

MODEL PENENTUAN KINERJA GURU BERBASIS *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM*: STUDI KASUS SMK POLIMEDIK DEPOK

DEWI LEYLA RAHMAH
dewileyla.dl@gmail.com

PRABOWO PUDJO WIDODO
prabowopw@yahoo.com

*Teknologi Sistem Informasi, Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur
Jl. Ciledug Raya, Petungkungan Utara, Jakarta Selatan, 12260. Indonesia.*

Abstrak. Penilaian Kinerja Guru (PK GURU) yang menjamin terjadinya proses pembelajaran yang berkualitas di semua jenjang pendidikan. Supervisi pendidikan akan dilakukan dengan bertujuan untuk meningkatkan kualitas dari suatu pengajaran/guru sehingga daya saing siswa yang belajar di sekolah tersebut akan meningkatkan kearah yang lebih baik. Penilaian supervisi adalah teknik kunjungan kelas guna memperoleh data tentang keadaan sebenarnya mengenai kemampuan dan ketrampilan guru dalam mengajar. Untuk menentukan kinerja guru tersebut, maka salah satu pendekatan yang dapat dilakukan dengan menggunakan Logika Fuzzy. Kriteria Penentuan kinerja guru tersebut selanjutnya diolah dengan menggunakan permodelan berbasis *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Dengan bantuan *software* Matlab, maka dibuatlah suatu sistem pendukung keputusan dalam hal menentukan kinerja guru. Hasil dari penelitian ini adalah dimana Penentuan guru di SMK Polimedik Depok objektif dan membuat keputusan yang lebih efisien.

Kata Kunci: Guru, Supervisi, Kinerja, *Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*, Matlab

Abstract. To determine teachers' achievement is the one approach that can be done using fuzzy logic. With such an approach is expected to be able to choose achievement with effective teacher. Constraints faced is the lack of information system that can specifically provide support for decision makers, namely the principal, making it difficult to produce an optimal decision. Criteria determining the teachers' achievement is uses modeling based *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*. With the help of *software* Matlab the made a decision support system in terms of determining the outstanding teacher. The result of this research is where the determination of outstanding teacher at SMK Polimedik Depok more objective and more efficient decision making.

Key Words: Teacher, Supervision, Performance, *Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*, Matlab

PENDAHULUAN

Guru adalah pendidik profesional yang mempunyai tugas, fungsi, dan peran penting dalam mencerdaskan kehidupan bangsa. Guru yang profesional diharapkan mampu berpartisipasi dalam pembangunan nasional untuk mewujudkan insan Indonesia yang bertakwa kepada Tuhan YME, unggul dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, memiliki jiwa estetis, etis, berbudi pekerti luhur, dan berkepribadian. Tidaklah berlebihan kalau dikatakan bahwa masa depan masyarakat, bangsa dan negara, sebagian besar ditentukan oleh guru.

Agar fungsi dan tugas yang melekat pada jabatan fungsional guru dilaksanakan sesuai dengan aturan yang berlaku, maka diperlukan Penilaian Kinerja Guru (PK GURU) yang menjamin terjadinya proses pembelajaran yang berkualitas di semua jenjang pendidikan.

Pelaksanaan PK GURU dimaksudkan bukan untuk menyulitkan guru, tetapi sebaliknya PK GURU dilaksanakan untuk mewujudkan guru yang profesional, karena harkat dan martabat suatu profesi ditentukan oleh kualitas layanan profesi yang bermutu.

Hasil PK GURU dapat dimanfaatkan untuk menyusun profil kinerja guru sebagai input dalam penyusunan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB). Maka dari itu, dilakukanlah supervisi pendidikan. Supervisi pendidikan akan dilakukan dengan bertujuan untuk meningkatkan kualitas dari suatu pengajaran / guru sehingga daya saing siswa yang belajar di sekolah tersebut akan meningkatkan kearah yang lebih baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A.Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy.^[10]

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*.^[6]

Ada beberapa alasan mengapa logika fuzzy digunakan adalah:

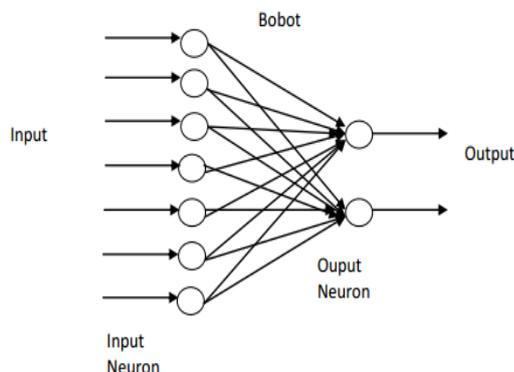
1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi non linear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendalai secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami.^[10]

Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) adalah sistem pemroses informasi dengan karakteristik dan performa yang mendekati syaraf biologis. Jaringan syaraf tiruan adalah generalisasi dari permodelan syaraf biologi dengan asumsi asumsi antara lain:^[6]

Pemrosesan informasi terletak pada sejumlah komponen yang dinamakan neuron. Sinyal merambat antara satu neuron ke neuron-neuron yang lainnya melalui jalur penghubung. Tiap jalur penghubung memiliki bobot dan mengalihkan besar nilai sinyal yang masuk (jenis neuron tertentu). Tiap neuron menerapkan fungsi aktivasi (biasanya non linear) yang menjumlahkan semua masukan untuk menentukan sinyal keluarannya. Tiap jaringan ditentukan oleh arsitektur pola jaringan, bobot, pada koneksi dan fungsi aktivasi.

Selain memproses, jaringan syaraf tiruan juga memiliki kemampuan menyimpan informasi. Jaringan syaraf adalah pemroses sederhana yang berjumlah banyak dan bekerja secara paralel dan terdistribusi, yang memiliki kemampuan menyimpan pengetahuan dan memberikan saat dibutuhkan terdiri dari pengetahuan yang dimiliki sebagai hasil proses pembelajaran dan koneksi antar neuron yang berfungsi menyimpan pengetahuan itu. Sedangkan jaringan syaraf tiruan bermaksud membuat sistem yang menyerupai syaraf tiruan biologis.



Gambar 1. Jaringan Syaraf Sederhana ^[6]

Tipe Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan terbagi menjadi tiga kategori ^[8], antara lain:

1. *Single Layer Feedforward Networks*. Jaringan tipe ini hanya memiliki satu lapisan neuron yang arahnya tidak bisa mundur.
2. *Multilayer Feedforward Networks*. Jaringan tipe ini memiliki layer lebih dari satu. Layer nyata layer masukan dan keluaran dikenal dengan istilah tersembunyi (*hidden layer*).
3. *Recurrent Networks*. Pada jenis jaringan ini, keluaran suatu neuron diumpan balik ke lapisan sebelumnya.

Jaringan syaraf merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk menstimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut.^[7] Istilah buatan di sini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran ^[5].

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan jaringan adaptif yang berbasis pada sistem kesimpulan *fuzzy (fuzzy inference system)*. Dengan penggunaan suatu prosedur *hybrid learning*, ANFIS dapat membangun suatu mapping *input-output* yang keduanya berdasarkan pada pengetahuan manusia (pada bentuk aturan *fuzzy IF-THEN*) dengan fungsi keanggotaan yang tepat

Sistem kesimpulan *fuzzy* yang memanfaatkan aturan *fuzzy IF-THEN* dapat memodelkan aspek pengetahuan manusia yang kualitatif dan memberi *reasoning processes* tanpa memanfaatkan analisa kuantitatif yang tepat. Ada beberapa aspek dasar dalam pendekatan ini yang membutuhkan pemahaman lebih baik, secara rinci:

1. Tidak ada metoda baku untuk men-*transform* pengetahuan atau pengalaman manusia ke dalam aturan dasar (*rule base*) dan database tentang *fuzzy inference system*.
2. Ada suatu kesimpulan bagi metoda efektif untuk mengatur (*tuning*) fungsi keanggotaan (*membership function/MF*) untuk memperkecil ukuran kesalahan keluaran atau memaksimalkan indeks pencapaian.

ANFIS dapat bertindak sebagai suatu dasar membangun satu kumpulan aturan *fuzzy IF-THEN* dengan fungsi keanggotaan yang tepat, yang berfungsi untuk menghasilkan pasangan *input-output* yang tepat.

Model *fuzzy* dapat digunakan sebagai pengganti dari *perceptron* dengan banyak lapisan. Dalam hal ini, sistem dapat dibagi menjadi 2 grup, yaitu satu grup berupa jaringan syaraf dengan bobot-bobot *fuzzy* dan fungsi aktivasi *fuzzy*, dan grup lainnya berupa jaringan syaraf dengan input yang difuzzykan pada lapisan pertama dan kedua,

namun bobot-bobot pada jaringan syaraf tersebut tidak difuzzykan. *Neuro fuzzy* termasuk kelompok yang kedua^[10]

Matlab

''Matlab adalah bahasa tingkat tinggi dimana arti perintah dan fungsinya bisa dimengerti dengan mudah meskipun bagi seorang pemula karena masalah dan solusi bisa diekspresikan dalam notasi matematis yang biasa dipakai. Matlab memungkinkan kita untuk memecahkan masalah teknis yang terkait dengan komputasi, khususnya yang berhubungan dengan matrik dan formula vektor, yang mana masalah tersebut merupakan akan jadi masalah apabila kita harus menyelesaikan masalah tersebut dengan menggunakan bahasa level rendah seperti pascal, C# dan Basic''^[11]

METODE

Penelitian ini menggunakan metode analisis kuantitatif. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih mendalam dan lengkap dari objek yang akan diteliti dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan.

1. Penelitian pendahuluan
Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh kriteria-kriteria dalam penelitian, kriteria untuk menentukan kinerja guru diperoleh dari supervisi kegiatan pembelajaran mengajar pada SMK Polimedik kemudian dibuat kuesionernya.
2. Kuesioner
Setelah memperoleh ketetapan dari kepala sekolah berupa kriteria-kriteria, semesta pembicaraan, dan domain dari penelitian pendahuluan, selanjutnya akan dibuat kuesioner penelitian yang diisikan oleh pimpinan yakni Kepala Sekolah.
3. Mengelola hasil kuesioner
Data yang diperoleh dari kuesioner akan diolah menggunakan pendekatan logika fuzzy dengan tool matlab.

Data yang diperoleh kemudian dimasukkan sebagai *input* dari *Adaptive Neuro Fuzzy Inference Sistem* (ANFIS), Sedangkan *output* nya adalah kinerja guru baik atau kurang baik.

Pembelajaran Model dan Inferensi Model

1. Data yang diperoleh adalah sekumpulan pasangan *input-output*, berdasarkan data tersebut maka sistem ANFIS yang dibangun akan menghasilkan suatu model yang karakteristiknya mendekati sifat-sifat sistem.
2. Model yang akan dibangun akan memiliki beberapa *membership-function* (MF).
3. Berdasarkan pasangan data *input-output* yang dimasukkan kedalam sistem ANFIS, maka akan dihasilkan sebuah FIS (*Fuzzy Inference System*).
4. ANFIS akan melakukan proses pembelajaran terhadap data yang ada, guna memperoleh model yang paling mendekati, berdasarkan data yang dimasukkan ke dalam sistem ANFIS.
5. Proses penyesuaian MF (*membership function*) dilakukan dengan menggunakan algoritma *backpropagation*.

Validasi Model

Setelah ANFIS menghasilkan sebuah model, maka model tersebut harus diuji validasinya terhadap kriteria model yang dikehendaki. Tujuan dari proses ini adalah untuk melihat seberapa jauh keberhasilan ANFIS melakukan pemodelan sistem. ANFIS melakukan validasi model ini dengan cara membandingkan *output* dari data yang telah dilakukan

proses pembelajaran, dengan kumpulan data lain yang tidak dilakukan proses pembelajaran, selain itu ketiga kumpulan data tersebut *saling bebas satu sama lain*, sehingga perbandingan tadi akan menghasilkan “*error*” yang dapat dijadikan ukuran tingkat keberhasilan model ini. Semakin kecil tingkat *error*, maka semakin baik model tersebut.

Instrumen penelitian yang digunakan ada 2:

1. Untuk mendapatkan data dan informasi dalam menentukan kinerja guru dilakukan dengan mewawancarai pihak yang berwenang yaitu kepala sekolah dengan menggunakan angket atau kuesioner yang digunakan sebagai instrumentasi.
Proses pengumpulan data dilakukan dengan mewawancarai pihak yang berkompeten seperti kepala sekolah, wakil kepala sekolah bidang kurikulum sekolah.
2. Instrumen penelitian untuk uji GUI pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak yaitu MATLAB R2009b Toolbox ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*) dan dengan kuisisioner SQA (*Software Quality Assurance*).

SQA (*Software Quality Assurance*) meliputi pendekatan manajemen kualitas, teknologi software engineering yang efektif, pertemuan peninjauan teknis selama proses software berlangsung, strategi pengujian bertingkat, mengendalikan dokumentasi software dan perubahan yang terjadi, prosedur untuk memastikan kesesuaian dengan standart pembangunan *software* (jika ada standar yang digunakan) mekanisme pelaporan dan pengukuran.

Software Quality didefinisikan sebagai: kesesuaian yang diharapkan pada semua *software* yang dibangun dalam hal fungsi *software* yang diutarakan dan unjuk kerja *software*, standar pembangunan software yang terdokumentasi dan karakteristik yang ditunjukkan oleh software. Definisi ini menekankan pada 3 hal berikut yaitu:

1. Kebutuhan *software* adalah fondasi ukuran kualitas software, jika software tidak sesuai dengan kebutuhan yang ditentukan maka kualitas pun kurang.
2. Jika menggunakan suatu standar untuk pembangunan software maka jika *software* tidak memenuhi standar tersebut maka kurang berkualitas.
3. Sering kali ada kualitas yang secara langsung diutarakan (tersirat) seperti kemudahan penggunaan dan pemeliharaan yang baik. Kualitas software dipertanyakan jika memenuhi kebutuhan ini.

Sistem perangkat lunak yang akan dibangun merupakan model berdasarkan simulasi ANFIS yang menghasilkan model FIS. Perangkat lunak akan dibangun dengan menggunakan Matlab *Language*, yaitu bahasa pemrograman Matlab yang merupakan bahasa pemrograman *high-level*. Dengan menggunakan Matlab *Language*, maka terdapat kemudahan dalam mengimplementasikan model FIS ke dalam perangkat lunak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelompokan dan Analisis Data

Data penelitian dibagi dalam tiga kelompok, yaitu:

- a. 12 data pertama digunakan sebagai *Training-Data* (Data Pembelajaran)
- b. 12 data kedua digunakan sebagai *Testing-Data* (Data Penguji Validitas)
- c. 6 data ketiga digunakan sebagai *New-Data* (Data Penerapan Model/Demo)

Simulasi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)

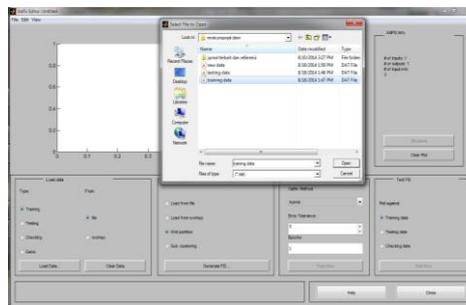
Tahapan Proses Simulasi:

- a. Tahap *Load Data* (Tahap Memasukkan Data)
- b. Tahap *Generate FIS* (Tahap Membangkitkan FIS)
- c. Tahap *Train FIS* (Tahap Pembelajaran FIS)
- d. Tahap *Test FIS* (Tahap Validasi FIS)

a. Tahap *Load Data*

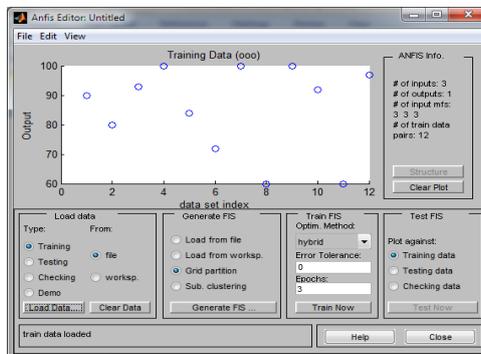
Tahap ini merupakan tahap untuk me-load data baik data *training* maupun data *testing*. Adapun untuk memasukkan kedua jenis data tersebut dapat dilakukan dengan cara melakukan load data dari dalam *file* yang tersimpan didalam komputer.

- a. Input Data Pembelajaran (*Training-Data*)



Gambar 2. Input Data Pembelajaran

Gambar 3. terdapat kolom load data dari dalam File yang tersimpan di dalam komputer, pilih option *training* lalu pilih data pembelajaran (*training*) yaitu train data lalu pilih file data pembelajaran (*training*) yaitu train data.dat(sebanyak 12 data).

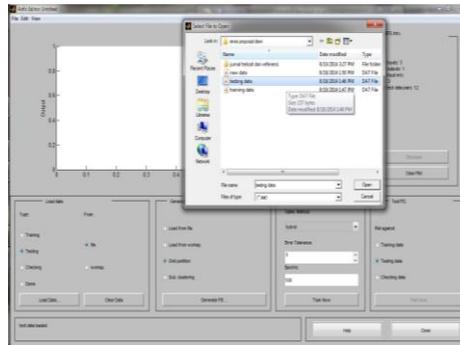


Gambar 3. Data Pembelajaran Dalam Memori

Pada gambar diatas diperlihatkan bentuk dan pelatihan yang telah *diload* kedalam ANFIS Editor GUI. Setelah data pembelajaran (*training*) yng telah diunggah dan disimbolkan dalam bentuk lingkaran kecil berlubang.

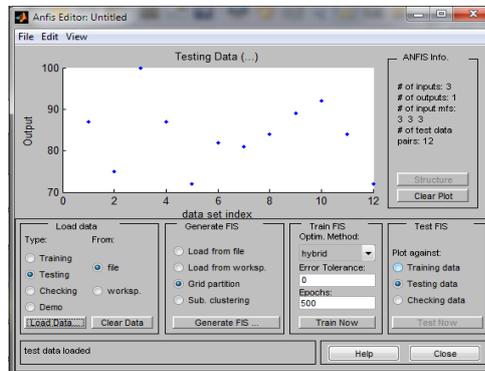
- b. Input Data Pengujian (*Testing* dan Validasi)

Setelah mengunggah data pembelajaran (*training*), selanjutnya mengggah data pengujian (*testing*). Pada gambar 4 terdapat kolom load data dari dalam file yang tersimpan di dalam komputer, pilih option testing lalu pilih file data pembelajaran (*testing*) yaitu testing data.dat (sebanyak 12 data).



Gambar 4. Input Data Pengujian

Gambar 4 menunjukkan proses memasukkan data untuk keperluan proses pembelajaran dengan nama file *testing data.dat*, sedangkan gambar 5 menunjukkan *Testing Data* (Data Pengujian) yang telah berada dalam memori, disimbolkan dalam lingkaran kecil.



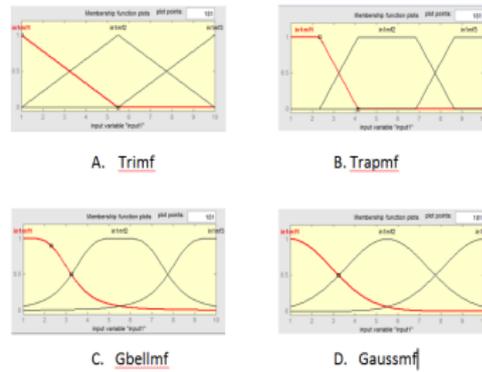
Gambar 4. Data Pengujian Dalam Memori

Tahap Generate FIS (*Fuzzy Inference System*)

Sebelum dapat melakukan proses pembelajaran, maka harus dibangkitkan terlebih dulu struktur dari model FIS. Untuk keperluan ini digunakan Grid-Partition untuk membangkitkan *Single Output Sugeno FIS*.

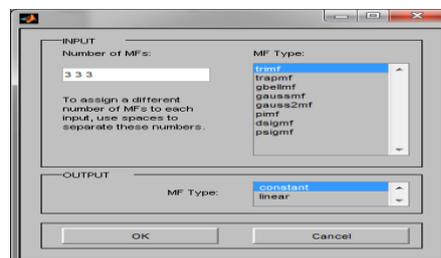
a. Parameter Input:

Meliputi banyaknya *INPUT – MF (Membership Function)* dalam kasus ini banyaknya INPUT MF dinyatakan dengan [3 3 3], sedangkan tipe MF yang digunakan dalam kasus ini ada 4 tipe yaitu segi tiga (*trimf*), trapesium (*trapmf*), lonceng (*gbellmf*) dan Gaussian (*gaussmf*). Dimana dari masing-masing fungsi keanggotan tersebut akan dibandingkan tingkat keakurasiannya seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar -10. Tipe Fungsi Keanggotaan

Setelah memilih tombol Generate FIS maka akan muncul dialog box seperti gambar 4-5. Tentukan jumlah tipe keanggotaan. Jumlah fungsi keanggotaan yang akan digunakan adalah (3 3 3). Tipe keanggotaan yang akan diujicoba dalam penelitian ini adalah tipe keanggotaan segitiga (*trimf*), trapesium (*trapmf*), lonceng (*gbellmf*) dan Gaussian (*gaussmf*). Dari keempat tipe keanggotaan tersebut akan diukur perbandingan tingkat keakurasian hasil pengujian. Parameter *output* yang digunakan ada 2 tipe yaitu Tipe *Constant* dan *Linear*, dalam kasus ini akan digunakan Parameter Output jenis *Constant*, yang merupakan parameter *default* untuk ANFIS. Dan model akan dibangun menjadi 2 Algoritma, yaitu: *Hybrid* dan *Backpropagation*. Dan fungsi MF *output* yang digunakan adalah tipe – *constant*.



Gambar 6. Generate FIS Membership Function (MF) constant

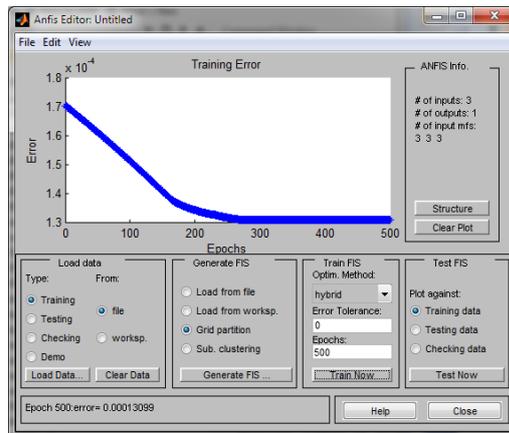
Pada gambar 6 menunjukkan generate FIS membership Function (MF) dengan *MF Type constant*.

Tahap Training FIS (Tahap Pembelajaran FIS)

Tahap ini dilakukan untuk melihat tingkat error pada ANFIS

a. Tahap Training FIS Hybrid Trimf

Berdasarkan FIS yang akan dibangun maka dilakukan proses *Training* dengan *epoch* = 500. Simulasi Algoritma *Hybrid* dengan fungsi “*trimf*”, dengan jumlah MF [3 3 3], fungsi MF *output* adalah tipe “*constant*”

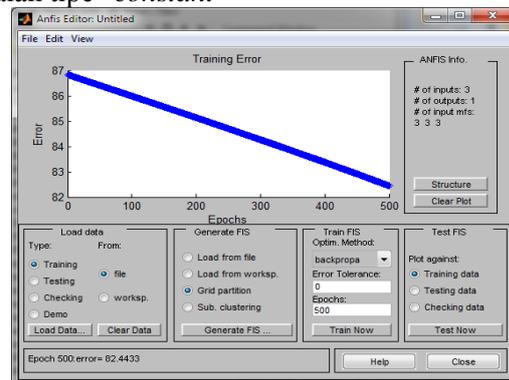


Gambar 7. Training *Trimf* Dengan Algoritma Hybrid

Pada gambar 7 menunjukkan terjadinya proses pembelajaran untuk simulasi metode *hybrid* dengan fungsi keanggotaan “*trimf*”. Nilai kwadrat rata-rata RMSE = 0,00013099.

Tahap Training FIS Backpropagation *Trimf*

Berdasarkan FIS yang akan dibangun maka dilakukan proses *Training* dengan *epoch* = 500. Simulasi Algoritma *Backpropagation* dengan fungsi “*trimf*”, dengan jumlah MF [3 3 3], fungsi MF *output* adalah tipe “*constant*”



Gambar 8. Training *Trimf* Dengan Algoritma Backpropagation

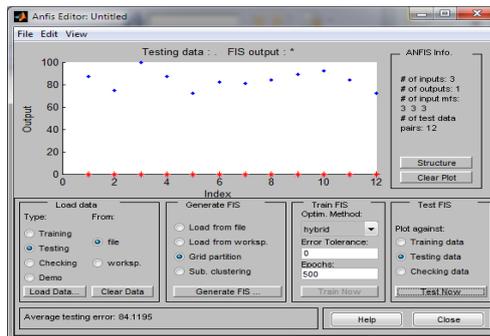
Pada gambar diatas menunjukkan terjadinya proses pembelajaran untuk simulasi metode *backpropagation* dengan fungsi keanggotaan “*trimf*”. Nilai kwadrat rata-rata RMSE = 82,4433.

Tahap Testing FIS (Tahap Validasi FIS)

Langkah selanjutnya memvalidasi data FIS.

Tahap Testing FIS Hybrid *trimf*

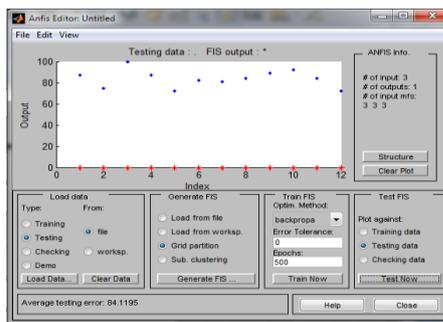
Tahap Testing FIS Hybrid *trimf*



Gambar 9. Testing *Trimf* Dengan Algoritma *Hybrid*

Pada gambar 9. Menunjukkan terjadinya proses pembelajaran untuk simulasi metode *hybrid* dengan fungsi keanggotaan “*trimf*”. Dan setelah diuji validasi *testing* data dengan epoch 500 dihasilkan kesalahan kwadrat rata-rata RMSE = 84.1195.

Tahap Testing FIS *Backpropagation trimf*



Gambar 10. Testing *Trimf* Dengan Algoritma *Backpropagation*

Pada gambar diatas menunjukkan terjadinya proses pembelajaran untuk simulasi metode dengan fungsi keanggotaan “*trimf*”. Dan setelah diuji validasi *testing* data dengan epoch 500 dihasilkan kesalahan kwadrat rata-rata RMSE = 84.1195.

Hasil Pengujian Simulasi ANFIS

Berdasarkan simulasi ANFIS yang dilakukan, maka didapatkan hasil simulasi berdasarkan metode yang digunakan, yaitu metode *Hybrid* dan *Backpropagation*, dan juga berdasarkan kategori variabel dari tipe MF (*Membership Function*).

Tabel 1. Perbandingan RMSE Data Training dengan Data Testing

Membership Function	RMSE (Root Mean Squares Error)			
	Data Training		Data Testing	
	Hybrid	Backpropagation	Hybrid	Backpropagation
Trimf	0.00013099	82.4433	84.1195	84.1195
Trapmf	7.5809e-005	82.3122	84.1195	84.1195
Gbellmf	8.389e-005	81.6797	84.1195	84.1195
Gaussmf	0.0001286	81.3687	84.1195	84.1195

Pada tabel diatas menunjukkan perbandingan RMSE untuk kedua metode yaitu *Hybrid* dan *Backpropagation* pada proses pembelajaran (*training*) dan proses validasi (*testing*).

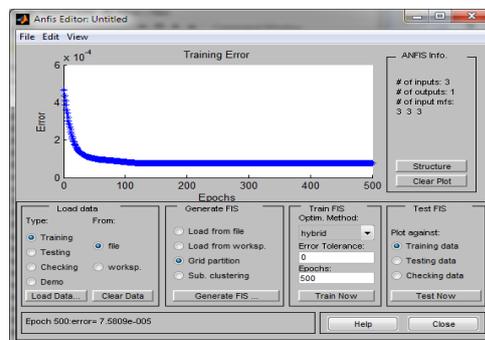
RMSE terendah pada proses pembelajaran yaitu $7.5809e-005$ dengan fungsi keanggotaan *trmf* dengan fungsi keanggotaan *trimf*, *trapmf*, *gbellmf* dan *gaussmf* dan metode *hybrid* dan *backpropagation*.

Interpretasi

Model Proses Pembelajaran (Training)

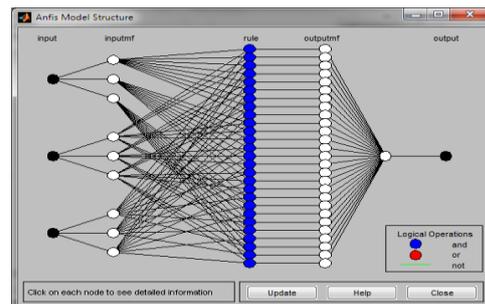
Berdasarkan perbandingan RMSE (*Root Mean Square Error*) proses pembelajaran (*training*) pada tabel 4.1. metode yang paling optimal untuk kasus ini adalah:

- Algoritma Pembelajaran: Metode *Hybrid*
- Tipe Membership Function (MF): *trmpmf*
- Epoch: 500
- Error tolerance*: 0
- Parameter *Input*: (3 3 3)
- Terdiri dari 81 rule



Gambar 11. Model Pembelajaran (*Training*) RMSE Terendah

Pada gambar 11 menunjukkan bahwa model pembelajaran (*training*) terdapat pada metode *Hybrid* dengan tipe *membership fuction trmpmf*. dengan menghasilkan error = $7.5809e-005$.



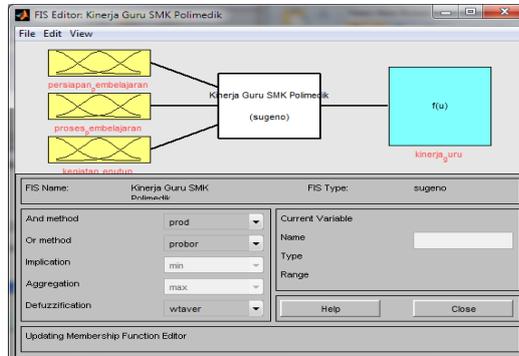
Gambar 12. Model Structure Pembelajaran (*Training*)

Pada gambar diatas menunjukkan neuron ANFIS yang terdiri dari 3 masukan dan satu keluaran dan 27 rules. Data yang telah diproses tersebut disimpan dalam bentuk fis dengan nama file kinerja_guru_SMK_Polimedik.fis. Untuk menyimpan hasil olahan data tersebut pilih File-Export-ToFile agar lebih permanen. Untuk menampilkan FIS data ketikkan:>> fuzzy nama_file.fis pada command yang ada di matlab.

Contoh: fuzzy kinerja_guru_SMK_Polimedik.fis

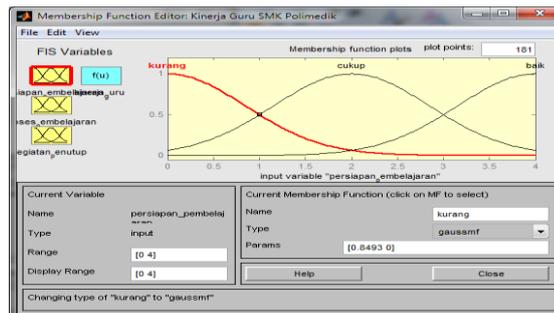
Kemudian akan muncul jendela FIS editor seperti gambar 4.21. Jendela FIS

Editor digunakan untuk memperjelas FIS hasil training ANFIS. Kotak berwarna kuning menunjukkan parameter masukan, kotak putih menunjukkan rule ANFIS, dan kotak hijau menunjukkan keluaran.



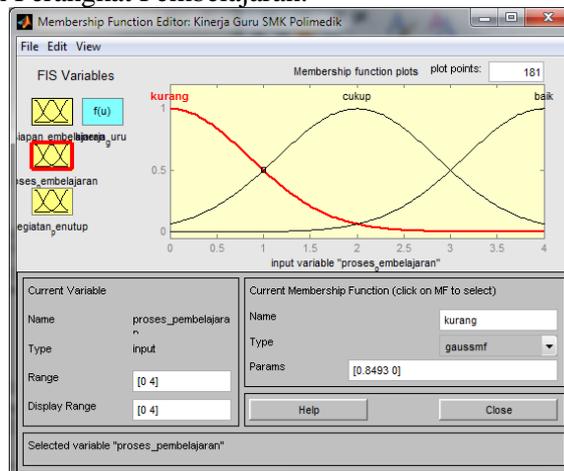
Gambar 13. FIS Editor Pembelajaran (*Training*)

Pada gambar 13 merupakan bentuk FIS editor pembelajaran (*training*). Double klik pada masing-masing parameter untuk menampilkan editor fungsi keanggotaan. Selanjutnya akan muncul *membership function plots* seperti gambar 14.



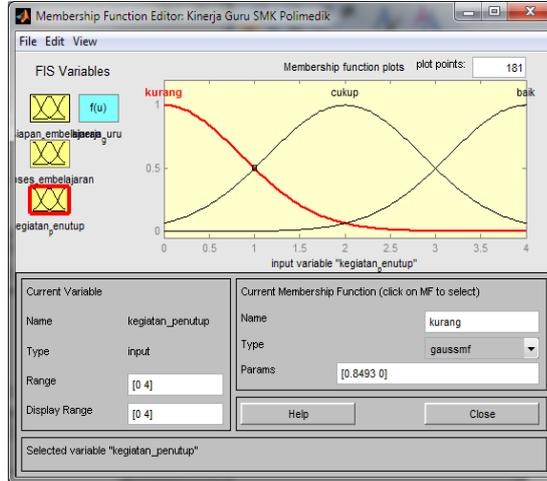
Gambar 14. *Membership Function Editor* Pembelajaran (*Training*) Persiapan Perangkat Pembelajaran

Pada gambar 14 merupakan bentuk *Membership Function Editor* Pembelajaran (*Training*) Persiapan Perangkat Pembelajaran.



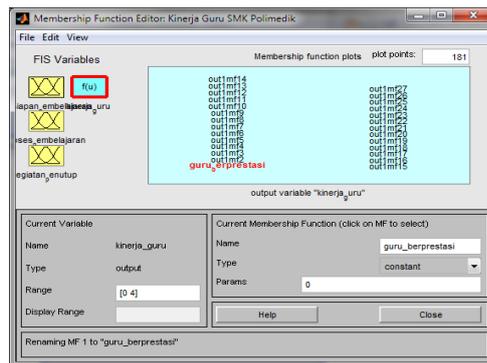
Gambar 15. *Membership Function Editor* Pembelajaran (*Training*) Proses Pembelajaran

Pada gambar 15. merupakan bentuk *membership function* editor pembelajaran (*training*) proses pembelajaran.



Gambar 16. *Membership Function Editor* Pembelajaran (*Training*) Kegiatan Penutup

Pada gambar 16 merupakan bentuk *membership function* editor pembelajaran (*training*) kegiatan penutup.

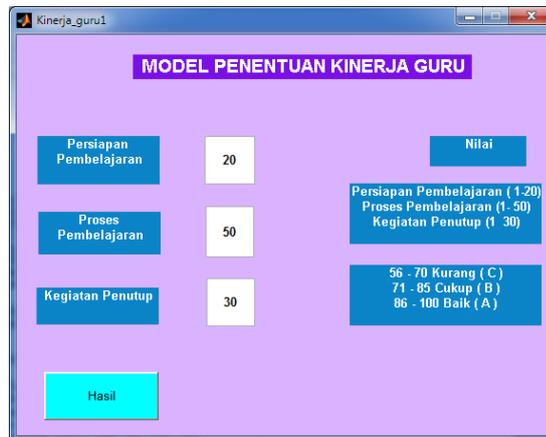


Gambar 17. *Membership Function Editor* Pembelajaran (*Training*) Penilaian Guru Berprestasi

Pada gambar 17 merupakan *membership function editor* pembelajaran (*Training*) Guru Berprestasi.

GUI (Graphical User Interface)

Tampilan dari Model Penentuan Kinerja Guru Berbasis Adaptive Neuro Fuzzy Inference ini menggunakan *software* Matlab R2009b, dengan *output* Guru memiliki kinerja baik dan Guru memiliki kinerja tidak baik. Rule yang dipakai adalah dari rule ANFIS dengan fungsi logika AND. Tampilan dari Model Penentuan Kinerja Guru Berbasis Adaptive Neuro Fuzzy Inference terlihat pada gambar berikut.



Gambar 18. Tampilan GUI Model Penentuan Kinerja Guru

Rancangan Sistem Pengujian Data

Untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang dibuat memiliki suatu standar minimal kualitas, maka metoda yang akan dipakai untuk pengukuran perangkat lunak secara kuantitatif pada penelitian ini adalah dengan metoda SQA (*Software Quality Assurance*).

Tabel 2 *Metric of Software Quality Assurance*

No	Metrik	Deskripsi	Bobot
1	Auditability	Memenuhi standar atau tidak	0,1
2	Accuracy	Keakuratan komputasi	0,15
3	Completeness	Kelengkapan	0,1
4	Error Tolerance	Toleransi terhadap kesalahan	0,1
5	Execution Efficiency	Kinerja eksekusi	0,1
6	Operability	Kemudahan untuk dioperasikan	0,15
7	Simplicity	Kemudahan untuk difahami	0,15
8	Training	Kemudahan pembelajaran fasilitas	0,15

Tabel 2 di atas merupakan 8 kriteria yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas sebuah perangkat lunak secara kuantitatif. Dari 8 komponen tersebut akan dibuat pertanyaan untuk angket yang akan disebar kepada 5 orang pengamat yang merupakan *user* yang diambil secara acak.

Tabel 3 Hasil Evaluasi Software Quality Assurance

User	Nilai Metrik								Nilai
	1	2	3	4	5	6	7	8	
#1	80	85	76	78	90	88	85	75	82,35
#2	87	87	95	75	87	90	93	82	87,2
#3	87	83	83	80	85	95	95	83	86,9
#4	85	92	80	80	87	92	85	75	84,8
#5	79	90	78	80	85	85	90	80	83,95
Rata-rata									85,04

Tabel diatas merupakan hasil angket yang dilakukan pada 5 orang pengamat yang berperan sebagai *user* dan diambil secara acak.

$$\begin{aligned} \text{Skor} &= (\langle \text{NilaiAuditability} \rangle * 0.1) + (\langle \text{NilaiAccuracy} \rangle * 0.15) + \\ & (\langle \text{NilaiCompleteness} \rangle * 0.1) + (\langle \text{NilaiErrorTolerance} \rangle * 0.1) + \\ & (\langle \text{NilaiExecutionEfficiency} \rangle * 0.15) + (\langle \text{NilaiOperability} \rangle * 0.15) + \\ & (\langle \text{NilaiSimplicity} \rangle * 0.15) + (\langle \text{NilaiTraining} \rangle * 0.15) \\ \text{User 1} &= (80 * 0.1) + (85 * 0.15) + (76 * 0.1) + (78 * 0.1) + (90 * 0.1) + (88 * 0.15) + (85 * 0.15) \\ & + (75 * 0.15) \\ & = 8 + 12.75 + 7.6 + 7.8 + 9 + 13.2 + 12.75 + 11.25 \\ & = 82.35 \end{aligned}$$

Perhitungan rata –rata skor pada semua user

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Total Skor}}{\text{Jumlah user}} \\ &= \frac{82.35 + 87.2 + 86.9 + 84.8 + 83.95}{5} \\ &= 85.04 \end{aligned}$$

Nilai yang didapat dari hasil kuesioner dengan matric SQA adalah 85.04. sedangkan nilai optimal untuk sebuah perangkat lunak yang memenuhi standar kualitas berdasarkan uji SQA adalah 80. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kualitas perangkat lunak penentuan kinerja guru ini cukup baik.

Sedangkan salah satu metoda untuk pengukuran kualitas perangkat secara kualitatif yaitu:

Tabel 4. Hasil Evaluasi Penilaian Kualitas Perangkat Lunak

No	Metrik	Standar Penilaian
1.	Auditability	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baik, jika aplikasi ini memenuhi standard kebutuhan 2. Cukup, jika aplikasi ini mampu memenuhi standard kebutuhan 3. Tidak baik, jika aplikasi ini tidak mampu memenuhi standard kebutuhan
	Accuracy	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baik, jika aplikasi ini menghasilkan ketepatan perhitungan dan kontrol 2. Cukup, jika aplikasi ini memiliki perbedaan ketepatan perhitungan dan kontrol 3. Tidak baik, jika implementasi tidak lengkap dan fungsi yang dibutuhkan belum tercapai
	Completeness	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baik, jika implementasi lengkap dan fungsi yang dibutuhkan telah tercapai. 2. Cukup, jika implementasi cukup lengkap dan fungsi yang dibutuhkan belum tercapai. 3. Tidak baik, jika implementasi tidak lengkap dan fungsi yang dibutuhkan belum tercapai
	Error Tolerance	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baik, jika menemukan kesalahan mudah dan peluang perbaikan perangkat lunak oleh pengguna terbuka lebar 2. Cukup, jika kesalahan ditemukan dan perbaikan dapat dilakukan akan tetapi oleh pihak pengembang perangkat lunak 3. Tidak baik, jika kesalahan ditemukan dan perbaikan sulit dilakukan
	Execution Efficiency	<ol style="list-style-type: none"> 1. Baik, jika aplikasi ini memiliki performa run- time yang baik 2. Cukup, jika aplikasi ini memiliki performa run- time

		yang baik 3. Tidak Baik, jika aplikasi ini memiliki performa <i>run-time</i> yang tidak baik
	Operability	1. Baik, jika mengoperasikan aplikasi ini mudah dilakukan 2. Cukup, jika mengoperasikan aplikasi ini rumit 3. Tidak baik, jika mengoperasikan aplikasi ini sukar
	Simplicity	1. Baik, jika aplikasi ini mudah untuk dipahami 2. Cukup, jika aplikasi ini rumit untuk dipahami 3. Tidak baik, jika aplikasi ini sukar untuk dipahami
	Training	1. Baik, jika aplikasi ini dapat membantu user yang baru dalam penerapan sistem 2. Cukup, jika aplikasi ini cukup rumit membantu user yang baru dalam penerapan sistem 3. Tidak baik, jika aplikasi ini sukar membantu user yang baru dalam penerapan sistem

Tabel-5. Hasil Evaluasi Penilaian Kualitas Perangkat Lunak

User	Metrik								Hasil
	1	2	3	4	5	6	7	8	
#1	Baik	Cukup	Baik	Baik	Cukup	Baik	Baik	Baik	Baik
#2	Baik	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup
#3	Cukup	Baik	Cukup	Cukup	Cukup	Baik	Cukup	Baik	Cukup
#4	Cukup	Baik	Baik	Baik	Baik	cukup	Baik	Baik	Baik
#5	Baik	Baik	Cukup	Cukup	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik

Berdasarkan tabel diatas hasil evaluasi penilaian kualitas perangkat lunak maka dapat diketahui bahwa dari 5 responden dengan 8 variabel penelitian, maka dapat diketahui bahwa dari 5 responden dengan 8 variabel penelitian, 3 diantaranya memperoleh nilai baik dan 2 responden penelitian memperoleh nilai cukup. Jika demikian maka secara umum aplikasi ini memiliki kualitas baik sehingga layak digunakan sebagai perangkat lunak untuk penentuan kinerja guru.

Implikasi Penelitian Aspek Sistem

Agar dapat mendukung hasil penelitian, perlu adanya kesiapan sistem yang berjalan dengan baik. Hal ini dilakukan agar sistem dapat memberikan dukungan hasil keputusan untuk pimpinan, yaitu kepala sekolah SMK Polimedik Depok. Hasil yang diberikan oleh sistem adalah penentuan kinerja guru. Sistem yang digunakan harus mendukung untuk memberikan hasil yang terbaik.

a. Hardware

Hardware sudah memenuhi standar agar sistem yang akan diterapkan dapat berjalan dengan baik.

b. Software

Software yang digunakan perlu dikembangkan agar sesuai dengan sistem yang akan diterapkan nantinya dengan *GUI application*.

c. Infrastruktur

Infrastruktur teknologi yang ada harus tersedia maksimal untuk mendukung sistem. Infrastruktur yang kuat dan realible sangat dibutuhkan agar hasil yang maksimal.

Aspek Manajerial

Berdasarkan hasil penerapan dari sistem dapat dibuatkan SOP (*Standart Operating Procedures*), kemudian dibuatkan pelatihan dan disosialisasikan sehingga dapat diterapkan langsung pada semua sekolah.

Sumber Daya Manusia

Berdasarkan pengamatan bahwa SDM yang ada saat ini kualitasnya masih sangat kurang. Oleh karena itu perlu pembinaan (*develop people*) untuk mengembangkan kemampuan SDM yang ada. Pembinaan tersebut dapat dilakukan melalui:

1. SMK Polimedik Depok sebaiknya mengadakan *workshop* yang diikuti oleh guru yang ada di SMK Polimedik Depok, sehingga seluruh guru memiliki kompetensi dalam mengajar.
2. SMK Polimedik Depok perlu mengadakan studi banding ke instansi lain.
3. Diperlukan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang mengatur tata laksana operasional bidang Teknologi Informasi.

Aspek Penelitian Lanjut

Penelitian ini masih ada kekurangannya, oleh karena itu hasil penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut penelitian berikutnya dengan melibatkan variabel yang lain atau dikembangkan pada unit manajemen yang lain. Penelitian ini juga dapat disesuaikan dengan kondisi dan situasi yang ada serta diuji rutin setiap ada perubahan.

PENUTUP

Dalam penulisan proposal tesis yang berjudul Model Penentuan Kinerja Guru Berbasis *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*: Studi Kasus Sekolah Menengah Kejuruan Polimedik Depok penulis menyimpulkan:

1. Penentuan Kinerja Guru pada SMK Polimedik berdasarkan hasil Supervisi Standar Penilaian yang dilakukan oleh sekolah SMK Polimedik.
2. Variabel dalam penentuan kinerja guru adalah persiapan / perangkat pembelajaran, proses pembelajaran dan kegiatan penutup dengan menggunakan 20 kriteria penilaian dalam menentukan keputusan.
3. 20 kriteri yang dijadikan acuan dalam penentuan kinerja guru ini mempunyai himpunan fuzzy yaitu KURANG, CUKUP BAIK.
4. Penelitian ini akan menggunakan pendekatan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*. Dimana data yang sudah diperoleh kemudian akan dimasukkan sebagai *input* dari *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*, berdasarkan data tersebut maka sistem ANFIS yang dibangun akan menghasilkan suatu model yang karakteristiknya mendekati sifat-sifat sistem. Berdasarkan pasangan data *input-output* yang dimasukkan ke dalam ANFIS, maka akan dihasilkan sebuah FIS (*Fuzzy Inference System*). ANFIS akan melakukan proses pembelajaran terhadap data yang ada guna memperoleh model yang paling mendekati, berdasarkan data yang dimasukkan ke dalam sistem ANFIS. Setelah menghasilkan sebuah model, maka model akan diuji validasinya terhadap kriteria model yang dikehendaki. Tujuan dari proses ini adalah untuk melihat seberapa jauh keberhasilan ANFIS melakukan pemodelan sistem.. ANFIS melakukan validasi model ini dengan cara membandingkan *output* dari data yang telah dilakukan proses pembelajaran, dengan kumpulan data lain yang tidak dilakukan proses pembelajaran, selain itu ketiga kumpulan data tersebut *saling bebas satu sama lain*, sehingga perbandingan tadi akan menghasilkan "error" yang dapat dijadikan ukuran tingkat keberhasilan model ini. Semakin kecil tingkat *error*, maka semakin baik model tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Eng. Agus Naba. 2009. **Belajar Cepat Fuzzy Logic menggunakan Matlab**. Andi Offset Yogyakarta.
- Bagus Fatkhurrozi, M. Aziz Muslim, Didik R. Santoso. 2002. **Penggunaan *Artificial Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dalam Penentuan Status Aktivitas Gunung Merapi**. Malang, Widya Gama Malang.
- Dhian Yusuf Al-Afghani. 2013. **Kajian Penerapan Anfis: Studi Kasus Supervisi Guru Pada Smk Negeri 8 Kota Bekasi Dan Smk Malaka Jakarta**. Jakarta STMIK Nusa Mandiri.
- Eny Priani. 2013. **Prototipe Sistem Penilaian Siswa Terhadap Penerimaan Materi Ajar Mata Pelajaran TIK dengan Pendekatan Logika Fuzzy Mamdani: Studi Kasus SMA Negeri 23 Jakarta**. STMIK Nusa Mandiri.
- Fausett, Laurene V. 1993. **Fundamentals of Neural Network: Architectures, Algorithms and Applications**. New Jersey: Prentice Hall.
- Prabowo Pudjo Widodo dan Handayanto Rahmadya Trias. 2012. **Penerapan *Soft Computing Dengan Matlab* Rekayasa Sains**, Bandung.
- Prabowo Pudjo Widodo & Trias-Handayanto, Rahmadya, Herlawati. 2013. **Penerapan *Data Mining dengan Matlab***. Bandung: Rekayasa Sains.
- Sri Kusumadewi. 2002. **Analisis Desain Sistem Fuzzy menggunakan Tool Box Matlab, Edisi ke-1**. Graha Ilmu Yogyakarta.
- Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo. 2010. **Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan, Edisi ke-2**. Graha Ilmu Yogyakarta.
- Sri Kusumadewi dan Hartati Sri. 2010. **Neuro Fuzzy Integrasi System Fuzzy Dan Jaringan Syaraf**. Graha Ilmu Yogyakarta.
- Susy Rosyida. 2013. **Model Penduga Penentuan Guru Berprestasi Menggunakan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*: Studi Kasus SLB Negeri 7 Jakarta**. Jakarta STMIK Nusa Mandiri.