

PENENTUAN KINERJA PELAYANAN PDAM MENGGUNAKAN FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) METODE MAMDANI

Anggi Puspitasari¹, Mochamad Wahyudi²

Program Studi Magister Ilmu Komputer

Sekolah Tinggi Manajemen dan Informatika Nusa Mandiri (STMIK Nusa Mandiri)

Jl. Damai No. 8, Warung Jati Barat (Margasatwa), Jakarta Selatan

anggi.apr@bsi.ac.id¹, wahyudi@nusamandiri.ac.id²

Abstrak

Air bersih adalah kebutuhan yang sangat mendasar dalam melaksanakan aktifitas untuk masyarakat di perkotaan maupun di pedesaan yang berdampak langsung pada kesehatan dan kesejahteraan fisik, sosial dan ekonomi masyarakat. PDAM merupakan salah satu unit usaha milik daerah yang bergerak dalam distribusi air untuk masyarakat umum yang terdapat di setiap propinsi dan kabupaten. Kinerja Pelayanan PDAM adalah komponen yang penting guna mengetahui baik tidaknya pelayanan yang diberikan PDAM kepada para pelanggan. Kriteria pelayanan PDAM adalah cakupan pelayanan teknis, pertumbuhan pelanggan, tingkat penyelesaian pengaduan, dan Kualitas air pelanggan. Kriteria-kriteria ini akan dimasukkan ke dalam variabel-variabel sistem fuzzy dengan menggunakan metode Mamdani, sehingga penentuan kinerja Pelayanan PDAM dapat ditentukan apakah pelayanan PDAM tersebut baik, cukup dan tidak baik. Menggunakan metode Mamdani di dapatkan hasil dari 55 PDAM terdapat 16 PDAM dengan kinerja Pelayanan PDAM tidak baik, 21 PDAM dengan kinerja Pelayanan PDAM Cukup, serta terdapat 17 kinerja Pelayanan PDAM baik.

Kata kunci: *Fuzzy Inference System, Metode Mamdani, PDAM*

Abstract

Clean water is a basic necessity in carrying out activities for the public in urban and rural that have a direct impact on the health and physical well-being, social and economic community. PDAM is one of the business unit belongs to an area that is engaged in the distribution of water to the public is found in every province and district. Performance is an important component of the PDAM in order to find out whether or not a given service to its customers. The criteria service of PDAM there are Scope of the technical services, Customer growth, the Level of resolution of the complaint, and the Quality of the customers waters. These criteria will be entered into the fuzzy system variables by using Mamdani methode, thus determining the performance PDAM can be determined if the PDAM service performance good, good enough and not good. Result by using Mamdani method from 55 service performance PDAM, there are 16 PDAM with not good Service performance, 21 PDAM with good enough service performance, and there are 17 PDAM with good service performance.

Key: *Fuzzy Inference System, Mamdani Methode, PDAM.*

I. PENDAHULUAN

Air bersih adalah kebutuhan yang sangat mendasar dalam melaksanakan aktifitas untuk masyarakat di perkotaan maupun di pedesaan yang berdampak langsung pada kesehatan dan kesejahteraan fisik, sosial dan ekonomi masyarakat. Air bersih bisa didefinisikan sebagai air yang memenuhi kebutuhan baku mutu air bersih yang berlaku. Semakin berkembangnya suatu kota, maka semakin tinggi juga tingkat akan konsumsi air bersih. Perkembangan ini menyebabkan pemerintah tingkat kota dituntut untuk menyediakan kebutuhan masyarakat akan air bersih dengan pelayanan yang baik.

PDAM merupakan salah satu unit usaha milik daerah yang bergerak dalam distribusi air bersih dan merupakan perusahaan daerah sebagai penyedia air bersih untuk masyarakat umum yang terdapat di setiap propinsi dan kabupaten, dan kinerjanya dinilai oleh Badan Pendukung Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (BPPSPAM) dibawah tanggung jawab Direktorat Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum pada Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Kinerja Pelayanan PDAM merupakan salah satu komponen yang dinilai, guna melihat baik tidaknya pelayanan yang diberikan PDAM kepada para pengguna jasa layanan air bersih (pelanggan). Kriteria penentuan kinerja pelayanan PDAM memiliki lebih dari satu kriteria, hal ini membuat hasil penentuan sulit untuk ditentukan, apakah hasil penentuan pelayanan PDAM tidak baik, cukup atau baik. Oleh karena itu, kesulitan dalam penentuan kinerja PDAM dapat diaplikasikan dalam suatu sistem *fuzzy* yang disusun dari variable-variabel yang didapat dari kriteria penentuan kinerja pelayanan. Pendekatan dengan menggunakan *fuzzy logic* berdasarkan kepada *rule* yang nantinya dibuat pada sistem tersebut. Dalam penelitian ini akan dibuat aplikasi penentuan kinerja pelayanan PDAM dengan menerapkan variabel-variabel yang ada penentuan PDAM yaitu *fuzzy inference system (FIS)* dengan menggunakan metode Mamdani.

1.1 Masalah Penelitian

Penentuan kinerja PDAM terdiri atas beberapa kriteria, dengan banyaknya kriteria membuat sulit mendapatkan hasil akhir yang akurat dari perhitungan kinerja pelayanan PDAM. Sehingga menyebabkan kesulitan untuk mengambil langkah-langkah apa saja yang akan diambil PDAM kedepannya dalam meningkatkan kinerja pelayanan terhadap pelanggan.

1.2 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, permasalahan akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini studi kasus yang diambil yaitu kinerja pelayanan PDAM dengan analisa pada kriteria penentuan kinerja pelayanan PDAM dengan menggunakan kriteria berupa cakupan pelayanan teknis, pertumbuhan pelanggan, tingkat penyelesaian pengaduan, dan kualitas air pelanggan
2. Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah analisa penentuan kinerja pelayanan pelanggan dengan metode mamdani pada *fuzzy inference system*

1.3 Rumusan Masalah

Dari indentifikasi dan batasan masalah diatas maka dapat disimpulkan rumusan masalah adalah bagaimana menganalisa penentuan kinerja pelayanan PDAM dengan *fuzzy inference system* Metode Mamdani ?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan rekomendasi pada analisa kriteria penentuan kinerja pelayanan PDAM sehingga dapat digunakan untuk penentuan pelayanan PDAM.

II. KAJIAN LITERATUR

2.1 Tinjauan Pustaka

1. Kinerja

Menurut Zudia (2010), Kinerja adalah penentuan secara periodik efektivitas operasional organisasi, bagian organisasi dan karyawannya berdasarkan sasaran, standar dan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Pengukuran kinerja merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi suatu organisasi. Pengukuran tersebut antara lain dapat dipergunakan untuk menilai keberhasilan organisasi dan dapat digunakan sebagai dasar menyusun system imbalan atau sebagai dasar penyusunan strategi perusahaan atau organisasi.

2. Pelayanan

Menurut Kotler (2002:83) definisi pelayanan adalah setiap tindakan atau kegiatan yang dapat ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain, yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak mengakibatkan kepemilikan apapun. Produksinya dapat dikaitkan atau tidak dikaitkan pada satu produk fisik. Pelayanan merupakan perilaku produsen dalam rangka memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen demi tercapainya kepuasan pada konsumen itu sendiri.

3. PDAM

Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri No.7 Tahun 1998 adalah Perusahaan Daerah Air Minum selanjutnya disingkat PDAM adalah :

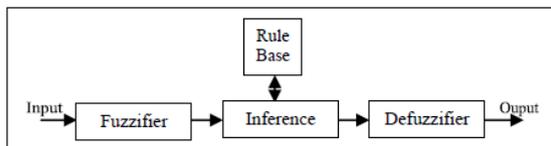
1. Perusahaan Milik Pemerintah Daerah yang bergerak dalam bidang pelayanan air minum.
2. Kepala Daerah adalah Gubernur Kepala Daerah Tingkat I atau Bupati/Walikota/madya Kepala Daerah Tingkat II;
3. Pengelolaan PDAM adalah kegiatan pengawasan dan manajemen yang dilakukan oleh pengurus terhadap PDAM;
4. Jasa produksi adalah bagian dari laba bersih PDAM yang ditetapkan sebagai jasa produksi.

4. Logika fuzzy

Menurut Budiharto (2008,p.164) Logika fuzzy merupakan "logika samar yang berhadapan langsung dengan konsep kebenaran sebagian, bahwa logika klasik dalam segala hal dapat diekspresikan dengan binary 0 atau 1 sementara logika fuzzy dimungkinkan adanya nilai antara 0 sampai dengan 1.

Kusrini (2008,p.27) menerangkan bahwa "konsep logika fuzzy diperkenalkan pertama kali oleh Prof. Lotfi Zadeh seorang profesor University of California di Berkeley sekitar tahun 1965, Prof. Lotfi Zadeh berpendapat bahwa logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti sedikit, lumayan dan sangat.

Cara kerja fuzzy inference system digambarkan sebagai berikut :



Sumber : Ahmed, Ebrahim Barakat, Ebrahim Awad (2011)

Gambar 2.1 Struktur fuzzy inference sistem

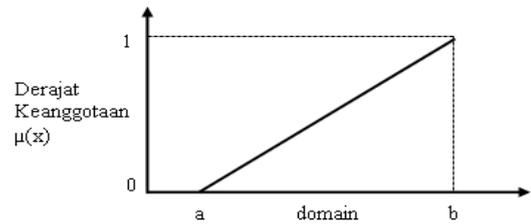
Struktur fuzzy terdiri atas input, fuzzy variabel, mesin inferensi yang di dalamnya terdapat aturan-aturan untk mesin (system) inferensi dan defuzzyfikasi sehingga menghasilkan output.

5. Fungsi pada fuzzy logic

Macam-macam fungsi yang biasa digunakan dalam fuzzy menurut Widodo dan Handayanto (2012,p.38) antara lain :

1. Representasi Linier
Representasi linier digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana tetapi mendekati suatu konsep yang tidak jelas. Ada dua keadaan himpunan fuzzy yang linier.

1. Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju nilai domain yang lebih tinggi.



Sumber :Widodo (2012, p.39)

Gambar : 2.2 Representasi Kurva Linier Naik

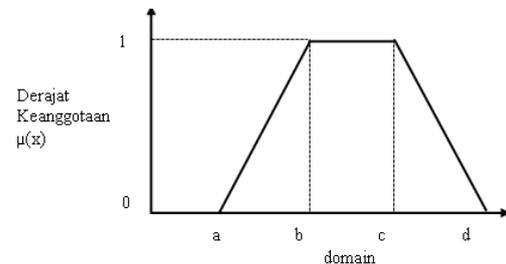
2. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai yang lebih rendah



Sumber : Widodo (2012, p.41)

Gambar : 2.3 Representasi Kurva Linier Turun

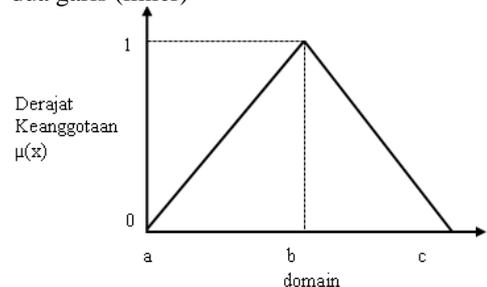
3. Kurva Trapesium
Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan.



Sumber : Widodo (2012, p.44)

Gambar : 2.4 Representasi Kurva Trapesium

4. Representasi Kurva Segitiga
Kurva segitiga merupakan gabungan antara dua garis (linier)

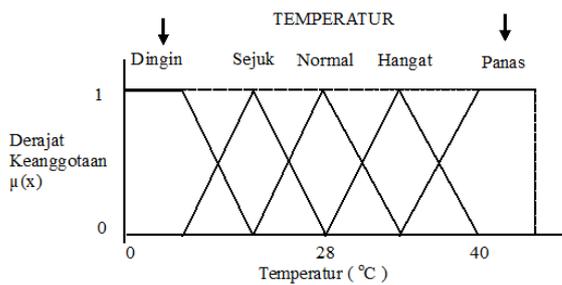


Sumber : Widodo (2012, p.42)

Gambar : 2.5 Representasi Kurva Segitiga

5. Representasi Kurva Bahu

Daerah yang terletak di tengah–tengah suatu variabel yang di representasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun. Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Himpunan *fuzzy* bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*.



Sumber : Widodo (2012, p.46)

Gambar : 2.6 Daerah kurva bahu pada variabel temperatur

6. Matlab Toolbox R2010

Menurut Ramza dan Yohanes (2010,p.1) Matlab merupakan ”sebuah bahasa pemrograman dengan sistem interaktif dimana banyak masalah perhitungan dapat diselesaikan pada waktu yang singkat serta perhitungan tersebut dapat ditulis ke dalam Bahasa Fortran atau bahasa C.”

MATLAB (*Matrix Laboratory*) merupakan suatu bahasa pemrograman lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk dari matriks. Pada awalnya, program ini merupakan antar muka untuk koleksi rutin-rutin numerik dari proyek LINPACK dan EASTPACK. MATLAB awalnya dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman FORTRAN, namun sekarang ini sudah merupakan produk komersial dari perusahaan **Mathworks.Inc** yang dalam perkembangan selanjutnya dikembangkan menggunakan bahasa C++ dan Assembler (terutama untuk fungsi-fungsi dasar).

Fuzzy logic dalam *toolbox Matlab* memberikan fasilitas *Graphical User Interface* (GUI) untuk mempermudah dalam membangun suatu sistem *fuzzy*. Ada lima GUI tools yang dapat digunakan untuk membangun, mengedit, dan mengobservasi sistem penalaran *fuzzy*, Widodo dan Handayanto (2012,p.10) yaitu:

1. *FuzzyInference system (FIS) Editor*
2. *Membership Function editor*
3. *Rule Editor*
4. *Rule Viewer*
5. *Surface Viewer*

Pada intinya MATLAB merupakan sekumpulan fungsi-fungsi yang dapat dipanggil dan dieksekusi. Fungsi-fungsi tersebut dibagi-bagi

berdasarkan kegunaannya yang dikelompokkan didalam *toolbox-toolbox* yang ada pada MATLAB. *Toolbox* merupakan kumpulan koleksi dari fungsi-fungsi MATLAB (M-files) yang memperluas lingkungan MATLAB untuk memecahkan masalah-masalah tertentu. *Toolbox-toolbox* yang tersedia pada MATLAB antara lain:

1. *Signal Processing Toolbox*
2. *Control Systems Toolbox*
3. *Neural Networks Toolbox*
4. *Fuzzy Logic Toolbox*
5. *Wavelets Toolbox*
6. *Simulation Toolbox*
7. *Image Processing Toolbox*

MATLAB juga memiliki sifat *extensible*, dalam arti bahwa pengguna dari MATLAB dapat membuat suatu fungsi baru untuk ditambahkan ke dalam *library* jika fungsi-fungsi *built-in* yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu.

7. Metode Mamdani

Metode ini sering dikenal juga sebagai metode Max-Min. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output* dengan metode Mamdani maka diperlukan Empat (4) tahapan sebagai berikut (Kusumadewi, 2010):

1. Fuzzifikasi

Tahapan di mana variabel masukan maupun keluaran terdiri atas satu atau lebih himpunan fuzzy. Selanjutnya derajat keanggotaan masing-masing variabel ditentukan, sehingga akan didapatkan nilai linguistiknya. Dengan cara ini, setiap variabel masukan difuzzifikasikan.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Tahap di mana proses mendapatkan kesimpulan sebuah aturan IF-THEN dilakukan berdasarkan derajat kebenaran. Fungsi Implikasi yang digunakan pada metode ini adalah fungsi minimum, artinya menetapkan fungsi terkecil di antara dua atau lebih bilangan.

3. Komposisi

Tahap ini disebut juga dengan agregasi, adalah suatu proses untuk mengkombinasikan keluaran semua IF-THEN menjadi sebuah kesimpulan tunggal. Jika pada bagian kesimpulan terdapat lebih dari satu pernyataan, maka proses agregasi dilakukan secara terpisah untuk tiap variabel keluaran aturan IF-THEN. Agregasi semacam ini dijalankan dengan operasi logika *fuzzy OR*.

4. Penegeasan (defuzzy)

Tahapan defuzzy adalah tahapan di mana besaran *fuzzy* hasil dari sistem inferensi, diubah menjadi besaran tegas. Input dari

defuzzifikasi adalah suatu himpunan yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada *domain* himpunan *fuzzy* tersebut.

2.2 Tinjauan Studi

1. “Sistem Pendukung Keputusan dalam Menentukan Penilaian Kinerja Dosen Dengan Metode Fuzzy Mamdani “. Penelitian yang dilakukan oleh Sumiati, dkk (2013). Penelitian ini membahas menentukan kinerja dosen untuk melakukan penilaian terhadap dosen. Dalam metode ini ditentukan kriteria dari dosen yaitu Penguasaan materi, menjelaskan materi, menjawab pertanyaan materi, interaksi dengan mahasiswa, *performance*. Hasil dari penelitian ini adalah penilaian kinerja dosen sehingga dosen mendapatkan *reward*.
2. “ *Fuzzy Inference System* Mamdani untuk Penentuan Kredit Pada KPN Estika Dewata”. Penelitian yang dilakukan oleh I Made Budi Suwadnyana ,dkk. (2013). Penelitian ini membahas penentuan kelayakan pemberian kredit merupakan masalah yang bersifat samar (*fuzzy*) dikarenakan menentukan tidak bisa ditentukan secara pasti layak atau tidak. Hasil dari penelitian ini adalah layak atau tidaknya seseorang mendapatkan kredit.
3. “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Program Studi Di Universitas Mulawarman Menggunakan Metode Tsukamoto (Studi Kasus : Fakultas Mipa)” penelitian yang dilakukan oleh Hanis Setiawati Permatasari (2015) penelitian ini membahas sistem penunjang keputusan untuk membantu calon mahasiswa dalam memilih program studi di Fakultas MIPAYang disesuaikan dengan kemampuan dan minat mahasiswa yang bersangkutan. Sistem ini menggunakan metode Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto untuk mengolah nilai-nilai dari kriteria-kriteria yang telah ditentukan untuk memilih program studi di Fakultas MIPA dan kemudian hasil inferensi yang berupa angka akan digunakan untuk menentukan tingkat rekomendasi sistem kepada program studi yang akan dipilih.
4. “ *A Mamdani-Type Fuzzy Inference System To Automatically Assess Djikstra’s Algorithm Simulation*”. Penelitian ini membahas fuzzy inference sistem metode mamdani untuk mengautomatisasi simulasi pada algoritma Djikstra pada pelajaran graph. Penelitian ini dibuat oleh Gloria Sánchez-Torrubia, dkk. Hasil dari Penelitian ini adalah mendapatkan kemudahan pada simulasi algoritma djikstra pada *graph*.
5. “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Jurusan di Smu dengan Logika Fuzzy” penelitian yang dilakukan Hafsa dkk (2008) penelitian ini membahas Proses penentuan jurusan ini dengan cara mempertimbangkan kemampuan, bakat dan minat siswa terhadap suatu jurusan, dengan menggunakan logika fuzzy. Logika fuzzy berfungsi melakukan pemrosesan terhadap faktor kepastian dan ketidakpastian. Secara umum logika fuzzy dapat menangani faktor ketidakpastian secara baik sehingga dapat diimplementasikan pada proses pengambilan keputusan. Model logika fuzzy bekerja dengan menggunakan derajat keanggotaan dari sebuah nilai, kemudian digunakan untuk menentukan hasil yang diinginkan, berdasarkan aturan-aturan yang telah ditentukan. Sistem pendukung keputusan penjurusan siswa SMU ini dibangun dengan menggunakan Borland Delphi version 7.0 dan Microsoft Access 2003 sebagai databasenya, sehingga diharapkan dapat memberikan keputusan yang tepat dengan hasil yang terbaik dalam proses penentuan suatu jurusan

III.METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini penulis melakukan pengumpulan data sekunder yang berasal dari laporan PDAM Wilayah 1, Wilayah 2 dan Wilayah 3. PDAM Wilayah 1 meliputi propinsi NAD, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Kep.Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Bengkulu dan Lampung. Wilayah 2 meliputi propinsi Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur. Sedangkan untuk Wilayah 3 meliputi Propinsi Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Kalimantan Tengah, Bali, NTT, NTB, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tengah.

Selain itu penulis juga melakukan metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Penulis mengumpulkan datadan informasi melalui pengamatan dan pencatatan secara langsung dan sistematis terhadap objek penelitian yang berkaitan dengan proses penentuan kinerja pelayanan PDAM

2. Observasi

Penulis mengumpulkan data dan informasi melalui pengamatan dan pencatatan secara langsung dan sistematis terhadap objek penelitian yang berkaitan dengan proses penentuan kinerja pelayanan PDAM .

3.2 Metode Analisa

Penelitian ini menggunakan metode analisis dengan menggunakan logika fuzzy Mamdani. Berdasarkan data diatas maka diambil kesimpulan :

1. Variabel Fuzzy terdiri atas 4 variabel yaitu Cakupan pelayanan teknis (CPT), Pertumbuhan Pelanggan (PP), Tingkat Penyelesaian Pengaduan (TPP), dan Kualitas Air pelanggan (KAP).

Penentuan variabel yang digunakan sebagai penentuan kinerja pelayanan PDAM dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Variabel semesta pembicaraan

Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Keterangan
	CPT	[1, 5]	Angka Penentuan
	PP	[1, 5]	Angka Penentuan
	TPP	[1, 5]	Angka Penentuan
	KAP	[1, 5]	Angka Penentuan
Output	Hasil Kinerja	[4, 20]	Hasil Penentuan

2. Untuk himpunan fuzzy pada masing-masing variabel Himpunan fuzzy pada masing-masing variabel adalah

1. Cakupan pelayanan teknis : Sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi
2. Pertumbuhan pelanggan : Sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi
3. Tingkat Penyelesaian aduan : Sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi
4. Kualitas air Pelanggan : Sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi

Berikut tabel himpunan fuzzy kinerja pelayanan PDAM

Tabel 3.2 Tabel Himpunan Fuzzy Kinerja Pelayanan PDAM

Notasi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
a	CPT	SgtRendah	[0,1]
		Rendah	[1, 2]
		Sedang	[2, 3]
		Tinggi	[3,4]
		SgtTinggi	[4,5]
b	PP	SgtRendah	[0,1]
		Rendah	[1, 2]
		Sedang	[2, 3]
		Tinggi	[3,4]
		SgtTinggi	[4,5]
c	TPP	SgtRendah	[0,1]
		Rendah	[1, 2]
		Sedang	[2, 3]
		Tinggi	[3,4]
		SgtTinggi	[4,5]
d	KAP	SgtRendah	[0,1]
		Rendah	[1, 2]
		Sedang	[2, 3]
		Tinggi	[3,4]
		SgtTinggi	[4,5]
x	Hasil Kinerja	Tidak Baik	[4,9]
		Cukup	[9,14]
		Baik	[15, 20]

Tabel 3.2 merupakan tabel dari himpunan fuzzy kinerja pelayanan PDAM di mana masing-masing variabel memiliki nilai range yaitu untuk sgtRendah (0,1), rendah (1,2) sedang (2,3), tinggi (3,4) dan sangat tinggi (4,5)

IV. PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kebutuhan Input

Tahap analisa data menggunakan *Fuzzy Inference System* Model Mamdani secara detail diuraikan sebagai berikut:

- a. Implementasi:

Proses *fuzzifikasi* berfungsi untuk mengubah masukan-masukan (input) dengan nilai kebenaran yang bersifat pasti (*crisp input*) ke dalam bentuk *fuzzy input*. Perincian data input dan output dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Variabel kriteria pelayanan PDAM

Fungsi	Nama Variabel
Variabel Input	Cakupan Pelayanan Teknis (CPT)
	Pertumbuhan Pelanggan (PP)
	Tingkat Penyelesaian Pengaduan (TPP)
	Kualitas Air Pelanggan (KAP)
Variabel ouput	Kinerja Pelayanan PDAM

Proses pembentukan himpunan-himpunan fuzzy yang digunakan pada tiap-tiap variabel dapat dilihat pada Bab Tabel 3.2. Dari himpunan fuzzy tersebut, variabel-variabel yang ada dapat direpresentasikan dengan menggunakan kurva linier turun dan naik, kurva segitiga, kurva bahu dan kurva trapesium dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Kriteria Cakupan Pelayanan Teknis (CPT)

Cakupan pelayan teknis adalah ukuran untuk mengetahui berapa besar prosentase jumlah penduduk terlayani oleh PDAM dibanding dengan jumlah penduduk di wilayah pelayanan PDAM.

Tabel 4.2 Kriteria Cakupan Pelayanan Teknis

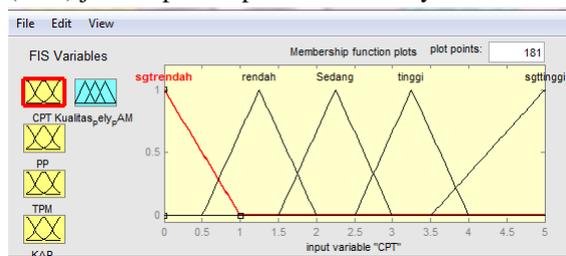
No	Kriteria pelayanan	Nilai
1	< 25%	1
2	25% - < 40%	2
3	40% - < 55%	3
4	55% - < 70%	4
5	> 70%	5

Sumber : Panduan Penyusunan Laporan Advisory Investasi, DJCK PU, 2014

Kriteria Cakupan Pelayanan Teknis dihitung dari

$$\frac{\text{Jumlah penduduk terlayani (jiwa)}}{\text{Jumlah penduduk di wilayah pelayanan (jiwa)}} \times 100\%$$

Berikut gambar variabel cakupan pelayanan teknis (CPT) jika diinputkan pada sistem fuzzy.



Gambar 4.1 Fungsi keanggotaan Cakupan Pelayanan Teknis (CPT)

Pada variabel CPT memiliki himpunan fuzzy sgtRendah, rendah, sedang, tinggi dan sgtTinggi.

2. Pertumbuhan Pelanggan

Pertumbuhan pelanggan adalah untuk mengetahui berapa prosentase peningkatan jumlah PDAM dalam satu periode. Berikut adalah tabel penentuan pertumbuhan pelanggan

Tabel 4.3 Kriteria Pertumbuhan Pelanggan

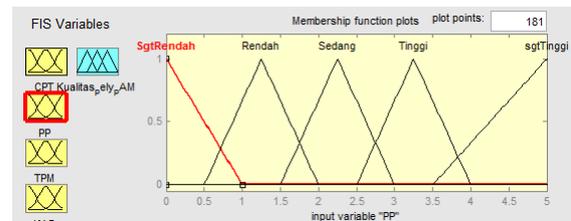
No	Kriteria pelayanan	Nilai
1	< 0%	1
2	0% - < 1,5%	2
3	1,5% - < 3%	3
4	3% - < 4,5%	4
5	> 4,5%	5

Sumber : Panduan Penyusunan Laporan Advisory Investasi, DJCK PU, 2014

Pertumbuhan Pelanggan dihitung dari

$$\frac{\text{Jumlah pelanggan periode ini (SR)} - \text{jumlah pelanggan periode lalu (SR)}}{\text{Jumlah pelanggan periode lalu (SR)}} \times 100\%$$

Berikut gambar variabel Pertumbuhan Pelanggan (PP) jika diinputkan pada sistem fuzzy.



Gambar 4.2 Fungsi keanggotaan Pertumbuhan Pelanggan (PP)

3. Kriteria Tingkat Penyelesaian Pengaduan (TPP)

Tingkat Penyelesaian Pengaduan (TPP) adalah merupakan ukuran untuk menilai respon atau tanggapan PDAM terhadap pengaduan pelanggannya.

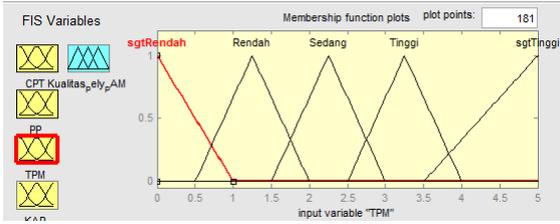
Tabel 4.4 Kriteria Tingkat Penyelesaian Pengaduan

No	Kriteria pelayanan	Nilai
1	< 0%	1
2	0% - < 1,5%	2
3	1,5% - < 3%	3
4	3% - < 4,5%	4
5	> 4,5%	5

Kriteria Tingkat Penyelesaian masalah dihitung dari

$$\frac{\text{Jumlah pengaduan pelanggan yang tertangani}}{\text{Jumlah pengaduan}} \times 100\%$$

Berikut gambar variabel Tingkat Penyelesaian masalah jika diinputkan pada sistem fuzzy.



Gambar 4.3 Fungsi keanggotaan Tingkat Penyelesaian Pengaduan (TPP)

Pada variabel TPM memiliki himpunan fuzzy sgtRendah, rendah, sedang, tinggi dan sgtTinggi. Semakin kecil tingkat penyelesaian yang diselesaikan oleh PDAM setempat maka mendapat kan nilai yang sangat rendah.

4. Kriteria Kualitas Air Pelanggan

Kualitas air pelanggan merupakan ukuran yang digunakan untuk mengetahui apakah kualitas air yang didistribusikan oleh PDAM kepada pelanggan telah memenuhi kualitas air minum seperti yang ditetapkan dalam Permenkes Nomor 492/MENKES/PER/V/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Berikut tabel mengenai ketentuan kriteria kualitas air pelanggan.

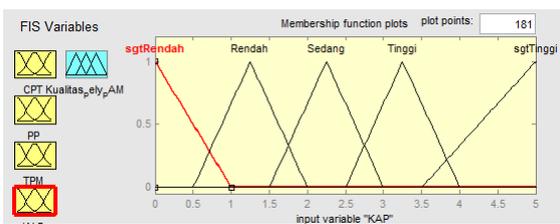
Tabel 4.5 KriteriaKualitas Air Pelanggan

No	Kriteria pelayanan	Nilai
1	< 0%	1
2	0% - < 1,5%	2
3	1,5% - < 3%	3
4	3% - < 4,5%	4
5	> 4,5%	5

Kualitas air Pelanggan dihitung dari

$$\frac{\text{Jumlah uji yang memenuhi syarat}}{\text{Jumlah yang diuji}} \times 100\%$$

Berikut gambar variabel Kriteria Kualitas Air Pelanggan jika diinputkan pada sistem fuzzy.



Gambar 4.4 Fungsi keanggotaan Kualitas Air Pelanggan

4.3 Aplikasi Fungsi Implikasi

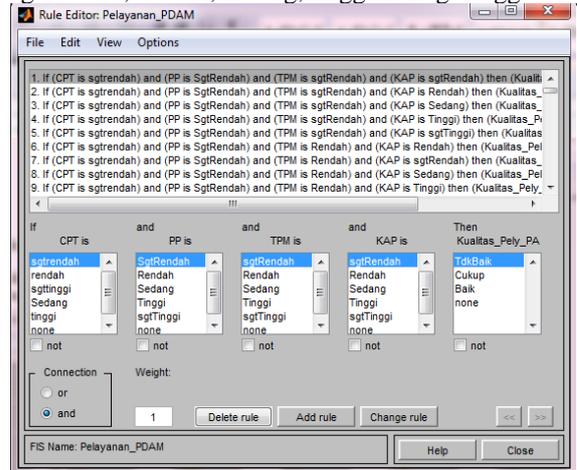
Setelah pembentukan himpunan fuzzy, maka dilakukan pembentukan aturan-aturan (rules) fuzzy. Aturan-aturan yang dibentuk merupakan suatu implikasi untuk menyatakan relasi antara input dan output.

Berdasarkan klasifikasi kriteria kinerja Pelayanan PDAM, maka dalam penelitian ini dapat dibentuk aturan – aturan dengan ketentuan sebagai berikut

- Jumlah aturan rule =
Jumlah kriteria^ jumlah variabel
- Jumlah kriteria = 5 yaitu sgtrendah, rendah, sedang, sangat tinggi, tinggi.
- Jumlah variabel = 4 yaitu CPT, PP, TPM dan KAP

Maka total rule yang harus dibuat adalah: 5^4 = 625

Berikut tampilan rule yang telah dibuat dengan menggunakan tools matlab R2010b dengan input cakupan pelayanan teknis, pertumbuhan pelanggan, tingkat penyelesaian pengaduan dan kualitas air pelanggan. Setiap variabel dikombinasikan berdasarkan rule yang dibuat dengan kriteria sgtRendah, rendah, sedang, tinggi dan sgtTinggi.

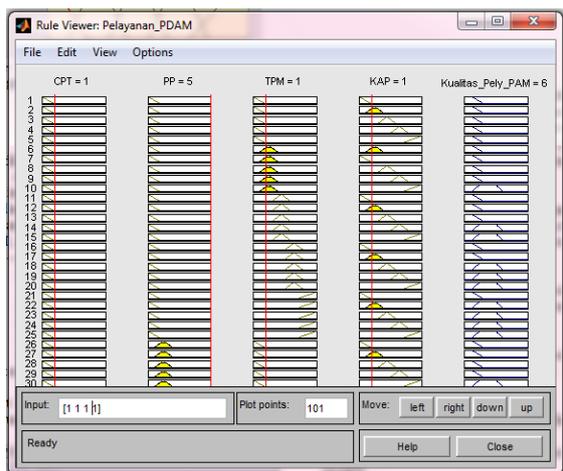


Gambar 4.5 Rule Pelayanan PDAM
Sumber: Hasil Penelitian (2015)

Pada gambar rule tersebut aturan yang dibuat sebanyak 625 aturan dimana terdiri atas himpunan fuzzy dari sistem fuzzy kinerja pelayanan PDAM dengan mengkombinasikan himpunan fuzzy sgtRendah, Rendah, sedang, tinggi dan sgtTinggi.

4.3 Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi adalah mengubah fuzzy output menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan pada analisa kebutuhan input. Berikut gambar dari proses defuzzifikasi Pelayanan PDAM



Gambar 4.6 Proses Defuzzyfikasi pada pelayanan PDAM

Pada gambar tersebut menjelaskan bahwa apabila diberikan inputan dari variabel yang telah ditentukan maka akan menghasilkan output kualitas pelayanan.

Pada tabel ketentuan output akan menghasilkan kinerja Tidak baik, cukup dan baik. Range untuk kinerja tidak baik yaitu (4-8), cukup (9-14) dan kinerja baik (16-20).

Tabel. 4.6 Ketentuan Output

No	Kriteria Kinerja	Range
1	Tidak Baik	(4-8)
2	Cukup	(9-14)
3	Baik	(16-20)

4.6 Pengujian data dengan menggunakan metode Mamdani

Dengan menggunakan ketentuan yang terdapat pada tabel 4.6 maka dapat dilakukan pengujian dari data pelayanan PDAM yang telah diambil dari beberapa propinsi.

Berikut adalah tabel hasil pengujian pelayanan PDAM dengan menggunakan metode Mamdani

Tabel 4.7 Pengujian Kinerja PDAM Menggunakan Fuzzy Mamdani

NO	Propinsi	Kabupaten/ Kota	Nama PDAM	CPT dalam persen (%)	Score	PP dalam persen (%)	score	TPP dalam persen (%)	score	KAP dalam persen (%)	score	Fuzzy Mamdani
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	Aceh	Kota Banda Aceh	Tirta Baroy	70.43	5	2.0	3	3.2	4	5.0	5	Baik
2		Kab Bireuen	Tirta Krueng Peusangan	60.42	4	2.0	3	3.0	4	2.0	3	Cukup
3		Kab. Aceh Besar	Tirta Montala	25.18	2	8.0	5	2.0	3	2.0	3	Cukup
4	Sumut	Kab Tebing Tinggi	Tirta Bulian	54.28	3	0.0	1	2.0	3	1.0	2	Cukup
5		Kab Deli Serdang	Tirta Deli	1.67	1	7.0	5	1.0	2	0.0	1	Cukup
6		Kota Pemantang Siantar	Tirta Uli	88.65	5	0.0	1	3.5	4	2.0	3	Cukup
7		Kota Sibolga	Tirta nauli	77.21	5	0.0	1	4.3	5	5.0	5	Baik
8	Sumbar	Kota Bukit Tinggi	PDAM Kota Bukit Tinggi	73.88	5	1.0	2	3.4	4	2.5	3	Baik
9		Kab Tanah Datar	Tirta Alami	54.28	4	0.0	1	2.7	3	5.0	5	Cukup
10	Kepri	Kota Tanjung Pinang	Tirta Kepri	10.42	1	5.1	5	1.3	2	4.0	4	Cukup
11		Kab. Batanghari	PDAM Kab. Batanghari	12.19	1	0.0	1	0.0	1	0.0	1	Tidak Baik
12	Jambi	Kota Jambi	Tirta Mayang	76.84	5	2.9	3	4.8	5	1.0	2	Baik

Tabel 4.7 Pengujian Kinerja PDAM Menggunakan Fuzzy Mamdani

NO	Propinsi	Kabupaten/ Kota	Nama PDAM	CPT dalam persen (%)	Score	PP dalam persen (%)	score	TPP dalam persen (%)	score	KAP dalam persen (%)	score	Fuzzy Mamdani
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
13		Kab. Batanghari	PDAM Kab. Batanghari	12.19	1	0.0	1	2.0	2	1.0	2	Tidak Baik
14		Kab. Tj.Jabung Barat	PDAM Tj.Jabung Barat	11.45	1	0.0	1	0.0	1	0.0	1	Tidak Baik
15	Sumsel	Kota Palembang	Tirta Musi	21.32	1	1.4	2	2.1	3	0.0	1	Tidak Baik
16		Kota Prabumulih	Tirta Prabujaya	16.14	1	0.0	1	1.0	2	1.0	2	Tidak Baik
17		Ogan ili	PDAM Ogan Ilir	7.68	1	0.0	1	0.0	1	0.0	1	Tidak Baik
18	Bengkulu	Bengkulu Utara	PDAM Bengkulu Utara	27.01	2	7.9	5	4.7	5	4.0	4	Baik
19		Kab. Kepahiang	PDAM Kab. Kepahiang	20.35	1	11.0	5	4.6	5	2.5	3	Baik
20	Lampung	Kota Bandar Lampung	Way Rilau	29.30	2	2.0	2	1.4	2	1.0	2	Cukup
21		Kab. Lampung Selatan	Tirta Jasa	4.14	1	4.0	4	1.1	2	2.5	3	Cukup
22	Banten	Kota Tangerang	PDAM Kota Tangerang	8.46	1	4.0	4	1.0	2	1.0	2	Cukup
23		Kota Cilegon	PDAM Kota Cilegon	25.02	2	5.0	5	3.0	3	3.0	3	Baik
24		Kab Serang	PDAM Kab.Serang	12.87	1	5.0	5	3.2	4	1.0	2	Baik
25	Jabar	Kota Cirebon	PDAM Kota Cirebon	76.29	5	1.0	2	5.6	5	4.5	4	Baik
26		Kota Bogor	PDAM Kota Bogor	74.49	5	10.0	5	6.2	5	5.0	5	Baik
27	Jateng	Kab. Magelang	PDAM Kab. Magelang	20.83	1	0.0	1	0.0	1	0.0	1	Tidak Baik
28		Kab Pemasang	PDAM Kab. Pemasang	18.52	1	11.0	5	3.4	4	2.0	3	Baik
29		Kab. Tegal	PDAM Kota Tegal	8.15	1	25.0	5	3.0	4	2.0	3	Cukup
30		Kota Salatiga	PDAM Kota Salatiga	74.93	5	4.0	4	3.3	4	1.0	2	Baik
31	Jatim	Kab. Madiun	PDAM Kab.Madiun	27.96	2	4.0	4	2.2	3	2.5	3	Cukup
32		Sidoarjo	PDAM Kab Sidoarjo	30.64	3	0.0	1	1.00	2	0.0	1	Tidak Baik
33	Bali	Kota Denpasar	PDAM Kota Denpasar	44.34	3	0.0	1	3.2	3	0.0	1	Cukup
34		Kab. Karangasem	PDAM Karangasem	38.20	3	0.0	1	2.1	1	5.0	5	Cukup
35		Kab. Bangli	PDAM Kab.Bangli	30.73	3	0.0	1	0.0	1	1.0	2	Tidak Baik
36		Kab. Gianyar	PDAM Kab. Gianyar	63.39	4	0.0	1	4.7	1	1.5	3	Cukup

Tabel 4.7 Pengujian Kinerja PDAM Menggunakan Fuzzy Mamdani

NO	Propinsi	Kabupaten/ Kota	Nama PDAM	CPT dalam persen (%)	Score	PP dalam persen (%)	score	TPP dalam persen (%)	score	KAP dalam persen (%)	score	Fuzzy Mamdani
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
37		Kab. Klungkung	Kab. Klungkung	73.24	5	0.0	1	4.8	1	1.5	2	Cukup
38	NTT	Kab. Manggarai	PDAM Tirta Komodo	25.96	2	0.0	1	1.4	1	1.0	2	Tidak Baik
39		Kab. Ende	PDAM Tirta Kelimutu	22.84	1	0.0	1	0.0	1	1.0	2	Tidak Baik
40	NTB	Kota Mataram	PDAM Kota Mataram	33.96	3	0.0	1	1.0	1	1.5	2	Tidak Baik
41		Kab. Sumbawa	PDAM Kab. Sumbawa	27.20	2	0.0	1	3.2	1	0.0	1	Tidak Baik
42	Kaltara	Kota Tarakan	PDAM Kota Tarakan	48.00	3	8.6	5	5.3	5	0.0	1	Baik
43		Kab. Bulungan	PDAM Kab. Bulungan	30.45	3	0.0	1	3.2	4	2.0	3	Cukup
45		Kab. Tabalong	PDAM Kab. Tabalong	42.84	3	0.0	1	2.1	3	3.0	4	Cukup
46	Kalteng	Kota Palangkaraya	PDAM Kota Palangkaraya	20.24	1	0.0	1	1.4	2	1.5	2	Tidak Baik
47		Kab. Sukamara	PDAM Sukamara	24.13	1	0.0	1	1.1	2	1.0	1	Tidak Baik
48	Kaltim	Kota Balikpapan	PDAM Balikpapan	67.70	4	0.0	1	3.5	4	3.5	4	Cukup
49		Kab. Samarinda	PDAM Samarinda	32.18	3	0.0	1	2.1	3	1.5	2	Cukup
50	Kalbar	Kota Pontianak	PDAM Kota Pontianak	20.25	1	0.0	1	0.0	1	1.0	2	Tidak Baik
51		Kota Sambas	PDAM Kota Sambas	18.34	1	0.0	1	1.0	1	0.0	1	Tidak Baik
52	Sulsel	Kota Makassar	PDAM Kota Makasar	72.09	5	1.7	3	4.7	5	4.5	2	Baik
53		Kab. Palopo	PDAM Kota Palopo	38.76	3	0.0	1	2.1	1	2.0	3	Cukup
54	Sulteng	Kab. Poso	PDAM Kab. Poso	40.86	3	2.0	3	0.0	1	2.5	2	Cukup
55		Kab. Toli-toli	PDAM Ogo Malane	73.20	5	1.0	2	4.6	5	4.0	4	Baik

Pada pengujian yang terdapat pada tabel 4.7 maka didapatkan hasil kinerja pelayanan PDAM yaitu terdapat 16 Kinerja Pelayanan PDAM tidak baik,

V. PENUTUP

Dari hasil penelitian yang dilakukan tentang penentuan Kinerja Pelayanan PDAM dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* metode Mamdani, maka dapat disimpulkan :

1. Pada penelitian ini, penentuan kinerja PDAM menggunakan metode mamdani dengan aspek cakupan Pelayanan teknis

22 Kinerja Pelayanan PDAM Cukup dan 17 kinerja pelayanan PDAM baik.

(CPT) = 4 (Tinggi), Pertumbuhan Pelanggan (PP) = 5 (Sangat Tinggi), tingkat penyelesaian pengaduan (TPP) = 4 (tinggi), kualitas air pelanggan (KAP) = 4, menghasilkan output = 17 yaitu kinerja pelayanan baik.

2. Dengan menggunakan fuzzy inference system sangat membantu dalam menentukan kinerja pelayanan PDAM.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Ebrahim Barakat, Ebrahim Awad(2011). *A Fuzzy Decision Support System for Management of Breast Cancer (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 2, No.3, March 2011*
- Budiharto, Widodo. 2008. *Membuat Sendiri Robot Cerdas-Edisi Revisi*. Jakarta :PT.Alex Media Komputindo
- Kusumadewi, Sri. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Edisi Kedua. Cetakan Pertama. Yogyakarta :Graha Ilmu
- Peraturan Menteri Dalam Negeri No.7 Tahun 1998.
- Panduan Penyusunan Laporan Advisory Investasi, DJCK PU, 2014
- Kotler, Philip. 2002. *Manajemen Pemasaran di Indonesia : Analisis, Perencanaan, Implementasi dan Pengendalian*. Salemba Empat. Jakarta.
- Lazim. Abdullah, and Mohd. Nordin. Rarhman, *Employee Likelihood of Purchasing Health Insurance using Fuzzy Inference System*, IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 1, No 2, January 2012
- Widodo, Prabowo Pudjo. Handayanto, ahmadya Trias. 2012. *Penerapan Soft Computing Dengan Matlab*. Edisi Revisi. Bandung :Rekayasa Sains.

BIODATA PENULIS

Anggi Puspitasari ST, Lahir di Bekasi, 09 Desember 1986. Setelah lulus SMA langsung melanjutkan Studi ke Sarjana (S1) dengan Program Studi yang diambil Teknik Informatika (TI) di *Coorporate University of PLN (STT-PLN)* Jakarta dan lulus Tahun 2008. Saat ini Menjadi Pengajar di AMIK BSI Jakarta dan STMIK Nusa Mandiri Jakarta.