APLIKASI METODE NEURO FUZZY PADA SISTEM PENGENDALI TEKANAN GAS METERING STATION

Seta Samsiana[1]
Lidemar[2]
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Islam "45" (UNISMA)[1]
Program Studi Teknik Elektro
Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi, Indonesia
Telp. 021-88344436, 021-8802015 Ext. 124
E-mail : xeti_a@yahoo.com
Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanudin (UNHAS)[2]

ABSTRAK

Salah satu bentuk kondisi operasi yang tidak stabil pada gas metering adalah kondisi dimana terjadi ketidakstabilan tekanan yang dapat menyebabkan *off spec*. Oleh karena itu akan dirancang suatu pengendalian pada Gas Metering Station. Perancangan dilakukan dengan pengendali neuro-fuzzy,yang menggabungkan kemampuan belajar Neural Network dengan kemampuan pengambilan keputusan pada fuzzy. Berdasarkan uji sinusoidal pengendali neuro-fuzzy menunjukkan performansi yang lebih baik daripada pengendali PID , hal ini dinyatakan melalui indeks performansi kedua pengendali yang mana secara kuantitatif nilai masing masing indek untuk pengendali neuro fuzzy jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan pengendali konvensional PID.

Kata kunci*: gas metering station, pengendalian tekanan, simulasi, neuro-fuzzy*

1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pengendalian adalah ilmu yang berisi ide-ide kontrol dan pendekatan-pendekatan baru yang terus berkembang secara kontinyu. Dalam beberapa dekade terakhir perhatian sistem pengendalian masih terpaku pada pendekatan berbasis model (diskrit, optimal, dsb). Jenis-jenis pengendalian berbasis model terbukti efektif untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang terdefinisi dengan jelas terlebih sejak adanya komputer berbasis VLSI. Permasalahan lain akan timbul pada suatu sistem yang tidak terdefinisi dengan jelas,atau biasanya ditemukan pada suatu sistem kompleks. Dimana pada sistem yang kompleks tidak mudah mendapatkan model matematisnya. Maka untuk sistem yang demikian diperlukan pendekatan secara kualitatif. Pendekatan *neuro fuzzy* dapat menawarkan kemudahan dalam menanggulangi sistem yang seperti ini. [2] Gas metering ini terletak pada off site unit produksi. Fungsi dari gas metering adalah mengukur seberapa besar gas alam yang diterima .,dimana gas metering ini juga sebagai cross chek besarnya gas alam yang diterima dari supplier ke suatu unit produksi. Untuk menganalisa pengendalian tekanan gas alam dalam gas metering, terdapat parameter - parameter proses yang berpengaruh, diantaranya laju aliran, tekanan dan bukaan valve/port area. Apabila ketiga parameter diatas tidak bekerja pada daerah capabilitynya atau melebihi dari spec yang ditetapkan, maka akan mempengaruhi proses dan terjadi off spec pada unit lainnya. Besarnya tekanan gas alam sebagai variabel kontrol sedangkan laju aliran gas alam dan

bukaan valve merupakan variabel termanipulasi.Aksi pengendalian gas metering yang selama ini ada masih menggunakan *kontroller konvensional* atau PID, sehingga dibutuhkan perancangan kontroller yang lebih cepat dengan error lebih kecil yang dapat mengatasi gangguan pada proses kendali dengan kinerja kontrol yang jauh lebih memuaskan. Kontrol pengendalian seperti ini dapat diperoleh dengan pengendalian neuro fuzzy. Pengendalian neuro fuzzy adalah suatu metodologi penggabungan dua sistem, yaitu *artificial neural network (ANN)* atau "jaringan syaraf tiruan" dan *fuzzy logic* atau "logika samar". Pendekatan metode neuro fuzzy memungkinkan sistem pengendalian yang lebih efektif dalam pemakaian energi dan jawaban terbaik bagi permasalahan dewasa ini. Saat ini kontrol neuro fuzzy telah menunjukkan banyak keberhasilan yang terlihat dan produk-produk yang telah banyak beredar di pasaran dan rumah tangga [Self,1990].

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana membangun dan merancang sistem pengendalian tekanan khususnya pada gas metering station. Disamping permasalahan pengendalian tekanan, performansi control valve pada gas metering ini perlu diredesain guna mengatasi permasalahan yang selama ini. Performansi control valve yang kurang baik ini sering menimbulkan kekurang mampuan kontrol dalam pengendalian besar gas alam yang masuk dan keluar sehingga menimbulkan kondisi *off spec.* Performansi control valve sebagai final kontrol element sangat berpengaruh dalam proses pengendalian, dimana range ability control valve dengan kondisi *pres drop maximum dan pres drop minimum flow kurang* dapat memenuhi operasional gas alam pada gas metering station tersebut.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dan manfaat penelitian ini adalah merancang suatu sistem pengendalian tekanan pada gas metering. Diharapkan dengan adanya perancangan sistem diperoleh perbaikan performansi yang dapat menjaga kestabilan sistem. Dengan performansi sistem yang stabil , maka gangguan eksternal seperti perubahan set point dan perubahan beban pada sistem maupun gangguan internal seperti peruhahan parameter plant dapat diatasi dengan haik, sehingga kondisi off spec tidak akan terjadi.

2.TINJAUAN PUSTAKA

Control valve adalah jenis final control element yang paling sering digunakan, sehingga pada prakteknya final control element sering diartikan sebuah control valve, meskipun masih banyak jenis lainnya seperti motor, heating element, electrical contactor, dan sebagainya. Control valve terdiri dari dua bagian utama yaitu actuator dan valve (body valve). Actuator berfungsi sebagai penggerak buka atau tutup valve. Sedangkan valve berfungsi sebagai komponen mekanis yang menentukan besarnya flow yang masuk ke proses (output)[12].

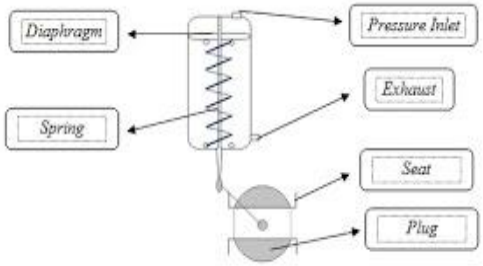
Dalam aplikasi dilapangan, actuator control valve yang digunakan ada yang terkoneksi dengan solenoid (on/off) dan ada juga yang terkoneksi dengan positioned (kondisi continue), dan penggunaannya harus selalu dikaitkan dengan kebutuhan proses. Solenoid digunakan pada proses yang membutuhkan buka dan tutup valve secara full position (buka dan tutup 100%), sedangkan positioner diaplikasikan pada proses dengan variabel proses yang senantisa berubah-ubah dengan range yang fleksibel (dari 0% sampai dengan 100%). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :

Gambar 2.1 Pengguanaan *Solenoid*

Gambar 2.2 Pengguanaan *Positioner*

(Sumber : Fisher, 2001. *Control Valve Handbook-Third Edition)*

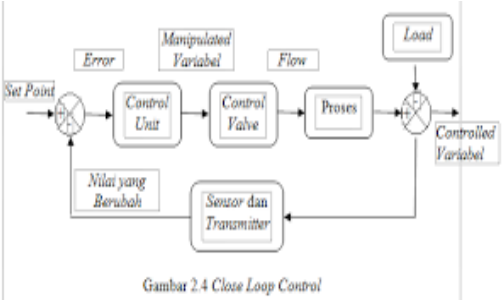
Untuk memanipulasikan variabel proses sesuai dengan kebutuhan proses pada sebuah control valve, dilakukan pengaturan tekanan udara (pressure inlet) yang akan mengatur keadaan dari actuator-nya, pressure inlet merupakan output dari solenoid atau positioner yeng berfungsi sebagai pengatur tekanan yang akan diperoleh oleh pressure inlet pada actuator, adapun konstruksi sederhana dari actuator dan valve sebuah control valve dapat dilihat dari gambar berikut :



Gambar 2.3 Kontruksi Sederhana *Control Valve*

(Sumber : Frans Gunterus, 1994. Falsafah Dasar Sistem Pengendalian Proses)

Dalam perancangannya (mounting), control valve adalah sebuah closed loop control, dimana akan selalu ada komponen-komponen pokok seperti elemen proses, elemen pengukuran, elemen controller, dan final elemen. Dalam aplikasinya hal ini sering disebut dengan istilah interlock, dengan kata lain hasil pengukuran satu komponen menjadi referensi atau titik acuan bagi komponen yang lain misal sebuah control valve dengan sebuah sensor dan transmitter (level/flow). Untuk lebih jelasnya tentang closed loop control ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.4 *Close Loop Control*

(Sumber : Frans Gunterus, 1994. Falsafah Dasar Sistem engendalian Prose)

Dari flow diagram dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Set point adalah besar variabel proses yang dikehendaki. Sebuah controller akan selalu berusaha menyamakan variabel proses yang dikendalikan dengan set point.
2. Control unit adalah bagian dari controller yang menghitung besarnya koreksi yang diperlukan. Input control unit adalah error, dan output-nya adalah sinyal yang keluar dari controller (manipulated variabel).
3. Final control element adalah bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian. Bagian ini berfungsi untuk mengubah measurement variabel (nilai yang berubah) dengan cara memanipulasi besarnya manipulated variabel, berdasarkan perintah controller. Jenis final control element yang paling umum adalah control valve.
4. Proses adalah tatanan peralatan yang mempunyai fungsi tertentu, input dari proses juga disebut dengan manipulated variabel.
5. Controlled variabel adalah besaran (variabel) yang dikendalikan. Variabel ini adalah output dari proses.
6. Manipulated variabel adalah input dari suatu proses yang dapat diubah-ubah besarnya agar variabel proses atau controlled variabel sama dengan set point.
7. Disturbance adalah besaran lain, selain manipulated variabel, yang dapat menyebabkan berubahnya controlled variabel. Besaran ini juga lazim disebut dengan load , misal terjadinya perubahan pemakaian fluida tersebut.

Setelah karakteristik dari sebuah proses diketahui, maka bagian selanjutnya adalah selecting and sizing control valve. Untuk melakukan pemilihan control valve (selecting) kita dapat bekerja sama dengan vendor (produsen) yang menyediakan control valve. Sebelum melakukan pemilihan control valve (selecting), terlebih dahulu kita harus mengetahui karakteristik control valve yang akan kita gunakan, ada tiga jenis karakter control valve yaitu :

1. Linear

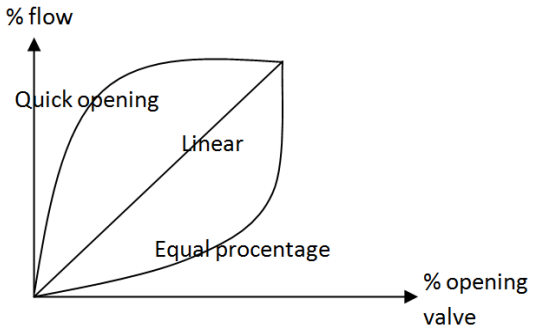
Dimana perubahan besaran flow berbanding lurus dengan bukaan valve-nya

2. Quik Opening

Dimana terjadi perubahan yang sangat besar pada flow pada awal bukaan valve

3. Equal Percentake

Dimana tidak terdapatnya kelinearan antara perubahan flow dan bukaan valve. Pada awal bukaan valve, hanya terajdi perubahan kecil pada perubahan flow, sedangakan pada akhir bukaan valve, terjadi perubahan besar pada perubahan flow. Untuk lebih jelasnya perbedaan antara karakteristik control valve dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.5 Karakteristik Control Valve

Setelah pemilihan jenis valve dilakukan, selanjutnya ada hal lain yang akan kita perhatikan yaitu daerah kerja sebuah control valve. Dalam ilmu system pengendalian, cara khusus untuk menyatakan daerah kerja sebuah control valve adalah dalam bentuk rangeability. Secara spesifik, rangeability adalah perbandingan flow maksimum dan flow minimum yang mampu dikendalikan oleh sebuah

control control valve tersebut, adalah dua kali dari flow kebutuhan proses, atau dengan kata lain penggunaan pengendalian flow berada ditengah dari range control valve. Untuk persamaan rangeability dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{rangeability} = \frac{\text{flow at 95\% valve position}}{\text{flow at 5\% position}}$$

Setelah melakukan selecting control valve, maka selanjutnya adalah melakukan sizing control valve. Untuk menentukan ukuran valve (sizing) maka selanjutnya kita harus melakukan perhitungan untuk mencari coefficient valve (Cv) dengan persamaan:

$$C_V = Q\sqrt{\frac{G}{\Delta P}}$$

Keterangan :
Cv = Coefficient Valve
Q = Flox Maximum
G = Specific Grafity
Δ P = Pressure Drop
Setelah mendapatkan nilai (Coefficient Valve), maka selanjutnya adalah mencocokan hasil nilai tersebut pada tabel dibawah ini :

Table 2.1 Tabel Refferensi Sizing of Valve

VALVE SIZE		*COEFFICIENT VALVE* (C_V)
NOMINAL PIPE SIZE (NPS)	*DIAMETRE NOMINAL* (DN)	
1/2	15	9
3/4	20	50
1	25	100
1-1/2	40	270
2	50	490
3	80	1160
4	100	2200
6	150	5100
8	200	9300
10	250	1520
12	300	2240
14	350	2700
16	400	3700
18	450	4700
20	500	6000

Selain memperhatikan selecting and sizing control valve, ada hal lain yang juga perlu diperhatikan yaitu fail safe desain, dimana dalam perancangannya harus memperhatikan keadaan-keadaan keselamatan seandainya terjadi failure (kegagalan), seperti power supply, keadaan pressure inlet dan kondisi actuator.
Dalam teknik desain ini akan ditemukan beberapa kendala, antara lain adalah :
1. Variabel-variabel proses haruslah pada kondisi pasti, karena sedikit saja terjadi kesalahan pada variabel (tekanan, temperatur, flow atau density), maka akan berakibat fatal. Untuk menghindari hal tersebut maka diperlukan tindakan cepat dalam setiap perubahan.

2. Perubahan Piping. Dalam kondisi aktual, proses senantiasa mengalami perubahan, misalnya ada penambahan instrumen pada sebuah titik Piping maka ini akan mempengaruhi line prosesnya, terkadang perubahan ini akan mempengaruhi kondisi proses yang dibutuhkan, dan jika hal itu terjadi maka akan mengakibatkan perubahan pada spesifikasi control valve yang dibutuhkan oleh proses.
Dalam proses pengendalian jangan sampai terjadi keadaan control valve yang terlalu kecil (undersized) atau yang terlalu besar (oversize) tidak akan pernah membuahkan response sistem yang bagus. Oleh sebab itu control valve yang digunakan harus tepat.Flow yang keluar dari sebuah control valve menurut hukum fisika ternyata tergantung pada besarnya perbedaan tekanan inlet-outlet (upstream-down stream) serta beberapa parameter lain. Faktor Cv adalah cara untuk menyatakan besarnya flow yang melewati suatu control valve pada beda tekanan tertentu. Definisinya, Cv adalah besar flow dalam gpm apabila beda tekanan inlet-outlet sebuah control valve adalah 1 psi. sebuah valve dengan Cv = 10, pada keadaan terbuka penuh, akan melewatkan flow sebesar 10 gpm, apabila beda tekanan inlet-outletnya 1 psi.

2.2 Pengaruh Kontrol Valve Pada Dinamika Sistem Pengendalian

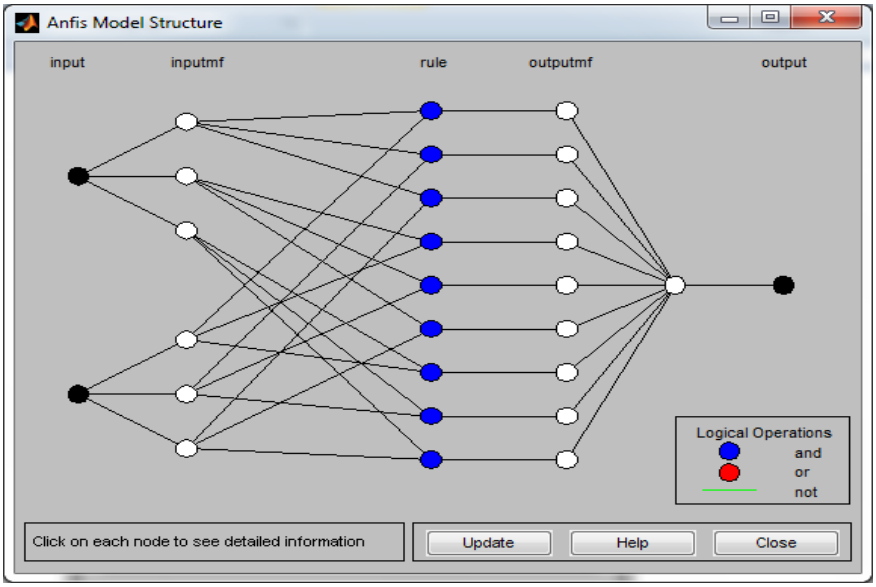
Dalam sistem pengendalian cara khusus untuk menyatakan daerah kerja sebuah control valve adalah dalam bentuk rangeability. Rangeability adalah perbandingan flow minimum dan flow minimum yang mampu dikendalikan oleh sebuah kontrol valve,misalkan control valve dengan range ability 50 ; 1 artinya bila flow maximum kontrol valve tersebut 50 gpm maka flow minimum yang masih dapat dikendalikan adalah I gpm.

Keadaan control valve yang terlalu kecil atau terlalu besar juga tidak akan pernah membuahkan respon sistem yang bagus,sehingga diperlukan perhitungan kapasitas control valve sangat penting karena kesalahan pada waktu rekayasa]boleh jadi mengakibatkan terhambatnya produksi yang secara ekonomi sulit ditolelir.

Sebuah control valve juga selalu dipersiapkan lebih besar dari kebutuhan flow pada keadaan operasi maximum atau 20% lebih besar dari keadaan maximum. Apabila suatu proses membutuhkan flow max,katakan 200 m^3/menit maka harus dipilih control valve dengan kapasitas flow 240 m^3/menit. Secara umum control valve mempunyai kapasitas flow 40% lebih besar dari max flow yang diinginkan [6].

2.3 Neuro Fuzzy

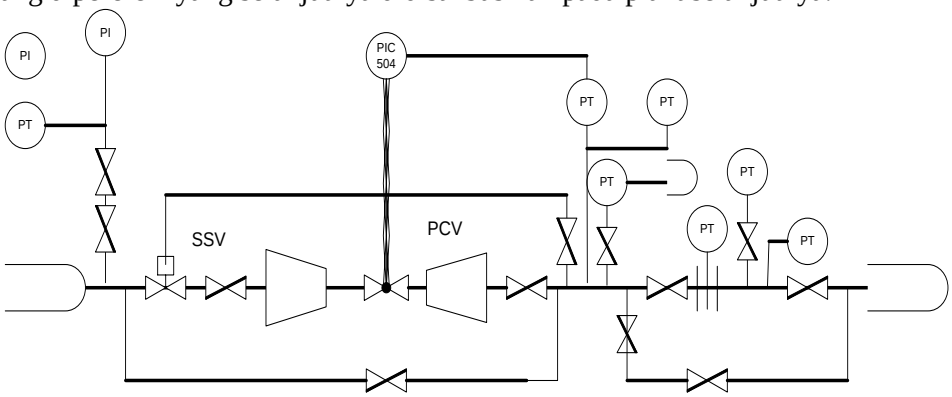
Model *neuro fuzzy* adalah penggabungan dua sistem, yaitu *artificial neural network (ANN)* atau “jaringan syaraf tiruan” dan *fuzzy logic* atau “logika samar”. Jaringan syaraf tiruan atau jaringan *neural artificial* merupakan salah satu representasi buatan (tiruan) dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Pada *neuro fuzzy*, suatu tahapan dalam sistem *fuzzy* dibentuk menggunakan jaringan syaraf tiruan. Model *neuro fuzzy* memiliki kemampuan aproksimasi fungsi oleh logika *fuzzy* dan kemampuan proses belajar (*learning*) oleh jaringan *neural*. Keunggulan dari sistem ini adalah kemampuan belajar terhadap informasi numerik melalui algoritma belajar (*learning algorithm*) untuk memperbaiki parameter pada fungsi pembobot dan fungsi aktivasinya[11].



Gambar 2.7 Sruktur *Neuro Fuzzy*

3. DINAMIKA PROSES

Pada off site unit produksi terdapat gas metering station yang terfungsi mengukur besarnya gas alam yang diperoleh yang selanjutnya didistribusikan pada plant selanjutnya.



Gambar 3.1 PID Gas Metering Station

Control Valve PV-504 didesain untuk mengendalikan natural gas dari PT. Pertamina 300 Psig di gas metering

Data sebagai berikut :

Tekanan inlet : 355 Psig ; 28 kg/cm

Tekanan outlet : 300 Psig ; 25 kg/cm

Flow max : 66 MMSCFD

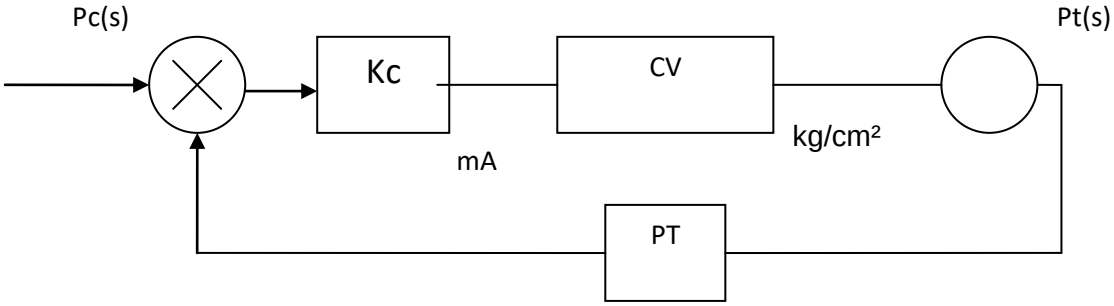
Berdasarkan data control valve tersebut maka bila tekanan gas inlet bisa tercapai pada 300 Psig maka Control Valve akan beroperasi pada 68% opening (saat max flow) dan 47% opening (saat normal flow).

Data aktual gas alam dilapangan sbb:

Max 28 kg/cm

Tekanan aktual 20 kg/cm (290 Psig)

Dengan adanya tekanan aktual gas alam 290 Psig maka opening existing control valve hanya berkisar 38% (saat flow) dan 26% (normal flow). Hal ini akan menimbulkan dampak terjadinya kekurang mampuan kontrol valve *off spec* di dalam mengendalikan tekanan, untuk meningkatkan performance PC – 504 maka perlu disediakan Control valve yang memiliki Cv lebih kecil.



Gambar 3.2 Diagram blok sistem pengendalian tekanan

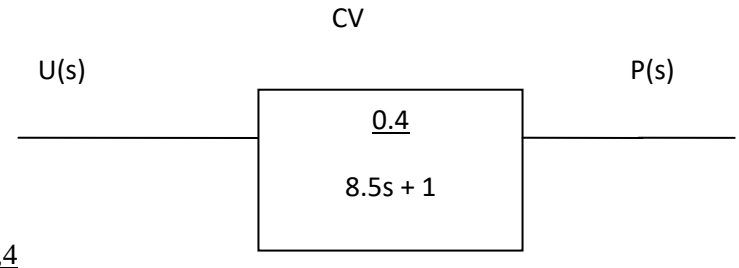
3.1. Pemodelan Matematik

Pemodelan matematis adalah proses perhitungan sistem fisik menjadi model matematis agar dapat dianalisa dengan alat bantu komputasi. Perilaku dan sifat sistem dapat diwakili dengan model matematis. Model matematis akan memberikan gambaran hubungan fungsional antara masukan dan keluaran suatu proses. Dari model matematis yang diperoleh dibuat fungsi alih yang berguna dalam tahap analisa.

Dalam penelitian ini perlu membuat model matematis baik untuk kontroler PID maupun neuro fuzzy yang akan dibandingkan. Setelah model matematis selesai dibuat, tahap selanjutnya adalah mengujinya dengan bantuan Matlab.

Dalam penurunan model matematis ,digunakan persamaan model matematis untuk laju aliran dan aktuator valve yang ditransformasikan dalam domain laplace $\frac{Qs(s)}{U(s)} = \frac{GV}{t'v.\ S+1}$

Karena PC 504 menggunakan Cv dengan equal percentage maka laju aliran sebanding dengan posisi stem, $KV = \frac{Qs \ln(\partial)}{15 - 9}$



$$\frac{P2(s)}{U(s)} = \frac{0,4}{8,5s + 1}$$

Gambar 3.3 Diagram blok control valve

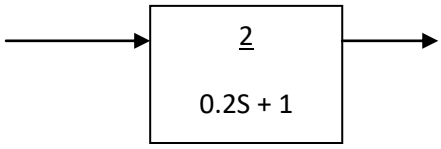
Perubahan tekanan yang terjadi pada PC 504 menyebabkan terjadinya resistansi pada sensor yang akan dikonversikan menjadi arus listrik . Fungsi transfer dari sensor dan transmitter tekanan didekati dengan sistem orde satu:

$$\frac{Pc(s)}{Pt(s)} = \frac{GTp}{tp.s + 1}$$

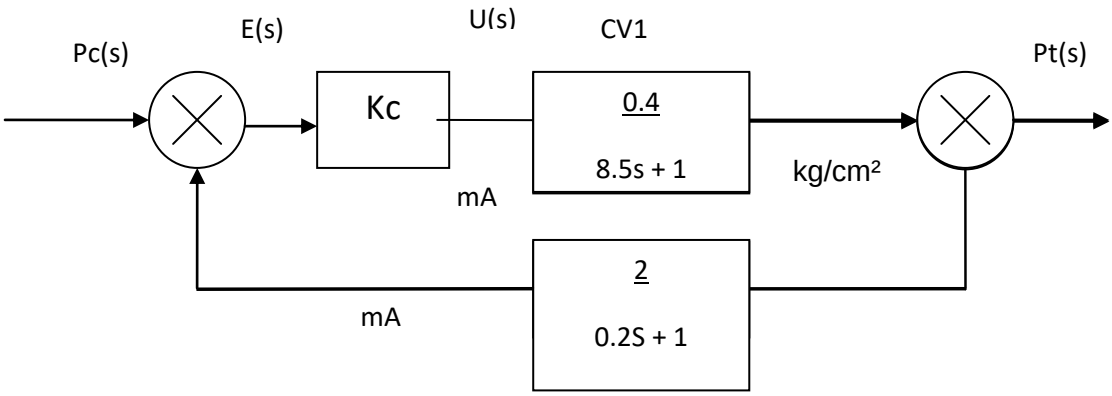
Gain transmitter : $Gtp = \frac{\text{span sinyal keluaran}}{\text{Span tek}} = 2$

Fungsi transfer transmitter $= \frac{2}{0.2\,S + 1}$

Persamaan model matematis dan diagram blok CV dan transmiter sebagai berikut :



Gambar 4.4 Diagram blok fungsi transfer transmitter



Gambar 3.5 Diagram blok sistem pengendalian

4.ANALISA dan PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Pengendali Neuro-Fuzzy

Algoritma perancangan pengendali *Neuro-Fuzzy* terdiri dari tiga tahapan yaitu proses inisialisasi, proses pembelajaran dan proses running.

4.1.1 Proses Inisialisasi

Sistem logika fuzzy diparalel dengan pengendali PID yang akan menjadi guru bagi sistem tersebut. Sinyal dari pengendali PID dikirimkam ke plant yang akan dikendalikan.

Pada perancangan *neuro-fuzzy* untuk proses inisialisasi, ditentukan nilai-nilai awal sebagai berikut:

• Arsitektur *fuzzy* yang dipakai adalah *fuzzy Sugeno*.
• Fungsi keanggotaan yang dipakai adalah *Generalized Bell*.
• Jumlah fungsi keanggotaan yang dipakai adalah 3 buah.
• Jumlah aturan (*rule*) yang dipakai adalah 16.

4.1.2 Membuat ANFIS

Data yang akan dilatih:

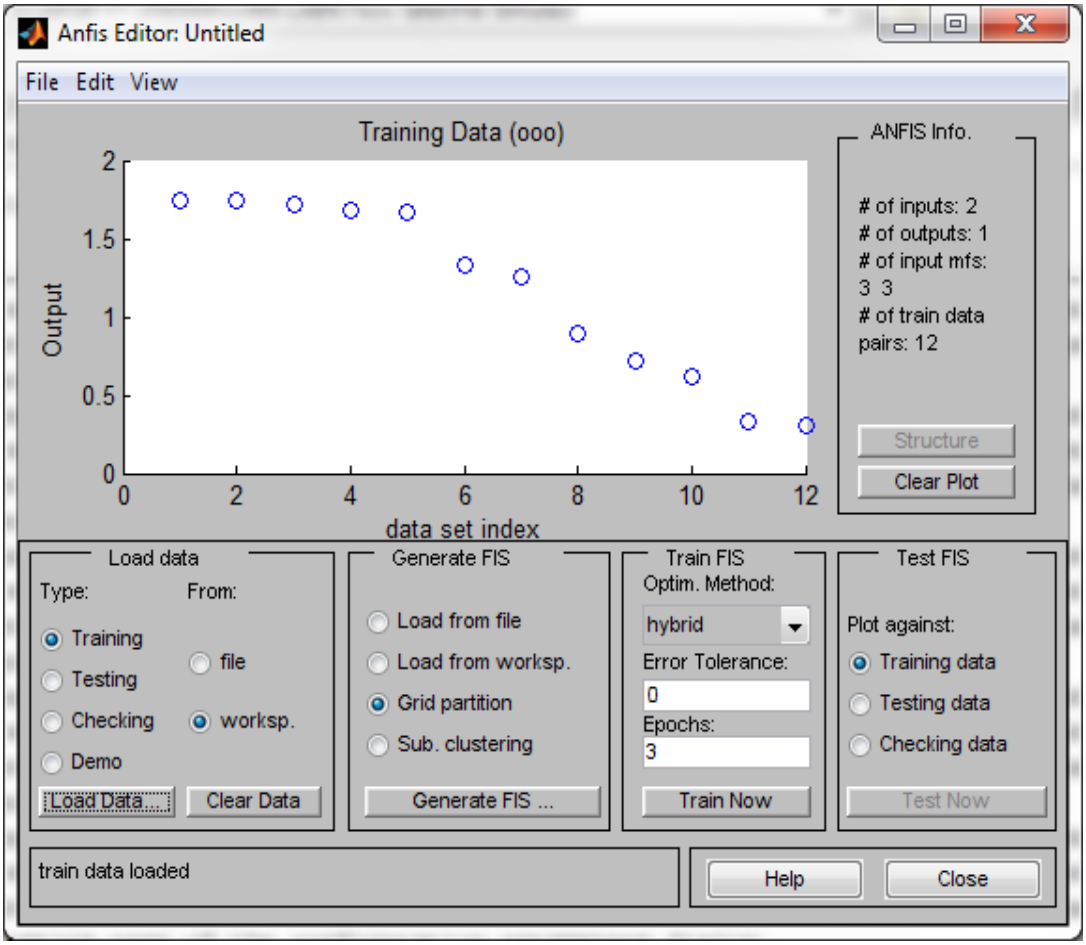
Tabel 4.1 Data training

Jangkauan error	Perubahan error	Aksi katup
56	1	1.74
45	1	1.74
32	1	1.71
29	1	1.68
28	1	1.67
15	0	1.33
10	0	1.25
0	0	0.90
-8	0	0.72
-15	0	0.62
-28	-1	0.3
-30	-1	0.3

Kolom paling kanan merupakan aksi katup, yakni membuka, menutup setengah, dan menutup berturut-turut dengan angka 1, 0.5 dan 0. Kolom ditengah menggambarkan laju perubahan error yang menyatakan tinggi, tidak

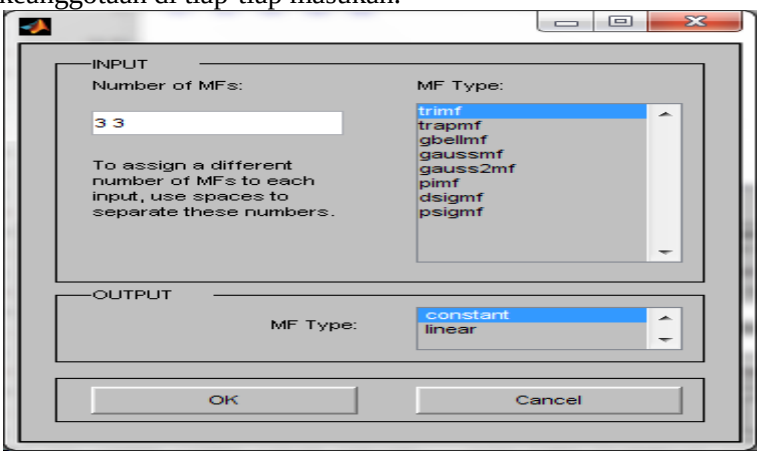
berubah dan menurun berturut-turut diisi dengan nilai 1, 0, dan -1. Kolom pertama menyatakan jangkauan error antara masukan aliran gas (flow) dengan keluaran.

Training dilakukan dengan anfis edit pada Matlab:



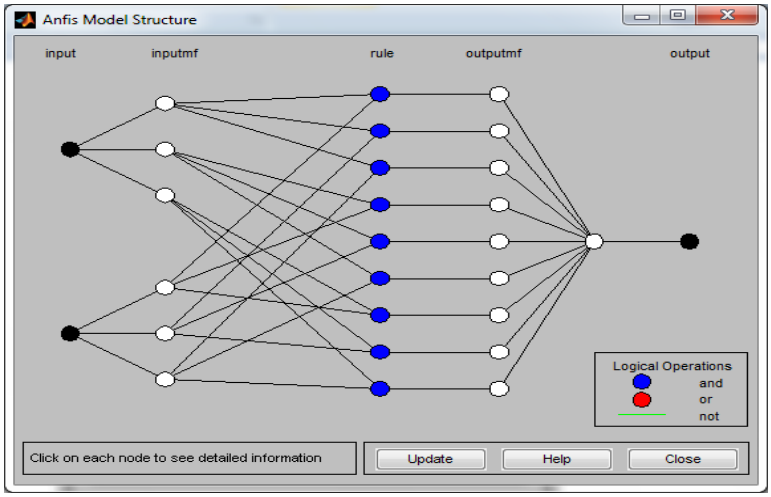
Gambar 4.1 Editor ANFIS

Masukkan data training tersebut dilanjutkan dengan menentukan Fuzzy yang akan dihasilkan. Disini dipilih tiga Fungsi keanggotaan di tiap-tiap masukan.

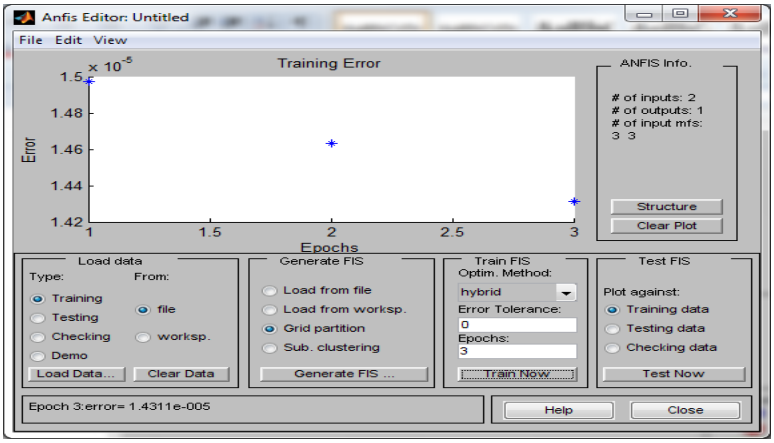


Gambar 4.2 Perencanaan Fuzzy yang Akan Dilatih

Fuzzy yang dihasilkan lewat mekanisme ANFIS tampak pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.3 Struktur ANFIS neuron yang berisi rule terbentuk berdasarkan data pelatihan.



Gambar 4.4 Training error

Setelah proses training error selesai, menghasilkan Fuzzy hasil dari ANFIS. Berikut proses pelatihannya pada Command Window Matlab.

Start training ANFIS ...

1 0.0290265

2 0.0290242

Designated epoch number reached --> ANFIS training completed at epoch 2.

ANFIS info:

Number of nodes: 35

Number of linear parameters: 9

Number of nonlinear parameters: 18

Total number of parameters: 27

Number of training data pairs: 16

Number of checking data pairs: 0

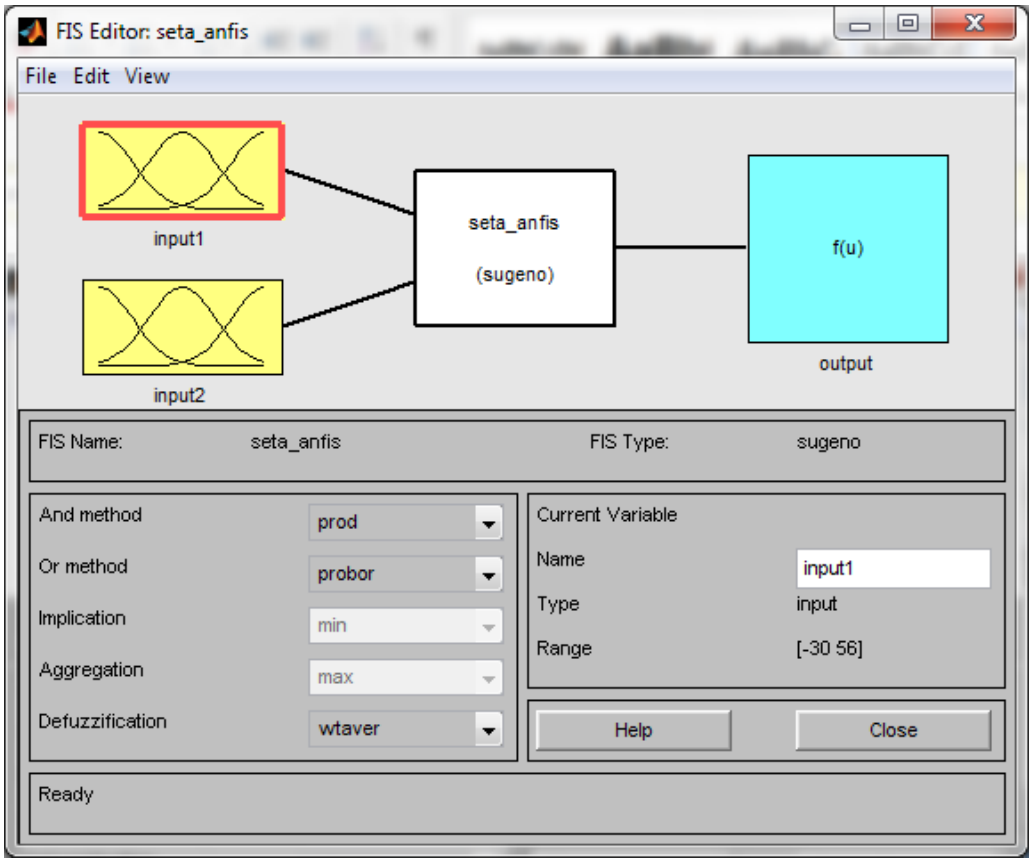
Number of fuzzy rules: 9

Warning: number of data is smaller than number of modifiable parameters

Start training ANFIS ...

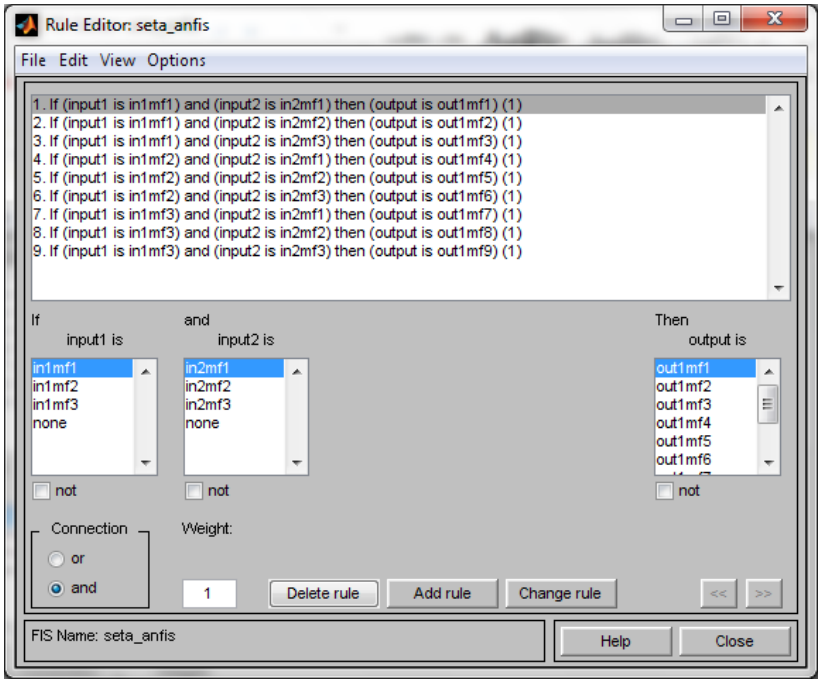
1 0.0290242
2 0.0290212
Designated epoch number reached --> ANFIS training completed at epoch 2.
ANFIS info:
Number of nodes: 35
Number of linear parameters: 9
Number of nonlinear parameters: 18
Total number of parameters: 27
Number of training data pairs: 16
Number of checking data pairs: 0
Number of fuzzy rules: 9
Warning: number of data is smaller than number of modifiable parameters

Start training ANFIS ...
1 0.0290212
2 0.0290183
Designated epoch number reached --> ANFIS training completed at epoch 2.



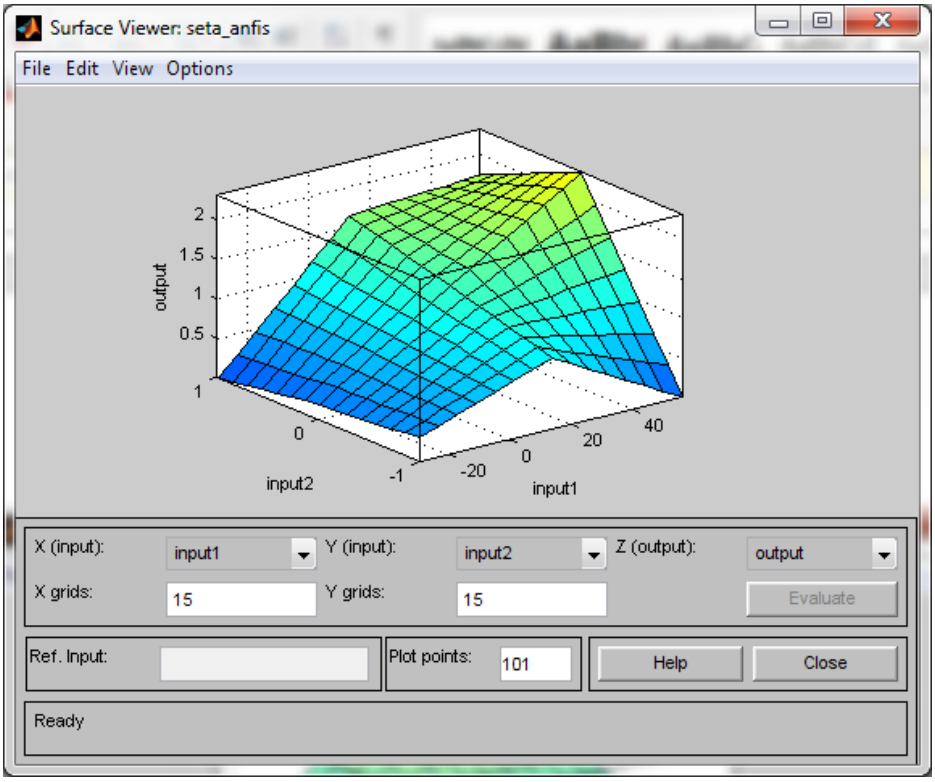
Gambar 4.5 Fuzzy hasil Training

Rule terbentuk sendiri dari ANFIS.



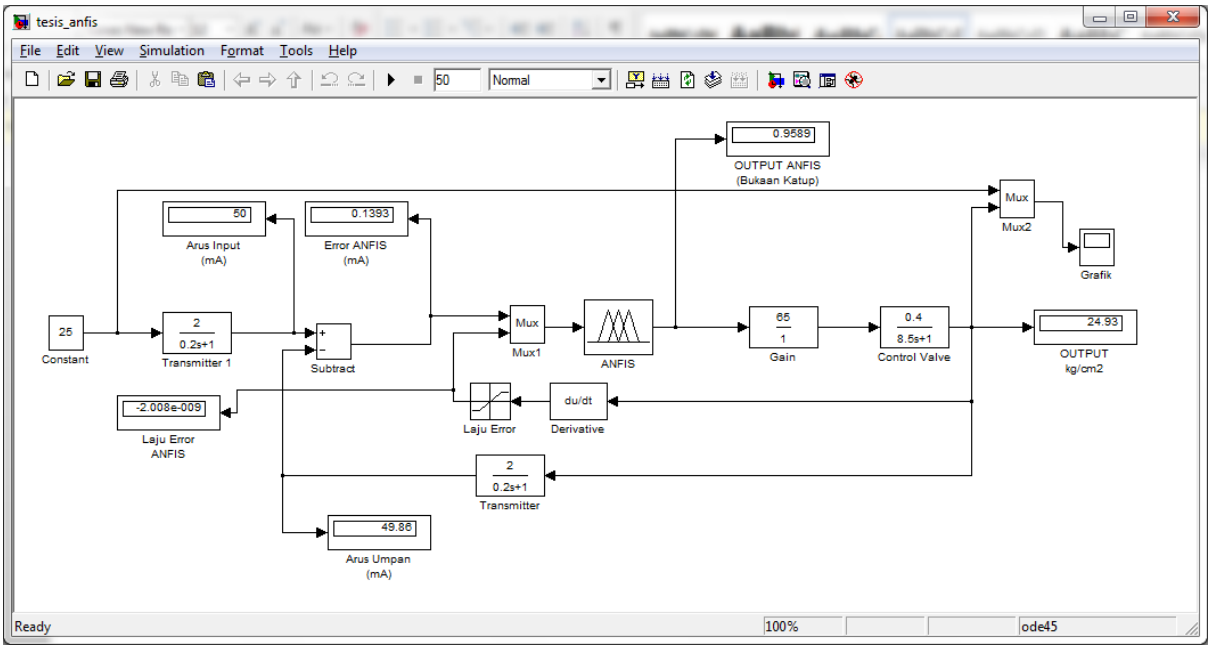
Gambar 4.6 Rule Hasil Training

Gambaran rule dapat lebih jelas dilihat pada grafik surface-nya.



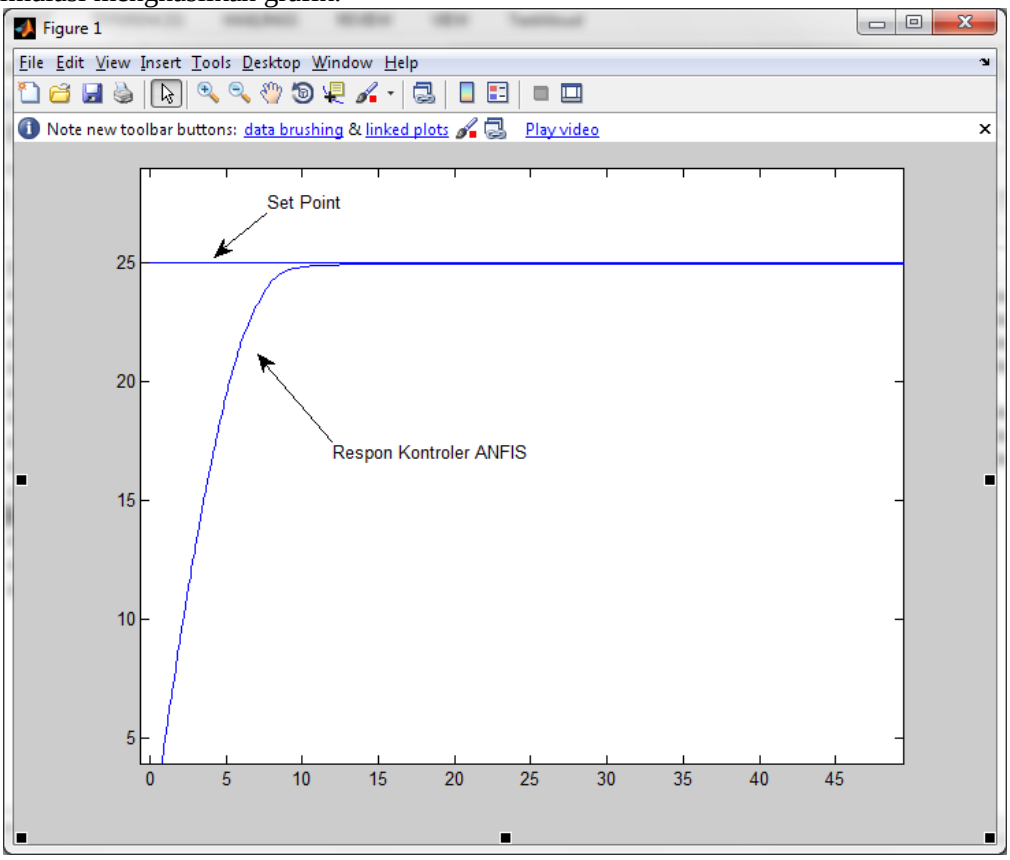
Gambar 4.7 Tampilan Surface Fuzzy hasil Training

Penerapan dengan SIMULINK pada Matlab:



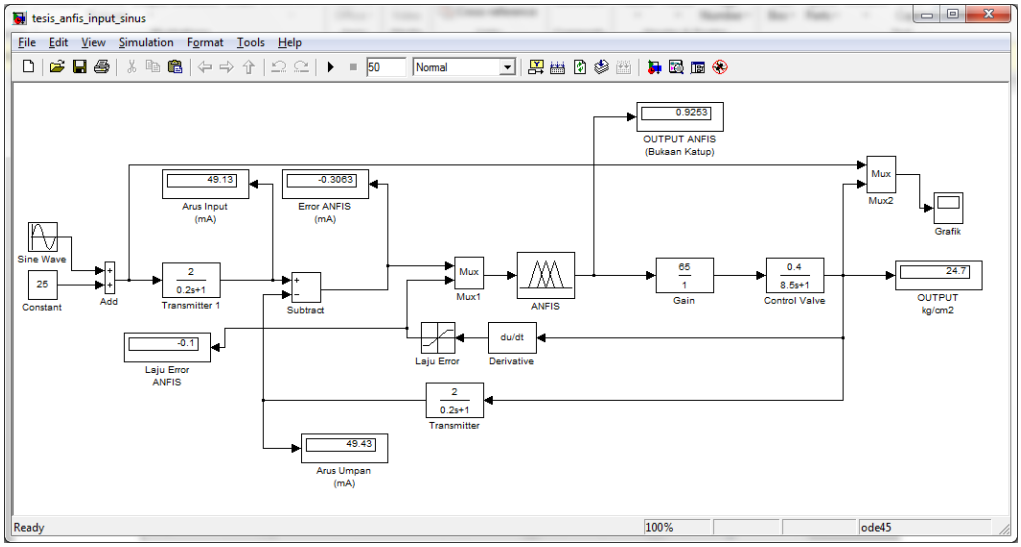
Gambar 4.8 Simulasi dengan SIMULINK Matlab

Hasil simulasi menghasilkan grafik:



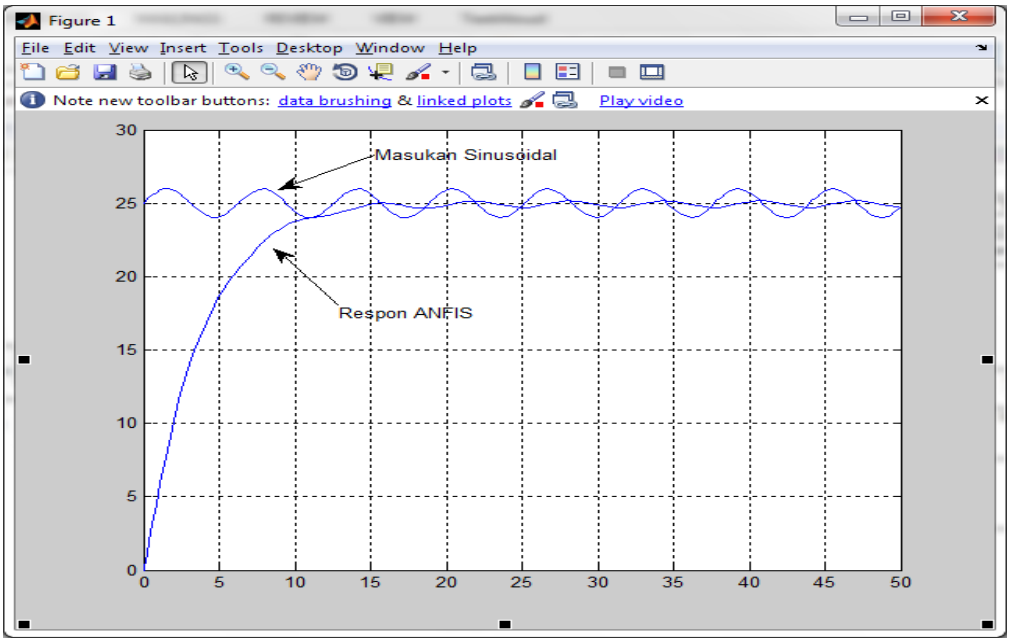
Grafik 4.1 Hasil Simulasi

Gambar Berikut ini SIMULASI gangguan sinusoidal



Gambar 4.9 Respon Sistem dengan masukan yang Sinusoidal

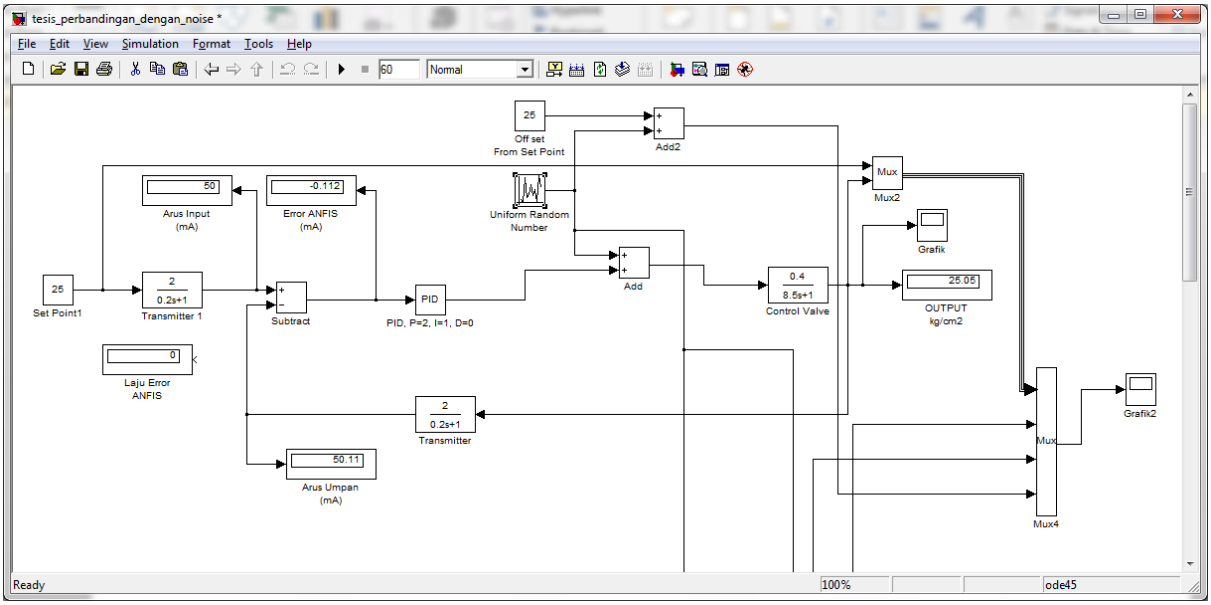
Hasil grafik:



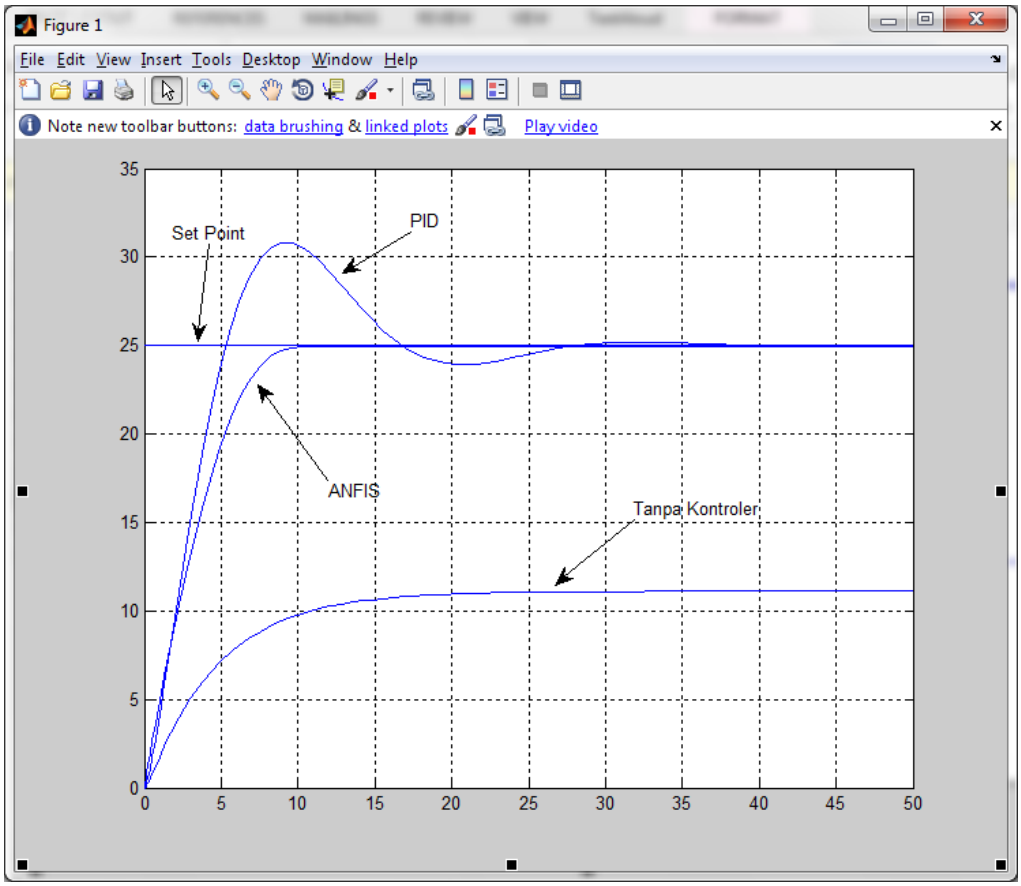
Grafik 4.2 gangguan sinusoidal

Tampak pada grafik di atas, sistem menahan keluaran tetap di tekanan 25 kg/cm^2.

Berikut perbandingan controller ANFIS,PID dan tanpa menggunakan kontroller



Gambar 4.10 Respon Sistem PID,ANFIS dan tanpa kontroller



Grafik 4.3 Respon perbandingan kontroller PID, ANFIS, dan tanpa kontroler

5.ANALISA DAN SIMULASI

Simulasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana performansi sistem dalam mengatasi permasalahan yang akan dihadapi maka sistem pengendalian neuro fuzzy, diuji dengan beberapa pengujian antara lain, uji gangguan sinusoidal. Hasil simulasi sistem akan menampilkan data numerik dengan waktu pencuplikan 1 detik. Disamping itu juga dilakukan perbandingan terhadap hasil dari pengendalian neuro fuzzy dengan pengendalian PID yang ada pada plant sesungguhnya.
Dengan sinyal kendali mengalami overshoot sebesar 16 mA.Hasil simulasi uji respon step menunjukkan sistem mampu membawa keluaran sesuai set point yang diberikan. Hasil simulasi uji noise menunjukkan sistem mampu bertahan dalam mengatasi gangguan dengan waktu penetapan 17 detik.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil redesain,simulasi dan analisa diperoleh kesimpulan sebagai berikut :
1.Berdasarkan uji simulasi, yaitu uji sinusoidal Pengendali neuro-fuzzy menunjukkan performansi yang lebih baik daripada pengendali PID , hal ini dinyatakan melalui indeks performansi kedua pengendali yang mana secara kuantitatif nilai masing masing indek untuk pengendali neuro fuzzy jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan pengendali konvensional PID.
2.Dari segi *safety*, pengendali *Neuro Fuzzy* bisa dikatakan lebih aman, karena tingkat toleransi error yang lebih kecil bila dibandingkan dengan pengendali PID

DAFTAR PUSTAKA

[1]API Recommended Practise 551,Process Measurement Instrumentation, 1200 Street,Northwest Washington DC,1992
[2]Bella S Liptak,dan Kriszta Venxcel,Process Measurement Instrumentation
Engineers Handbook,Chilton Book Company,Radnor,Pennsylvania
[3]Frans Guterus, Falsafah Dasar ; Sistem Pengendalian Proses, Elex Media Computindo,Jakarta,1994
[4]Fuller. R, 2000, *Introduction to Neuro Fuzzy System*, Advance in Soft ComputingPhysica-VerlagHeidelberg, www.ingentaconnect.com/content/mcb
[5]Hw.Boger,Lucien Mazot,Why Valve Arc Always Oversided,Instrument Society of America,Inrech,October,1993
[6]Jang, Sun, Mizutani, 1997, Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Prentice-Hall International, Inc. International Edition
[7]Les Driskell,control Valve Selection and Sizing,Instrument Society of *America 1983*.
[8]Peter Harriot,Process ontrol,McGraw Hill Co.,1984
[9]Roger S, Pressman, 1997, *Software Engineering*, McGraw-Hill Companies, Inc.
[10]Shahian B dan M.Hassul, Control System Design Using mathlab,Prentige *Hall , Inc, 1993*
[11]Imam Abadi, Aulia Siti Aisjah, Riftyanto N.S., Aplikasi Metode Neuro-Fuzzy Pada Sistem Pengendalian Antisurge Kompresor Jurnal Teknik Elektro Vol. 6, No. 2, September 2006
[12]Yamatake. **"*CV3000 Alphaplus Series*".** Yamatake Corporation.