
Gambar 2.7. Pola Data Horizontal



Gambar 2.8. Pola Data Musiman



Gambar 2.9. Pola Data Siklis



Gambar 2.10. Pola Data Trend

2.4.2 Ketepatan metode peramalan

Dalam pemodelan deret berkala, sebagian data yang diketahui dapat digunakan untuk meramalkan data berikutnya. Nilai kesalahan peramalan yaitu selisih antara data peramalan terhadap data aktual. Nilai kesalahan yang terjadi merupakan suatu data penting untuk menilai ketepatan suatu metode peramalan. Dari hasil peramalan akan diperoleh metode mana yang memperoleh kesalahan terkecil, sehingga nilai peramalan dapat dipakai sebagai acuan dalam menentukan kebutuhan-kebutuhan di masa yang akan datang.

Ukuran kesalahan dalam peramalan yang dipakai adalah :

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Nilai tengah kesalahan presentase absolute atau MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), dengan persamaan:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t}}{n} 100\% \quad (2.31)$$

MAPE dihitung dengan menemukan kesalahan absolut setiap periode, kemudian membaginya dengan nilai observasi pada periode tersebut, dan akhirnya merata – ratakan persentase absolut ini (Arsyad, 2001:59).

Keterangan:

X_t = nilai aktual periode t

F_t = nilai peramalan pada periode t

$X_t - F_t$ = nilai kesalahan peramalan (error)

n = jumlah data

2.5 Peramalan Arus Penumpang Angkutan Udara

Pengertian penumpang dalam situs id.wikipedia.org adalah adalah seseorang yang hanya menumpang, baik itu pesawat, kereta api, bus, maupun jenis transportasi lainnya, tetapi tidak mengoperasikan kendaraan tersebut. Sehingga, dapat diartikan bahwa arus penumpang angkutan udara merupakan jumlah penumpang angkutan udara (pesawat) yang melalui pintu masuk bandara. Dalam hal ini penumpang dibedakan menjadi 3 yaitu, penumpang datang, penumpang berangkat dan penumpang transit.

Pergerakan arus penumpang di bandar udara Juanda yang meningkat setiap tahunnya menunjukkan pentingnya pengaturan penumpang untuk menunjang kelancaran operasional bandara dan menghindari keruwetan yang menimbulkan ketidakefisienan. Meningkatnya pergerakan penumpang dan kargo ini juga memaksa peningkatan pelayanan keselamatan, keamanan penerbangan, lingkungan bandara, dan kemudahan di bandara. Prediksi arus penumpang juga bermanfaat untuk menentukan frekuensi penerbangan, penentuan rute, juga menentukan investasi yang tepat.

Itulah mengapa pada bulan November 2006 yang akan datang, PT Angkasa Pura (AP) I menyatakan kesiapannya untuk mengoperasikan Bandara Juanda Baru Surabaya, mulai 10 November 2006, menyusul rampungnya jalan akses ke bandara tersebut. Bandara Juanda Baru seluas 66.330 meter persegi tersebut diproyeksikan mampu menampung enam juta penumpang dan 120 ribu ton kargo per tahun. Selain dilengkapi tangki penampungan BBM (*fuel storage*) lima unit, masing-masing berkapasitas dua juta liter, juga terminal penumpang seluas 51.500 meter persegi dengan 11 garbarata atau *'moving bridge'*.

Bandara Juanda Baru yang didesain sejak 1994/1995 itu diproyeksikan mampu menampung 11 pesawat berbadan lebar, sedang dan kecil.

Dengan peramalan arus penumpang angkutan udara, dapat diperkirakan jumlah penumpang di masa yang akan datang, sehingga dapat dilakukan perencanaan – perencanaan baru dan membantu pengambilan keputusan dalam rangka memberikan fasilitas dan pelayanan yang lebih baik.

2.6 Penelitian tentang Prediksi Arus Penumpang

Terdapat penelitian sebelumnya tentang prediksi arus penumpang. Penelitian ini dilakukan oleh Imam Basuki, Departemen Teknik Sipil ITB, dengan judul ‘Pengembangan Model *Transport Demand* Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta’. Penelitian ini mengkaji kebutuhan bandar udara Adisutjipto Yogyakarta untuk mengantisipasi pertumbuhan penumpang udara domestik. Dengan prediksi jumlah penumpang udara domestik, maka dapat diketahui kebutuhan yang akan terjadi untuk menyediakan sarana dan prasarana bandar udara.

Dengan menggunakan dasar daerah pelayanan disekitar Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta, dibatasi oleh Bandar Udara terdekat yang ada serta menggunakan faktor demografi dan sosio ekonomi di daerah pelayanan dibuat suatu model *transport demand* untuk berbagai rute utama. Dari model *transport demand* yang diperoleh tersebut digunakan sebagai dasar prediksi jumlah penumpang udara domestik di Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta serta analisa kebutuhan sarana dan prasarana Bandar Udara untuk tahun 2003 (<http://digilib.batan.go.id/gdl/go.php?id=jbptitbsi-gdl-s2-2005-imambasuki-1023>).

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Analisa Permasalahan

Sistem yang akan dibangun adalah sistem yang mampu memprediksi jumlah kedatangan penumpang di bandara Juanda, di tahun yang diinginkan berdasarkan data dua tahun sebelumnya. Misalnya data yang ada adalah data jumlah kedatangan penumpang tahun 1999 dan 2000. Maka data tahun 1999 dan 2000 dijadikan sebagai input-an untuk data 2001 sebagai output. Data input dan output tersebut dihubungkan suatu fungsi yang akan dibangkitkan dengan Neuro-Fuzzy. Dari penyesuaian antara input dan output akan menghasilkan suatu fungsi yang dapat memetakan input ke output. Kemudian data input diubah berupa input-an data tahun 2000 dan 2001 kemudian dicocokkan dengan tahun 2002. Apabila error (kesalahan) yang dihasilkan oleh fungsi kecil maka fungsi yang didapat sudah optimal.

3.2 Perancangan Proses

Perancangan proses dari sistem ini terdiri dari Alur Proses Login, Alur Proses *Maintenance* Data User, Alur Proses *Maintenance* Data Jumlah Penumpang, Alur Proses Pembelajaran, Alur Proses Validasi dan Uji Coba serta Alur Proses Peramalan.

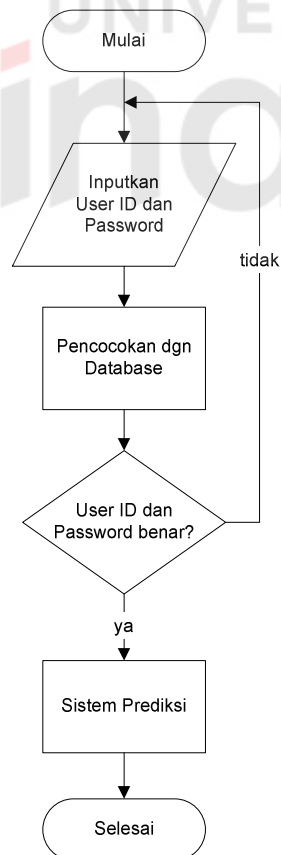
Alur Proses Login dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan contoh pada sistem adalah sebagai berikut :

```
if not((Ed_User.Text = '') or (Ed_Pass.Text = '')) then
begin
if(Q_Login.Locate('User', (Ed_User.Text), [loCaseInsensitive])) then
begin
```

```

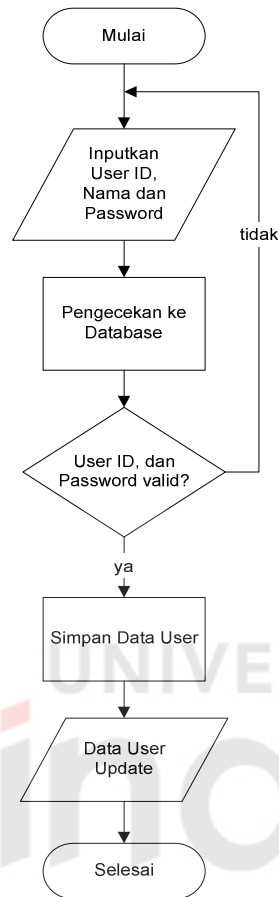
Q_Login.SQL.Clear;
Q_Login.SQL.Add('Select * from Data_Account where User=:usr');
Q_Login.Prepared;
Q_Login.Parameters.ParamByName('usr').Value:= Ed_User.Text;
Q_Login.Open;
if ((Ed_Pass.Text) = (Q_Login.FieldByName('Password').AsString))
then
begin
FormUtama.StatusBar.SimpleText:=
Q_Login.FieldByName('Type').AsString;
FormUtama.ShowModal;
end
else
begin
MessageDlg ('Password Salah, Coba Lagi',mtInformation,[mbOk],0);
end;
end
else
MessageDlg ('User Salah, Coba Lagi',mtInformation,[mbOk],0)
end
else
MessageDlg ('Inputan Harus Lengkap',mtInformation,[mbOk],0);
Ed_User.Text := '';
Ed_Pass.Text := '';
Ed_User.SetFocus;
end;

```



Gambar 3.1 Alur Proses Login

Sedangkan Alur Proses Maintenance Data User pada Gambar 3.2, berikut contoh dalam sistem.



Gambar 3.2 Alur Proses Maintenance Data User

```

if not ((Ed_User.Text = '') or
(Cbo_Type.Text = '') or
(Ed_Pass1.Text = '') or
(Ed_Pass2.Text = '')) then
  begin
    if
(Tb_Account.Locate('User',s,[loPartialKey,loCaseInsensitive]))
then
  begin
    MessageDlg ('Nama User '+s+' Sudah Ada, Cari yg
Lain',mtInformation,[mbOk],0);
    Ed_User.Text := '';
    Ed_User.SetFocus;
  end
else
  begin
    if (Ed_Pass1.Text <> Ed_Pass2.Text) then
      begin

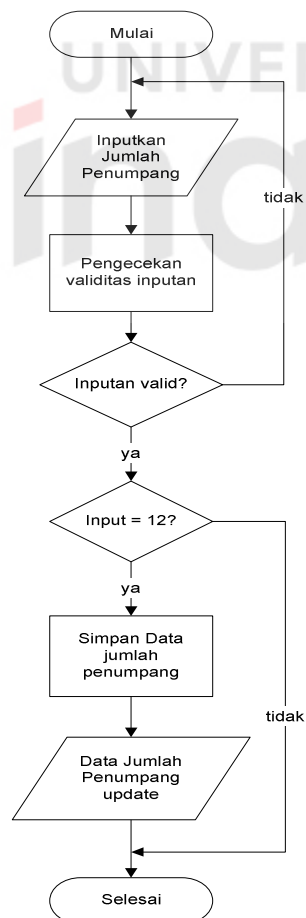
```

```

MessageDlg ('Password Tidak Sama',mtInformation,[mbOk],0);
Ed_Pass1.Text := '';
Ed_Pass2.Text := '';
end
else
begin
Tb_Account.Insert;
Tb_Account.FieldName('User').AsString := Ed_User.Text;
Tb_Account.FieldName('Type').AsString := Cbo_Type.Text;
Tb_Account.FieldName('Password').AsString := Ed_Pass1.Text;
Tb_Account.Post;
MessageDlg ('Data Telah Disimpan',mtInformation,[mbOk],0);
end;
end;
end
else
MessageDlg ('Data Harus Lengkap',mtInformation,[mbOk],0);
Awal;
end;

```

Alur Proses Maintenance Data Jumlah Penumpang pada Gambar 3.3 dan penggalan programnya :



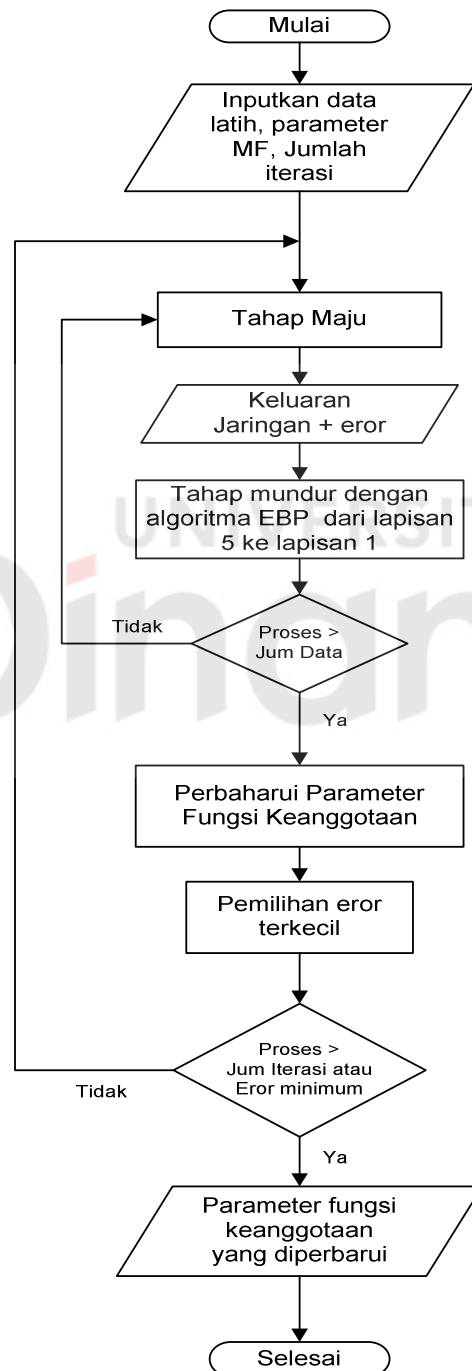
Gambar 3.3 Alur Proses Maintenance Data Jumlah Penumpang


```

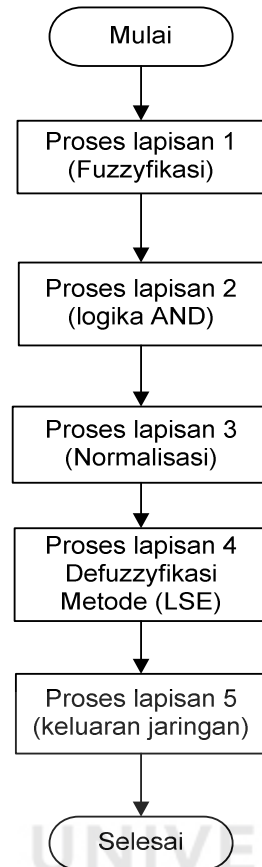
if not (Ed_Data.Text = '') then
begin
  if not (Ed_Data.Text = '0') then
  begin
    Ed_Data.ReadOnly := False;
    a := StrToInt(b);
    kat[a] := Ed_Kode.Text;
    thn[a] := StrToInt(Ed_Tahun.Text);
    bln[a] := Ed_Bulan.Text;
    jml[a] := StrToInt(Ed_Data.Text);
    CekBulan;CounterBulan;CounterKode;
    Ed_Data.SetFocus;
    if (a = 12) then
    begin
      for i := 1 to 12 do
      begin
        TADO_Data.Append;
        TADO_Data.Insert;
        TADO_Data.FieldName('Kategori').AsString := kat[i];
        TADO_Data.FieldName('Tahun').AsInteger := thn[i];
        TADO_Data.FieldName('Bulan').AsString := bln[i];
        TADO_Data.FieldName('Jumlah').AsInteger := jml[i];
        TADO_Data.Post;
      end;
      Awal_Bersih;
      MessageDlg ('Data telah disimpan',mtInformation,[mbOk],0);
      Cbo_Tahun.Items.Clear;
      Q_Thn.SQL.Clear;
      Q_Thn.SQL.Add('Select tahun from Jumlah_Penumpang');
      Q_Thn.Prepared;
      Q_Thn.Open;
      CariTahun;
      for i := 1 to j do
      Cbo_Tahun.Items.Add(IntToStr(x[i]));
      Btn_Keluar.SetFocus;
    end
  else
  begin
    Ed_Data.Text := '';
    Ed_Data.SetFocus;
    Btn_Tambah.Enabled := False;
    Btn_Simpan.Enabled := True;
    Btn_Batal.Enabled := True;
    Btn_Keluar.Enabled := False;
  end;
end
else
begin
  MessageDlg ('Jumlah Penumpang > 0',mtInformation,[mbOk],0);
  Ed_Data.Text := '';
  Ed_Data.SetFocus;
end;
end
else
begin
  MessageDlg('JumlahPenumpangHarus Diisi',mtInformation,[mbOk],0);
  Ed_Data.SetFocus;
end;

```

Alur Proses Pembelajaran menggunakan proses tahap maju dan tahap mundur. Sedangkan Alur Proses Validasi, Uji Coba dan Peramalan menggunakan tahap mundur. Alurnya digambarkan sebagai berikut disertai dengan contoh dalam sistem:



Gambar 3.4. Alur Proses Pembelajaran



Gambar 3.5. Alur Proses Tahap Maju

A. Tahap Maju

Tahap maju terdiri dari lapisan 1 sampai dengan lapisan 5 yaitu :

1. Proses Lapisan 1 (Fuzzyfikasi)

Proses fuzzyfikasi adalah proses mengubah masukan nilai *crisp* (nilai aktual) ke derajat tertentu yang sesuai dengan aturan besaran fungsi keanggotaan. Terlebih dulu ditentukan parameter fungsi keanggotaan ($a_1..a_4$, $b_1..b_4$, $c_1..c_4$) dan pengambilan data jumlah penumpang dari database Jumlah_Penumpang, setelah itu fungsi keanggotaan diterapkan pada lapisan ini (dalam Tugas Akhir ini dipilih fungsi bell), dengan demikian simpul di lapisan ini merupakan fungsi bell, dimana implementasinya dalam program adalah sebagai berikut:

```
//Lapisan 1 (Fuzzifikasi dgn Fungsi Bell)
```

```
//Bell = 1/(1+exp(ln(abs(x-c)/a))*2*b))
n1a:= Bell(input1[i],a1+tot_da1[i],b1+tot_db1[i],c1+tot_dc1[i]);
n2a := Bell(input1[i],a2+tot_da2[i],b2+tot_db2[i],c2+tot_dc2[i]);
n3a := Bell(input2[i],a3+tot_da3[i],b3+tot_db3[i],c3+tot_dc3[i]);
n4a := Bell(input2[i],a4+tot_da4[i],b4+tot_db4[i],c4+tot_dc4[i]);

function TFormBelajar.Bell(x, a, b, c : Double):Double;
var
temp : Double;
begin
temp := abs((x - c) / a) * abs ((x - c) / a);
if (temp = 0) and (b = 0) then
Result := 0.5
else if (temp = 0) and (b < 0) then
Result := 0
else if (temp = 0) or (temp < 0) then
Result := 1
else
begin
temp := exp(ln(temp)*2);
Result := (1/(1+temp));
end;
end;
```

Keterangan:

Untuk semua keluaran simpul pada tahap maju ini diberi simbol 'a', sehingga pada lapisan 1 ini diperoleh keluaran simpul n1a s.d n4a. Tanda a untuk membedakan dengan nilai keluaran simpul yang baru yang diberi simbol 'b' (setelah dikoreksi).

2. Proses Lapisan 2 (Logika AND)

Pada lapisan ini diterapkan logika fuzzy AND sebagai fungsi simpul, implementasinya dalam program adalah sebagai berikut:

```
//Lapisan 2 (Inferensi Fuzzy dgn Logika AND)
n5a := Min(n1a,n3a);
n6a := Min(n2a,n4a);
```

Keterangan :

Penerapan logika fuzzy AND pada lapisan ini adalah memilih nilai yang terkecil dari simpul-simpul yang masuk, sehingga pada lapisan 2 ini diperoleh keluaran simpul n5a dan n6a.

3. Proses Lapisan 3 (Normalisasi)

Pada lapisan ini dilakukan normalisasi dari sinyal yang masuk, implementasinya dalam program adalah sebagai berikut:

```
//Lapisan 3 (Normalisasi)
ntot_a := n5a + n6a;
if (ntot_a=0) then
begin
n7a := 0;
n8a := 0;
end
else
begin
n7a := n5a/ntot_a;
n8a := n6a/ntot_a;
end;
```

Keterangan:

Proses normalisasi pada lapisan ini adalah dengan cara membagi nilai salah satu simpul yang masuk dengan nilai total dari simpul-simpul yang masuk, sehingga pada lapisan 3 ini diperoleh keluaran simpul n7a dan n8a.

4. Proses Lapisan 4 (Defuzzyfikasi dengan metode LSE)

Proses defuzzyfikasi adalah proses mengubah kembali nilai besaran fuzzy menjadi nilai crisp (nilai aktual). Dengan metode *Least Squares Estimator* (LSE) diperoleh parameter-parameter konsekuen (p_1 , q_1 , r_1 , p_2 , q_2 dan r_2).

Implementasinya dalam program sebagai berikut:

```
//Lapisan 4 (Defuzzifikasi dgn Metode LSE)
//A = [(n7a*input1) (n7a*input2) n7a (n8a*input1) (n8a*input2)]
//Matriks A
A[i,1] := n7a*input1[i];
A[i,2] := n7a*input2[i];
A[i,3] := n7a;
A[i,4] := n8a*input1[i];
A[i,5] := n8a*input2[i];
A[i,6] := n8a;
```

Keterangan:

Dari sinyal yang masuk pada lapisan ini diperoleh matrik A, untuk Mod_ANFIS matrik A dituliskan sebagai berikut:

$$A = [(n7a \ x) \ (n7a \ y) \ n7a \ (n8a \ x) \ (n8a \ y) \ n8a]$$

```
//Matriks ATranspose
for j := 1 to 6 do
begin
  for k := 1 to 12 do
  begin
    AT[j,k] := A[k,j];
    Mat_AT[iterasi-1][j-1][k-1] := AT[j,k];
  end;
end;
```

Keterangan:

Penggalan program di atas adalah untuk mencari matrik *transpose*.

Dimana baris, kolom matrik A diubah menjadi kolom, baris.

```
//ATranspose * A
for j:=1 to 6 do
begin
  for k:=1 to 6 do
  begin
    temp:=0;
    for l:= 1 to 12 do
    begin
      temp:=temp + (AT[j,l]*A[l,k]);
      ATA[j,k]:=temp;
      Mat_ATA[iterasi-1][j-1][k-1]:=ATA[j,k];
    end;
  end;
end;
```

Keterangan:

Penggalan program di atas adalah untuk mencari hasil perkalian matrik A transpose dengan matrik A. Dimana hasil dari perkalian matrik ini adalah matrik dengan ordo 6x6.

```
//Invers(AT * A)
Mat := TMatrix.Create(nil);
Mat.Resize(6,6);
for j:= 1 to 6 do
begin
  for k:=1 to 6 do
    Mat.Elem[j,k]:=ATA[j,k];
  end;
Mat.Invert;
for j:= 1 to 6 do
begin
  for k:= 1 to 6 do
  begin
    ATAInvers[k,j]:=Mat.Elem[j,k];
  end;
end;
end;
```

```

    Mat_ATAInv[iterasi-1][j-1][k-1]:=ATAInvers[k,j];
end;
end;

```

Keterangan:

Penggalan program di atas adalah untuk menginverskan hasil perkalian matrik A transpose dengan matrik A.

```

//Invers(AT * A) * AT
for j:=1 to 6 do
begin
  for k:=1 to 12 do
  begin
    temp:=0;
    for l:=1 to 6 do
    begin
      temp:=temp + (ATAInvers[j,l]*AT[l,k]);
    end;
    AHasil[j,k]:=temp;
    Mat_Hasil[iterasi-1][j-1][k-1]:=AHasil[j,k];
  end;
end;
end;

```

Keterangan:

Penggalan program di atas adalah untuk mencari hasil perkalian matrik invers ($A^T \times A$) dengan matrik A transpose.

```

//Matriks (Invers(AT * A) * AT) * Output1
for j:=1 to 6 do
begin
  temp:=0;
  for k:= 1 to 12 do
  begin
    temp:=temp + (AHasil[j,k]*output1[k]);
  end;
  Teta[j]:=temp;
end;
end;

```

Keterangan:

Penggalan program di atas adalah untuk mencari hasil perkalian matrik $[A^T A]^{-1} AT$ dengan output data aktual.

```

//Teta
p1[iterasi-1] := Teta[1];
q1[iterasi-1] := Teta[2];
r1[iterasi-1] := Teta[3];
p2[iterasi-1] := Teta[4];
q2[iterasi-1] := Teta[5];
r2[iterasi-1] := Teta[6];

```

Proses LSE ini akan menghasilkan parameter konsekuen (p_1 , q_1 , r_1 , p_2 , q_2 dan r_2). Kemudian hasilnya digunakan untuk mencari nilai f_1 dan f_2 . Hasil defuzzyfikasi berupa simpul n_{9a} dan n_{10a} .

```
//data f
    f1 := (p1[iterasi-1]*input1[i]) + (q1[iterasi-1]*input2[i])
+ r1[iterasi-1];
    f2 := (p2[iterasi-1]*input1[i]) + (q2[iterasi-1]*input2[i])
+ r2[iterasi-1];

//Keluaran jaringan
    n9a := n7a * f1;
    n10a := n8a * f2;
```

5. Proses Lapisan 5 (Keluaran Jaringan)

Lapisan 5 yang berarti keluaran dari jaringan adalah hasil penjumlahan semua sinyal yang masuk, implementasinya dalam program sebagai berikut :

```
//Lapisan 5
//(hitung output jaringan)
n11a := n9a + n10a;

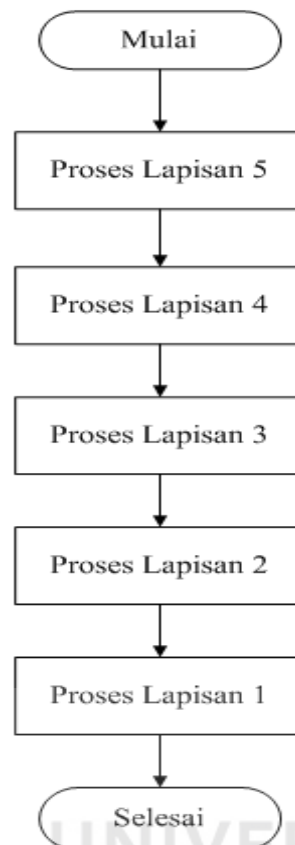
//(hitung error keluaran sistem)
error := output1[i] - n11a;
```

Keterangan:

Hasil dari proses lapisan ini adalah n_{11a} yang merupakan keluaran jaringan, sekaligus dilakukan perhitungan untuk mencari besar error (selisih).

B. Tahap Mundur

Proses Mundur dengan algoritma koreksi kesalahan dari lapisan 5 ke lapisan 1. Setelah diperoleh keluaran jaringan dari tahap maju, untuk selanjutnya error keluaran jaringan ini dipropagasibalik menggunakan aturan koreksi kesalahan yang baru yaitu dengan menggunakan algoritma EBP yang telah dimodifikasi. Gambar dan implementasi aturan koreksi kesalahan sistem Mod_ANFIS dalam program sebagai berikut:



Gambar 3.6. Alur Proses Tahap Mundur

```

//Lapisan 5
//for i := 1 to 12 do
//begin
e11 := -2 * (error);
//Lapisan 4
d11 := -e11 / 2;
f_tot := f1 + f2;
//if (f1<>0) or (f2<>0) then
//begin
d10 := (d11 * f2) / f_tot;
d9 := (d11 * f1) / f_tot;
//Lapisan 3
d8 := d10 / f2;
d7 := d9 / f1;
//end;
//Lapisan 2
ntot_b := detail[iterasi-1][i-1].dt_ntot_a;
n6b1 := (detail[iterasi-1][i-1].dt_n8a + d8) * ntot_b;
n5b1 := (detail[iterasi-1][i-1].dt_n7a + d7) * ntot_b;
//Lapisan 1
n1b := n5b1;
n3b := n5b1;
n2b := n6b1;
n4b := n6b1;
  
```

Proses selanjutnya perubahan parameter fungsi keanggotaan pada layer 1

tahap mundur. Implementasi dalam program sebagai berikut:

```

for i := 1 to 12 do
begin
//Derivative Bell (turunan parameter)
//n1b
da1:=DrvtBell('a',input1[i],a1+tot_da1[i],b1+tot_db1[i],c1+tot_d
c1[i],n1b);
db1:=DrvtBell('b',input1[i],a1+tot_da1[i],b1+tot_db1[i],c1+tot_d
c1[i],n1b);
dc1:=DrvtBell('c',input1[i],a1+tot_da1[i],b1+tot_db1[i],c1+tot_d
c1[i],n1b);

        tot_da1[i] := tot_da1[i] + da1;
        tot_db1[i] := tot_db1[i] + db1;
        tot_dc1[i] := tot_dc1[i] + dc1;
//n2b
da2:=DrvtBell('a',input1[i],a2+tot_da2[i],b2+tot_db2[i],c2+tot_d
c2[i],n2b);
db2:=DrvtBell('b',input1[i],a2+tot_da2[i],b2+tot_db2[i],c2+tot_d
c2[i],n2b);
dc2:=DrvtBell('c',input1[i],a2+tot_da2[i],b2+tot_db2[i],c2+tot_d
c2[i],n2b);

        tot_da2[i] := tot_da2[i] + da2;
        tot_db2[i] := tot_db2[i] + db2;
        tot_dc2[i] := tot_dc2[i] + dc2;
//n3b
da3:=DrvtBell('a',input2[i],a3+tot_da3[i],b3+tot_db3[i],c3+tot_d
c3[i],n3b);
db3:=DrvtBell('b',input2[i],a3+tot_da3[i],b3+tot_db3[i],c3+tot_d
c3[i],n3b);
dc3:=DrvtBell('c',input2[i],a3+tot_da3[i],b3+tot_db3[i],c3+tot_d
c3[i],n3b);

        tot_da3[i] := tot_da3[i] + da3;
        tot_db3[i] := tot_db3[i] + db3;
        tot_dc3[i] := tot_dc3[i] + dc3;
//n4b
da4:=DrvtBell('a',input2[i],a4+tot_da4[i],b4+tot_db4[i],c4+tot_d
c4[i],n4b);
db4:=DrvtBell('b',input2[i],a4+tot_da4[i],b4+tot_db4[i],c4+tot_d
c4[i],n4b);
dc4:=DrvtBell('c',input2[i],a4+tot_da4[i],b4+tot_db4[i],c4+tot_d
c4[i],n4b);

        tot_da4[i] := tot_da4[i] + da4;
        tot_db4[i] := tot_db4[i] + db4;
        tot_dc4[i] := tot_dc4[i] + dc4;
//Mencari Premis Baru
a1_temp[i] := a1 + tot_da1[i];
b1_temp[i] := b1 + tot_db1[i];
c1_temp[i] := c1 + tot_dc1[i];
a2_temp[i] := a2 + tot_da2[i];
b2_temp[i] := b2 + tot_db2[i];
c2_temp[i] := c2 + tot_dc2[i];

```

```

a3_temp[i] := a3 + tot_da3[i];
b3_temp[i] := b3 + tot_db3[i];
c3_temp[i] := c3 + tot_dc3[i];
a4_temp[i] := a4 + tot_da4[i];
b4_temp[i] := b4 + tot_db4[i];
c4_temp[i] := c4 + tot_dc4[i];

if (i=12) then
begin
PremisBaru(a1_temp,iterasi,a1_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(b1_temp,iterasi,b1_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(c1_temp,iterasi,c1_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(a2_temp,iterasi,a2_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(b2_temp,iterasi,b2_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(c2_temp,iterasi,c2_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(a3_temp,iterasi,a3_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(b3_temp,iterasi,b3_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(c3_temp,iterasi,c3_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(a4_temp,iterasi,a4_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(b4_temp,iterasi,b4_baru[iterasi-1]);
PremisBaru(c4_temp,iterasi,c4_baru[iterasi-1]);
end;
end; //end --for i := 1 to 12 do

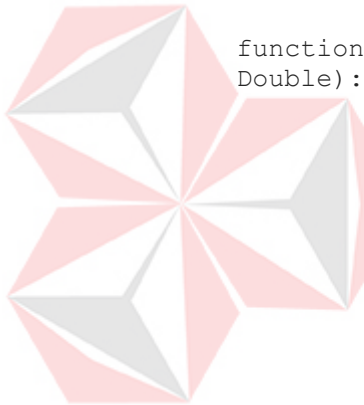
function TFormBelajar.DrvtBell(dy : string; x, a, b, c, y :
Double):Double;
var
temp : Double;
begin
if (dy='x') then // dy/dx
if (x=c) then
Result := 0
else
Result := -((2 * b)/(x - c)) * y * (1-y);

if (dy='a') then // dy/da
if (a=0) then
Result := 0
else
Result := ((2 * b)/a) * y * (1-y);

if (dy='b') then // dy/db
if (a=0) or (x=c) then
Result := 0
else
begin
temp := abs((x-c)/a);
Result := -2 * ln(temp) * y * (1-y);
end;

if (dy='c') then // dy/dc
if (x=c) or (x-c=0) then
Result := 0
else
Result := ((2 * b)/(x-c)) * y * (1-y);
end;
end;

```



Keterangan:

Perhitungan turunan fungsi keanggotaan diterapkan dari d_1 sampai d_4 . Hasil dari lapisan 1 tahap mundur adalah parameter premis yang telah diperbarui. Proses Tahap maju maupun tahap mundur dilakukan sampai didapat error yang minimum atau sebanyak iterasi yang diinputkan oleh *user*, atau apabila ditemukan error yang sama dengan error yang diinputkan user.

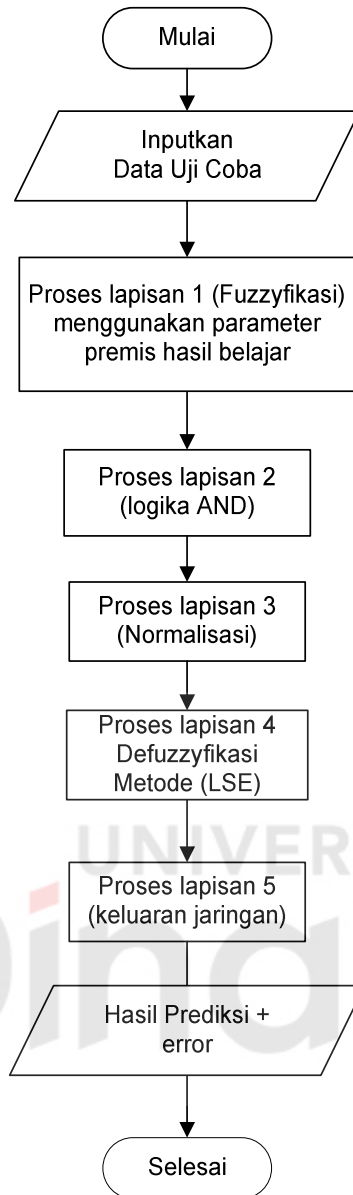
Proses validasi adalah menguji sistem dengan menggunakan parameter fungsi keanggotaan yang telah diperbarui pada proses belajar, untuk data yang digunakan sama dengan data yang digunakan pada proses belajar. Pada proses validasi hanya digunakan tahap maju dari algoritma Neuro-Fuzzy seperti tahap maju pada proses belajar, tidak ada proses mundur untuk koreksi kesalahan.

Proses uji coba adalah menguji sistem dengan menggunakan parameter fungsi keanggotaan yang telah diperbarui pada proses belajar. Pada proses uji coba hanya digunakan tahap maju dari algoritma Neuro-Fuzzy seperti pada proses belajar dan validasi, perbedaannya hanya terletak pada data yang digunakan.

Proses uji coba dibagi menjadi Uji Coba 1 dan Uji Coba 2.

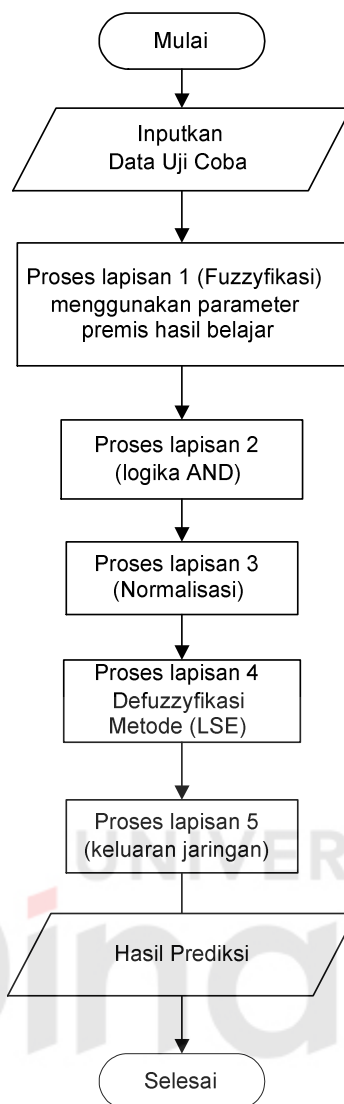
Untuk uji coba yang pertama, sistem diberikan masukan data tahun 2000 dan tahun 2001. Keluaran jaringan adalah hasil peramalan untuk tahun 2002. Selanjutnya untuk menguji kebenaran hasil peramalan dibandingkan dengan data jumlah penumpang tahun 2002 yang sudah disiapkan.

Untuk uji coba yang kedua, sistem diberikan masukan data tahun 2001 dan tahun 2002. Keluaran jaringan adalah hasil peramalan untuk tahun 2003. Selanjutnya untuk menguji kebenaran hasil peramalan dibandingkan dengan data jumlah penumpang tahun 2003.



Gambar 3.7. Alur Proses Uji Coba dan Validasi

Proses Peramalan adalah suatu proses untuk meramalkan data jumlah penumpang yang akan datang yang output data aktualnya belum diketahui, dengan menggunakan parameter fungsi keanggotaan yang telah diperbarui pada proses belajar. Pada proses Peramalan hanya digunakan tahap maju dari algoritma Neuro-Fuzzy seperti pada proses sebelumnya, perbedaannya hanya terletak pada data yang digunakan.



Gambar 3.8. Alur Proses Peramalan

3.3 Perancangan Sistem

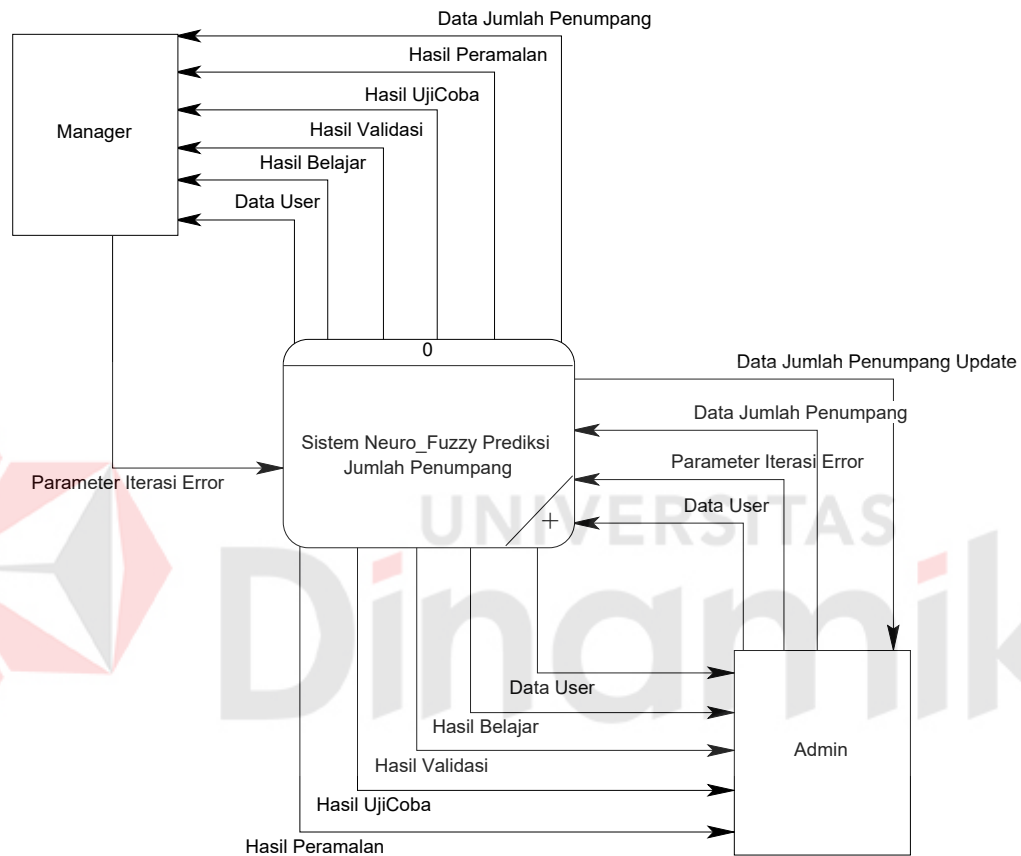
Sebelum membuat aplikasinya, maka terlebih dahulu dilakukan proses perancangan sistem. Hal ini dilakukan agar aplikasi yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan mampu menghasilkan prediksi arus penumpang yang akurat.

Dalam perancangan sistem ini terdapat tahapan – tahapan yang harus dilakukan, yaitu pembuatan *Data Flow Diagram* (DFD) dan Struktur *Database*.

3.3.1 Data Flow Diagram (DFD)

Data Flow Diagram (DFD) dalam aplikasi Prediksi Arus Penumpang Angkutan Udara terdiri atas *Context Diagram* dan *DFD level 1*.

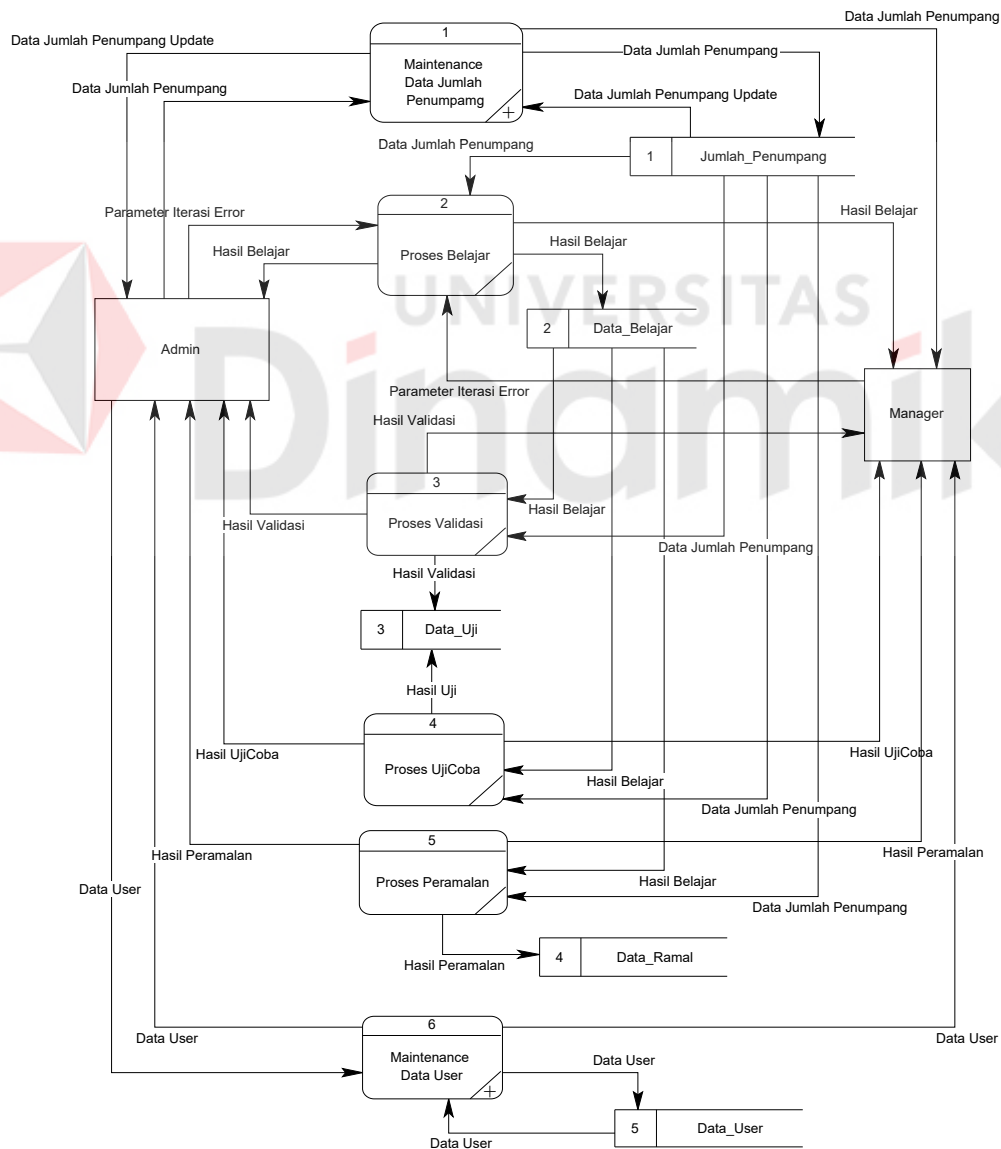
A. Context Diagram



Gambar 3.9. Context Diagram

Gambar 3.9 menunjukkan Context Diagram yang merupakan level paling awal dari suatu DFD. Dalam Context Diagram terlihat *entity* yang berperan dalam aplikasi ini yaitu Manager dan Admin. Yang dimaksud Manager ialah orang yang menjabat sebagai manager di PT. Angkasa Pura I dan terdaftar dalam daftar user. Sedangkan yang dimaksud Admin dalam hal ini adalah ahli/*expert* dari pihak Angkasa Pura yang berkepentingan untuk melakukan prediksi arus penumpang

angkutan udara di bandara udara Juanda dan juga berwenang melakukan maintenance data. Sedangkan Manager hanya melakukan prediksi arus penumpang angkutan udara. Dalam proses Prediksi, Admin akan memasukkan ke dalam sistem berupa parameter iterasi dan error, data jumlah penumpang dan data user. Kemudian sistem akan memberikan hasil berupa data user dan data jumlah penumpang yang telah ter-update, hasil belajar, hasil validasi, hasil uji coba serta hasil peramalan.



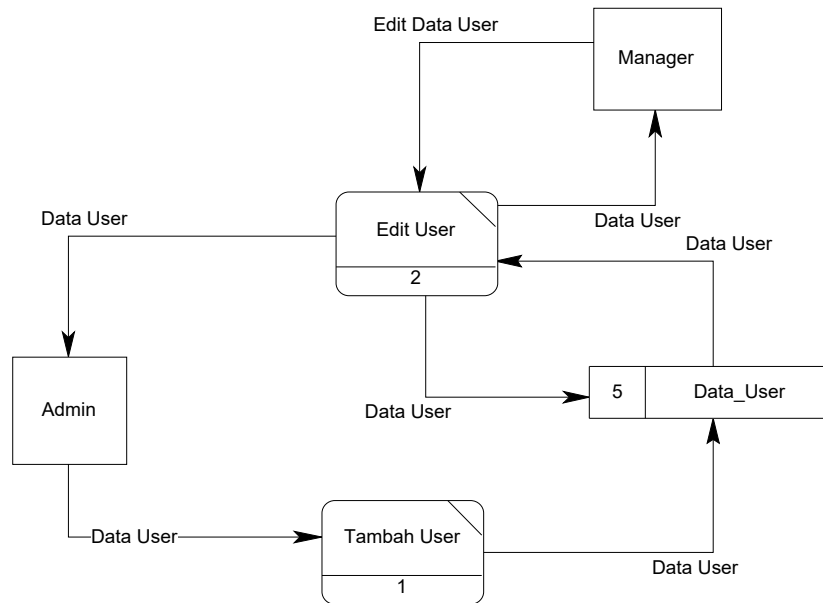
Gambar 3.10. DFD Level 1

B. DFD Level 1

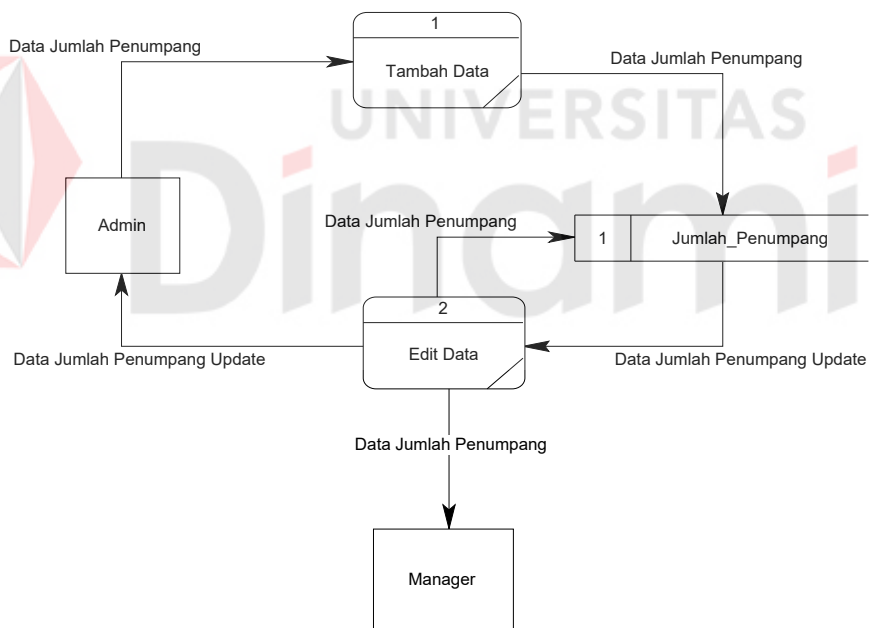
Pada DFD Level 1, seperti pada Gambar 3.10, terdapat proses Maintenance Data Jumlah Penumpang, proses Belajar, proses Validasi, proses Uji Coba, proses Peramalan dan Maintenance Data User. Dalam proses Maintenance Data Jumlah Penumpang, Admin akan memasukkan data jumlah penumpang kemudian sistem akan memberikan data jumlah penumpang yang telah ter-update. Admin ataupun Manager akan memasukkan parameter, iterasi dan error yang diinginkan ketika akan melakukan proses Belajar. Kemudian dengan data dari database Jumlah_Penumpang, sistem akan melakukan proses Belajar dan hasilnya akan perlihatkan kepada Admin dan Manager, hasil juga diinputkan ke database Data_Belajar. Dari hasil belajar dan data jumlah penumpang maka Admin maupun Manager dapat melakukan proses Validasi dan proses Uji Coba, yang hasilnya akan perlihatkan kepada Admin dan Manager, juga diinputkan ke database Data_Uji. Demikian juga pada proses Peramalan, dilakukan menggunakan data jumlah penumpang dan data hasil belajar, yang hasilnya disimpan di database Data_Ramal. Proses Maintenance Account hanya dilakukan oleh Admin untuk menambah data user baru dan memberikan hak yang terbatas kepada user.

C. DFD Level 2 Proses Maintenance Data Jumlah Penumpang

Gambar 3.11 menunjukkan DFD Level 2 (*breakdown*) Proses Maintenance Data Jumlah Penumpang. Terdapat proses Tambah Data dan proses Edit Data. Yang berwenang melakukan proses Tambah Data hanyalah Admin. Sedangkan Manager hanya dapat melihat data jumlah penumpang.



Gambar 3.11 DFD Level 2 Proses Maintenance Data User



Gambar 3.12 DFD Level 2 Proses Maintenance Data Jumlah Penumpang

D. DFD Level 2 Proses Maintenance Data User

Gambar 3.12 menunjukkan DFD Level 2 Proses Maintenance Data User. Terdapat proses Tambah User, Edit User dan Hapus User. Admin memiliki

wewenang untuk melakukan semua proses tersebut. Sedangkan Manager hanya dapat melakukan proses Edit User, yaitu data user itu sendiri.

3.3.2 Struktur Database

Tabel-tabel yang digunakan dalam aplikasi ini antara lain:

1. Nama Tabel : JUMLAH_PENUMPANG
- Primary Key : KATEGORI
- Foreign Key : -
- Fungsi : Untuk menyimpan data jumlah penumpang

Tabel 3.1 Tabel Jumlah Penumpang

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
1.	KATEGORI	Text	7	PK	Kategori Penumpang
2.	TAHUN	Integer			Tahun
3.	BULAN	Text	10		Bulan
4.	JUMLAH	Integer			Jumlah Penumpang

2. Nama Tabel : DATA_BELAJAR
- Primary Key : KODE_BELAJAR
- Foreign Key : -
- Fungsi : Untuk menyimpan data hasil belajar

Tabel 3.2 Tabel Data Belajar

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
1.	KODE BELAJAR	Text	7	PK	Kode Belajar
2.	A1	Double			Parameter a1
3.	B1	Double			Parameter b1
4.	C1	Double			Parameter c1
5.	A2	Double			Parameter a2
6.	B2	Double			Parameter b2
7.	C2	Double			Parameter c2
8.	A3	Double			Parameter a3
9.	B3	Double			Parameter b3

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
10.	C3	Double			Parameter c3
11.	A4	Double			Parameter a4
12.	B4	Double			Parameter b4
13.	C4	Double			Parameter c4
14.	P1	Double			Nilai p1
15.	Q1	Double			Nilai q1
16.	R1	Double			Nilai r1
17.	P2	Double			Nilai p2
18.	Q2	Double			Nilai q2
19.	R2	Double			Nilai r2
20.	OUTPUT DATA	Double			Output Data Aktual
21.	OUTPUT SISTEM	Double			Output Sistem
22.	ERROR	Double			Selisih (Output Data – Output Sistem)

3. Nama Tabel : DETIL_BELAJAR

Primary Key : KATEGORI, KODE_BELAJAR

Foreign Key : KATEGORI *references* ke

JUMLAH_PENUMPANG (KATEGORI),

KODE_BELAJAR *references* ke

DATA_BELAJAR (KODE_BELAJAR).

Fungsi : Untuk menyimpan detail belajar

Tabel 3.3 Tabel Detil Belajar

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
1.	KATEGORI	Text	7	PK, FK	Kategori Penumpang
2.	KODE_BELAJAR	Text	7	PK, FK	Kode Belajar

4. Nama Tabel : DATA_UJICOBA

Primary Key : KODE_UJICOBA

Foreign Key : KODE BELAJAR *references* ke DATA_BELAJAR
(KODE_BELAJAR)

Fungsi : Untuk menyimpan data hasil validasi dan uji coba

Tabel 3.4 Tabel Data Uji Coba

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
1.	KODE_UJICOBA	Text	7	PK	Kode Uji Coba
2.	KODE_BELAJAR	Text	7	PK, FK	Kode Belajar
3.	OUTPUT_DATA	Double			Output Data Aktual
4.	OUTPUT_SISTEM	Double			Output Sistem
5.	ERROR	Double			Selisih (Output Data – Output Sistem)

5. Nama Tabel : DETIL_UJI

Primary Key : KATEGORI, KODE_UJICOBA

Foreign Key : KATEGORI *references* ke

JUMLAH_PENUMPANG (KATEGORI),

KODE_UJICOBA *references* ke

DATA_UJICOBA (KODE_UJICOBA).

Fungsi : Untuk menyimpan detail validasi dan uji coba

Tabel 3.5 Tabel Detil Uji

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
1.	KATEGORI	Text	7	PK, FK	Kategori Penumpang
2.	KODE_UJICOBA	Text	7	PK, FK	Kode Uji Coba

6. Nama Tabel : DATA_RAMAL

Primary Key : KODE_RAMAL

Foreign Key : KODE_BELAJAR *references* ke DATA_BELAJAR
(KODE_BELAJAR)

Fungsi : Untuk menyimpan data hasil peramalan

Tabel 3.6 Tabel Data Ramal

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
1.	KODE_RAMAL	Text	7	PK	Kode Ramal

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
2.	KODE BELAJAR	Text	7	PK, FK	Kode Belajar
3.	OUTPUT DATA	Double			Output Data Aktual
4.	OUTPUT SISTEM	Double			Output Sistem
5.	ERROR	Double			Selisih (Output Data – Output Sistem)

7. Nama Tabel : DETIL_RAMAL
- Primary Key : KATEGORI, KODE_RAMAL
- Foreign Key : KATEGORI *references* ke
 JUMLAH_PENUMPANG (KATEGORI),
 KODE_RAMAL *references* ke DATA_RAMAL
 (KODE_RAMAL).
- Fungsi : Untuk menyimpan detail peramalan

Tabel 3.7 Tabel Detil Ramal

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
1.	KATEGORI	Text	7	PK, FK	Kategori Penumpang
2.	KODE_RAMAL	Text	7	PK, FK	Kode Ramal

8. Nama Tabel : DATA_USER
- Primary Key : USER
- Foreign Key : -
- Fungsi : Untuk menyimpan data user.

Tabel 3.8 Tabel Data User

No	Field	Type	Length	Key	Keterangan
1.	USER	Text	20	PK	User Id
2.	NAME	Text	20		Nama User
3.	PASSWORD	Text	20		Password User
4.	TYPE	Text	20		Tipe User

3.4 Desain Input / Output

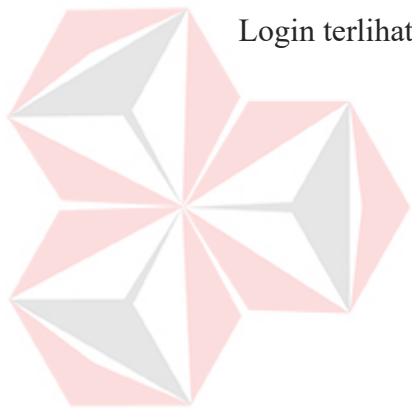
Untuk menjalankan aplikasi Penerapan Neuro-Fuzzy Mod_ANFIS Prediksi Arus Penumpang di Bandar Udara Juanda ini dibutuhkan beberapa *form* yang digunakan sebagai sarana untuk melakukan proses prediksi.

3.4.1 Desain Input

Proses input digunakan sebagai pemasukan data (*data entry*) merupakan proses memasukkan data ke dalam komputer.

A. Form Login

Form Login digunakan untuk masuk ke dalam sistem. Desain Form Login terlihat pada Gambar 3.13 .



Gambar 3.13. Desain Form Login

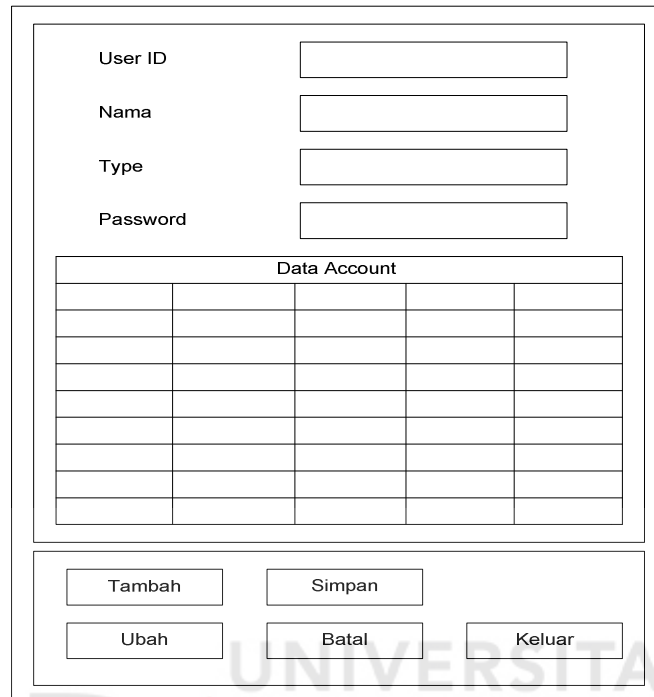
B. Form Maintenance Data User

Form Maintenance Data User digunakan untuk menambah dan menyunting data user. Desain Form Maintenance Data User terlihat pada Gambar 3.14.

C. Form Maintenance Data Jumlah Penumpang

Form Maintenance Data Jumlah Penumpang digunakan untuk meng-inputkan data jumlah penumpang dan meng-update data jumlah penumpang.

Tampilan desain Form Maintenance Data Jumlah Penumpang seperti pada Gambar 3.15.



User ID

Nama

Type

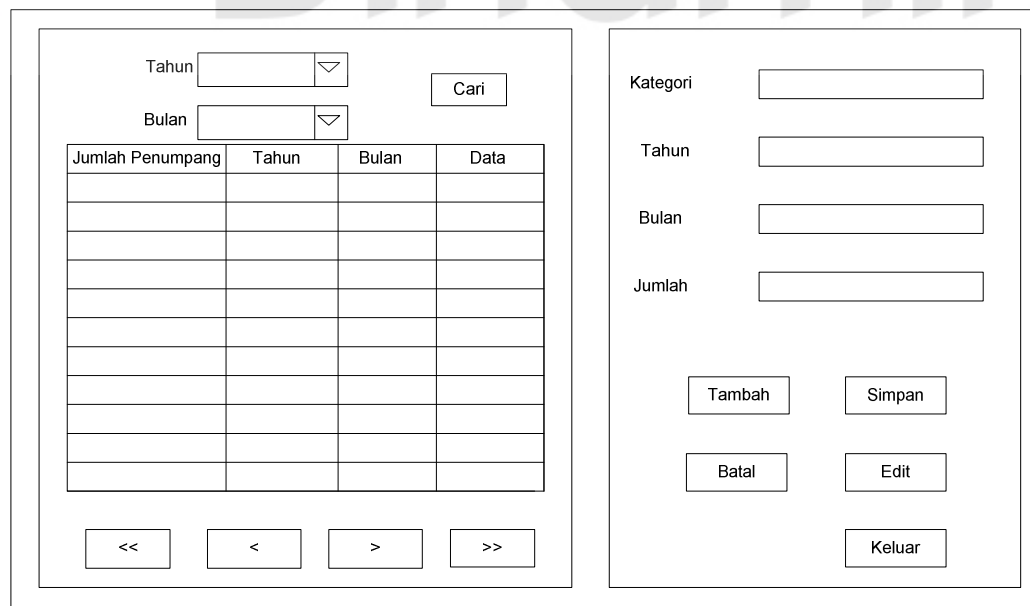
Password

Data Account				

Tambah Simpan

Ubah Batal Keluar

Gambar 3.14 Desain Form Maintenance Data User



Tahun ▼ Cari

Bulan ▼

Jumlah Penumpang	Tahun	Bulan	Data

<< < > >>

Kategori

Tahun

Bulan

Jumlah

Tambah Simpan

Batal Edit

Keluar

Gambar 3.15. Desain Form Maintenance Data Jumlah Penumpang

3.5.2 Desain Output

Format dari output dapat berupa keterangan – keterangan, tabel maupun grafik.

A. Form Proses Belajar

Form proses Belajar digunakan untuk proses belajar yang akan menghasilkan parameter – parameter premis yang baru melalui proses Neuro-Fuzzy Mod_ANFIS dengan pemilihan error yang minimum dari sejumlah iterasi yang dilakukan. Tampilan desain Form Belajar seperti pada Gambar 3.16.

A.1 Matrix

Form Matrik digunakan untuk melihat hasil perhitungan LSE dari proses belajar. Tampilan desain form Matrik seperti pada Gambar 3.17.

The image shows a software interface for the learning process. It contains several input fields and tables. At the top left, there are fields for 'Jumlah Iterasi' (with a 'Max 1000.' label) and 'Error yg diinginkan' (with a '%' label). Below these are two sections for 'Parameter Awal' and 'Parameter Akhir'. Each section has two columns of input fields labeled 'Input 1' and 'Input 2', with sub-labels a1, b1, c1, a2, b2, c2, a3, b3, c3, a4, b4, c4. Below the parameter sections are fields for 'MAPE' and 'MAPE Terkecil', and a 'MAPE :' field with a '%' label. To the right of the parameter sections are two tables. The top table is 'Hasil Belajar' with columns 'Kode_Belajar', 'Output_Data', 'Output_Sistem', and 'Selisih'. The bottom table is 'Data Belajar' with columns 'Bulan', 'Input 1 (1999) Data', 'Input 2 (2000) Data', and 'Output (2001) Data'. At the bottom of the interface are several buttons: 'Parameter', 'Proses', 'Simpan', 'Detil', 'Grafik', 'Hapus', and 'Keluar'.

Gambar 3.16. Desain Form Proses Belajar

A.2 Grafik

Form Grafik digunakan untuk menampilkan Grafik Fungsi Keanggotaan Awal, Fungsi Keanggotaan Akhir dan Grafik Output. Tampilan desain form Grafik seperti pada Gambar 3.18.

B. Form Validasi

Form Validasi digunakan untuk mengevaluasi hasil proses belajar yang telah dilakukan. Tampilan desain form Validasi seperti pada Gambar 3.19.

Matriks A					

Inv (A'*A)*A'*Output1

p1 =

q1 =

r1 =

p2 =

q2 =

r2 =

Matriks A Transpose					

Matriks A Transpose * A			Matriks Inv (A' * A)		

Iterasi Ke :

Gambar 3.17. Desain Form Matrik

Data Keluaran Jaringan dan Output Sistem

Grafik

Error Keluaran Sistem

Grafik

Iterasi Ke : Keluar

Gambar 3.18. Desain Form Grafik

Parameter Premis Baru

Input 1 Input 2

a1 b1 c1 a3 b3 c3

a2 b2 c2 a4 b4 c4

Data Validasi

Bulan	Input 1 (1999)	Input 2 (2000)	Output (2001)

Hasil Validasi

Kode_Validasi	Output_Data	Output_Sistem	Selisih

MAPE : %

Parameter Proses Hapus

Keluar

Gambar 3.19. Desain Form Validasi

C. Form Uji Coba

Form Uji Coba digunakan untuk melakukan proses Uji Coba 1 dan Uji Coba 2 dengan menggunakan parameter premis hasil belajar. Tampilan desain form Uji Coba seperti pada Gambar 3.20.

Gambar 3.20. Desain Form Uji Coba

Gambar 3.21 Desain Form Peramalan

D. Form Peramalan

Form Peramalan digunakan untuk meramalkan data jumlah penumpang yang akan datang dengan menggunakan parameter premis hasil belajar. Tampilan desain Form Peramalan seperti pada Gambar 3.21.

3.5 Perancangan Data

Susunan pasangan data latih yang digunakan untuk proses belajar berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Timur. Disusun dengan format :

$$[x(t-23), \dots, x(t), x(t+1), \dots, x(t+12)]$$

Keterangan :

$x(t-23), \dots, x(t-12)$ = input-an 1

$x(t-11), \dots, x(t)$ = input-an 2

$x(t+1), \dots, x(t+12)$ = output atau data aktual

Data jumlah penumpang yang digunakan dalam proses belajar adalah tahun 1999 (input 1) dan tahun 2000 (input 2) sebagai masukan jaringan. Data tahun 2001 sebagai output. Data dari hasil proses Belajar berupa parameter premis yang telah diperbarui akan dipergunakan untuk melakukan proses Uji Coba. Data tahun 2000, 2001, dan 2002 digunakan untuk uji coba pertama, sedangkan data tahun 2001, 2002, dan 2003 digunakan untuk uji coba kedua.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

4.1 Instalasi Program

Sebelum mengimplementasikan dan menjalankan aplikasi Penerapan Neuro-Fuzzy Struktur Mod_ANFIS Untuk Prediksi Arus Penumpang Angkutan Udara, terlebih dahulu komponen-komponen utama komputer yang mendukung setiap proses harus sudah terpasang.

4.1.1 Kebutuhan perangkat keras

Untuk dapat menjalankan aplikasi tersebut dibutuhkan persyaratan minimal sebagai berikut:

- a. CPU Pentium II 333 Mhz atau lebih
- b. *Memory* minimal 64 MB
- c. *Harddisk* minimal 10 GB
- d. *VGA Card* 8 MB
- e. *Monitor SVGA* dengan resolusi 800 x 600
- f. *Keyboard, mouse* dan *printer*.

4.1.2 Kebutuhan perangkat lunak

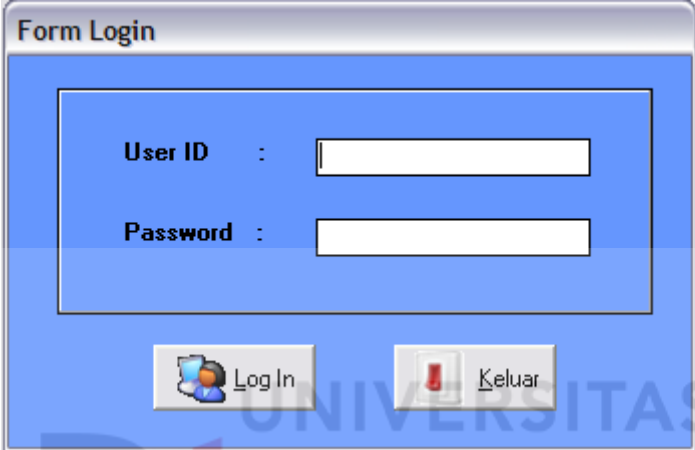
Kebutuhan perangkat lunak aplikasi tersebut adalah:

- a. Sistem Operasi Microsoft Windows XP
- b. Borland Delphi 6.0
- c. Matlab 6.5
- d. Microsoft Access 2002

4.2 Implementasi Sistem

Selanjutnya untuk melihat apakah sistem yang telah dibangun sudah sesuai dengan yang diharapkan, maka perlu dilakukan pengujian yang mewakili sistem secara keseluruhan.

4.2.1 Form Login



The image shows a screenshot of a web application's login form. The form is titled "Form Login" and has a blue background. It contains two input fields: "User ID" and "Password". Below the input fields are two buttons: "Log In" with a blue icon and "Keluar" with a red icon. The form is displayed in a window with a standard Windows-style title bar.

Gambar 4.1 Form Login

Form Login digunakan untuk memberi hak akses kepada user yang masuk ke dalam sistem. Apabila yang masuk adalah seorang Administrator maka ia memiliki hak akses penuh. Sedangkan apabila yang masuk adalah Manager, maka pada Form Maintenance Data User, ia hanya bisa melakukan perubahan perubahan pada *account*-nya sendiri. Sedangkan pada Form Maintenance Data Jumlah Penumpang, ia hanya bisa melihat data jumlah penumpang, dan tidak bisa melakukan perubahan pada data tersebut.

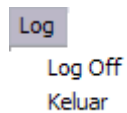
4.2.2 Form Menu Utama

Form Utama memiliki menu yang terdiri dari Log, Maintenance Data, Sistem Prediksi, Laporan dan Help. Setiap menu terdiri dari sub menu sebagai berikut :



Gambar 4.2 Form Utama

1. Menu Log

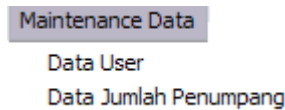


Gambar 4.3 Menu Log

Menu Log terdiri dari sub menu Log Off dan Keluar. Sub menu Log Off digunakan untuk Log Off apabila user telah masuk ke dalam sistem. Ketika Log

Off dijalankan maka akan kembali ke Form Login. Dan sub menu Keluar untuk keluar dari sistem.

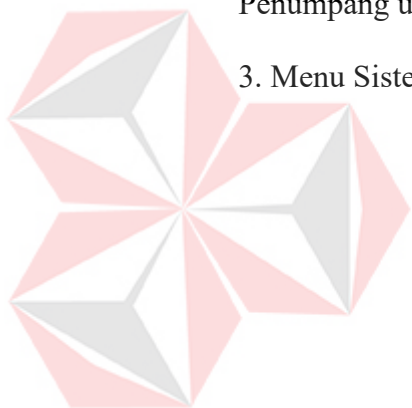
2. Menu Maintenance Data



Gambar 4.4 Menu Maintenance Data

Menu Maintenance Data memiliki sub menu Data User, untuk menampilkan Form Maintenance Data User dan sub menu Data Jumlah Penumpang untuk menampilkan Form Maintenance Data Jumlah Penumpang.

3. Menu Sistem Prediksi



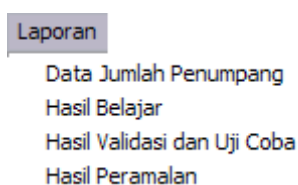
Gambar 4.5 Menu Sistem Prediksi

Menu Sistem Prediksi memiliki sub menu Belajar, Validasi, Uji Coba dan Peramalan. Sub menu Belajar digunakan untuk menampilkan Form Belajar, sub menu Validasi digunakan untuk menampilkan Form Validasi dan sub menu Uji Coba digunakan untuk menampilkan Form Uji Coba. Sedangkan sub menu Peramalan digunakan untuk menampilkan Form Peramalan.

4. Menu Laporan

Menu Laporan memiliki sub menu Data Jumlah Penumpang, Hasil Belajar, Hasil Validasi dan Uji Coba serta sub menu Hasil Peramalan. Sub menu

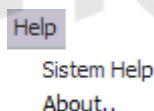
Data Jumlah Penumpang digunakan untuk menampilkan Form Laporan Data Jumlah Penumpang, sub menu Hasil Belajar digunakan untuk menampilkan Laporan Hasil Belajar, sub menu Validasi dan Uji Coba digunakan untuk menampilkan Form Hasil Validasi dan Uji Coba. Sedangkan sub menu Hasil Peramalan digunakan untuk menampilkan Form Laporan Hasil Peramalan.



Gambar 4.6 Menu Laporan

5. Menu Help

Menu Help terdiri dari sub menu Sistem Help dan About. Sub menu Help digunakan untuk menampilkan file bantuan dan sub menu About untuk menampilkan Form About.



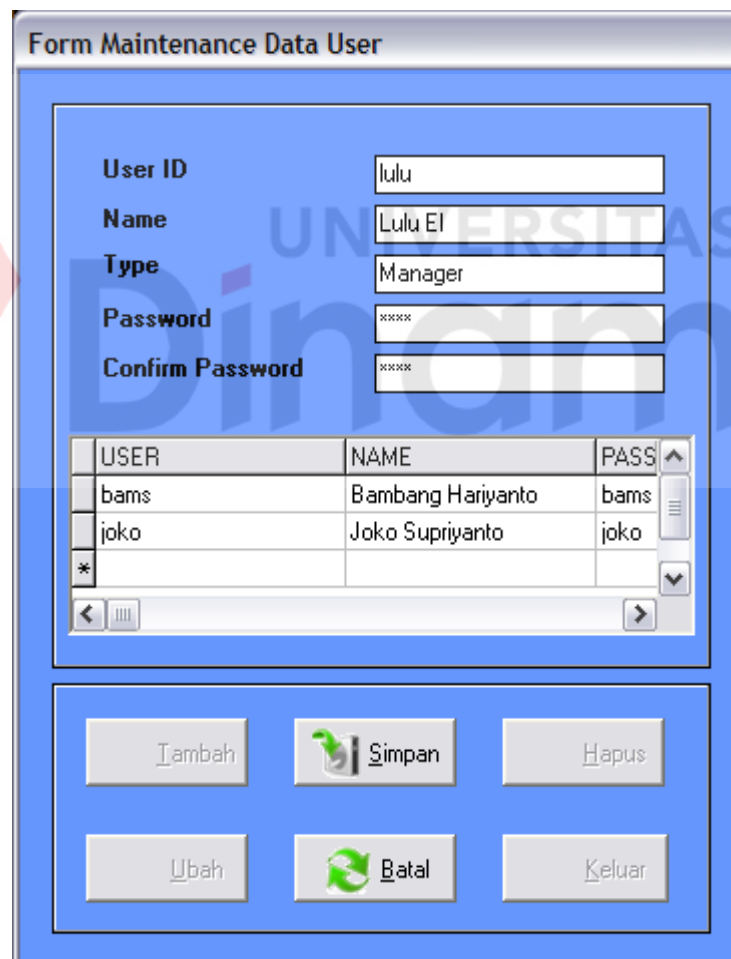
Gambar 4.7 Menu Help

4.2.3 Form Maintenance Data User

Form Maintenance Data User digunakan untuk menambah dan menyunting data user. Form Maintenance Data User dapat dilihat pada Gambar 4.8. Langkah – langkah penggunaan Form Maintenance Data User sebagai berikut

1. Untuk membuat user baru, tekan tombol Tambah, kemudian masukkan data user baru dan tekan tombol Simpan. Atau tekan tombol Batal untuk membatalkan.

2. Untuk menyunting data user, klik 2 (dua) kali pada grid data yang ingin diubah, kemudian ubah data user dan tekan tombol Ubah untuk menyimpan data yang telah diubah. Atau tekan tombol Batal untuk membatalkan.
3. Untuk menghapus data user, klik 1 (satu) kali pada grid data yang ingin diubah, kemudian tekan tombol Hapus. Kemudian akan muncul pesan konfirmasi, tekan Yes untuk setuju menghapus dan tekan No untuk membatalkan. Untuk data user dengan level Administrator, tidak bisa dihapus.
4. Untuk keluar dari Form Maintenance Data User, tekan tombol Keluar.



USER	NAME	PASS
bams	Bambang Hariyanto	bams
joko	Joko Supriyanto	joko
*		

Gambar 4.8 Form Maintenance Data User

4.2.4 Form Maintenance Data Jumlah Penumpang

Form Maintenance Data Jumlah Penumpang digunakan untuk menambah dan menyunting data jumlah penumpang. Langkah – langkah penggunaan Form Maintenance Data Jumlah Penumpang sebagai berikut :

1. Untuk penambahan data, tekan tombol Tambah, kemudian masukkan data jumlah penumpang dan tekan Simpan untuk menyimpan data yang baru. Tekan Batal untuk membatalkan.
2. Untuk menyunting data, klik 2 (dua) kali pada grid data yang ingin diubah, kemudian ubah data jumlah penumpang dan tekan tombol Ubah untuk menyimpan perubahan data. Atau tekan tombol Batal untuk membatalkan penyuntingan.
3. Untuk pencarian data, pilih Tahun yang telah tersedia dan atau pilih Bulan yang diinginkan. Kemudian tekan tombol Cari dan grid yang aktif akan menunjuk pada data yang ditemukan.
4. Tombol Navigasi digunakan untuk memilih data awal, sebelum, sesudah dan akhir record.
5. Untuk keluar dari Form Data Penumpang, tekan tombol Keluar.

Keterangan :

Pada *field* Kategori, seperti tampak pada Gambar 4.9, sebagai contoh kategori K200401. K menunjukkan kategori jumlah penumpang, 2004 menunjukkan tahun 2004, 01 menunjukkan bulan ke 1, yaitu januari. Jadi kategori K200401, maksudnya ialah data jumlah penumpang tahun 2004 di bulan januari. Begitu juga apabila K200402, maka maksudnya ialah data jumlah penumpang tahun 2004 di bulan februari.

Form Maintenance Data Jumlah Penumpang

Tahun

Bulan

KATEGORI	TAHUN	BULAN	JUMLAH
D200208	2002	Agustus	201085
D200209	2002	September	192873
D200210	2002	Oktober	212848
D200211	2002	November	180504
D200212	2002	Desember	234820
D200301	2003	Januari	203631
D200302	2003	Februari	228532
D200303	2003	Maret	210485
D200304	2003	April	195351
D200305	2003	Mei	206641
D200306	2003	Juni	254479
D200307	2003	Juli	266286

Kategori

Tahun

Bulan

Jumlah

<< < > >>

Gambar 4.9 Form Maintenance Data Jumlah Penumpang

4.2.5 Form Proses Belajar

Form Proses Belajar digunakan untuk melakukan proses belajar yang akan menghasilkan parameter – parameter premis yang baru melalui proses Neuro-Fuzzy Mod_Anfis dengan pemilihan error minimum dari sejumlah iterasi yang dilakukan. Form Proses Belajar dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Pasangan data latih yang digunakan untuk proses belajar adalah data jumlah penumpang tahun 1999 dan tahun 2000 sebagai input sedangkan output menggunakan data tahun 2001.

Langkah – langkah penggunaan Form Proses Belajar sebagai berikut :

1. Input-kan jumlah iterasi yang diinginkan dan error yang diinginkan.
2. Untuk parameter premis dapat diambil dari sistem dengan menekan tombol Parameter.
3. Tekan tombol Proses untuk melakukan proses belajar.

4. Tekan tombol Detil untuk melihat hasil perhitungan LSE proses belajar.
5. Untuk melihat grafik hasil belajar tekan tombol Grafik.
6. Tombol Hapus digunakan untuk mengosongkan Form Belajar atau untuk melakukan pembatalan proses belajar.
7. Tekan tombol Keluar untuk keluar dari Form Proses Belajar.

Form Proses Belajar

Jumlah Iterasi : Max 1000

Error yg diinginkan : %

Parameter Awal

Input 1			Input 2		
a1	b1	c1	a3	b3	c3
<input type="text" value="17716.5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="67211"/>	<input type="text" value="21732.5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="87639"/>
<input type="text" value="17716.5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="102644"/>	<input type="text" value="21732.5"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="131104"/>

Parameter Akhir

Input 1			Input 2		
a1	b1	c1	a3	b3	c3
<input type="text" value="17716.500"/>	<input type="text" value="3.8786821"/>	<input type="text" value="67211.016"/>	<input type="text" value="21732.500"/>	<input type="text" value="2.6328296"/>	<input type="text" value="87639.003"/>
<input type="text" value="17716.499"/>	<input type="text" value="2.0853958"/>	<input type="text" value="102644.00"/>	<input type="text" value="21732.499"/>	<input type="text" value="1.8673050"/>	<input type="text" value="131104.00"/>

MAPE

1. 5.18464798733452
2. 5.18464798487677
3. 5.18464798248617
4. 5.18464798015359
5. 5.18464797787932
6. 5.18464797568853
7. 5.18464797356137
8. 5.18464797148635
9. 5.18464796950175

MAPE Terkecil

1. 5.18464798733452
2. 5.18464798487677
3. 5.18464798248617
4. 5.18464798015359
5. 5.18464797787932
6. 5.18464797568853
7. 5.18464797356137
8. 5.18464797148635
9. 5.18464796950175

MAPE : %

Data Belajar

BULAN	INPUT 1 (1999)	INPUT 2 (2000)	OUTPUT 1 (2001)
	JUMLAH	JUMLAH	JUMLAH
Februari	67211	87639	99880
Maret	80115	110354	149867
April	87882	113762	128365
Mei	67585	89200	109330
Juni	71980	106985	124610
Juli	89237	131104	143513
Agustus	84261	101573	127127
September	81272	103671	118032
Oktober	82272	114443	145415
November	94856	119570	136164
Desember	102644	128052	166879

Hasil Belajar

DDE_BELAJAR	OUTPUT_DAT	OUTPUT_SISTEM	SELISIH
B200101	113836	122471.123629973	-8635.12362997275
B200102	99880	100541.532810445	-661.532810444958
B200103	149867	134020.82089714	15846.1791028596
B200104	128365	129137.888989129	-772.888989129482
B200105	109330	103772.069943092	5557.93005690779
B200106	124610	136499.63928816	-11889.6392881598
B200107	143513	151091.094081353	-7578.0940813529
B200108	127127	126168.682443325	958.317556674709
B200109	118032	128382.804497799	-10350.8044977987
B200110	145415	132934.370258241	12480.6297417592
B200111	136164	137481.808060295	-1317.80806029518
B200112	166879	160516.16510093	6362.83489906951

Parameter Proses Simpan Detil Grafik Hapus Keluar

Gambar 4.10 Form Proses Belajar

A. Form Detil Hasil Belajar

Form Detil Hasil Belajar berfungsi untuk menampilkan hasil perhitungan LSE pada proses belajar. Form Detil Hasil Belajar dapat dilihat pada Gambar 4.11.

B. Form Grafik Hasil Belajar

Form Grafik Hasil Belajar berfungsi menampilkan grafik fungsi keanggotaan awal dan fungsi keanggotaan hasil belajar. Juga grafik output yang digunakan untuk menampilkan data aktual jaringan, keluaran sistem hasil belajar dan error. Form Grafik Hasil Belajar dapat dilihat pada Gambar 4.12.

The screenshot displays the 'Detail Hasil Belajar' form with the following data:

Matriks A		
n7a <input1< th=""> <th>n7a<input2< th=""> <th>n7a</th> </input2<></th></input1<>	n7a <input2< th=""> <th>n7a</th> </input2<>	n7a
27087.1185745313	32117.949059231	0.29416620773592
63477.0557339896	82770.1668993337	0.944444447099279
49860.423558659	68679.98728568	0.622360651047357
28501.7818989461	36895.1515940455	0.324318767198586
63686.1633412912	84054.2394028731	0.94231210092907
61880.2953963525	91973.651055554	0.859687349213011
6465.68331957528	9499.16453858375	0.0724551847280308
59283.2038311253	71463.3444029728	0.703566345416329
58272.5192427134	74332.7387342669	0.717006093644963
27297.740072472	51097.2704274449	0.452246027762014

Inv [A ⁻¹ *A]*A*Output1	
p1 =	0.863162920259509
q1 =	1.95525992736268
r1 =	-124384.435463602
p2 =	1.29088569419266
q2 =	2.14335443951602
r2 =	-249628.321202309

Matriks A Transpose									
n7a <input1< th=""> <th>n7a<input2< th=""> <th>n7a</th> <th>n8a<input1< th=""> <th>n8a<input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a<input1< th=""> <th>n8a<input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a</th> </input2<></th></input1<></th></input2<></th></input1<></th></input2<></th></input1<>	n7a <input2< th=""> <th>n7a</th> <th>n8a<input1< th=""> <th>n8a<input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a<input1< th=""> <th>n8a<input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a</th> </input2<></th></input1<></th></input2<></th></input1<></th></input2<>	n7a	n8a <input1< th=""> <th>n8a<input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a<input1< th=""> <th>n8a<input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a</th> </input2<></th></input1<></th></input2<></th></input1<>	n8a <input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a<input1< th=""> <th>n8a<input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a</th> </input2<></th></input1<></th></input2<>	n8a	n8a <input1< th=""> <th>n8a<input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a</th> </input2<></th></input1<>	n8a <input2< th=""> <th>n8a</th> <th>n8a</th> </input2<>	n8a	n8a
27087.1185745313	32117.949059231	0.29416620773592	64993.8814254687	77065.050940769	0.70583379226408	32117.949059231	82770.1668993337	68679.98728568	36895.1515940455
63477.0557339896	82770.1668993337	0.944444447099279	77065.050940769	4868.83310066628	0.055555552900721	0.29416620773592	0.944444447099279	0.622360651047357	0.324318767198586
49860.423558659	68679.98728568	0.622360651047357	4868.83310066628	41674.01271432	0.377639348952643	0.324318767198586	0.94231210092907	0.859687349213011	0.94231210092907
28501.7818989461	36895.1515940455	0.324318767198586	41674.01271432	67866.8484059545	0.675681232801414	0.859687349213011	0.94231210092907	0.859687349213011	0.94231210092907
63686.1633412912	84054.2394028731	0.94231210092907	67866.8484059545	5145.76059712695	0.057687899070925	0.94231210092907	0.94231210092907	0.94231210092907	0.94231210092907
61880.2953963525	91973.651055554	0.859687349213011	5145.76059712695	15011.348944446	0.140312650786985	0.859687349213011	0.859687349213011	0.859687349213011	0.859687349213011
6465.68331957528	9499.16453858375	0.0724551847280308	15011.348944446	121604.8	0.927544	0.0724551847280308	0.0724551847280308	0.0724551847280308	0.0724551847280308
59283.2038311253	71463.3444029728	0.703566345416329	121604.8	0.927544	0.927544	0.703566345416329	0.703566345416329	0.703566345416329	0.703566345416329
58272.5192427134	74332.7387342669	0.717006093644963	0.927544	0.927544	0.927544	0.717006093644963	0.717006093644963	0.717006093644963	0.717006093644963
27297.740072472	51097.2704274449	0.452246027762014	0.927544	0.927544	0.927544	0.452246027762014	0.452246027762014	0.452246027762014	0.452246027762014

Matriks A Transpose * A					Matriks Inv [A ⁻¹ *A]				
24485669557.9171	32455714481.0363	324312.383930114	12707622996.	1.92835815247955E-8	-6.7887070363122E-9	-0.0006973958089819813	3.81647627115748E-10	2.92647139596797E-9	-0.00027497551048723
32455714481.0363	43209675335.1528	430956.1387951	16548653241.	-6.78870703631248E-9	7.22914368958581E-9	-0.0002033619161877512	3.81647627115748E-10	2.92647139596797E-9	-0.00027497551048723
324312.383930114	430956.1387951	4.33917051254329	149989.12040	-0.00069739580898195	-0.000203361916187777	67.3326752720438	3.81647627115748E-10	2.92647139596797E-9	-0.00027497551048723
12707622996.3429	16548653241.1353	149989.12040347	34956255035.	3.81647627115748E-10	2.92647139596797E-9	-0.00027497551048723	3.81647627115748E-10	2.92647139596797E-9	-0.00027497551048723
16548653241.1353	21650904549.179	195945.233876739	45543644399.	8.32239810033444E-9	-1.39846688939602E-9	-0.000424235305882396	-0.001103967643111942	82.3689561016597	-0.
149989.12040347	195945.233876739	1.78485235942389	377105.37526	-0.001103967643111942	-0.000109967643111942	82.3689561016597	-0.001103967643111942	82.3689561016597	-0.

Iterasi Ke : 39

Keluar

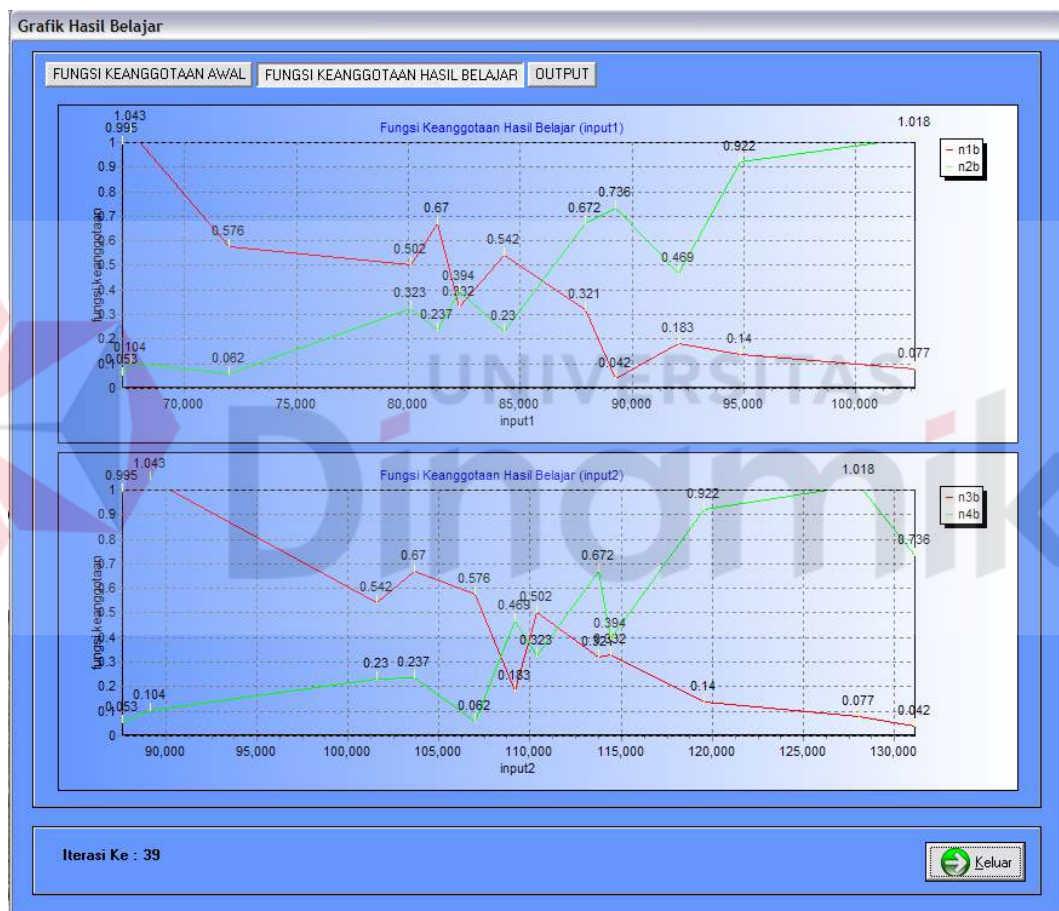
Gambar 4.11 Form Detil Hasil Belajar

4.2.6 Form Validasi

Form Validasi digunakan untuk mengevaluasi hasil proses belajar yang telah dilakukan. Dengan menggunakan data yang sama seperti proses Belajar dan menggunakan parameter premis hasil proses Belajar. Form Validasi dapat dilihat pada Gambar 4.13. Langkah-langkah penggunaan form Validasi adalah sebagai berikut:

1. Tekan tombol Parameter untuk mengambil nilai parameter premis dari database Data Belajar.

2. Tekan tombol Proses untuk melakukan proses Validasi. Hasil Validasi akan tampak pada grid data.
3. Untuk melihat grafik hasil Validasi, tekan tombol Grafik.
4. Tekan tombol Hapus untuk mengosongkan Form Validasi atau untuk melakukan pembatalan proses Validasi.
5. Tekan tombol Keluar untuk keluar dari Form Validasi.



Gambar 4.12 Form Grafik Hasil Belajar

A. Form Grafik Hasil Validasi

Form Grafik Hasil Validasi tampak pada Gambar 4.14, menampilkan grafik hasil Validasi. Tekan tombol Keluar untuk kembali ke Form Validasi.

FORM VALIDASI

Parameter Premis Baru

Input 1: a1=5009114374, b1=3.87868211, c1=67211.0162

Input 2: a3=21732.5005, b3=2.63282962, c3=87639.0030

a2=17716.4998, b2=2.08539584, c2=102644.000

a4=21732.4998, b4=1.96730509, c4=131104.000

Hasil Validasi

KODE_UJIC	OUTPUT_DATA	OUTPUT_SISTEM	ERROR
V200102	99880	100541.532806863	-661.532806862E
V200103	149867	134020.825283096	15846.1747169C
V200104	128365	129137.893520067	-772.8935200667
V200105	109330	103772.069931589	5557.93006841C
V200106	124610	136499.641047906	-11889.6410479C
V200107	143513	151091.095582376	-7578.09558237E
V200108	127127	126168.707595274	958.2924047257
V200109	118032	128382.822399629	-10350.8223996E
V200110	145415	132934.375710758	12480.62428924
V200111	136164	137481.823442351	-1317.823442351
V200112	166879	160516.170836501	6362.82916349E

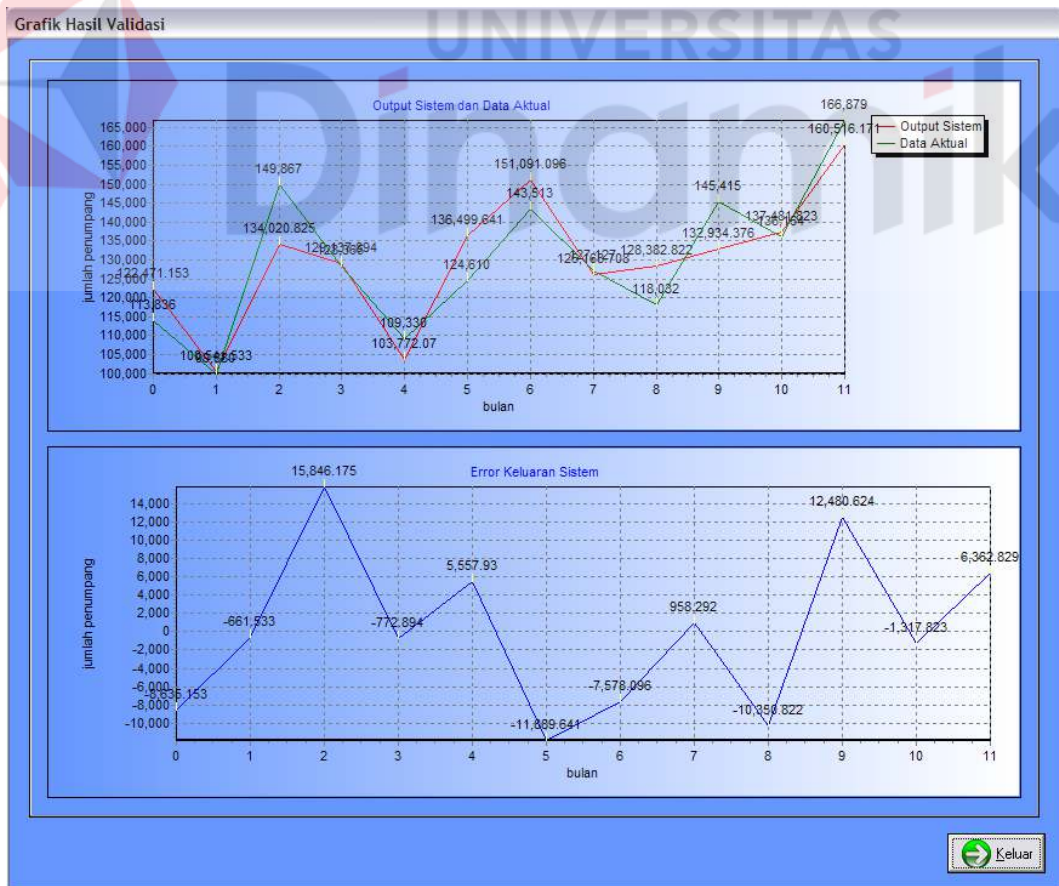
MAPE = 5.18464794012392 %

Data Validasi

BULAN	INPUT 1 (1999)	INPUT 2 (2000)	OUTPUT (2001)
Februari	67211	87639	99880
Maret	80115	110354	149867
April	87882	113762	128365
Mei	67585	89200	109330
Juni	71980	106985	124610
Juli	89237	131104	143513
Agustus	84261	101573	127127
September	81272	103671	118032
Oktober	82272	114443	145415
November	94856	119570	136164
Desember	102644	128052	166879

Parameter Proses Grafik Hapus Keluar

Gambar 4.13 Form Validasi



Gambar 4.14 Form Grafik Hasil Validasi

4.2.7 Form Uji Coba

Form Uji Coba digunakan untuk melakukan proses Uji Coba dengan menggunakan parameter premis hasil belajar. Pada proses Uji Coba 1, sistem diberikan masukan data tahun 2000 dan tahun 2001. Keluaran jaringan adalah hasil peramalan untuk tahun 2002. Selanjutnya untuk menguji kebenaran hasil peramalan dibandingkan dengan data jumlah penumpang tahun 2002 yang sudah disiapkan. Form Uji Coba 1 dapat dilihat pada Gambar 4.15.

Pada proses Uji Coba 2, sistem diberikan masukan data tahun 2001 dan tahun 2002. Keluaran jaringan adalah hasil peramalan untuk tahun 2003. Selanjutnya untuk menguji kebenaran hasil peramalan dibandingkan dengan data jumlah penumpang tahun 2003 yang sudah disiapkan.

Langkah – langkah menggunakan Form Uji Coba sebagai berikut :

1. Pilih Uji Coba yang akan dilakukan, Uji Coba 1 atau Uji Coba 2.
2. Tekan tombol Parameter untuk mengambil nilai parameter premis dari database Data Belajar.
3. Tekan tombol Proses untuk melakukan proses Uji Coba.
4. Untuk melihat grafik hasil Uji Coba, tekan tombol Grafik.
5. Tekan tombol Hapus untuk mengosongkan Form Uji Coba atau untuk melakukan pembatalan proses Uji Coba.
6. Tekan tombol Keluar untuk keluar dari Form Uji Coba.

4.2.8 Form Peramalan

Form Peramalan digunakan untuk meramalkan data jumlah penumpang yang akan datang dimana untuk output data aktualnya belum diketahui dengan

menggunakan parameter premis hasil belajar. Form Peramalan dapat dilihat pada Gambar 4.16.

Langkah-langkah penggunaan Form Peramalan adalah sebagai berikut:

1. Memilih tahun yang ada pada Input 1 sebagai input-an pertama. Kemudian tahun Input 2 dan nilai parameter premis otomatis muncul.
2. Tekan tombol Proses untuk melakukan proses peramalan.
3. Tekan tombol Hapus untuk mengosongkan Form Peramalan atau untuk melakukan pembatalan proses Peramalan.
4. Tekan tombol Keluar untuk keluar dari Form Peramalan.

FORM UJI COBA

Pilih Uji Coba: Uji Coba1

Parameter Premis Baru

Input 1

a1	b1	c1	Input 2	a3	b3	c3
5009114374	3.87868211	67211.0162	a4	b4	c4	
			21732.5005	2.63282962	87639.0030	
a2	b2	c2	a4	b4	c4	
17716.4998	2.08539584	102644.000	21732.4998	1.86730509	131104.000	

Data Uji Coba

BULAN	INPUT 1 (2000)	INPUT 2 (2001)	OUTPUT (2002)
Maret	110354	149867	195391
April	113762	128365	147472
Mei	89200	109330	184437
Juni	106985	124610	192734
Juli	131104	143513	223706
Agustus	101573	127127	201085
September	103671	118032	192873
Oktober	114443	145415	212848
November	119570	136164	180504
Desember	128052	166879	234820

Hasil Uji Coba

KODE_UJICOBA	OUTPUT_DATA	OUTPUT_SISTEM	ERROR
U200201	141258	137866.854749678	3391.145250322
U200202	121430	80674.2006589626	40755.79934103
U200203	195391	216279.372451464	-20888.37245146
U200204	147472	174708.279657989	-27236.27965798
U200205	184437	102834.343627091	81662.65637290
U200206	192734	158073.280209177	34720.71979082
U200207	223706	229102.039659131	-5396.039659130
U200208	201085	156564.389151281	44520.61084871
U200209	192873	139815.325557173	53057.67444282
U200210	212848	211974.720249919	873.2797500812
U200211	180504	198744.614766284	-18240.61476628
U200212	234820	275105.353937829	-40285.35393782

MAPE = 25.2805256718915 %

Buttons: Parameter, Proses, Grafik, Hapus, Keluar

Gambar 4.15 Form Uji Coba

FORM PERAMALAN

Input 1: 2002
Input 2: 2003

Parameter Premis Baru

Input 1	Input 2				
a1	b1	c1	a3	b3	c3
5009114374	3.87868211	67211.0162	21732.5005	2.63282962	87639.0030
a2	b2	c2	a4	b4	c4
17716.4998	2.08539584	102644.000	21732.4998	1.86730509	131104.000

Data Ramal

INPUT 1 (2002)			INPUT 2 (2003)		
TAHUN	BULAN	DATA	TAHUN	BULAN	DATA
2002	Januari	141258	2003	Januari	203631
2002	Februari	121430	2003	Februari	228532
2002	Maret	195391	2003	Maret	210485
2002	April	147472	2003	April	195351
2002	Mei	184497	2003	Mei	206641
2002	Juni	192794	2003	Juni	254479
2002	Juli	223706	2003	Juli	266286
2002	Agustus	201085	2003	Agustus	229316
2002	September	192873	2003	September	243274
2002	Oktober	212848	2003	Oktober	249867
2002	November	180504	2003	November	269369
2002	Desember	234820	2003	Desember	253350

Hasil Peramalan

KODE_RAMAL	OUTPUT_DATA	OUTPUT_SISTEM
R200404	3434	362332.850179681
R200405	34243	432873.852989615
R200406	34452	543514.346744253
R200407	12244	604481.87273001
R200408	24343	500572.612714512
R200409	34445	520130.806971681
R200410	3234	557527.402451484
R200411	34343	560075.025021898
R200412	24344	590143.501138889

Output Sistem

Proses Hapus Keluar

Gambar 4.16 Form Peramalan

4.2.9 Laporan Data Jumlah Penumpang

Form ini digunakan untuk menampilkan pilihan laporan yang akan ditampilkan. Langkah – langkah menggunakan form ini adalah :

1. Pilih kategori data jumlah penumpang yang akan ditampilkan, Semua Data atau Per Tahun sesuai tahun yang tersedia di *combo box*. Tekan tombol Preview untuk menampilkan Laporan Data Jumlah Penumpang.
2. Tekan tombol Keluar untuk keluar dari Form Laporan Data Jumlah Penumpang.

Form Laporan Data Jumlah Penumpang

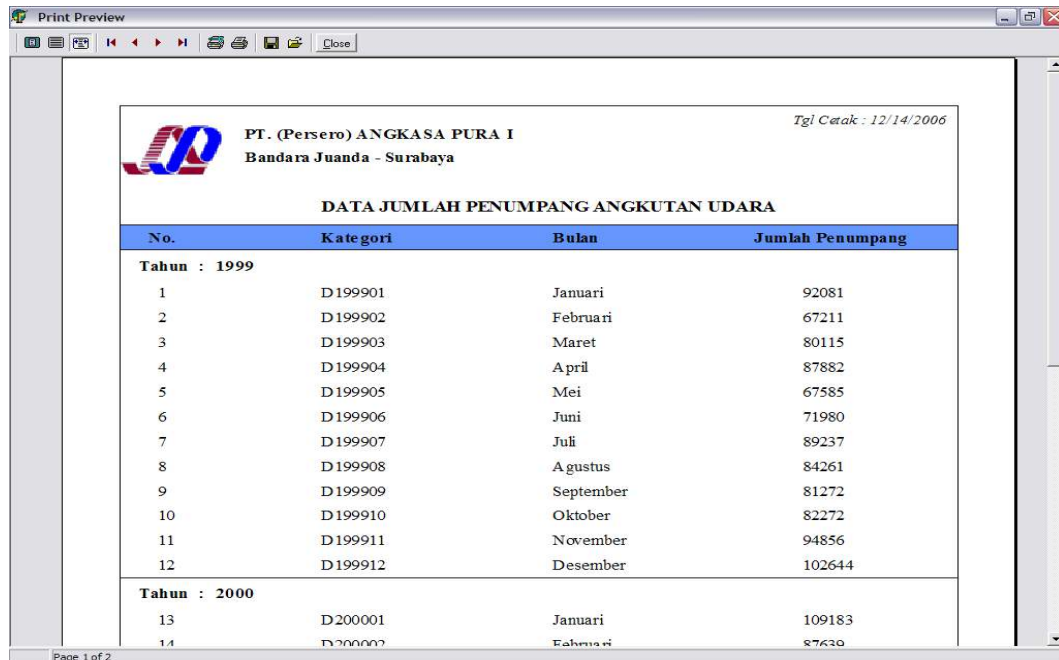
Pilihan

Semua Data

Per Tahun

Tampil Keluar

Gambar 4.17 Form Laporan Data Jumlah Penumpang



PT. (Persero) ANGKASA PURA I
Bandara Juanda - Surabaya

Tgl Cetak : 12/14/2006

DATA JUMLAH PENUMPANG ANGKUTAN UDARA

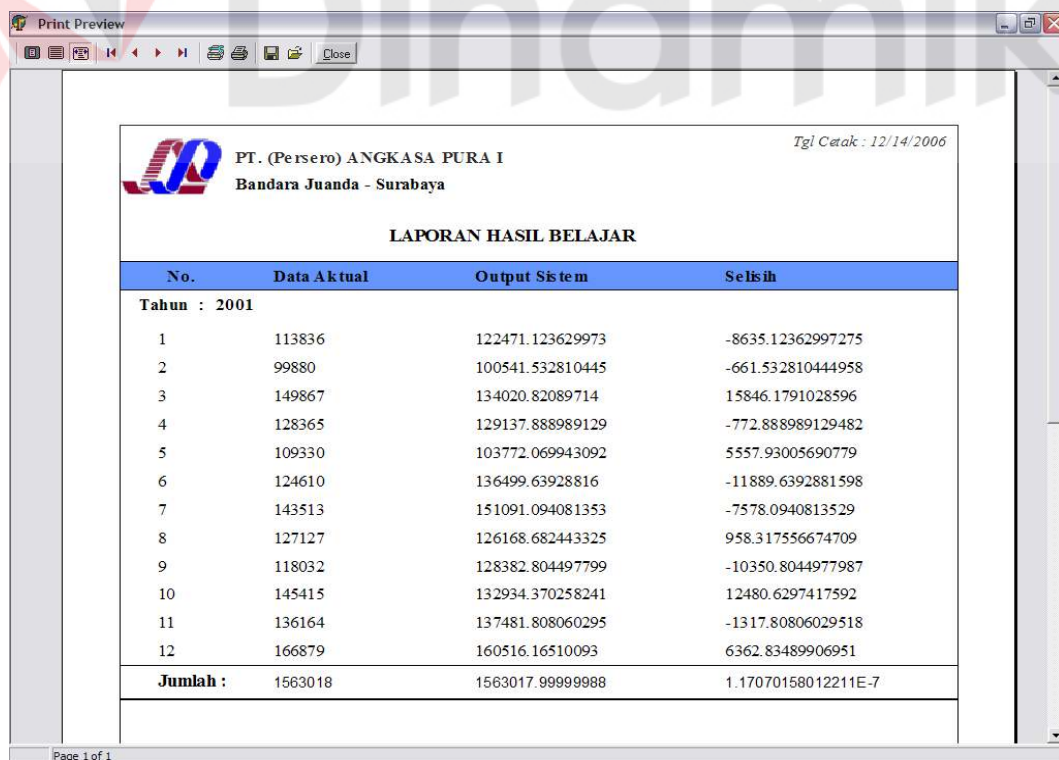
No.	Kategori	Bulan	Jumlah Penumpang
Tahun : 1999			
1	D199901	Januari	92081
2	D199902	Februari	67211
3	D199903	Maret	80115
4	D199904	April	87882
5	D199905	Mei	67585
6	D199906	Juni	71980
7	D199907	Juli	89237
8	D199908	Agustus	84261
9	D199909	September	81272
10	D199910	Oktober	82272
11	D199911	November	94856
12	D199912	Desember	102644
Tahun : 2000			
13	D200001	Januari	109183
14	D200002	Februari	87630

Page 1 of 2

Gambar 4.18 Laporan Data Jumlah Penumpang

4.2.10 Laporan Hasil Belajar

Menampilkan Laporan Hasil Belajar pada gambar 4.19.



PT. (Persero) ANGKASA PURA I
Bandara Juanda - Surabaya

Tgl Cetak : 12/14/2006

LAPORAN HASIL BELAJAR

No.	Data Aktual	Output Sistem	Selisih
Tahun : 2001			
1	113836	122471.123629973	-8635.12362997275
2	99880	100541.532810445	-661.532810444958
3	149867	134020.82089714	15846.1791028596
4	128365	129137.888989129	-772.888989129482
5	109330	103772.069943092	5557.93005690779
6	124610	136499.63928816	-11889.6392881598
7	143513	151091.094081353	-7578.0940813529
8	127127	126168.682443325	958.317556674709
9	118032	128382.804497799	-10350.8044977987
10	145415	132934.370258241	12480.6297417592
11	136164	137481.808060295	-1317.80806029518
12	166879	160516.16510093	6362.83489906951
Jumlah :	1563018	1563017.99999998	1.17070158012211E-7

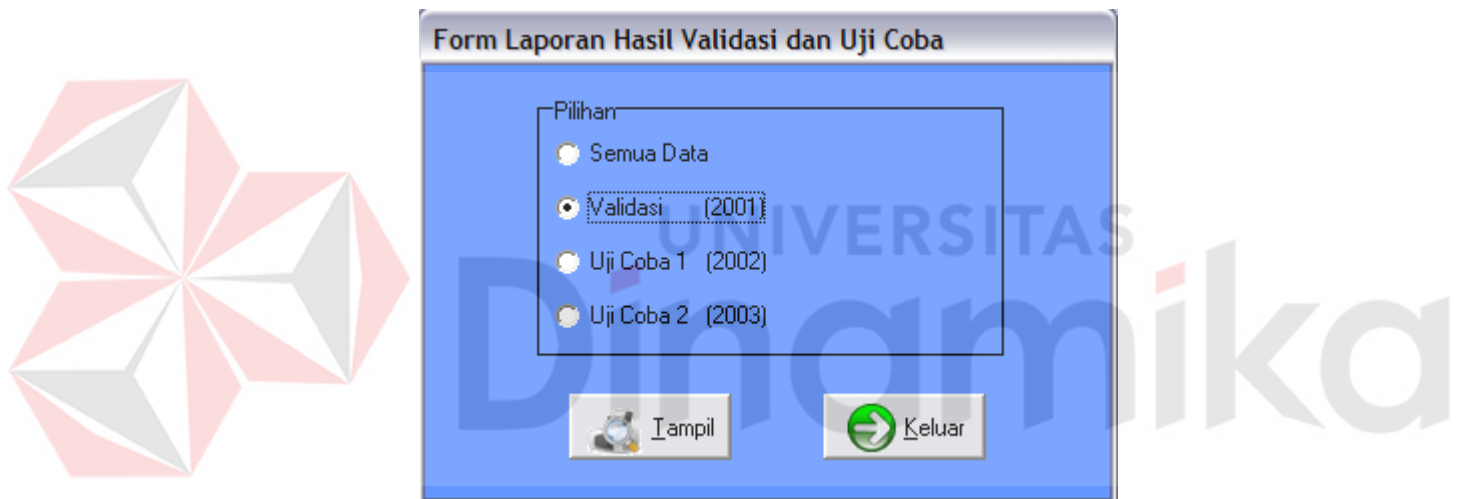
Page 1 of 1

Gambar 4.19 Laporan Hasil Belajar

4.2.11 Laporan Hasil Validasi dan Uji Coba

Form ini digunakan untuk menampilkan pilihan laporan yang akan ditampilkan. Langkah – langkah menggunakan form ini adalah :

1. Pilih kategori data yang akan ditampilkan, Semua Data, Validasi, Uji Coba 1 atau Uji Coba 2. Tekan tombol Preview untuk menampilkan Laporan Hasil Validasi atau Uji Coba.
2. Tekan tombol Keluar untuk keluar dari Form Laporan Hasil Validasi dan Uji Coba.



Gambar 4.20 Form Laporan Hasil Validasi dan Uji Coba

4.2.12 Laporan Hasil Peramalan

Form ini digunakan untuk menampilkan pilihan laporan yang akan ditampilkan. Langkah – langkah menggunakan form ini adalah :

1. Pilih kategori data peramalan yang akan ditampilkan, Semua Data atau Per Tahun sesuai tahun yang tersedia di *combo box*. Tekan tombol Preview untuk menampilkan Laporan Hasil Peramalan.
2. Tekan tombol Keluar untuk keluar dari Form Laporan Hasil Peramalan.

Print Preview

PT. (Persero) ANGKASA PURA I
Bandara Juanda - Surabaya

Tgl Cetak : 12/14/2006

LAPORAN HASIL VALIDASI

Tahun : 2001

No.	Kode Validasi	Output Data Aktual	Output Sistem	Selisih
1	V 200101	113836	122471.152849863	-8635.1528498627
2	V 200102	99880	100541.532806863	-661.532806862626
3	V 200103	149867	134020.825283096	15846.1747169041
4	V 200104	128365	129137.893520067	-772.893520066777
5	V 200105	109330	103772.069931589	5557.93006841076
6	V 200106	124610	136499.641047906	-11889.6410479062
7	V 200107	143513	151091.095582376	-7578.09558237629
8	V 200108	127127	126168.707595274	958.292404725769
9	V 200109	118032	128382.822399629	-10350.8223996288
10	V 200110	145415	132934.375710758	12480.6242892422
11	V 200111	136164	137481.823442351	-1317.82344235134
12	V 200112	166879	160516.170836501	6362.82916349894

Page 1 of 1

Gambar 4.21 Laporan Hasil Validasi

Form Laporan Hasil Peramalan

Pilihan

Semua Data

Per Tahun

Gambar 4.22 Form Laporan Hasil Peramalan

Print Preview

PT. (Persero) ANGKASA PURA I
Bandara Juanda - Surabaya

Tgl Cetak : 12/14/2006

LAPORAN HASIL PERAMALAN

Tahun : 2004

No.	Kode Ramal	Output Data Aktual	Output Sistem	Selisih
1	R200401	0	372710.461021549	-372710.461021549
2	R200402	0	402600.323474234	-402600.323474234
3	R200403	0	454190.827572396	-454190.827572396
4	R200404	0	362332.850179681	-362332.850179681
5	R200405	0	432873.852989615	-432873.852989615
6	R200406	0	543514.346744253	-543514.346744253
7	R200407	0	604481.87273001	-604481.87273001
8	R200408	0	500572.612714512	-500572.612714512
9	R200409	0	520130.806971681	-520130.806971681
10	R200410	0	557527.402451484	-557527.402451484
11	R200411	0	560075.025021898	-560075.025021898
12	R200412	0	60416.4811370981	-60416.4811370981
Jumlah :		0	5371426.86300841	-5371426.86300841

Page 1 of 1

Gambar 4.23 Laporan Hasil Peramalan

4.3 Evaluasi Sistem

Setelah dilakukan pengujian sistem, kemudian dilakukan evaluasi terhadap sistem. Tahap ini mengevaluasi hasil sistem dengan cara melakukan pengujian dan membandingkannya dengan metode yang dilakukan oleh PT. Angkasa Pura I selaku pengelola Bandar Udara Juanda. Kemudian mengukur kesalahan prediksi dengan ukuran ketepatan metode peramalan.

4.3.1 Pengujian Sistem

A. Data Jumlah Penumpang

Tabel 4.1 berikut merupakan data jumlah penumpang yang digunakan melakukan proses prediksi arus penumpang angkutan udara di bandar udara Juanda.

Tabel 4.1 Data Jumlah Penumpang

Bulan	1999	2000	2001	2002	2003
Januari	92081	109183	113836	141258	203631
Februari	67211	87639	99880	121430	228532
Maret	80115	110354	149867	195391	210485
April	87882	113762	128365	147472	195351
Mei	67585	89200	109330	184497	206641
Juni	71980	106985	124610	192794	254479
Juli	89237	131104	143513	223706	266286
Agustus	84261	101573	127127	201085	229316
September	81272	103671	118032	192873	243274
Oktober	82272	114443	145415	212848	249867
November	94856	119570	136164	180504	269369
Desember	102644	128052	166879	234820	253350

B. Paramater Premis

Parameter premis diperoleh dari *software* Matlab 6.5, dengan cara melakukan perhitungan data menggunakan fitur *genparam*. Hasil parameter premis adalah sebagai berikut :

a1 : 17716.5

b1 : 2

c1 : 67211

a2 : 17716.5

b2 : 2

c2 : 102644

a3 : 21732.5

b3 : 2

c3 : 87639

a4 : 21732.5

b4 : 2

c4 : 131104

C. Proses Belajar

Pada proses belajar, data yang digunakan ialah data inputan tahun 1999 dan tahun 2000. Sedangkan output menggunakan data tahun 2001. Setelah dilakukan proses belajar menggunakan parameter premis, maka diperoleh

parameter baru dan hasil belajar seperti tampak pada tabel 4.2 dan tabel 4.3. Dari proses belajar juga dapat diketahui error sistem yang dihasilkan yaitu 5,18 %.

Tabel 4.2 Parameter Hasil Belajar

A1	B1	C1
17716.5009114374	3.87868211012652	67211.0162774169
A2	B2	C2
17716.4998379121	2.08539584565711	102644.000144016
A3	B3	C3
21732.5005883201	2.63282962096118	87639.0030870119
A4	B4	C4
21732.4998747413	1.86730509006303	131104.000129763

Tabel 4.3 Hasil Belajar

BULAN	OUTPUT DATA	OUTPUT SISTEM	ERROR
Januari	113836	122471.1236	-8635.12363
Februari	99880	100541.5328	-661.5328104
Maret	149867	134020.8209	15846.1791
April	128365	129137.889	-772.8889891
Mei	109330	103772.0699	5557.930057
Juni	124610	136499.6393	-11889.63929
Juli	143513	151091.0941	-7578.094081
Agustus	127127	126168.6824	958.3175567
September	118032	128382.8045	-10350.8045
Oktober	145415	132934.3703	12480.62974
November	136164	137481.8081	-1317.80806
Desember	166879	160516.1651	6362.834899

D. Validasi

Pada proses validasi, data yang digunakan ialah data inputan tahun 1999 dan 2000. Sedangkan output menggunakan data tahun 2001. Setelah dilakukan proses validasi menggunakan parameter hasil belajar, maka diperoleh hasil validasi, yaitu :

Tabel 4.4 Hasil Validasi

BULAN	OUTPUT DATA	OUTPUT SISTEM	ERROR
Januari	113836	122471.1528	-8635.15285
Februari	99880	100541.5328	-661.5328069
Maret	149867	134020.8253	15846.17472
April	128365	129137.8935	-772.8935201
Mei	109330	103772.0699	5557.930068
Juni	124610	136499.641	-11889.64105
Juli	143513	151091.0956	-7578.095582
Agustus	127127	126168.7076	958.2924047
September	118032	128382.8224	-10350.8224
Oktober	145415	132934.3757	12480.62429
November	136164	137481.8234	-1317.823442
Desember	166879	160516.1708	6362.829163

E. Uji Coba

Pada proses uji coba terdiri dari uji coba 1 dan uji coba 2. Pada uji coba 1, data yang digunakan ialah data inputan tahun 2000 dan 2001. Sedangkan output menggunakan data tahun 2002. Pada uji coba 2, data yang digunakan ialah data inputan tahun 2001 dan 2002. Sedangkan output menggunakan data tahun 2003.

Tabel 4.5 menampilkan hasil uji coba 1 dan tabel 4.6 menampilkan hasil uji coba 2.

Setelah dilakukan proses uji coba menggunakan parameter hasil belajar, maka diperoleh hasil uji coba, yaitu :

Tabel 4.5 Hasil Uji Coba 1

BULAN	OUTPUT DATA	OUTPUT SISTEM	ERROR
Januari	141258	137866.854749678	3391.14525032212
Februari	121430	80674.2006589626	40755.7993410374
Maret	195391	216279.372451464	-20888.3724514643
April	147472	174708.279657989	-27236.2796579893
Mei	184497	102834.343627091	81662.6563729094
Juni	192794	158073.280209177	34720.7197908225
Juli	223706	229102.039659131	-5396.03965913065
Agustus	201085	156564.389151281	44520.6108487189

BULAN	OUTPUT DATA	OUTPUT SISTEM	ERROR
September	192873	139815.325557173	53057.6744428268
Oktober	212848	211974.720249919	873.279750081274
November	180504	198744.614766284	-18240.6147662837
Desember	234820	275105.353937829	-40285.3539378293

Tabel 4.6 Hasil Uji Coba 2

BULAN	OUTPUT DATA	OUTPUT SISTEM	ERROR
Januari	203631	209985.800624725	-6354.80062472462
Februari	228532	151392.546776483	77139.4532235172
Maret	210485	367455.336581691	-156970.336581691
April	195351	240597.697726371	-45246.6977263713
Mei	206641	295616.582045917	-88975.5820459165
Juni	254479	331521.33344051	-77042.3334405095
Juli	266286	419425.607021071	-153139.607021071
Agustus	229316	352018.991403841	-122702.991403841
September	243274	323753.473151318	-80479.4731513176
Oktober	249867	398851.683621699	-148984.683621699
November	269369	319573.50475338	-50204.5047533801
Desember	253350	471016.412543368	-217666.412543368

F. Peramalan

Pada proses peramalan, data yang digunakan ialah data inputan tahun 2002 dan 2003. Sedangkan output menggunakan data tahun 2004. karena data tahun 2004 tidak ada maka seperti terlihat pada tabel 4.7, output datanya 0. Setelah dilakukan proses peramalan menggunakan parameter hasil belajar, maka diperoleh hasil peramalan untuk jumlah penumpang di tahun 2004, sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil Peramalan

BULAN	OUTPUT DATA	OUTPUT SISTEM
Januari	0	372710.461021549
Februari	0	402600.323474234
Maret	0	454190.827572396
April	0	362332.850179681
Mei	0	432873.852989615

BULAN	OUTPUT DATA	OUTPUT SISTEM
Juni	0	543514.346744253
Juli	0	604481.87273001
Agustus	0	500572.612714512
September	0	520130.806971681
Oktober	0	557527.402451484
November	0	560075.025021898
Desember	0	60416.4811370981

4.3.2 Hasil Peramalan

Setelah dilakukan proses belajar, validasi dan uji coba, maka hasil perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut, pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kesalahan Peramalan Sistem

Tahun	MAPE
2001	5.18 %
2002	25.28 %
2003	75.59 %

Dari hasil peramalan yang dilakukan sistem yang terdapat pada Tabel 4.1 dapat dilihat untuk tahun 2002 mengalami kenaikan yang besar dibandingkan tahun 2001, dengan MAPE sebesar 25.28 %. Demikian pula untuk tahun 2003 juga mengalami kenaikan yang besar, dengan MAPE sebesar 75.59 %.

4.3.3 Membandingkan Hasil Peramalan

Untuk membuktikan apakah hasil peramalan dengan menggunakan NeuroFuzzy Mod_ANFIS mempunyai nilai kesalahan yang lebih baik, maka hasil peramalan dibandingkan dengan hasil peramalan yang telah dilakukan oleh PT. Angkasa Pura I. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

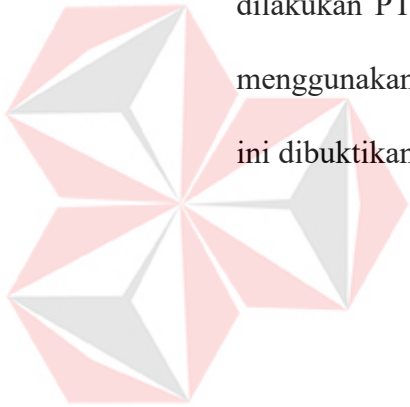
Tabel 4.9. Perbandingan hasil peramalan

Metode	Tahun 2002	Tahun 2003	Tahun 2004
	MAPE	MAPE	MAPE
A	5.18 %	25.28 %	75.59 %
B	16.04 %	35.08 %	77.79 %

Keterangan:

1. Metode A = Neuro-Fuzzy Mod_ANFIS.
2. Metode B = Peramalan oleh PT. Angkasa Pura I.

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa hasil peramalan sistem memiliki jumlah kesalahan yang lebih kecil daripada hasil peramalan yang telah dilakukan PT. Angkasa Pura I. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil peramalan menggunakan Neuro-Fuzzy Mod_ANFIS menghasilkan kesalahan lebih baik, hal ini dibuktikan dengan error yang lebih kecil.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pembuatan sistem Penerapan Neuro-Fuzzy struktur Mod_ANFIS untuk prediksi arus penumpang angkutan udara di bandar udara Juanda, dapat disimpulkan bahwa :

1. Aplikasi dapat membantu menghasilkan keputusan yang lebih akurat untuk dijadikan landasan dalam proses prediksi arus penumpang.
2. Membuktikan bahwa hasil peramalan dengan menggunakan sistem Neuro-Fuzzy Struktur Mod_ANFIS lebih kecil dibandingkan dengan peramalan yang telah dilakukan PT. Angkasa Pura I, yaitu dengan MAPE sebesar 5.18 % untuk tahun 2001, 25.28 % untuk tahun 2002.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah :

1. Dapat ditambah data lain yang mendukung seperti data pesawat, bagasi maupun kargo.
2. Sistem dapat dibuat *online*, sehingga dapat diakses oleh siapa saja yang berkepentingan dengan prediksi arus penumpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Lincoln. 2001. *Peramalan Bisnis*. Yogyakarta: BPFE.
- BPS Propinsi Jawa Timur. 2000. *Statistik Perhubungan Jawa Timur Tahun 1999*. Surabaya: Departemen Perhubungan.
- Jang, J.-S.R, Sun, C.-T & Mizutani, E. 1996. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*. New Jersey: Prentice Hall.
- Jogiyanto. 1999. *Analisis & Disain Sistem Informasi: Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis*. Yogyakarta: Andi.
- Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Makridakis, Spyros., Wheelwright, Steven C. & McGee, Victor E. Tanpa tahun. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Terjemahan oleh Untung Sus Andriyanto & Abdul Basith. 1993. Jakarta: Erlangga.
- Pranata, Antony. 2002. *Pemrograman Borland Delphi*. Yogyakarta: Andi.
- Rahmat, Basuki. 2001. Peningkatan Efisiensi Proses Belajar Sistem Kontrol Neuro-Fuzzy dengan Struktur Mod_Anfis. *Jurnal Teknik Komputer : GEMATEK*. 3(1):1-9.
- Rahmat, Basuki. 2004. Penerapan Sistem Neuro-Fuzzy untuk Prediksi Curah Hujan Daerah Banyuwangi. *Jurnal Teknik Komputer : GEMATEK*. 6(2):63-72.
- Rahmat, Basuki. 2005. Sistem Pengenalan Wajah Berbasis Modified Adaptive Neuro-Fuzzy Inference. *Jurnal Teknik Komputer : GEMATEK*. 7(2):61-70.
- Setiawan, Kuswara. 2003, *Paradigma Sistem Cerdas*. Malang: Bayumedia.
- Siang, Jong, Jek. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi.
- Yahya, Yusuf. 1990. *Matematika Dasar untuk Perguruan Tinggi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.