



TESIS - RC142501

# **MODEL ESTIMASI PENAWARAN KONTRAKTOR BERBASIS *NEUROFUZZY***

QURROTUS SHOFIYAH  
NRP. 03111650030011

DOSEN PEMBIMBING :  
Tri Joko Wahyu Adi, S.T., M.T., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018





TESIS - RC142501

# **MODEL ESTIMASI PENAWARAN KONTRAKTOR BERBASIS NEURO FUZZY**

QURROTUS SHOFIYAH  
NRP. 03111650030011

DOSEN PEMBIMBING :  
Tri Joko Wahyu Adi, S.T., M.T., Ph.D.

PROGRAM MAGISTER  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018





TESIS - RC142501

# ESTIMATED MODEL FOR CONTRACTOR USING NEUROFUZZY

QURROTUS SHOFIYAH  
NRP. 03111650030011

DOSEN PEMBIMBING :  
Tri Joko Wahyu Adi, S.T., M.T., Ph.D.

MAGISTER PROGRAM  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
FACULTY OF CIVIL, ENVIRONMENTAL, AND GEO ENGINEERING  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2018



## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

**Magister Teknik (M.T)**

di

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

oleh:

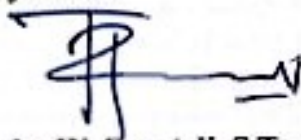
**Qurrotus Shofiyah**

**NRP. 03111650030011**

Tanggal Ujian : 16 Juli 2018

Periode Wisuda : September 2018


Disetujui oleh:



1. **Tri Joko Wahyu Adi, S.T., M.T., Ph.D.**

(Pembimbing)

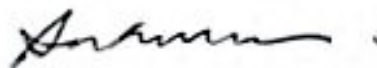
NIP. 19740420 200212 1 003



2. **Christiono Utomo, S.T., M.T., Ph.D.**

(Penguji)

NIP. 19670319 200212 1 005



3. **Moh. Arif Rohman, S.T., M.Sc., Ph.D.**

(Penguji)

NIP. 19771208 200501 1 002



Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dekan

**IDAA Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.**

NIP. 19750212 199903 2001





# MODEL ESTIMASI PENAWARAN KONTRAKTOR BERBASIS *NEUROFUZZY*

Nama Mahasiswa : Qurrotus Shofiyah  
NRP : 03111650030011  
Dosen Konsultasi : Tri Joko Wahyu Adi, S.T, M.T., Ph.D

## ABSTRAK

Dalam mengikuti pelelangan umum terdapat dua langkah penting yang harus diambil oleh kontraktor yaitu memutuskan untuk *bid or no bid* dan menentukan harga penawaran. Dalam mengambil langkah tersebut banyak faktor yang mempengaruhinya, namun dalam hal ini sering kali berdasarkan naluri bisnis saja. Penentuan harga penawaran yang terlalu tinggi akan menyulitkan kontraktor dalam memenangkan proyek. Sebaliknya, penentuan harga penawaran yang terlalu rendah, akan mempersulit kontraktor dalam memperoleh keuntungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran dan menetapkan harga penawaran optimum. Identifikasi faktor dilakukan dengan penyebaran kuesioner terhadap kontraktor yang mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi yang diselenggarakan melalui LPSE Jawa Timur sebagai responden penelitian. Selanjutnya data yang didapat dianalisa menggunakan *relative importance index* (RII) untuk mendapatkan urutan faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran. Lima faktor tertinggi yang didapatkan akan menjadi *input* dalam pemodelan estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy*. *Neurofuzzy* merupakan gabungan antara *neural network* dan logika *fuzzy*, dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan dari kedua metode dengan saling menutupi kekurangan yang dimiliki.

Penelitian ini menghasilkan bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap keputusan *bid or no bid* adalah keuntungan yang diharapkan, ukuran proyek, kemampuan finansial kontraktor, riwayat untung/rugi pada proyek sejenis, dan pengalaman pada proyek sejenis. Sedangkan faktor yang paling berpengaruh terhadap keputusan untuk menentukan harga penawaran adalah keuntungan yang diharapkan, ukuran proyek, nilai proyek, lokasi proyek, dan riwayat untung/rugi pada proyek sejenis. Model yang dikembangkan dapat memutuskan untuk melakukan *bid or no bid* dalam mengikuti pelelangan umum serta menentukan harga penawaran yang dapat diajukan. Model memiliki nilai akurasi sebesar 100% dalam menetapkan keputusan *bid/no bid* dan akurasi sebesar 94,48% dalam menentukan harga penawaran. Sedangkan probabilitas model menghasilkan penawaran terendah sebesar 75%.

**Kata Kunci:** *bid or no bid*, faktor-faktor dalam penawaran, harga penawaran, *neurofuzzy*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# ESTIMATED MODEL FOR CONTRACTOR USING NEUROFUZZY

Student Name : Qurrotus Shofiyah  
NRP : 03111650030011  
Lecturer : Tri Joko Wahyu Adi, S.T, M.T., Ph.D

## ABSTRACT

In bidding process, the important decisions are to bid or not to bid for a project and to determine how much bid price to allocate, if then decide to bid. There decisions influenced by many factors, but the decision also based on the contractor's instinct. Bid price becomes very important because company's profit come from here. Wrong bid price will make a a right decision to bid became useless. Then its value must be low enough to ensure a good chance of winning the tender and high enough to gain profit from it.

The purpose of the research is to identify the factors that influence bid/no bid and bid price decision among general contractors bidding on construction project and to get the optimum bid price that can be proposed in bidding. Identification of these factors will be done by distributing questionnaires to contractors who participate in the government construction project tenders that organized by LPSE in East Java. Furthermore, the data will be analyzed using relative importance index to get the rank of the factors. Then the top five of the factors will be the input in the estimated model for contractor using *neurofuzzy*. *Neurofuzzy* is a combination of neural network and fuzzy logic, which aims to benefit from both methods by covering each other's deficiencies.

This study has found that the most important factors on bid or no bid decisions are expected profits, project size, contractor financial ability, historical data of profit/loss on similar projects, and experience on similar projects. While the most important factors on the decision to determine the bid price are expected profits, project size, project cost, project location, and historical data of profit/loss on similar projects. The model decide to bid or no bid in tender as well as determining how much the bid price can be submitted. Model achieves 100% accuracy for bid/no bid decision and 94,48% accuracy for bid price decision. Modeling has a 3.125 rules combination with a winning probability is 75%. While the probability of the model is 75% to win the bidding process.

**Kata Kunci:** bid or no bid, bidding factors, bid price, neurofuzzy

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tesis yang berjudul *Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis Neurofuzzy* dengan baik. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, serta bantuan terhadap penulis selama penyusunan laporan tesis ini, mulai dari rencana, proses, hingga tahap penyusunan. Terutama untuk yang terhormat:

1. Kedua orang tua, Bapak M. Sholichin dan Ibu Siti Naimah, atas segala doa, dukungan, perhatian, kasih sayang, dan kesabaran yang selalu diberikan.
2. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran sehingga laporan tesis menjadi lebih baik dan sistematis, serta selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan nasihat-nasihat yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan S2.
3. Dosen Manajemen Proyek Konstruksi ITS atas ketekunan memberikan ilmu-ilmu yang sangat bermanfaat.
4. UPT. P2BJ Provinsi Jawa Timur yang telah memberikan fasilitas dan bantuan dalam proses penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tesis yang dikerjakan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan usulan agar lebih baik lagi di masa mendatang. Akhir kata semoga tesis ini bermanfaat.

Surabaya, Agustus 2018

Qurrotus Shofiyah

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1 Definisi dan Terminologi.....	9
2.2 Pelelangan Umum.....	10
2.3 <i>Bid or No Bid</i> .....	11
2.4 Penawaran.....	11
2.5 Harga Penawaran.....	12
2.6 Penggunaan Model Penawaran.....	12
2.7 Model Analitis.....	12
2.8 Model Berbasis <i>Artificial Intelligence</i> .....	13
2.9 <i>Neural Network</i> .....	14
2.10 Logika <i>Fuzzy</i> .....	15
2.11 <i>Neurofuzzy</i> .....	15
2.11.1 Arsitektur <i>Neurofuzzy</i> .....	16
2.11.2 LSE Rekursif.....	21
2.11.3 <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM).....	22
2.12 Populasi dan Sampel.....	24
2.13 Teknik Sampling.....	24
2.14 Kuesioner.....	26
2.15 Uji Validitas dan Reliabilitas.....	26
2.16 <i>Relative Importance Index</i> (RII).....	27
2.17 Penelitian Terdahulu.....	27
2.18 Sintesa Variabel.....	32
2.19 Posisi Penelitian.....	37
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	41

3.1	Model Penelitian.....	41
3.2	Tahapan Penelitian.....	41
3.2.1	Studi Literatur.....	43
3.2.2	Rancangan Kuesioner.....	45
3.2.3	Uji Validitas dan Reliabilitas.....	46
3.2.4	Penyebaran Kuesioner.....	47
3.2.4.1	Populasi.....	47
3.2.4.2	Teknik Sampling.....	47
3.2.4.3	Responden atau Sampel dan Jumlah Sampel.....	48
3.2.5	Analisis Data.....	48
3.2.5.1	Faktor yang Mempengaruhi Kontraktor dalam Penawaran.....	49
3.2.5.2	Model Estimasi Penawaran Kontraktor.....	50
3.2.5.2.1	Pengumpulan Data.....	51
3.2.5.2.2	Perancangan Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	53
3.2.5.2.3	Validasi Model.....	55
3.2.6	Pembahasan.....	56
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>57</b>
4.1	Profil Responden Penelitian.....	57
4.1.1	Pekerjaan Responden.....	57
4.1.2	Pengalaman Responden.....	57
4.1.3	Tingkat Pendidikan Responden.....	58
4.2	Uji Validitas dan Reliabilitas terhadap Rancangan Kuesioner...	59
4.3	Faktor yang Mempengaruhi Kontraktor dalam Melakukan Penawaran.....	66
4.4	Model Estimasi Penawaran Kontraktor.....	70
4.4.1	Pengumpulan Data.....	72
4.4.2	Perancangan Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	76
4.4.2.1	<i>Input</i> .....	78
4.4.2.2	Lapisan Ke-1 - Fuzzyfikasi.....	80
4.4.2.3	Lapisan Ke-2 - Produk.....	86
4.4.2.4	Lapisan Ke-3 - Normalisasi.....	88
4.4.2.5	Lapisan Ke-4 - Defuzzifikasi.....	91
4.4.2.6	Lapisan Ke-5 - <i>Output</i> .....	95
4.4.3	Validasi Model.....	99
4.5	Pembahasan.....	103
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>105</b>
5.1	Kesimpulan.....	105
5.2	Saran.....	105
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>107</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>		<b>113</b>



LAMPIRAN..... 113

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola pada <i>Neural Network</i> .....	14
Gambar 2.2	Arsitektur <i>Neurofuzzy</i> .....	16
Gambar 2.3	Bentuk-Bentuk <i>Membership Function</i> .....	18
Gambar 3.1	Tahapan Peneitian.....	42
Gambar 3.2	Skala Penilaian pada Kuesioner.....	46
Gambar 3.3	Struktur Pemodelan Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	51
Gambar 3.4	Tahapan dalam Pemodelan Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	53
Gambar 4.1	Pengalaman Kerja Responden.....	58
Gambar 4.2	Tingkat Pendidikan Responden.....	58
Gambar 4.3	Usulan Struktur Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	71
Gambar 4.4	Struktur Pemodelan Berbasis <i>Neurofuzzy</i> untuk <i>Bid or No Bid</i> ...	77
Gambar 4.5	Struktur Kombinasi <i>Rules</i> pada Pemodelan untuk <i>Bid or No Bid</i> dan Menentukan Harga Penawaran.....	98
Gambar 4.6	Hasil Pengujian Data Uji 1 terhadap Model Estimasi Penawaran Kontraktor berbasis <i>Neurofuzzy</i> dengan MATLAB..	99

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sintesa Variabel yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam Melakukan Penawaran.....	32
Tabel 2.2	Posisi Penelitian.....	38
Tabel 3.1	Pengelompokan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kontraktor dalam Melakukan Penawaran.....	43
Tabel 4.1	Hasil Uji Validitas Rancangan Kuesioner untuk Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam <i>Bid/No Bid</i> ..	59
Tabel 4.2	Hasil Uji Validitas Rancangan Kuesioner untuk Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam Menentukan Harga Penawaran.....	61
Tabel 4.3	Perubahan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor pada Kuesioner.....	64
Tabel 4.4	Hasil Uji Reliabilitas Rancangan Kuesioner untuk Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam <i>Bid/No Bid</i> .....	65
Tabel 4.5	Hasil Uji Reliabilitas Rancangan Kuesioner untuk Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam Menentukan Harga Penawaran.....	65
Tabel 4.6	Urutan Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Keputusan Kontraktor dalam <i>Bid/No Bid</i> .....	66
Tabel 4.7	Urutan Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Keputusan Kontraktor dalam Menentukan Harga Penawaran.....	68
Tabel 4.8	Faktor Utama yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam <i>Bid/No Bid</i> .....	70
Tabel 4.9	Faktor Utama yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam Menentukan Harga Penawaran.....	70
Tabel 4.10	Penjelasan <i>Input</i> dalam Pemodelan Estimasi Penawaran Kontraktor.....	73
Tabel 4.11	Pengategorian <i>Input</i> Pemodelan.....	74

Tabel 4.12	<i>Training Data</i> dalam Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	75
Tabel 4.13	<i>Testing Data</i> dalam Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	75
Tabel 4.14	Data <i>Input</i> dan <i>Output</i> Model Estimasi Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	78
Tabel 4.15	Hasil <i>Clustering</i> Dengan Algoritma FCM terhadap Data <i>Bid or No Bid</i> .....	81
Tabel 4.16	Pengategorian <i>Input</i> dan Hasil Perhitungan <i>Mean</i> dan Standar Deviasi.....	83
Tabel 4.17	Derajat Keanggotaan dari Data <i>Bid or No Bid</i> .....	85
Tabel 4.18	<i>Output</i> Lapisan 2 pada Data <i>Bid or No Bid</i> .....	87
Tabel 4.19	<i>Output</i> Lapisan 3 pada Data <i>Bid or No Bid</i> .....	90
Tabel 4.20	Matriks <i>A</i> .....	92
Tabel 4.21	Matriks <i>y</i> .....	93
Tabel 4.22	Matriks $\theta$ .....	93
Tabel 4.23	Nilai pada Matriks $\theta$ .....	94
Tabel 4.24	<i>Output</i> Lapisan Ke-5.....	95
Tabel 4.25	Hasil Pengujian Model terhadap Data Aktual.....	100
Tabel 4.26	Hasil Pengujian Akurasi Model dalam Menentukan <i>Bid/No Bid</i> Menggunakan Metode <i>Match-Not Match</i> .....	101
Tabel 4.27	Hasil Pengujian Akurasi Model dalam Menentukan Harga Penawaran.....	102

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kuesioner Model Estimasi Harga Penawaran Kontraktor.....	115
Lampiran 2	Tabel <i>Training Data</i> dalam Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	121
Lampiran 3	Tabel <i>Testing Data</i> dalam Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	123
Lampiran 4	Data <i>Input</i> dan <i>Output</i> Model Estimasi Kontraktor Berbasis <i>Neurofuzzy</i> .....	125
Lampiran 5	Proses <i>Clustering</i> dengan Algoritma FCM terhadap Data <i>Bid or No Bid</i> .....	127
Lampiran 6	Proses <i>Clustering</i> dengan Algoritma FCM terhadap Data Penentuan Harga Penawaran.....	131
Lampiran 7	Tabel Pengategorian <i>Input</i> dan Hasil Perhitungan <i>Mean</i> dan Standar Deviasi.....	137
Lampiran 8	Tabel Derajat Keanggotaan dari Data <i>Bid or No Bid</i> .....	139
Lampiran 9	Matriks A.....	141
Lampiran 10	Perhitungan <i>Neurofuzzy</i> terhadap Data Penentuan Harga Penawaran.....	143

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam dunia konstruksi mendapatkan proyek konstruksi merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan yang menawarkan jasa konstruksi. Hal ini menjadi penting karena dari proyek konstruksi tersebut perusahaan yang menawarkan jasa konstruksi atau biasa disebut kontraktor akan mendapatkan pemasukan sebagai keberlangsungan hidup perusahaannya. Tidak terkecuali untuk perusahaan konstruksi yang ada di Jawa Timur. Kompetisi dalam mendapatkan proyek konstruksi di Jawa Timur sangat tinggi. Hal ini ditunjukkan dari data Gabungan Pelaksana Konstruksi Nasional Indonesia (GAPENSI), tercatat tidak kurang dari 4.500 perusahaan konstruksi yang tergabung sebagai anggotanya pada tahun 2017. Selain itu perkembangan proyek konstruksi di Jawa Timur dalam kondisi yang sangat bagus. Kabar24 Surabaya menerbitkan laporan pada April 2017 bahwa dari sektor infrastruktur saja, Jawa Timur sedang dalam proses pengerjaan pembangunan jalan lintas pantai selatan dengan panjang 676,82 km. Sedangkan baru 57,8% saja yang sedang dalam proses pembangunan. Hal ini menunjukkan masih banyak peluang yang dimiliki oleh perusahaan konstruksi di Jawa Timur untuk berkompetisi dalam mendapatkan proyek konstruksi. Banyak cara yang dapat dilakukan oleh kontraktor agar dapat memperoleh proyek konstruksi, salah satunya adalah dengan mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi.

Pada proses pelelangan umum proyek konstruksi, langkah pertama yang harus dilakukan oleh kontraktor adalah membuat keputusan untuk melakukan penawaran atau tidak (*bid or no bid*). Dalam membuat keputusan tersebut banyak faktor yang dapat mempengaruhinya, seperti karakteristik proyek, kondisi pasar, dan beban pekerjaan kontraktor pada saat itu (Wanous dkk, 2000). Beberapa penelitian sebelumnya mencoba mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kontraktor dalam membuat keputusan untuk mengajukan harga penawaran. Dalam penelitiannya, Ahmad dan Minakarah (1988) menyebarkan

kuesioner kepada 400 kontraktor papan atas yang ada di Amerika Serikat. Kuesioner tersebut disebar dengan tujuan mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan untuk melakukan *bid or no bid* serta prosentase keuntungan dari harga penawaran yang diajukan. Hasil penelitian didapatkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh besar merupakan faktor-faktor yang bersifat subyektif, seperti tipe proyek, lokasi proyek, ukuran proyek, kebutuhan akan proyek, *owner*, subkontraktor, tingkat *hazard*, dan tingkat kesulitan proyek. Enshassi dkk (2010) melakukan penelitian dengan menyebarkan kuesioner terhadap 63 kontraktor, 29 *owner*, dan 13 konsultan yang bergerak pada industri konstruksi di jalur Gaza. Kuesioner disusun berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pengambilan keputusan kontraktor untuk melakukan *bid or no bid*. Dari penyebaran kuesioner tersebut didapatkan 78 faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor untuk melakukan *bid or no bid*. Faktor yang paling banyak ditemukan adalah kemampuan finansial kontraktor, kemampuan finansial *owner*, nilai finansial proyek, tanggal jatuh tempo pembayaran, ketersediaan bahan baku konstruksi pada daerah tersebut, dan stabilitas industri konstruksi. Dalam penelitian lainnya, Ghasabeh dan Chileshe (2016) mendapatkan faktor yang mempengaruhi kontraktor dalam melakukan *bid or no bid* adalah kemampuan finansial *owner*, resiko proyek, manfaat dan keuntungan proyek di masa depan, serta jumlah kompetitor. Penelitian tersebut dilakukan terhadap 450 kontraktor yang ada di Australia. Faktor-faktor tersebut perlu dipahami oleh kontraktor dengan baik, sehingga kontraktor dapat memanfaatkan tenaga kerja yang mereka miliki pada proyek-proyek yang memiliki probabilitas tinggi untuk dapat dimenangkan. Dengan begitu tidak akan banyak waktu dan biaya yang terbuang sia-sia. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan *bid or no bid* kontraktor yang ada di Jawa Timur.

Selanjutnya setelah membuat keputusan untuk mengajukan penawaran, maka kontraktor harus menyusun harga penawaran yang akan diajukan pada pelelangan umum. Namun dalam persiapan pengajuan harga penawaran bukanlah hal yang mudah, tidak sedikit kontraktor yang menghabiskan banyak waktu dan

biaya pada proyek yang tidak berhasil dimenangkannya. Padahal tujuan utama kontraktor dalam mengajukan harga penawaran pada pelelangan umum adalah untuk memenangkannya, sehingga diperlukan pengambilan keputusan yang tepat dalam pengajuan harga penawaran pada proyek-proyek konstruksi yang mempunyai probabilitas yang besar untuk dapat dimenangkan. Dalam menentukan harga penawaran yang akan diajukan, kontraktor harus melakukan estimasi sebaik mungkin sehingga estimasi biaya yang didapatkan sangat dekat dengan biaya aktual proyek. Namun estimasi yang mendetail akan sangat menghabiskan banyak waktu dan biaya, sehingga *estimator* harus mengambil keputusan yang didasarkan pada perkiraan kasar dari biaya yang akan terlibat dalam proyek. Sedangkan dalam harga penawaran yang diajukan, selain biaya material, peralatan, tenaga kerja, dan keuntungan proyek, harga penawaran harus dapat mengatasi resiko-resiko lain yang muncul dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Hal ini dilakukan agar estimasi biaya proyek yang diajukan tidak sampai mengalami kekurangan biaya. Sehingga harga penawaran harus ditentukan dengan tepat karena akan sangat berpengaruh dalam pengajuan harga penawaran yang kompetitif. Harga penawaran harus cukup rendah untuk memastikan peluang yang besar dalam memenangkan proyek namun cukup tinggi untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal. Namun dalam kasus pelelangan umum, pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan menentukan berapa nilai yang dapat diturunkan dari harga perkiraan *owner* (*owner estimate*), mengingat penilaian dalam pelelangan umum memberikan kontraktor dengan penawar terendah sebagai pemenang lelang. Selain itu di Indonesia sendiri dan Jawa Timur khususnya, untuk mendapatkan proyek konstruksi terutama proyek konstruksi yang didanai oleh pemerintah, metode yang digunakan adalah melalui pelelangan umum. Oleh karena itu pemodelan untuk mendapatkan estimasi penawaran kontraktor perlu dikembangkan.

Selama beberapa tahun terakhir, banyak model yang telah dikembangkan untuk mendapatkan estimasi harga penawaran. Beberapa tipe model merupakan model analitis, dan beberapa model lainnya merupakan tipe model numerik. Formulasi yang pertama kali dikembangkan yang berkaitan dengan penawaran kompetitif adalah model Friedman (1956) dan Gates (1967). Dalam formulasi ini

digunakan dua parameter untuk mendapatkan berapa keuntungan yang optimum, yaitu estimasi biaya proyek dan perilaku penawaran terdahulu dari kompetitor. Pendekatan didasarkan pada analisis *trade off* antara hubungan probabilitas menang dengan keuntungan dan hubungan *expected value* dengan keuntungan. Selanjutnya analisis didasarkan pada sifat pelelangan umum, bahwa pemenang dari penawaran adalah kontraktor yang mengajukan harga penawaran terendah. Sehingga didapatkan keuntungan optimum yang dapat dimasukkan dalam harga penawaran yang akan menghasilkan harga penawaran yang cukup rendah untuk memenangkan proyek dan cukup tinggi untuk mendapatkan keuntungan dengan memaksimalkan *expected value*. Namun kelemahan dari model analitis ini adalah penyederhanaan permasalahan yang mempengaruhi keuntungan hanya terdiri dari dua parameter yaitu perkiraan biaya dan keuntungan dari harga penawaran itu sendiri. Kritik menunjukkan bahwa penyederhanaan ini mengurangi keakuratan dan kegunaan model matematis, karena telah gagal menangkap semua faktor obyektif dan subyektif lainnya yang mengatur keputusan penawaran (Christodoulou, 2004).

Selanjutnya banyak model-model baru dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Model-model yang dikembangkan mulai menerapkan *artificial intelligence* dalam pemecahan masalahnya. Tan dan Shen (2010) memperkenalkan model berbasis *fuzzy* untuk membantu kontraktor dalam menentukan harga penawaran terendah. Dalam penelitiannya, selain menggunakan *historical data* penawaran, Tan dan Shen juga menentukan kriteria-kriteria sebagai parameter dalam menentukan harga penawaran. Kriteria tersebut (kemampuan teknis, skil manajemen, dan kemampuan finansial) akan menghasilkan skor teknis. Dengan mengaplikasikan *fuzzy* akan didapatkan harga penawaran terendah sesuai dengan *confidence level* yang dimiliki oleh kontraktor. Namun kelemahan dari model ini adalah parameter yang digunakan belum dapat mewakili kondisi sebenarnya yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam menentukan harga penawaran. Selain itu kelemahan model berbasis *fuzzy* adalah semakin banyak faktor yang mempengaruhi, maka akan semakin banyak membutuhkan kombinasi dari peraturan-peraturan yang perlu dibuat. Sedangkan banyak diketahui keakuratan hasil dari logika *fuzzy* sangat bergantung pada

penentuan parameter-parameter atau aturan-aturan yang dibuat. Selain menggunakan logika *fuzzy*, model lain dikembangkan dengan menerapkan *neural network*. Salah satunya adalah Hegazy (1993) dengan menggunakan *artificial neural network* (ANN) untuk mendapatkan keuntungan dari harga penawaran. *Input* yang digunakan yaitu berdasarkan penelitian Ahmad dan Minakarah (1988) mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kontraktor dalam menentukan nilai keuntungan dari harga penawaran. Selanjutnya dengan menggunakan ANN akan didapatkan *output* berupa nilai keuntungan dari harga penawaran dan probabilitas menang dari pola yang ada. Namun model ini juga memiliki banyak kelemahan. Yang pertama yaitu baik keuntungan dari harga penawaran maupun probabilitas menang didapatkan dari *input* yang bersifat kualitatif. Hal tersebut dapat berlaku untuk keuntungan dari harga penawaran, namun tidak dapat berlaku untuk hasil probabilitas menang, karena pada dasarnya probabilitas menang harus didasarkan pada tingkat kompetisi yang ada seperti yang diusulkan dalam model Friedman (1956) dan model Gates (1967). Selanjutnya keuntungan dari harga penawaran, yang didapatkan bukan merupakan nilai optimum melainkan berupa prediksi terbaik yang didapat dari hasil pengolahan data oleh ANN. Pengaruh dari data-data penawaran di masa lalu tidak terdapat pada model ini. Dengan kata lain model yang menerapkan *neural network* memiliki kekurangan dalam data yang dihasilkan hanya dapat merepresentasikan prediksi terbaik dari data yang dimasukkan, hasil yang didapat tidak mampu menggeneralisasi kondisi sebenarnya (Christodoulou, 2004).

Oleh karena itu diperlukan penelitian lebih untuk mendapatkan estimasi harga penawaran dan probabilitas menang yang dapat digunakan kontraktor dalam mengajukan penawaran dengan metode yang dapat mengatasi permasalahan dan kelemahan dari metode-metode sebelumnya. Dalam penelitian ini model yang diusulkan akan menggabungkan logika *fuzzy* dan *neural network*. Dengan menggabungkan keduanya diharapkan kelemahan yang ada, baik pada logika *fuzzy* maupun *neural network* dapat saling tertutupi oleh kelebihan yang dimiliki. Dalam *fuzzy* kelemahan yang sangat menonjol adalah ketika parameter yang dijadikan input memiliki jumlah yang tidak sedikit, maka aturan-aturan (*rules*) dari parameter yang perlu dibuat akan sangat banyak. Hal ini diharapkan bisa

tertutupi oleh kemampuan belajar yang dimiliki oleh *neural network*. *Neural network* akan menemukan kombinasi pola-pola yang dapat dijadikan *rules* parameter dalam *fuzzy*. Sehingga hasil yang dihasilkan akan lebih akurat. Sebaliknya, kelemahan pada *neural network* dapat diatasi oleh *fuzzy* dengan adanya aturan *If-Then-Else* sehingga hasil yang didapatkan tidak lagi bersifat prediksi dari data-data yang dimasukkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam mengajukan penawaran baik itu untuk memutuskan *bid or no bid* maupun dalam menentukan harga penawaran, serta mendapatkan harga penawaran optimum yang dapat diajukan sebagai harga penawaran oleh kontraktor dengan model yang diusulkan. Sehingga diharapkan hasil penelitian yang didapatkan lebih realistis sesuai dengan kondisi yang dialami kontraktor dan dapat merubah secara signifikan dalam proses pengambilan keputusan yang akan dilakukan.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian yaitu:

1. Faktor apa saja yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran (*bid or no bid* dan menentukan harga penawaran)?
2. Bagaimana model estimasi penawaran kontraktor dalam mengikuti pelelangan umum?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran dan bagaimana model estimasi penawaran kontraktor dalam mengikuti pelelangan umum sehingga kontraktor dapat mengambil keputusan untuk melakukan penawaran atau tidak dan menentukan berapa harga penawaran yang dapat diajukan pada pelelangan umum tersebut..

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian diharapkan dapat dimanfaatkan oleh kontraktor sebagai acuan maupun pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan untuk melakukan penawaran dan strategi penawaran yang dapat diterapkan pada pelelangan umum sebagai sarana mendapatkan proyek konstruksi. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang manajemen pengadaan (*procurement management*).

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Agar penelitian dapat berfokus pada titik permasalahannya, maka perlu adanya batasan-batasan permasalahan sebagai berikut.

##### **1. Subyek Penelitian**

Subyek pada penelitian ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran serta berapa penurunan optimum dari *owner estimate* yang dapat diajukan oleh kontraktor sebagai harga penawaran dalam pelelangan umum.

##### **2. Obyek Penelitian**

Obyek pada penelitian ini adalah kontraktor yang mengikuti proses pelelangan umum sebagai sarana mendapatkan proyek konstruksi.

##### **3. Lokasi Penelitian**

Penelitian akan dilakukan pada kontraktor-kontraktor yang berlokasi di Surabaya dan sekitarnya yang telah mengikuti proses pelelangan umum proyek konstruksi yang dilaksanakan oleh Kementerian Perhubungan melalui Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) Jawa Timur.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi dan Terminologi**

Definisi dan terminologi digunakan agar antara penulis dan pembaca memiliki pemahaman yang sama dalam memahami penelitian ini. Istilah atau kata yang digunakan dalam penelitian ini merupakan istilah-istilah yang digunakan dalam dunia konstruksi, pelelangan umum, maupun dalam pemodelan strategi penawaran.

Kontraktor adalah orang atau badan hukum yang menerima pekerjaan dan menyelenggarakan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan biaya yang telah ditetapkan berdasarkan gambar rencana, peraturan, dan syarat-syarat yang telah ditetapkan (Ervianto, 2005).

Proyek konstruksi adalah satu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, ada suatu proses yang mengelola sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan (Ervianto, 2005). Sedangkan menurut Santoso (2004) proyek konstruksi adalah proyek yang melibatkan banyak pihak dan terjadi banyak proses yang kompleks sehingga setiap proyek unik adanya.

Pelelangan umum adalah pelelangan yang dilakukan secara terbuka dengan pengumuman secara luas melalui media massa, sekurang-kurangnya 1 (satu) media cetak dan papan pengumuman resmi untuk umum sehingga masyarakat luas dunia usaha yang berminat dan memenuhi kualifikasi dapat mengikutinya (Peraturan Pemerintah No. 29 Tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi).

*Owner estimate* (OE) atau harga perkiraan sendiri (HPS) adalah perhitungan biaya atas pekerjaan barang/jasa sesuai dengan syarat-syarat yang ditentukan dalam dokumen pemilihan penyedia barang/jasa, dikalkulasikan secara keahlian dan berdasarkan data yang dapat dipertanggung jawabkan ([www.bppk.kemenkeu.go.id](http://www.bppk.kemenkeu.go.id)).

Faktor adalah keadaan/peristiwa yang ikut menyebabkan/mempengaruhi terjadinya sesuatu (Kamus Besar Bahasa Indonesia).

*Bid or no bid* adalah sebuah keputusan yang biasanya dibuat berdasarkan berbagai macam kriteria, seperti sifat persaingan, nilai peluang tawaran, kemampuan sumber daya, dan reputasi perusahaan (Lin dan Chen, 2004).

*Artificial intelligence* (AI) atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan kecerdasan buatan adalah memodelkan proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar menirukan perilaku manusia (McCarthy, 1959). Sedangkan menurut Rich dan Knight (1991) *Artificial intelligence* adalah sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan lebih baik oleh manusia.

Penjelasan lebih rinci mengenai konsep-konsep dalam pelelangan umum dan statistik penelitian yang akan dilakukan akan dijelaskan pada subbab berikutnya.

## **2.2 Pelelangan Umum**

Salah satu tahapan penting yang dilakukan sebelum tahapan pelaksanaan konstruksi adalah tahapan pemilihan penyedia jasa konstruksi atau kontraktor. Salah satu metode pemilihan kontraktor dilakukan dengan pelelangan umum. Pelelangan umum adalah metode pemilihan penyedia barang/pekerjaan konstruksi/jasa lainnya untuk semua pekerjaan yang dapat diikuti oleh semua penyedia barang/pekerjaan konstruksi/jasa lainnya yang memenuhi syarat (Perpres 54 tahun 2010 Pasal 1 Angka 23). Selanjutnya akan dilakukan metode penilaian kualifikasi. Kualifikasi merupakan proses penilaian kompetensi dan kemampuan usaha serta pemenuhan persyaratan tertentu lainnya dari penyedia barang/jasa. Kualifikasi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu prakualifikasi atau pascakualifikasi. Prakualifikasi merupakan proses penilaian kualifikasi yang dilakukan sebelum pemasukan penawaran, sedangkan pascakualifikasi merupakan proses penilaian kualifikasi yang dilakukan setelah pemasukan penawaran (Perpres 54 tahun 2010 Pasal 56).

### **2.3 Bid or No Bid**

Pada proses pelelangan umum proyek konstruksi, langkah pertama yang harus dilakukan oleh kontraktor adalah membuat keputusan untuk melakukan penawaran atau tidak (*bid or no bid*). *Bid or no bid* adalah sebuah keputusan yang biasanya dibuat berdasarkan berbagai macam kriteria, seperti sifat persaingan, nilai peluang tawaran, kemampuan sumber daya, dan reputasi perusahaan (Lin dan Chen, 2004). Keputusan harus diambil oleh kontraktor sebaik mungkin agar penawaran yang diajukan merupakan penawaran yang mempunyai peluang besar untuk dimenangkan sehingga tidak banyak waktu dan biaya yang terbuang sia-sia.

### **2.4 Penawaran**

Penawaran adalah suatu usulan oleh satu pihak untuk mengerjakan sesuatu bagi kepentingan pihak yang lain menurut persyaratan yang telah ditentukan dan disepakati bersama (Nugraha, 1986). Pada umumnya terdapat empat jenis penawaran (Cook, 1991) yaitu:

1. Penawaran secara negosiasi. Penawaran ini dilakukan khusus pada proyek yang memerlukan keahlian khusus, seperti bangunan militer yang hanya dimiliki oleh satu atau dua kontraktor, dan belum ada standar harga yang jelas karena semua bentuk pekerjaan dilakukan secara tawar menawar.
2. Penawaran secara paket. Penawaran ini adalah penawaran dimana pemilik proyek menetapkan anggaran yang sudah tetap (*fix*). Pada umumnya penawaran jenis ini meliputi pekerjaan perencanaan sekaligus pembangunan.
3. Penawaran secara terbuka. Penawaran yang dilakukan secara *tender* yang diberi tawaran secara terbuka dan harga penawaran diumumkan pada semua peserta *tender*.
4. Penawaran secara tertutup. Penawaran ini dilakukan secara *tender* tertutup dan harga penawaran tidak diumumkan pada peserta *tender*.

Dari keempat jenis penawaran tersebut, penawaran terbuka merupakan jenis penawaran yang adil dan kompetitif. Penawaran jenis ini sering diterapkan pada proyek-proyek pemerintahan atau proyek bantuan luar negeri seperti proyek pelabuhan, jalan tol, bangunan tingkat tinggi, dan bangunan infrastruktur lainnya yang ada di Indonesia.

## 2.5 Harga Penawaran

Harga penawaran (*bid price*) adalah harga yang bersedia dibayarkan oleh penyedia jasa konstruksi kepada *owner*. Harga penawaran yang diajukan dalam pelelangan umum mencakup biaya material, peralatan, tenaga kerja, dan keuntungan proyek. Selain itu harga penawaran harus dapat mengatasi resiko-resiko lain yang muncul dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Hal ini dilakukan agar estimasi biaya proyek yang diajukan tidak sampai mengalami kekurangan biaya.

## 2.6 Penggunaan Model Penawaran

Model penawaran adalah suatu bentuk penawaran yang dibuat oleh pakar-pakar penawaran, dengan tujuan agar dapat digunakan dalam pembuatan suatu penawaran (Clough, 1994). Model-model penawaran diciptakan untuk membantu kontraktor dalam pengambilan keputusan. Karena dalam pengajuan harga penawaran sering kali terbatasnya waktu menjadi kendala terbesar yang dialami oleh kontraktor. Sehingga diperlukan alat bantu yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Selain itu banyaknya faktor yang mempengaruhi keputusan tersebut menjadikan proses pengambilan keputusan semakin sulit dilakukan.

Banyak model penawaran yang telah dikembangkan, baik dari model penawaran analitis sederhana hingga model penawaran berbasis *artificial intelligence*.

## 2.7 Model Analitis

Model analitis merupakan metode penyelesaian model matematika dengan rumus-rumus aljabar yang sudah baku. Model penawaran yang menggunakan model analitis pertama kali diciptakan oleh Friedman (1956). Model tersebut menggunakan pendekatan analitis statistik untuk mendapatkan keuntungan dari harga penawaran yang optimum. Dalam formulasi model tersebut digunakan dua parameter untuk mendapatkan keuntungan dari harga penawaran yang optimum, yaitu estimasi biaya proyek dan perilaku penawaran terdahulu dari kompetitor. Pendekatan didasarkan pada analisis *trade off* antara hubungan probabilitas menang dengan keuntungan dari harga penawaran dan hubungan *expected value* dengan

keuntungan dari harga penawaran. Selanjutnya analisis didasarkan pada sifat pelelangan umum, bahwa pemenang dari penawaran adalah kontraktor yang mengajukan harga penawaran terendah. Sehingga didapatkan keuntungan dari harga penawaran yang optimum yang akan menghasilkan harga penawaran yang cukup rendah untuk memenangkan proyek dan cukup tinggi untuk mendapatkan keuntungan dengan memaksimalkan *expected value*.

Selanjutnya model-model analitis harga penawaran banyak berkembang, seperti Casey dan Shaffer (1964), Gates (1967), Ackkof dan Sasieni (1968), dan masih banyak yang lainnya.

## **2.8 Model Berbasis *Artificial Intelligence***

Selain model analitis, dikenal juga model numerik. Model numerik merupakan teknik yang digunakan untuk memformulasikan persoalan matematik sehingga dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan atau aritmatika biasa. Komputer berperan banyak dalam metode numerik. Metode numerik diformulasikan menjadi program komputer yang ditulis dalam bahasa pemrograman. Model numerik sering juga disebut model berbasis *artificial intelligence* (AI). *Artificial intelligence* (AI) atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan kecerdasan buatan adalah memodelkan proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar menirukan perilaku manusia (McCarthy, 1956). Sedangkan menurut Rich dan Knight (1991) *Artificial intelligence* adalah sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan lebih baik oleh manusia.

Istilah lain yang digunakan dalam memodelkan proses berpikir manusia untuk melakukan penalaran dan pembelajaran terhadap lingkungan sekitar adalah *soft computing*. *Soft computing* merupakan suatu model yang menggunakan pendekatan dalam melakukan penalaran untuk memecahkan masalah. Proses pendekatan dapat dilakukan secara fungsional maupun melalui pencarian random (Kusumadewi dan Hartati, 2010).

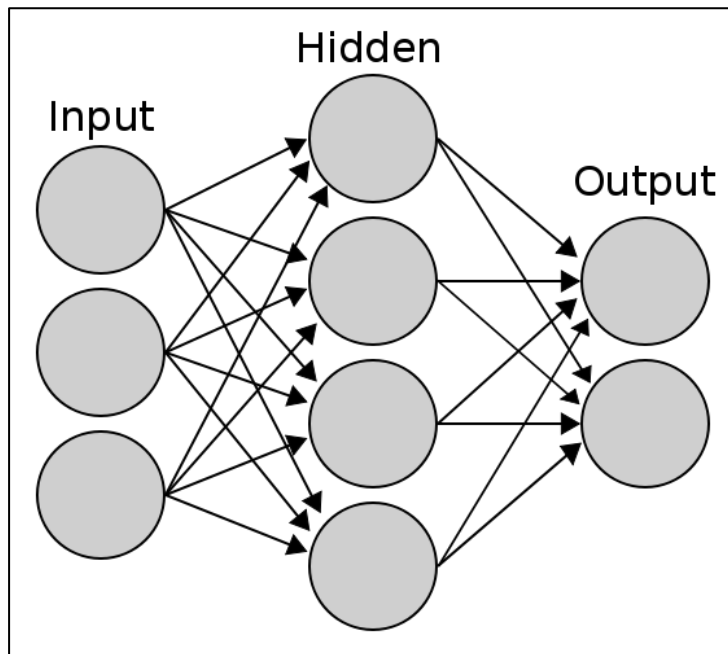
Komponen utama pembentuk *soft computing* adalah sistem *fuzzy*, jaringan syaraf (*neural network*), algoritma evolusioner, dan penalaran dengan probabilitas (Kusumadewi dan Hartati, 2010). Komponen-komponen tersebut tidak saling

bersaing melainkan dapat bergabung dan saling melengkapi kelemahan satu sama lain dengan keunggulan yang dimiliki oleh masing-masing komponen.

## 2.9 Neural Network

*Neural network* (NN) atau *artificial neural network* (ANN), atau juga disebut *simulated neural network* (SNN), atau dalam Bahasa Indonesia disebut dengan jaringan saraf tiruan (JST) merupakan jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan sistem saraf manusia. *Neural network* adalah sejumlah besar prosesor yang terdistribusi secara paralel dan terdiri dari unit pemrosesan sederhana, di mana masing-masing unit memiliki kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang dialami dan dapat digunakan kembali (Haykin, 1999).

Secara sederhana, NN adalah sebuah alat pemodelan data statistik non-linier. NN dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara *input* dan *output* untuk menemukan pola-pola pada data. Hubungan tersebut digambarkan pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Pola pada *Neural Network*

## 2.10 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh pada 1965. Logika *fuzzy* adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Saat logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah biner (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), logika *fuzzy* menggantikan kebenaran Boolean dengan tingkat kebenaran. 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 (Zadeh, 1965).

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam ruang *output* dan mempunyai nilai kontinyu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama (Kusumadewi, 2004). Kelebihan dari logika *fuzzy* adalah kemampuan dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*), sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik dari obyek yang akan dikendalikan (Kusumadewi, 2004).

## 2.11 Neurofuzzy

*Neurofuzzy* merupakan metode yang menggunakan *neural network* untuk mengimplementasikan logika *fuzzy*. Dalam logika *fuzzy* dapat menerjemahkan pengetahuan dari pakar dalam bentuk aturan-aturan, namun biasanya membutuhkan waktu yang lama untuk menetapkan fungsi keanggotaannya. Namun dengan teknik pembelajaran dari *neural network* dapat mengotomatisasi proses tersebut sehingga dapat mengurangi waktu pencarian. *Neurofuzzy* sendiri merupakan gabungan atau integrasi antara dua metode yaitu *neural network* dan logika *fuzzy*. Dua metode tersebut memiliki karakteristik yang bertolak belakang namun apabila digabungkan akan menjadi metode yang lebih baik. *Neural network* memiliki kemampuan belajar tetapi tidak bisa menjelaskan proses penalaran yang dilakukan karena pengetahuan yang dimilikinya hanya berupa bobot-bobot sinapsis yang biasanya bersifat *real*. *Neural network* tidak memiliki aturan *If-Then-Else* sama sekali, sebaliknya dalam logika *fuzzy* tidak memiliki kemampuan belajar tetapi bisa menjelaskan proses

penalaran yang dilakukannya berdasarkan aturan-aturan dalam bahasa pengetahuan yang dimilikinya.

### 2.11.1 Arsitektur *Neurofuzzy*

Terdapat beberapa macam jenis logika *fuzzy*, di antaranya adalah *fuzzy* Sugeno, di mana dalam pembentukan aturannya adalah IF  $x_1$  adalah  $A_{1i}$  dan  $x_2$  adalah  $A_{2i}$  maka  $z = p_1 \cdot x_1 + q_1 \cdot x_2 + r$  dan seterusnya. Aturan-aturan tersebut dapat berkembang jika *input* maupun pembagian *input* semakin banyak.

Dalam *neurofuzzy* untuk membentuk basis aturan mengikuti model *fuzzy* *Sugeono*. Misalkan terdapat 2 *input*  $x$  dan  $y$  serta satu *output*  $f$ , maka akan terbentuk 2 basis aturan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{IF } x \text{ adalah } A_1 \text{ DAN } y \text{ adalah } B_1 \text{ THEN } f_1 &= c_{11}x + c_{12}y + c_{10} \\ \text{IF } x \text{ adalah } A_2 \text{ DAN } y \text{ adalah } B_2 \text{ THEN } f_2 &= c_{21}x + c_{22}y + c_{20} \end{aligned} \quad (2.1)$$

dengan:

$x, y$  = *input*

$A_i, B_{i-2}$  = fungsi keanggotaan masing-masing simpul

$f_1$  = *output*

$c$  = konstanta

Jika  $\alpha$  predikat untuk kedua aturan adalah  $w_1$  dan  $w_2$ , maka dapat dihitung rata-rata terbobot  $f$  adalah:

$$f = \frac{w_1 f_1 + w_2 f_2}{w_1 + w_2} = \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2 \quad (2.2)$$

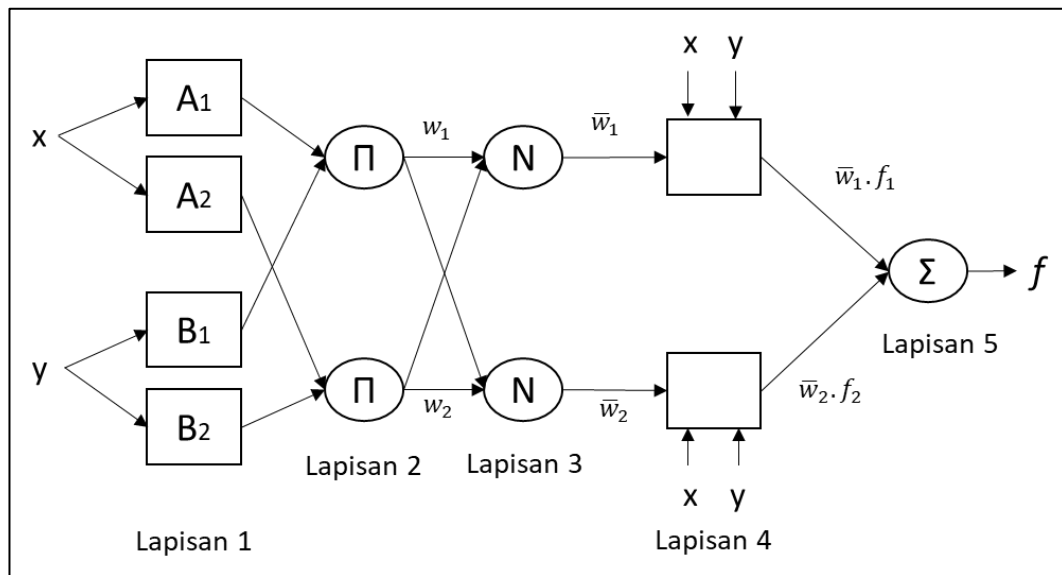
dengan:

$f$  = *output*

$w_i$  = bobot

Arsitektur *neurofuzzy* memiliki kemiripan dengan struktur *neural network* dengan *multi layer*, karena *neural network* digunakan dalam pengimpletasian logika *fuzzy*. Penggambaran mengenai arsitektur *neurofuzzy* ditunjukkan dalam gambar 2.2 berikut.





Gambar 2.2 Arsitektur *Neurofuzzy* (Hartati dan Kusumadewi, 2010)

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa arsitektur *neurofuzzy* memiliki 5 lapisan atau *layer*. Lapisan 1 yaitu lapisan fuzzifikasi, di mana semua simpul pada lapisan ini bersifat adaptif atau parameter dapat berubah. Pada Lapisan ini pembentukan fungsi *IF* berlangsung. Fungsi simpul pada lapisan 1 ditunjukkan pada persamaan 2.3 berikut.

$$\begin{aligned}
 O_{1,i} &= \mu_{A_i}(x) && \text{untuk } i = 1, 2, \text{ atau} \\
 O_{1,i} &= \mu_{B_{i-2}}(y) && \text{untuk } i = 3, 4
 \end{aligned}
 \tag{2.3}$$

dengan:

$x, y$  = *input* pada simpul  $i$

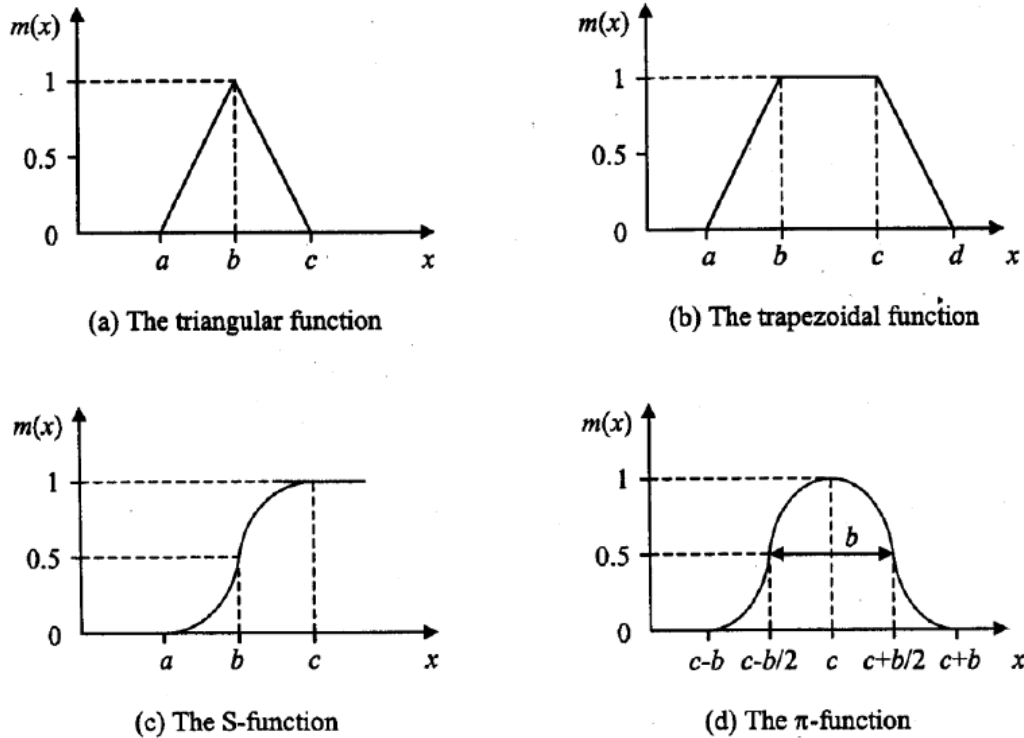
$A_i, B_{i-2}$  = fungsi keanggotaan masing-masing simpul

$O_{1,i}$  = *output layer* 1 pada simpul  $i$

$A, B$  = Label linguistik dalam pengategorian *input* (Mis. kecil, besar, dll.)

*Output* pada lapisan ini berfungsi untuk menyatakan derajat keanggotaan dari setiap *input* terhadap himpunan *fuzzy* A atau B. Himpunan *fuzzy* merupakan himpunan yang bersifat samar, di mana nilainya antara 0 dan 1. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan maka perlu ditentukan fungsi keanggotaan (*membership function*) dari input yang ada (Mis.  $x$  dan  $y$ ). *Membership function* merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki nilai antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat

digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan, antara lain yaitu fungsi representasi kurva segitiga (*triangular*), trapesium (*trapezoidal*), kurva S, bel ( $\pi$  *function*), dan gaussian. Masing-masing bentuk tersebut memiliki persamaan atau fungsi untuk mendefinisikan *membership function*. Bentuk-bentuk *membership function* ditunjukkan dalam gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Bentuk-Bentuk *Membership Function*

Dari gambar 2.3 dapat dilihat bahwa untuk mendapatkan *membership function* dari bentuk segitiga adalah dengan menerapkan persamaan 2.4 berikut.

$$T(x, a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < a \\ (x - a)/(b - a) & \text{for } a \leq x \leq b \\ (c - x)/(c - b) & \text{for } b \leq x \leq c \\ 0 & \text{for } x > c \end{cases} \quad (2.4)$$

dengan:

$x$  = variabel *fuzzy*

$a, b, c$  = konstanta (parameter)

Sedangkan untuk bentuk trapesium *membership function* dapat diperoleh dengan menerapkan persamaan 2.5 berikut.

$$\Pi = (x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < a \\ (x - a)/(b - a) & \text{for } a \leq x < b \\ 1 & \text{for } b \leq x \leq c \\ (d - x)/(d - c) & \text{for } c < x \leq d \\ 0 & \text{for } x > d \end{cases} \quad (2.5)$$

dengan:

x = variabel *fuzzy*

a, b, c, d = konstanta (parameter)

Untuk *membership function* kurva S dapat ditentukan dengan persamaan 2.6 berikut.

$$S(x, a, b, c) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < a \\ 2[(x - a)/(c - a)]^2 & \text{for } a \leq x \leq b \\ 1 - 2[(x - a)/(c - a)]^2 & \text{for } b \leq x \leq c \\ 1 & \text{for } x > c \end{cases} \quad (2.6)$$

dengan:

x = variabel *fuzzy*

a, b, c = konstanta (parameter)

Dan untuk bentuk bel *membership function* dapat diperoleh dengan menerapkan persamaan 2.7 berikut.

$$\pi(x, b, c) = \begin{cases} S(x, c - b, c - b/2, c) & \text{for } x \leq c \\ 1 - S(x, c, c + b/2, c + b) & \text{for } x > c \end{cases} \quad (2.7)$$

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c}{a} \right|^{2b}}$$

dengan:

$\mu_a$  = derajat keanggotaan

x = variabel *fuzzy* (nilai *input*)

a = standar deviasi

b = konstanta

c = *mean*

Sedangkan bentuk gaussian memiliki struktur kurva yang sama dengan bentuk bel. Dalam menentukan bentuk kurva yang akan digunakan tidak ada kriteria khusus. Namun banyak penelitian terdahulu menggunakan bentuk kurva bel karena menghasilkan hasil yang lebih halus dalam pergantian kategori. Selain itu Wardhani dan Haerani (2011) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa tidak ada perbedaan hasil yang signifikan ketika menggunakan jenis kurva yang berbeda.

Lapisan selanjutnya merupakan lapisan 2, yaitu lapisan produk di mana semua simpul pada lapisan ini bersifat nonadaptif atau parameter tetap. Fungsi pada simpul ini adalah untuk mengalikan setiap sinyal dari *input* yang masuk. Operator yang digunakan pada lapisan ini adalah *AND*. Fungsi simpul pada lapisan 2 ditunjukkan dalam persamaan 2.8 berikut.

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \cdot \mu_{B_i}(y) \quad \text{untuk } i = 1, 2 \quad (2.8)$$

dengan:

$O_{2,i}$  = *output layer 2* pada simpul *i*

$w_i$  = bobot pada simpul *i*

Setiap *output* pada simpul di *layer 2* menyatakan derajat pengaktifan (*firing strength*) dari setiap aturan *fuzzy*. Fungsi ini dapat diperbanyak jika *input* memiliki lebih dari 2 himpunan *fuzzy*. Banyaknya simpul pada lapisan ini akan menunjukkan banyaknya aturan (*rule*) yang dibentuk.

Lapisan 3 yaitu lapisan normalisasi, di mana simpul pada lapisan ini memiliki sifat nonadaptif yang memiliki fungsi untuk menormalisasi fungsi bobot yang didapat dari lapisan sebelumnya (*normalized firing strength*). Fungsi simpul pada lapisan 3 ditunjukkan dalam persamaan 2.9 berikut.

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \quad \text{untuk } i = 1, 2 \quad (2.9)$$

dengan:

$O_{3,i}$  = *output layer 3* pada simpul *i*

$\bar{w}_i$  = bobot ternormalisasi pada simpul *i*

Apabila dibentuk lebih dari 2 aturan, maka fungsi dapat diperluas dengan membagi  $w_i$  dengan semua total  $w$  dari semua aturan.

Lapisan 4 yaitu lapisan defuzzifikasi, di mana simpul pada lapisan ini bersifat adaptif. Pada lapisan ini fungsi yang bekerja adalah fungsi *THEN*. Setelah pembobotan ternormalisasi, proses dilanjutkan dengan mengalikan fungsi yang melibatkan *input* untuk menghasilkan *output* yang berbentuk CRISP. CRISP merupakan himpunan tegas yang memiliki sifat 1 atau 0, atau bukan merupakan himpunan *fuzzy* yang memiliki sifat samar yaitu antara 0 dan 1. Fungsi simpul pada lapisan 4 dihitung dengan persamaan 2.10 berikut.

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (2.10)$$

dengan:

$O_{4,i}$  = *output layer 4* pada simpul *i*

*p, q, r* = parameter konsekuen yang adaptif

Lapisan 5 yaitu lapisan *output*, merupakan lapisan yang terdiri dari 1 simpul yang berfungsi untuk menjumlahkan semua *input*. Pada lapisan ini didapatkan hasil dari tujuan pemodelan dikembangkan. Fungsi dari simpul pada lapisan ini ditunjukkan dalam persamaan 2.11 berikut.

$$O_{5,i} = \sum \bar{w}_i f_i = \frac{\sum w_i f_i}{\sum w_i} \quad (2.11)$$

dengan:

$O_{5,i}$  = *output layer 5* pada simpul *i*

### 2.11.2 LSE Rekursif

Pada saat parameter konsekuen ditemukan, *output* yang didapat merupakan kombinasi linear dari beberapa parameter konsekuen. Untuk mendapatkan nilai-nilai dari masing-masing parameter dapat diterapkan metode LSE rekursif. Metode LSE rekursif dapat digunakan apabila terdapat persamaan *output* sebagai berikut.

$$O = F(i,S) \quad (2.12)$$

dengan:

*O* = *output*

*i* = vektor dari variabel *input*

*S* = himpunan parameter-parameter

*F* = fungsi yang diimplementasikan oleh jaringan adaptif

Dalam *neurofuzzy*, *output* berupa matriks  $y$  dengan ukuran  $m \times 1$ , parameter berupa matriks  $\theta$  berukuran  $n \times 1$ , dan fungsi yang berupa persamaan linear yang diimplementasikan oleh *neurofuzzy* berupa matriks berukuran  $m \times n$ . Jika  $m = n$ , maka nilai parameter-parameter dapat diperoleh dengan persamaan 2.13 berikut.

$$\theta = (A^T \cdot A)^{-1} A^T y \quad (2.13)$$

dengan:

$\theta$  = Matriks parameter ( $\theta_{n \times 1}$ )

$A$  = Matriks persamaan linear yang diimplementasikan oleh *neurofuzzy*  
( $A_{m \times n}$ )

$Y$  = Matriks *output* ( $y_{m \times 1}$ )

### 2.11.3 Fuzzy C-Means (FCM)

Dalam penerapan model berbasis *soft computing* dengan menggabungkan logika fuzzy dan *neural network* keunggulan yang didapat adalah dapat melatih aturan-aturan yang berbentuk linguistik dan atau fungsi keanggotaan. Kusumadewi dan Hartati (2010) mengemukakan terdapat 3 kemungkinan dalam melatih aturan-aturan dalam *soft computing*, yaitu:

1. Sistem diawali tanpa aturan, kemudian dibuat aturan oleh sistem hingga masalah pembelajaran tersebut dapat diselesaikan.
2. Sistem dimulai dengan semua aturan yang dapat dibuat dalam batas partisi variabel dan menghapus aturan-aturan yang tidak sesuai dalam basis pengetahuan berdasarkan evaluasi terhadap kinerjanya.
3. Sistem dimulai dengan suatu basis pengetahuan dengan sejumlah aturan tertentu, dan selama proses pembelajaran, aturan-aturan tersebut diganti dengan suatu proses optimasi.

Pada *neurofuzzy*, aturan-aturan atau fungsi keanggotaan dapat ditentukan melalui sistem pembelajaran seperti pada kemungkinan yang pertama. Dalam mengelompokkan data-data menjadi beberapa kelompok atau *cluster*, metode yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM). Muhammad (2013) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa FCM memiliki tingkat kestabilan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode pengategorian yang lainnya.

FCM merupakan suatu teknik pengelompokan data yang mana keberadaan setiap data dalam suatu *cluster* ditentukan oleh nilai-nilai keanggotaan. Konsep dasar FCM adalah dengan menentukan pusat *cluster* yang akan menandai lokasi rata-rata setiap *cluster*. Pada kondisi awal pusat *cluster* ini belum akurat. Setiap data memiliki derajat keanggotaan untuk masing-masing *cluster*. Dengan cara memperbaiki pusat *cluster* dan nilai keanggotaan dari masing-masing data secara berulang, maka akan didapatkan bahwa pusat *cluster* bergerak menuju lokasi yang tepat.

Dalam menerapkan algoritma FCM terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut.

1. Membuat matriks dengan ukuran  $n \times m$ , dengan  $n$  adalah banyaknya data dan  $m$  adalah banyaknya atribut data. Nilai dalam matriks  $n \times m$  merupakan nilai  $X_{ij}$ , yaitu data ke- $i$  dengan atribut ke- $j$ .
2. Membuat inisialisasi parameter awal, yaitu dengan menentukan jumlah *cluster* ( $c$ ), pangkat pembobotan ( $w$ ), iterasi maximum, *error* terkecil ( $\epsilon$ ), fungsi objektif awal ( $P_0$ ), dan iterasi awal ( $t$ ).
3. Membuat bilangan acak  $U_{ik}$  sebagai matriks yang menunjukkan derajat keanggotaan pada tiap titik data ( $\mu_{ik}$ ) pada satu *cluster*, dengan  $i$  merupakan indeks data dan  $k$  merupakan indeks *cluster*.
4. Menghitung pusat *cluster* dengan menerapkan persamaan 2.14 berikut.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_{ik})^w X_{ij}}{\sum_{i=1}^n (U_{ik})^w} \quad (2.14)$$

dengan:

$V_{kj}$  = Pusat *cluster*

$U_{ik}$  = Bilangan acak antara 0 sampai dengan 1 yang menunjukkan derajat keanggotaan

$X_{ij}$  = Data *input*

$w$  = Pembobotan

5. Menghitung fungsi obyektif pada iterasi ke  $t$  dengan persamaan 2.15 berikut.

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right] u_{ik}^w \right) \quad (2.15)$$

dengan:

$P_t$  = Fungsi obyektif

- V<sub>kj</sub> = Pusat *cluster*  
 U<sub>ik</sub> = Bilangan acak antara 0 sampai dengan 1 yang menunjukkan derajat keanggotaan  
 X<sub>ij</sub> = Data *input*  
 w = pembobotan

6. Memperbarui matriks partisi U<sub>ik</sub> dengan menerapkan persamaan 2.16 berikut.

$$U_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}} \quad (2.16)$$

- U<sub>ik</sub> = Derajat keanggotaan yang baru  
 P<sub>t</sub> = Fungsi obyektif  
 V<sub>kj</sub> = Pusat *cluster*  
 X<sub>ij</sub> = Data *input*  
 w = pembobotan

Memeriksa kondisi berhenti, jika  $P_t - P_{t-1} < \varepsilon$  atau  $t >$  iterasi maksimum. Namun jika kondisi tersebut tidak ada yang memenuhi maka iterasi dimulai kembali dengan  $t = t + 1$  dari langkah 4.

## 2.12 Populasi dan Sampel

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2007).

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Sampel ditentukan karena populasi yang terlalu besar serta keterbatasan yang dialami oleh peneliti, baik dari segi dana, tenaga, maupun waktu. Namun apa yang dipelajari dari sampel harus menghasilkan kesimpulan yang dapat diberlakukan untuk populasi. Untuk itu sampel yang diambil dari populasi harus betul-betul representatif (Sugiyono, 2007).

## 2.13 Teknik Sampling

Teknik sampling merupakan teknik pengambilan sampel. Untuk menentukan sampel dalam penelitian, terdapat berbagai teknik sampling yang



digunakan. Pada dasarnya teknik sampling dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu *probability sampling* dan *nonprobability sampling*. *Probability sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel. Teknik ini meliputi *simple random sampling*, *proportionate stratified random sampling*, *disproportionate stratified random sampling*, *area (cluster) sampling*. Sedangkan *nonprobability sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang tidak memberi peluang sama bagi setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Teknik sampel ini meliputi *sampling sistematis*, kuota, aksidental, *purposive*, jenuh, dan *snowball* (Sugiyono, 2007).

Jumlah anggota sampel sering dinyatakan dengan ukuran sampel. Jumlah sampel diharapkan dapat mewakili populasi secara sempurna. Makin besar jumlah sampel mendekati populasi, maka peluang kesalahan generalisasi semakin kecil, dan sebaliknya semakin kecil jumlah sampel menjauhi populasi, maka semakin besar kesalahan generalisasi. Dalam menentukan jumlah anggota sampel yang paling tepat sangat bergantung pada tingkat ketelitian atau kesalahan yang dikehendaki. Tingkat ketelitian atau kepercayaan yang dikehendaki sering tergantung pada sumber dana, waktu, dan tenaga yang tersedia. Semakin besar tingkat kesalahan maka akan semakin kecil jumlah sampel yang diperlukan, dan sebaliknya semakin kecil tingkat kesalahan maka semakin besar jumlah anggota sampel yang diperlukan.

Dalam menentukan jumlah anggota sampel dapat dilakukan dengan cara perumusan yang dikembangkan oleh Isaac dan Michael yang ditunjukkan pada persamaan 2.17 berikut.

$$s = \frac{\lambda^2 NPQ}{d^2(N-1) + \lambda^2 PQ} \quad (2.17)$$

dengan:

s = jumlah sampel

$\lambda^2$  = taraf kesalahan (1%, 5%, 10%)

N = jumlah populasi

P = Q = 0,5

d = 0,05

Pendapat lain dikemukakan oleh Roscoe (1982), di mana ukuran sampel lebih dari 30 dan kurang dari 500 adalah tepat untuk kebanyakan penelitian. Sedangkan ukuran sampel apabila sampel terbagi menjadi kategori adalah minimal 30 untuk tiap kategori yang ada.

#### **2.14 Kuesioner**

Kuesioner atau angket merupakan teknik pengumpulan data dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk menjawabnya (Sugiyono, 2007).

Kuesioner memiliki dua jenis, yaitu kuesioner terbuka dan tertutup. Kuesioner terbuka atau kuesioner tidak terstruktur merupakan kuesioner yang disajikan dalam bentuk sederhana sehingga responden dapat memberi isian sesuai kehendaknya. Sedangkan kuesioner tertutup atau kuesioner berstruktur merupakan kuesioner yang disajikan dalam bentuk sedemikian rupa sehingga responden diminta untuk memilih satu jawaban yang sesuai dengan karakteristik dirinya dengan cara memberi tanda silang atau tanda *checklist*.

#### **2.15 Uji Validitas dan Reliabilitas**

Pada penelitian, data yang diperoleh harus mempunyai kriteria-kriteria tertentu. Di antaranya data tersebut harus valid dan reliabel. Valid menunjukkan derajat ketepatan, yaitu ketepatan antara data yang sesungguhnya terjadi pada obyek dengan data yang dapat dilaporkan oleh peneliti. Sedangkan reliabel menunjukkan derajat konsistensi, yaitu konsistensi data dalam interval waktu tertentu. Untuk mendapatkan data penelitian yang valid dan reliabel maka instrumen yang digunakan harus valid dan reliabel juga. Instrumen yang valid berarti alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data itu valid. Valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang hendak diukur. Sedangkan untuk instrumen yang reliabel berarti instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur obyek yang sama, akan menghasilkan data yang sama (Sugiyono, 2007).

## 2.16 *Relative Importance Index (RII)*

*Relative importance index* (RII) merupakan salah satu metode analisis data yang digunakan untuk menentukan urutan dari variabel yang diteliti. Perhitungan *relative importance index* ditunjukkan dalam persamaan 2.18 berikut.

$$RII = \frac{\sum_{i=1}^{i=A} n_i \times i}{A \times N} \quad (2.18)$$

dengan:

RII = *Relative importance index*

i = Skala nilai

A = Skala nilai terbesar

$n_i$  = Jumlah responden yang memberikan skala pada nilai i

N = Total responden

## 2.17 *Penelitian Terdahulu*

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam mengajukan penawaran. Eastham (1986) melakukan penelitian terhadap *estimator* yang terdapat pada kontraktor di Inggris. Penelitian yang dilakukan berhasil mengidentifikasi 19 faktor yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam melakukan penawaran. Faktor-faktor tersebut adalah tipe dan ukuran pekerjaan, nilai dari pekerjaan, tipe proyek, pengaturan kontrak, lokasi, apakah kontraktor menginginkan pekerjaan tersebut, beban kerja, kesinambungan pekerjaan, politik perusahaan, waktu, sumber daya manajemen, staf pengawas, subkontraktor, ketersediaan material, periode tender, kesuksesan sebelumnya, penetapan harga, persaingan, dan umpan balik. Selanjutnya penelitian sejenis dilakukan oleh Ahmad dan Minakarah (1988). Penelitian dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 400 kontraktor papan atas yang ada di Amerika Serikat. Kuesioner tersebut disebarkan dengan tujuan mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan untuk melakukan *bid or no bid* serta prosentase nilai *mark up* harga penawaran yang diajukan. Hasil penelitian didapatkan bahwa faktor-faktor tersebut memiliki pengaruh yang berbeda. Satu kelompok faktor mempengaruhi keputusan *bid or no bid* dan kelompok faktor yang lainnya mempengaruhi keputusan berapa

harga penawaran yang diajukan. Jenis pekerjaan dan kebutuhan pekerjaan menjadi faktor peringkat atas dalam keputusan untuk melakukan *bid or no bid*. Sedangkan tingkat bahaya dan tingkat kesulitan proyek adalah faktor teratas yang mempengaruhi kontraktor dalam menentukan keuntungan dari harga penawaran. Faktor yang berpengaruh besar terhadap keputusan penawaran merupakan faktor-faktor yang bersifat subyektif, seperti tipe proyek, lokasi proyek, ukuran proyek, kebutuhan akan proyek, *owner*, subkontraktor, tingkat *hazard*, dan tingkat kesulitan proyek. Odusote dan Fellows (1992) melakukan penelitian dengan menyebarkan kuesioner dan wawancara langsung terhadap kontraktor yang berlokasi di Inggris. Sebelumnya dilakukan *literature review* untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempunyai pengaruh dalam pengambilan keputusan. Selanjutnya hasil yang didapatkan dianalisis dengan teknik rangking dan hasilnya dibandingkan dengan koefisien korelasi dari Spearman. Pada penelitian ini juga dikembangkan model untuk menunjukkan hubungan timbal balik yang ada antara keputusan klien dan kontraktor. Model yang dikembangkan juga menggambarkan dampak keputusan tersebut terhadap tindakan klien dan kontraktor. Hasil survei didapatkan bahwa faktor terbesar yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam mengajukan penawaran adalah kemampuan klien untuk membayar. Shash (1993) melakukan penelitian terhadap 300 kontraktor papan atas di Inggris dengan menyebarkan kuesioner. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran dan menentukan keuntungan dari harga penawaran. Faktor-faktor yang didapatkan menunjukkan bahwa terdapat faktor penting yang berpengaruh pada keputusan kontraktor untuk melakukan penawaran, namun tidak penting untuk penentuan keuntungan dari harga penawaran. Kebutuhan akan pekerjaan, jumlah kompetitor, dan jumlah pengalaman pada proyek sejenis merupakan tiga faktor teratas yang mempengaruhi keputusan kontraktor untuk melakukan *bid or no bid*. sedangkan tingkat kesulitan, resiko yang terkait dengan sifat pekerjaan, dan beban kerja saat ini menjadi tiga faktor utama yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam menentukan keuntungan dari harga penawaran.

Wanous dkk (1998), mengembangkan model berbasis *artificial neural network* untuk mendapatkan keputusan *bid or no bid* yang dilakukan oleh

kontraktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor untuk melakukan penawaran didapatkan dari kuesioner yang disebarakan pada kontraktor yang berada di Syiria. Faktor tersebut akan menjadi *input* dalam sistem *artificial neural network*. Dalam membuat keputusan tersebut banyak faktor yang dapat mempengaruhinya, seperti karakteristik proyek, kondisi pasar, dan beban pekerjaan kontraktor pada saat itu. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Chua dan Li (2000) terhadap 153 kontraktor terbaik di Singapura. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian berorientasi model ini berfokus pada efek faktor penentu pada empat subtujuan, yaitu persaingan, resiko, posisi perusahaan dalam penawaran, dan kebutuhan akan pekerjaan. Teknik *analytic hierarchy process* (AHP) diterapkan dalam penelitian ini. Kuesioner survei dikembangkan dengan empat hirarki yang dirumuskan masing-masing untuk empat subtujuan. Survei dilakukan dalam dua tahap, yang pertama survei dilakukan pada 6 praktisi berpengalaman dan selanjutnya dilakukan pada 153 kontraktor papan atas di Singapura. Enshassi dkk (2010) melakukan penelitian dengan menyebarkan kuesioner terhadap 63 kontraktor, 29 *owner*, dan 13 konsultan yang bergerak pada industri konstruksi di jalur Gaza. Kuesioner disusun berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pengambilan keputusan kontraktor untuk melakukan *bid or no bid*. Dari penyebaran kuesioner tersebut didapatkan 78 faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor untuk melakukan *bid or no bid*. Faktor yang paling banyak ditemukan adalah kemampuan finansial kontraktor, kemampuan finansial *owner*, nilai finansial proyek, tanggal jatuh tempo pembayaran, ketersediaan bahan baku konstruksi pada daerah tersebut, dan stabilitas industri konstruksi. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Jarkas (2013), penelitian dilakukan pada kontraktor yang berada di Kuwait. Didapatkan faktor-faktor utama yang menjadi pengaruh penting dalam pengambilan keputusan *bid or no bid* dan menentukan keuntungan dari harga penawaran oleh kontraktor adalah tipe dan identitas pegawai, ukuran proyek, kejelasan spesifikasi teknis, pengalaman sebelumnya dengan pemberi proyek, jumlah dan identitas kompetitor, pengalaman sebelumnya dengan proyek sejenis, tingkat kompleksitas desain, beban kerja pada saat itu, tingkat kualitas desain, dan durasi pelelangan umum.

Langkah selanjutnya yang dapat diambil setelah kontraktor memutuskan untuk melakukan penawaran adalah dengan menentukan harga penawaran yang akan diajukan. Topik ini sangat menarik untuk diteliti, sehingga banyak penelitian yang mencoba untuk memberi solusi dengan mengembangkan banyak model penelitian. Yang pertama kali mengembangkan adalah Friedman (1956). Model tersebut menggunakan pendekatan analitis statistik untuk mendapatkan keuntungan dari harga penawaran yang optimum. Dalam formulasi model tersebut digunakan dua parameter untuk mendapatkan keuntungan dari harga penawaran yang optimum, yaitu estimasi biaya proyek dan perilaku penawaran terdahulu dari kompetitor. Pendekatan didasarkan pada analisis *trade off* antara hubungan probabilitas menang dengan keuntungan dari harga penawaran dan hubungan *expected value* dengan keuntungan dari harga penawaran. Selanjutnya analisis didasarkan pada sifat pelelangan umum, bahwa pemenang dari penawaran adalah kontraktor yang mengajukan harga penawaran terendah. Sehingga didapatkan keuntungan dari harga penawaran yang optimum yang akan menghasilkan harga penawaran yang cukup rendah untuk memenangkan proyek dan cukup tinggi untuk mendapatkan keuntungan dengan memaksimalkan *expected value*. Selanjutnya Gates (1967) juga mengembangkan model yang sama. Yang membedakan keduanya adalah interaksi yang diasumsikan antara pesaing. Model Friedman mengasumsikan independensi stokastik, sedangkan model Gates mengasumsikan dependensi stokastik. Model Friedman dan Gates hanya didasarkan pada sejarah penawaran dan kompetitornya. Banyak yang mencoba menyempurnakan model tersebut dengan menambahkan parameter dalam keputusan menentukan keuntungan dari harga penawaran. Parameter atau faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam menentukan harga penawaran dikembangkan oleh Ahmad dan Minakarah (1988) dan kemudian diperkenalkan dalam analisis oleh Hegazy (1993) dan Christodoulou (2000, 2004). Semakin berkembangnya teknologi komputer (perhitungan matriks, *expert system*, *artificial neural network*, dan logika *fuzzy*) memungkinkan penelitian dilakukan dengan menggabungkan beberapa faktor kuantitatif dan kualitatif tambahan dalam pengembangan dan analisis model penawaran, serta untuk menangkap pola perilaku manusia dan intuisi mereka dalam pengambilan keputusan. Hegazy (1993)

mengembangkan model pendukung keputusan ANN yang menggunakan banyak parameter yang diidentifikasi sebelumnya oleh Ahmad dan Minakarah (1998).

Selanjutnya mulai banyak model berbasis *artificial intelligence* yang dikembangkan. Seydel dan Olson (1991) memperkenalkan pendekatan kuantitatif untuk memecahkan masalah penentuan harga penawaran dengan menggabungkan model optimasi penawaran kompetitif sederhana dengan teknik analisis hirarki (AHP). Penentuan kriteria pembobotan dan skor alternatif membuat pendekatan sangat kompleks. Namun proses pengambilan keputusan yang melibatkan informasi yang tidak pasti, tidak lengkap, atau kualitatif yang sulit diukur dapat diselesaikan. Li (1996) memperkenalkan model berbasis *neural network* sebagai alat bantu kontraktor dalam mengestimasi harga penawaran. *Neural network* memberikan pendekatan alternatif untuk memodelkan estimasi biaya proyek. Selanjutnya diterapkan metode regresi untuk mendapatkan keuntungan dari harga penawaran yang akan digunakan dalam penawaran.

Pada tahun 1965, logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Zadeh sebagai alat yang berguna untuk mengatasi masalah keputusan di bawah lingkungan yang tidak pasti. Berdasarkan teori tersebut banyak model penawaran yang dikembangkan. Eldukair (1990) mengajukan model berbasis *fuzzy* untuk pengajuan penawaran. Lin dan Chen (2004) mengemukakan sebuah kasus nyata untuk menunjukkan penerapan pendekatan logika *fuzzy* dalam membantu kontraktor membuat keputusan mengenai penawaran.

Fayek (1998) mengembangkan *prototype software* yang bernama *Project Estimating and Tendering Tool* untuk membantu kontraktor dalam menghitung keuntungan dari harga penawaran dalam pelelangan umum. Prototipe ini telah memperhitungkan faktor-faktor yang tidak hanya menyangkut biaya tetapi juga aspek-aspek lain seperti waktu dan kemampuan manajemen dalam merumuskan tawaran. Marzouk (2003) mengembangkan model untuk menjadi alat batu bagi kontraktor dalam melakukan penawaran. Model yang dikembangkan menerapkan *multi-attribute utility theory* (MAUT) dan *analytic hierarchy process* (AHP) untuk mengestimasi keuntungan dari harga penawaran dan mengevaluasi penawaran.

Tan dan Shen (2010) memperkenalkan model berbasis *fuzzy* untuk membantu kontraktor dalam menentukan harga penawaran terendah. Dalam

penelitiannya, selain menggunakan *historical data* penawaran Tan dan Shen juga menentukan kriteria-kriteria sebagai parameter dalam menentukan harga penawaran. Kriteria tersebut (kemampuan teknis, skil manajemen, dan kemampuan finansial) akan menghasilkan skor teknis. Dengan mengaplikasikan *fuzzy* akan didapatkan harga penawaran terendah sesuai dengan *confidence level* yang dimiliki oleh kontraktor. Pada tahun 2010, Christodoulou mengembangkan lagi model untuk menentukan keuntungan dari harga penawaran dengan menggunakan *artificial neural network* dan *entropy matrix* untuk mendapatkan probabilitas untuk memenangkan pelelangan.

## 2.18 Sintesa Variabel

Variabel penelitian didapatkan dari studi literatur terhadap penelitian terdahulu berupa faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan didapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Sintesa Variabel yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam Melakukan Penawaran

No	Variabel	Keputusan dalam		Sumber
		<i>Bid/No Bid</i>	Menentukan Harga Penawaran	
1	Jumlah kompetitor dalam mengikuti tender	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Hai (2009); Oo dkk (2007); Bagies dan Fortune (2006); Dulaimi dan Shan (2002); Chua dan Li (2000); Wanous dkk (1998); Shash dan Hadi (1992); Ahmad dan Minakarah (1988); Eastham (1986); Carr dan Sandahl (1978)



No	Variabel	Keputusan dalam		Sumber
		<i>Bid/No Bid</i>	Menentukan Harga Penawaran	
2	Tipe proyek	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Hai (2009); Oo dkk (2007); Bagies dan Fortune (2006); Dulaimi dan Shan (2002); Shash dan Hadi (1992); Ahmad dan Minakarah (1988); Eastham (1986); Carr dan Sandahl (1978)
3	Kondisi ekonomi/pasar	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Hai (2009); Oo dkk (2007); Bagies dan Fortune (2006); Dulaimi dan Shan (2002); Shash dan Hadi (1992); Ahmad dan Minakarah (1988); Carr dan Sandahl (1978)
4	Kebutuhan akan pekerjaan	√	√	Enshassi dkk (2010); Ghasabeh dkk (2010); Chua dan Li (2000); Wanous dkk (1998); Ahmad dan Minakarah (1988); Eastham (1986)
5	Kekuatan/keunggulan perusahaan	√	√	Jarkas (2013); Enshassi dkk (2010); Ghasabeh dkk (2010); Hai (2009); Dulaimi dan Shan (2002); Shash dan Hadi (1992); Ahmad dan Minakarah (1988)
6	Ukuran proyek	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Oo dkk (2007); Ahmad dan Minakarah

No	Variabel	Keputusan dalam		Sumber
		<i>Bid/No Bid</i>	Menentukan Harga Penawaran	
				(1988); Eastham (1986)
7	Pengalaman pada proyek sejenis/keyakinan dalam pekerjaan	√	√	Jarkas (2013); Enshassi dkk (2010); Bagies dan Fortune (2006); Wanous dkk (1998); Ahmad dan Minakarah (1988); Eastham (1986)
8	<i>Owner</i> /klien (reputasi)	√	√	Enshassi dkk (2010); Ghasabeh dkk (2010); Bagies dan Fortune (2006); Ahmad dan Minakarah (1988)
9	Lokasi proyek	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Ahmad dan Minakarah (1988); Eastham (1986)
10	Beban pekerjaan yang ditangani perusahaan saat itu	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Ahmad dan Minakarah (1988); Eastham (1986)
11	Durasi proyek	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Ahmad dan Minakarah (1988); Eastham (1986)
12	Keuntungan yang diharapkan dari proyek	√	√	Enshassi dkk (2010); Ghasabeh dkk (2010); Bagies dan Fortune (2006); Akintoye dan Skitmore (1990)
13	Dokumentasi proyek		√	Jarkas (2013); Hai (2009); Dulaimi dan Shan (2002); Shash dan Hadi (1992)
14	Riwayat keuntungan/kerugian pada proyek sejenis	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Ahmad dan Minakarah (1988)

No	Variabel	Keputusan dalam		Sumber
		<i>Bid/No Bid</i>	Menentukan Harga Penawaran	
15	Resiko untuk berinvestasi	√	√	Jarkas (2013); Chua dan Li (2000); Ahmad dan Minakarah (1988)
16	Orang yang bertugas sebagai pengawasan	√	√	Jarkas (2013); Ahmad dan Minakarah (1988); Eastham (1986)
17	Keandalan subkontraktor	√	√	Jarkas (2013); Ahmad dan Minakarah (1988); Eastham (1986)
18	Kebutuhan/ketersediaan peralatan	√	√	Jarkas (2013); Enshassi dkk (2010); Ahmad dan Minakarah (1988)
19	Kemampuan finansial kontraktor (arus kas/keuangan proyek)	√	√	Jarkas (2013); Enshassi dkk (2010); Ghasabeh dkk (2010); Bagies dan Fortune (2006); Ahmad dan Minakarah (1988)
20	Hubungan dengan subkontraktor	√	√	Jarkas (2013); Enshassi dkk (2010); Ghasabeh dkk (2010)
21	Kompleksitas proyek	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Wanous dkk (1998); Ahmad dan Minakarah (1988)
22	Ketersediaan material/ <i>procurement</i>	√	√	Ghasabeh dkk (2010); Akintoye dan Skitmore (1990); Eastham (1986)
23	Karakteristik kontrak	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Bagies dan Fortune (2006)
24	Kejelasan kontrak	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Bagies dan Fortune (2006)
25	Resiko proyek	√		Ghasabeh dkk (2010); Chua dan Li (2000); Wanous dkk (1998);

No	Variabel	Keputusan dalam		Sumber
		<i>Bid/No Bid</i>	Menentukan Harga Penawaran	
				Ahmad dan Minakarah (1988)
26	Tingkat bahaya ( <i>hazard</i> )	√	√	Enshassi dkk (2010); Ahmad dan Minakarah (1988)
27	Lingkungan kerja	√	√	Akintoye dan Skitmore (1990); Ahmad dan Minakarah (1988)
28	Tingkat pengembalian ( <i>rate of return</i> )	√	√	Jarkas (2013); Ahmad dan Minakarah (1988)
29	Kualitas desain	√	√	Jarkas (2013); Ahmad dan Minakarah (1988)
30	Pengalaman dan kompetensi dari karyawan kontraktor	√	√	Jarkas (2013); Enshassi dkk (2010); Eastham (1986)
31	Kategori/karakteristik kontraktor	√		Enshassi dkk (2010); Bagies dan Fortune (2006)
32	Kejelasan spesifikasi teknis proyek		√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010)
33	Ketersediaan untuk proyek lain/kebutuhan tenaga kerja	√	√	Jarkas (2013); Ghasabeh dkk (2010); Ahmad dan Minakarah (1988)
34	Kemampuan klien untuk membayar	√		Ghasabeh dkk (2010); Odusote dan Fellows (1992)
35	Kemungkinan-kemungkinan yang ada ( <i>contingency</i> )	√	√	Ahmad dan Minakarah (1988)
36	Jumlah subkontrak	√	√	Ahmad dan Minakarah (1988)
37	Waktu mulai pengerjaan proyek	√	√	Ahmad dan Minakarah (1988)
38	Biaya tidak langsung proyek	√	√	Ahmad dan Minakarah (1988)
39	Kewajiban pajak	√	√	Ahmad dan Minakarah (1988)

No	Variabel	Keputusan dalam		Sumber
		<i>Bid/No Bid</i>	Menentukan Harga Penawaran	
40	Musim dilaksanakannya pengerjaan proyek	√		Ahmad dan Minakarah (1988)
41	Hubungan antara kontraktor dan bank (fasilitas bank yang diharapkan)	√		Enshassi dkk (2010)
42	Jumlah penawaran yang ada	√		Enshassi dkk (2010)
43	Budaya kontraktor (bagaimana, kapan, dan mengapa berurusan dengan klien)	√		Enshassi dkk (2010)
44	Identitas manajer proyek		√	Jarkas (2013)
45	Peraturan perundang-undangan dan persyaratan yang berlaku		√	Jarkas (2013)
46	Asuransi premium		√	Jarkas (2013)
47	Tingkat keamanan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek		√	Jarkas (2013)
48	Nilai pekerjaan	√		Eastham (1986)
49	Kontinuitas pekerjaan	√		Eastham (1986)
50	Politik perusahaan	√		Eastham (1986)

Pada tabel 2.1 dapat diketahui bahwa dari studi literatur yang dilakukan didapatkan sebanyak 50 variabel mengenai faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keputusan kontraktor dalam memutuskan *bid or no bid* dan dalam menentukan harga penawaran.

## 2.19 Posisi Penelitian

Posisi penelitian yang dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan dalam tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Posisi Penelitian

Peneliti (Tahun)	Posisi Penelitian			
	Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada		Penentuan Harga Penawaran	
	<i>Bid/No Bid</i>	Harga Penawaran	Penelitian untuk Mendapatkan Harga Penawaran	Metode yang Digunakan
Gates (1967)			√	Model Analitis
Friedman (1956)			√	Model Analitis
Eastham (1986)	√			
Ahmad dan Minakarah (1988)	√	√		
Eldukair (1990)			√	Logika <i>fuzzy</i>
Seydel dan Olson (1991)			√	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
Odusote dan Fellows (1992)	√			
Hegazy (1993)			√	<i>Artificial Neural Network</i>
Shash (1993)	√	√		
Li (1996)			√	<i>Neural Network</i>
Wanous dkk (1998)	√			
Chua dan Li (2000)	√			
Christodouou (2000)			√	<i>Neural Network</i>
Marzouk (2003)			√	<i>Multi-Attribute Utility Theory (MAUT) dan Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>

Peneliti (Tahun)	Posisi Penelitian			
	Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada		Penentuan Harga Penawaran	
	<i>Bid/No Bid</i>	Harga Penawaran	Penelitian untuk Mendapatkan Harga Penawaran	Metode yang Digunakan
Lin dan Chen (2004)			√	Logika <i>fuzzy</i>
Tan dan Shen (2010)			√	Logika <i>fuzzy</i>
Enshassi dkk (2010)	√			
Sawitri (2006)	√			
Jarkas (2013)	√	√		
<b>Penelitian yang dilakukan (2018)</b>	<b>√</b>	<b>√</b>	<b>√</b>	<i>Neurofuzzy</i>

Tabel 2.2 menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan dimulai dari mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keputusan kontraktor baik dalam menentukan *bid or no bid* maupun dalam menentukan harga penawaran. Selanjutnya setelah didapatkan faktor-faktor tersebut, dilakukan penelitian untuk mendapatkan harga penawaran optimum yang dapat diajukan oleh kontraktor dalam pelelangan umum. Cara yang digunakan adalah dengan mengembangkan model berbasis *neurofuzzy*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

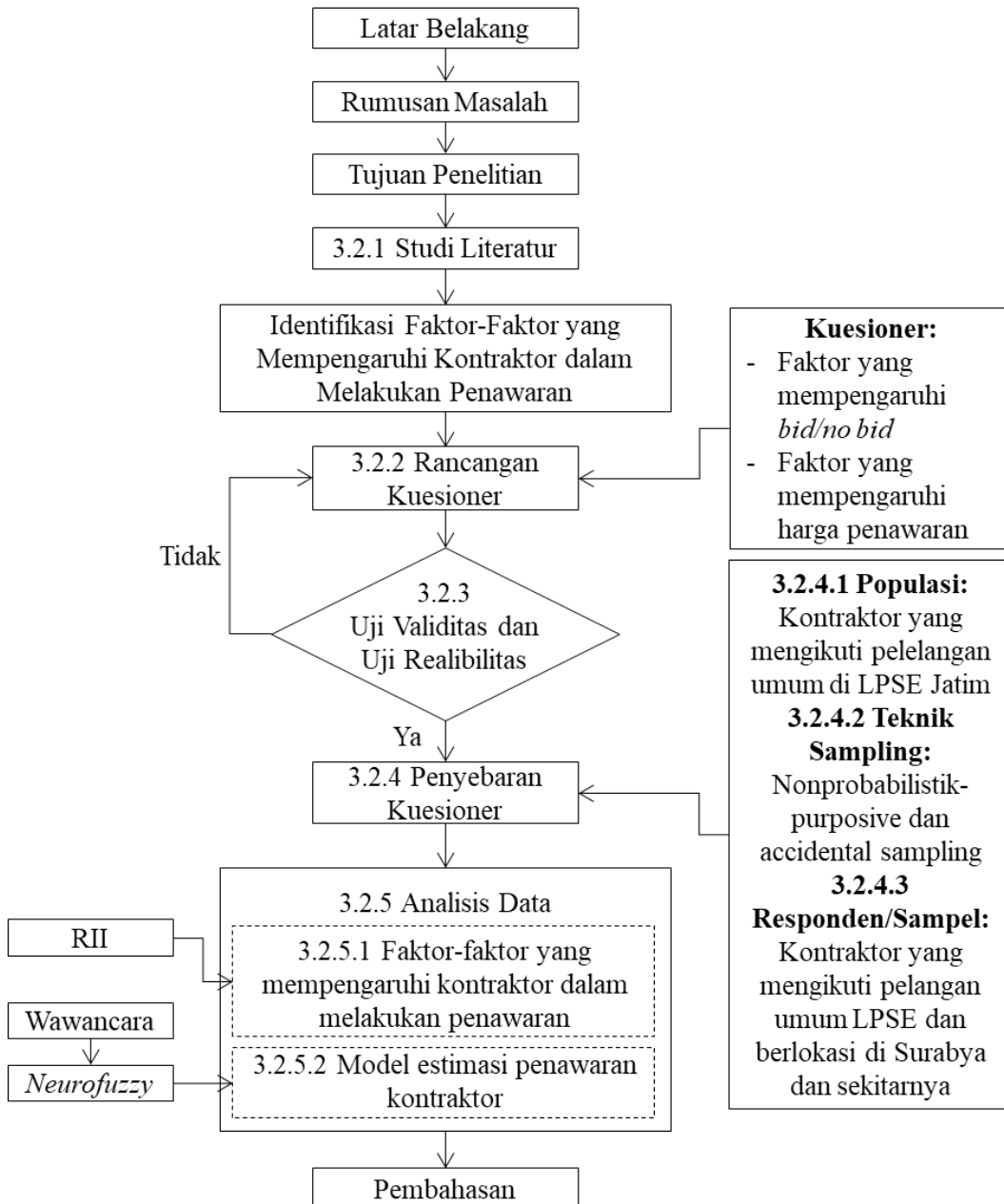
#### **3.1 Model Penelitian**

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian, maka penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksploratif. Penelitian eksploratif bertujuan untuk mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya dan seluas-luasnya pada isu-isu terbaru untuk dikembangkan dalam penelitian lebih lanjut. Metode penelitian dilakukan dengan studi literatur kemudian dilanjutkan dengan penyebaran kuesioner kepada pihak yang terlibat dengan topik penelitian dan dilanjutkan dengan melakukan wawancara terhadap responden terkait untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian.

#### **3.2 Tahapan Penelitian**

Penelitian dilakukan secara sistematis berdasarkan tahapan-tahapan yang sesuai dengan tujuan penelitian. Dimulai dari penyusunan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian. Langkah selanjutnya yaitu melakukan studi literatur terhadap penelitian-penelitian terdahulu pada topik terkait. Studi literatur dilakukan untuk memahami proses pengambilan keputusan yang dilakukan oleh kontraktor dalam mengikuti pelelangan umum serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Berdasarkan hasil studi literatur, kemudian dihimpun faktor-faktor yang mempengaruhi kontraktor dalam pengambilan keputusan untuk mengikuti pelelangan umum sebagai sintesa variabel. Kemudian dilakukan penyusunan kuesioner berdasarkan sintesa variabel yang telah didapatkan. Kuesioner yang telah teruji validitas dan reliabilitas, dapat disebar kepada responden terkait yaitu kontraktor yang mengikuti pelelangan umum. Langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis data untuk mendapatkan lima faktor teratas yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran. Selanjutnya dilakukan wawancara terhadap kontraktor-kontraktor yang telah ditentukan, yaitu kontraktor yang telah memenangkan pelelangan umum untuk mendapatkan data dan kondisi mengenai lima faktor teratas yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam

melakukan penawaran. Setelah didapatkan data tersebut kemudian dilakukan analisis data dan perumusan model penawaran menggunakan *neurofuzzy* yang dapat diterapkan oleh kontraktor dalam mengikuti pelelangan umum. Detail mengenai tahapan penelitian akan dijelaskan pada subbab berikutnya dan digambarkan lebih sistematis pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

### 3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan terhadap penelitian terdahulu untuk mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pengambilan keputusan untuk melakukan penawaran, baik faktor yang berpengaruh terhadap keputusan kontraktor untuk *bid or no bid*, maupun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap harga penawaran kontraktor. Literatur berasal dari tesis dan paper-paper yang terdapat pada jurnal baik nasional maupun internasional.

Faktor-faktor yang didapatkan kemudian dikelompokkan dalam beberapa kelompok golongan, hal ini bertujuan untuk memudahkan responden dalam menjawab kuesioner yang akan diberikan. Pada penelitian-penelitian sebelumnya pengelompokan sangat bervariasi, hal ini dikarenakan adanya perbedaan budaya pada tiap daerah atau negara, kondisi politik, peraturan yang berlaku pada wilayah tersebut dan alasan-alasan lainnya. Pengkategorian faktor-faktor tersebut memungkinkan untuk dikategorikan berdasarkan pandangan masing-masing peneliti (Jarkas, 2013). Oleh karena itu pengelompokan dalam penelitian ini mengikuti pengelompokan yang dilakukan oleh Ghasabeh dan Chileshe (2016) karena dianggap dapat mewakili dari seluruh sintesa variabel yang didapat.

Faktor-faktor yang didapat dikelompokkan ke dalam lima kelompok utama (Ghasabeh dan Chileshe, 2016), yaitu:

1. Proyek
2. Pasar
3. Kontraktor
4. Klien/*owner*
5. Kontrak

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam melakukan penawaran (*bid or no bid* dan harga penawaran) ditunjukkan dalam tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Pengelompokan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kontraktor dalam Melakukan Penawaran

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor
1	Proyek	Ukuran proyek
2		Lokasi proyek

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	
3		Durasi proyek	
4		Tipe proyek	
5		Nilai proyek	
6		Kompleksitas proyek	
7		Lingkungan kerja	
8		Kejelasan spesifikasi teknis proyek	
9		Waktu mulai pengerjaan proyek	
10		Biaya tidak langsung proyek	
11		Tingkat keamanan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek	
12		Keuntungan yang diharapkan dari proyek	
13		Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis	
14		Kontinuitas pekerjaan	
15		Resiko proyek	
16		Tingkat bahaya ( <i>hazard</i> )	
17		Kemungkinan-kemungkinan yang ada ( <i>contingency</i> )	
18		Resiko untuk berinvestasi	
19		Musim dilaksanakannya pengerjaan proyek	
20		Peraturan perundang-undangan dan persyaratan yang berlaku	
21		Pasar	Jumlah kompetitor dalam mengikuti tender
22			Kondisi ekonomi/pasar
23	Tingkat pengembalian ( <i>rate of return</i> )		
24	Kewajiban pajak		
25	Asuransi premium		
26	Jumlah penawaran yang ada		
27	Kontraktor	Kebutuhan akan pekerjaan	
28		Kekuatan/keunggulan perusahaan	
29		Pengalaman pada proyek sejenis/keyakinan dalam pekerjaan	
30		Beban pekerjaan yang ditangani perusahaan saat itu	
31		Dokumentasi proyek	
32		Keandalan subkontraktor	
33		Kebutuhan/ketersediaan peralatan	
34		Ketersediaan material/ <i>procurement</i>	
35		Pengalaman dan kompetensi dari karyawan kontraktor	
36		Ketersediaan untuk proyek lain/kebutuhan tenaga kerja	
37		Kemampuan finansial kontraktor (arus kas/keuangan proyek)	

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor
38		Hubungan dengan subkontraktor
39		Hubungan antara kontraktor dan bank (fasilitas bank yang diharapkan)
40		Budaya kontraktor (bagaimana, kapan, dan mengapa berurusan dengan klien)
41		Identitas manajer proyek
42		Kategori/karakteristik kontraktor
43		Politik perusahaan
44		Klien
45	Kemampuan klien untuk membayar	
46	Kualitas desain	
47	Orang yang bertugas sebagai pengawasan	
48	Kontrak	Karakteristik kontrak
49		Kejelasan kontrak
50		Jumlah subkontrak

### 3.2.2 Rancangan Kuesioner

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dihimpun melalui kuesioner. Sehingga penyebaran kuesioner dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang paling berpengaruh dalam pengambilan keputusan kontraktor dalam mengikuti pelelangan umum, baik dalam melakukan *bid or no bid* maupun dalam penentuan harga penawaran. Alat ukur yang digunakan adalah faktor-faktor yang didapatkan pada tahapan studi literatur. Faktor tersebut dikelompokkan dalam kategori-kategori tertentu. Kuesioner yang akan disebarakan merupakan kuesioner tertutup dengan menggunakan skala likert. Skala likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang tentang sesuatu obyek atau fenomena tertentu (Siregar, 2013). Adapun skala penilaian untuk faktor-faktor tersebut yaitu:

- 1 = Tidak berpengaruh (TB)
- 2 = Kurang berpengaruh (KB)
- 3 = Cukup berpengaruh (CB)
- 4 = Berpengaruh (B)
- 5 = Sangat berpengaruh (SB)

Skala penilaian dapat ditunjukkan pada gambar 3.2 berikut.

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	Dalam Keinginan untuk Menawar/Tidak Menawar					Dalam Menentukan Harga Penawaran					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
			TB	KB	CB	B	SB	TB	KB	CB	B	SB	
1	Proyek	Ukuran proyek											
2		Lokasi proyek											
3		Durasi proyek											

Gambar 3.2 Skala Penilaian pada Kuesioner

Responden hanya perlu mengisi kuesioner dengan memberikan penilaian sesuai dengan persepsi yang dimilikinya. Penilaian diberikan berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh baik dalam *bid or no bid* maupun dalam menentukan harga penawaran.

Kuesioner yang disusun terdiri dari:

1. Tujuan kuesioner dan petunjuk pengisian
2. Identitas responden
3. Variabel penelitian
4. Ucapan terima kasih dan kesidaan untuk dihubungi kembali

Kuesioner secara lengkap akan disajikan dalam lampiran 1.

### 3.2.3 Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Dalam penelitian ini instrumen yang digunakan adalah kuesioner. Oleh karena itu kuesioner tersebut harus diuji validitas dan reliabilitasnya agar hasil yang didapatkan valid dan reliabel, dengan menggunakan instrumen yang valid dan reliabel diharapkan hasil penelitian juga valid dan reliabel (Sugiyono, 2007). Kuesioner dikatakan valid jika dapat digunakan untuk mengukur sesuatu yang akan diukur dalam suatu penelitian. Sedangkan kuesioner dikatakan reliabel jika dapat digunakan beberapa kali untuk mengukur obyek yang sama dalam penelitian dan menghasilkan data yang sama.

Uji validitas dilakukan dengan pengujian validitas isi dan konstruk dengan menggunakan pendapat para ahli (*expert judgment*). Para ahli diminta pendapatnya tentang instrumen yang telah disusun. Jumlah ahli minimal tiga orang (Silaen dan Widiyono, 2013). Selanjutnya kuesioner disebarkan kepada minimal tiga responden sebagai pilot survey (Yap dkk, 2017). *Tools* yang digunakan adalah korelasi produk

momen, di mana instrumen penelitian dikatakan valid jika  $r$  hitung  $>$   $r$  tabel (Siregar, 2013).

Sedangkan uji reliabilitas menggunakan metode *internal consistency*, pengujian dilakukan sekali dengan satu macam instrumen kuesioner (Kountur, 2004). Kuesioner disebarakan kepada minimal tiga responden sebagai pilot survey (Yap dkk, 2017). Responden merupakan orang yang dapat merepresentasikan responden sebenarnya, minimum responden yang mengerti proses pelelangan umum. Pengujian reliabilitas menggunakan *tools alpha cronbach's* di mana kuesioner dapat dinyatakan reliabel jika  $\alpha$  *cronbach's*  $>$  0,60 (Kountur, 2004). Pada uji validitas dan reliabilitas perhitungan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* SPSS.

#### **3.2.4 Penyebaran kuesioner**

Kuesioner yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya dapat disebarakan untuk mendapatkan data sesuai tujuan penelitian yang diharapkan. Dalam penyebaran kuesioner perlu ditentukan populasi, sampel, dan teknik sampling yang akan dilakukan.

##### **3.2.4.1 Populasi**

Dalam penelitian ini populasi yang dimaksud adalah semua kontraktor yang mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi fasilitas transportasi yang dilaksanakan melalui Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) mulai dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2017. Anggota populasi terdiri dari kontraktor yang masuk dalam golongan besar dengan nilai proyek di atas 10 milyar. Hal ini dilakukan karena ukuran kontraktor yang berbeda memungkinkan adanya pengambilan keputusan yang berbeda serta strategi penawaran yang berbeda pula.

##### **3.2.4.2 Teknik Sampling**

Pada penelitian ini teknik sampling yang digunakan adalah teknik sampling *nonprobability sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang tidak memberikan peluang yang sama bagi setiap anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel. Hal ini dipilih sebagai teknik sampling dalam penelitian karena

tidak semua anggota populasi bersedia untuk memberikan informasi tentang variabel penelitian yang diteliti.

Dari beberapa teknik sampling dalam *nonprobability sampling* dipilih teknik *purposive sampling* yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan atau tujuan tertentu serta *accidental sampling* (Sugiyono, 2007). Teknik ini digunakan karena responden yang akan dijadikan sampel adalah pihak tertentu yang terkait dalam pengambilan keputusan dalam pengajuan harga penawaran.

#### **3.2.4.3 Responden atau Sampel dan Jumlah Sampel**

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Pengambilan sampel dari populasi dapat dilakukan apabila populasi dari penelitian cukup besar sehingga peneliti tidak mungkin mempelajari dari semua populasi karena keterbatasan dana, tenaga dan waktu. Responden dalam penelitian ini adalah orang yang bertugas sebagai pelaku dalam pengambil keputusan pada proses penawaran pada kontraktor yang mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi fasilitas transportasi yang dilaksanakan melalui Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) Jawa Timur yang berlokasi di Surabaya dan sekitarnya. Dalam hal ini responden juga dapat berlaku terhadap kontraktor yang sama namun menangani proyek yang berbeda atau berlaku pada kontraktor yang sama namun dengan orang yang melakukan pengambilan keputusan berbeda.

Dalam menentukan jumlah sampel pada penelitian ini menggunakan dasar pemikiran yang disampaikan oleh Roscoe (1982), di mana ukuran sampel lebih dari 30 dan kurang dari 500 adalah tepat untuk kebanyakan penelitian. Sehingga dalam penelitian ini ditentukan jumlah minimal sampel adalah sebesar 41 sampel.

#### **3.2.5 Analisis Data**

Analisis data pada penelitian ini terdiri dari dua bagian, yang pertama adalah analisis data yang bertujuan untuk mendapatkan faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam penawaran (*bid or no bid* dan harga penawaran) serta yang ke dua adalah analisis data untuk mendapatkan model estimasi harga penawaran kontraktor. Pada analisis data yang pertama, digunakan *relative*



*importance index* untuk mendapatkan faktor-faktor yang paling mempengaruhi dalam proses pelelangan umum. *Relative importance index* dipilih karena dapat memunculkan faktor yang paling berpengaruh dengan lebih mudah dengan menentukan batas nilai bobot yang didapatkan (Egemen dan Mohamed, 2007).

Sedangkan untuk mendapatkan model estimasi penawaran kontraktor digunakan *neurofuzzy*. Hal ini dipilih karena *neurofuzzy* dapat mengatasi kelemahan-kelemahan dalam pemodelan-pemodelan harga penawaran kontraktor yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya.

### 3.2.5.1 Faktor yang Mempengaruhi Kontraktor dalam Penawaran

Untuk mendapatkan faktor-faktor mulai dari yang mempengaruhi hingga tidak mempengaruhi baik dalam proses *bid or no bid* maupun dalam penentuan harga penawaran dilakukan analisis data dengan menggunakan *relative importance index* (RII). Hasil skor yang didapat dari pengumpulan data melalui kuesioner kemudian dianalisis menggunakan *relative importance index* sesuai dengan persamaan 2.18 pada bab sebelumnya.

$$RII = \frac{\sum_{i=1}^{i=A} n_i \times i}{A \times N}$$

dengan:

RII = *relative importance index*

i = skala nilai

A = skala nilai terbesar

n<sub>i</sub> = jumlah responden yang memberikan skala pada nilai i

N = total responden

Dari analisis data yang dilakukan kemudian akan didapatkan urutan faktor-faktor yang mempengaruhi baik dalam proses *bid or no bid* maupun dalam penentuan harga penawaran. Menurut Egemen dan Mohamed (2007) faktor yang memiliki bobot di bawah 0,250 harus dihilangkan karena tidak lagi memiliki pengaruh yang kuat.

Dalam tahap ini diambil lima faktor peringkat utama yang mempengaruhi harga penawaran sebagai variabel yang akan menjadi *input* dalam analisis data

pembuatan model estimasi penawaran kontraktor. Pada penelitian-penelitian sebelumnya, penentuan jumlah faktor sangat bervariasi. Lin dan Chen (2004) serta Tan dkk (2010) menentukan empat faktor utama sebagai *input* dalam pemodelan berbasis *fuzzy*, sedangkan Tan dan Shen (2010) menentukan tiga faktor utama sebagai *input* dalam pemodelan berbasis *fuzzy*. Li (1996) menggunakan lima faktor utama sebagai *input* dalam pemodelan berbasis *neural network* sedangkan Christodoulou (2010) menggunakan sepuluh faktor utama sebagai *input* dalam pemodelan berbasis *neural network*. Sehingga dalam pemodelan yang dikembangkan kali ini dipilih lima faktor utama sebagai *input* dalam pemodelan berbasis *neurofuzzy* karena lima faktor dapat merepresentasikan kondisi sebenarnya dalam proses pelelangan berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu.

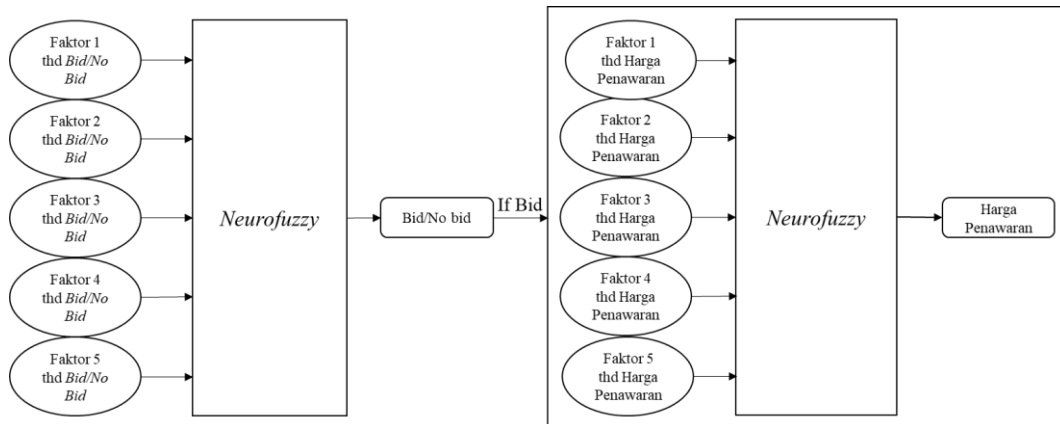
### **3.2.5.2 Model Estimasi Penawaran Kontraktor**

Untuk mendapatkan model estimasi penawaran kontraktor diterapkan *neurofuzzy* dalam proses analisis data. Faktor-faktor yang didapat pada tahapan sebelumnya, yaitu faktor yang mempengaruhi kontraktor dalam menentukan harga penawaran, menjadi *input* dalam sistem *neurofuzzy*. Sistem *neurofuzzy* yang diusulkan mempunyai struktur seperti *neural network* dengan lima *layer*. Aturan-aturan yang perlu ditentukan oleh logika *fuzzy* akan dipelajari oleh *neural network*. *Neurofuzzy* akan diterapkan dalam *software* Matlab untuk mendapatkan tujuan penelitian yang diinginkan. Struktur pemodelan estimasi harga penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy* ditunjukkan dalam gambar 3.3 berikut.

Dapat dilihat pada gambar 3.3 bahwa pemodelan dilakukan dalam 2 tahap, yang pertama adalah untuk mendapatkan keputusan menawar atau tidak menawar (*bid or no bid*) terhadap pelelangan umum proyek konstruksi yang akan diikuti. Kemudian jika keputusan yang didapatkan adalah menawar (*bid*) maka pemodelan akan melanjutkan ke tahap yang ke dua yaitu untuk mendapatkan berapa penawaran optimum yang dapat diajukan oleh kontraktor sebagai harga penawaran.

Dalam pengembangan model secara umum tahapan yang dilakukan terdiri dari proses pengumpulan data, proses pengembangan model dengan melakukan *training* terhadap data training, dan tahap yang terakhir adalah proses validasi

model dengan mengimplementasikan model terhadap data testing. Penjelasan lebih rinci mengenai proses pengembangan model dijelaskan pada subbab berikut.



Gambar 3.3 Struktur Pemodelan Estimasi Harga Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

### 3.2.5.2.1 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam pemodelan ini merupakan data yang berhubungan dengan kondisi yang dialami oleh kontraktor sesuai dengan lima faktor yang paling berpengaruh dalam *bid or no bid* dan lima faktor yang paling berpengaruh dalam menentukan harga penawaran. Data tersebut akan menjadi *input* dalam pemodelan. Untuk mendapatkan data mengenai kondisi yang dialami oleh kontraktor tersebut maka dilakukan wawancara pada kontraktor-kontraktor terkait. Narasumber merupakan kontraktor-kontraktor yang menjadi responden dalam penyebaran kuesioner sebelumnya, yaitu kontraktor yang mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi fasilitas transportasi yang diadakan melalui LPSE Jawa Timur mulai dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2017 dan berlokasi di Surabaya dan sekitarnya.

Sedangkan data *output* yang digunakan dalam pemodelan merupakan data yang berupa keputusan kontraktor untuk melakukan penawaran (*bid*) atau tidak melakukan penawaran (*no bid*) dan harga penawaran yang diajukan. Data tersebut diperoleh dari laporan hasil pelelangan umum proyek konstruksi yang diadakan melalui LPSE Jawa Timur mulai dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2017.

Masing-masing *input* dan *output* dijelaskan pengertiannya dan diberikan nilai minimum serta maksimum yang berlaku, sehingga terjadi kesamaan dalam

memahami *input* dan *output* yang ada. Dari kebutuhan pengembangan model estimasi penawaran kontraktor, dapat diketahui bahwa wawancara bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi yang dialami oleh kontraktor sesuai dengan faktor-faktor yang didapatkan untuk menjadi *input* saat mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi. Struktur pertanyaan untuk mengetahui bagaimana kondisi yang dialami oleh kontraktor sesuai dengan faktor-faktor yang didapatkan untuk menjadi *input* saat mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi adalah sebagai berikut:

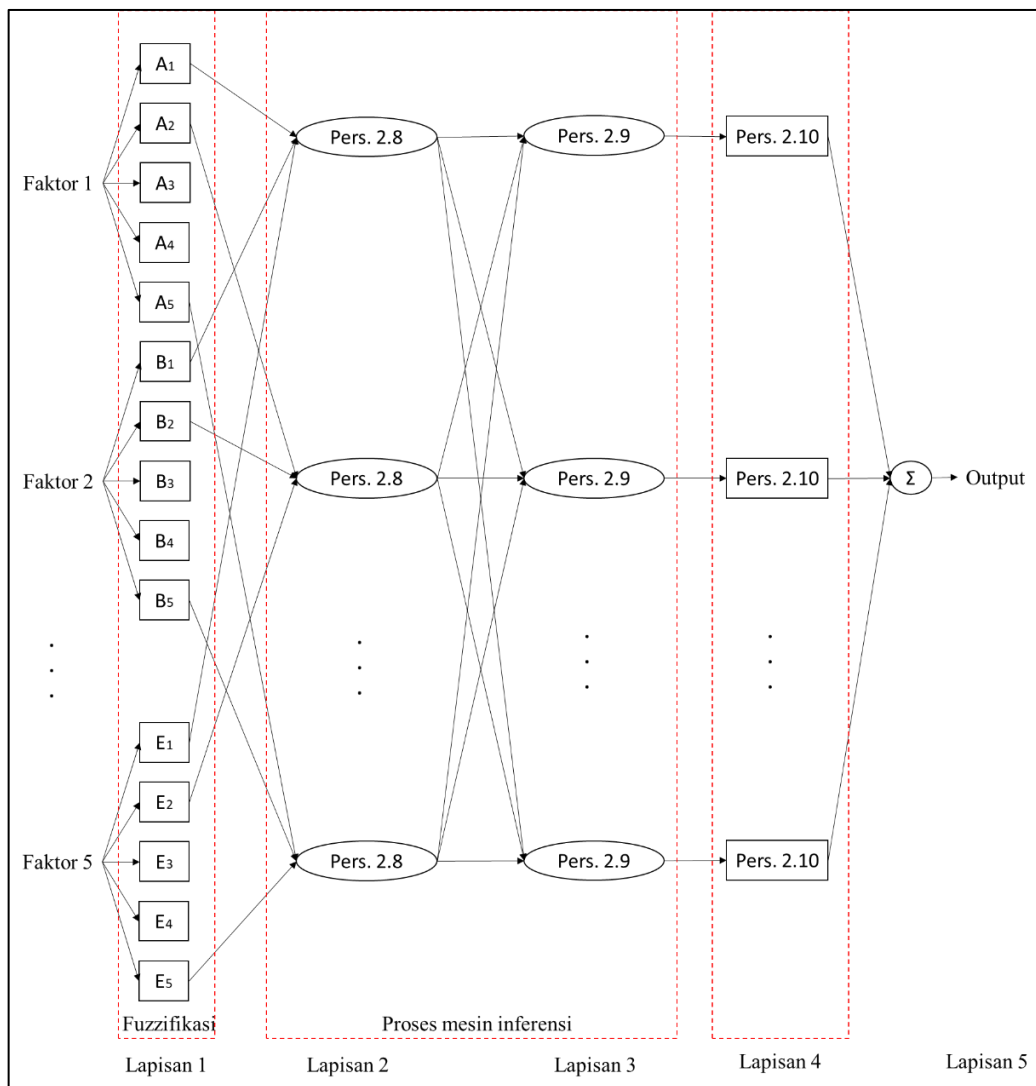
- Apakah kontraktor Anda berhasil memenangkan pelelangan proyek konstruksi X dengan harga penawaran sebesar RP. X?
- Bagaimana kondisi pengerjaan proyek tersebut sejauh ini (sesuai perencanaan atau ada tanda-tanda mengalami kerugian atau keterlambatan)?
- Bagaimana kondisi perusahaan Anda pada saat mengikuti proses pelelangan umum dalam hal:
  - a. Faktor terpenting 1 yang mempengaruhi *bid/no bid*
  - b. Faktor terpenting 2 yang mempengaruhi *bid/no bid*
  - c. Faktor terpenting 3 yang mempengaruhi *bid/no bid*
  - d. Faktor terpenting 4 yang mempengaruhi *bid/no bid*
  - e. Faktor terpenting 5 yang mempengaruhi *bid/no bid*
  - f. Faktor terpenting 1 yang mempengaruhi penentuan harga penawaran
  - g. Faktor terpenting 2 yang mempengaruhi penentuan harga penawaran
  - h. Faktor terpenting 3 yang mempengaruhi penentuan harga penawaran
  - i. Faktor terpenting 4 yang mempengaruhi penentuan harga penawaran
  - j. Faktor terpenting 5 yang mempengaruhi penentuan harga penawaran

Jawaban yang diberikan merupakan jawaban yang sesuai dengan *range* yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian dari data yang dikumpulkan, data dibagi menjadi dua kelompok bagian, yaitu data yang akan digunakan dalam proses *training* model atau *data training* dan data yang akan digunakan dalam proses validasi model atau *data testing*. Pembagian data yang digunakan dalam pemodelan ini adalah 80 berbanding 20 (Nugraha dkk, 2013). Sebesar 80% dari keseluruhan data akan digunakan sebagai *data training* dan sisanya sebesar 20% dari keseluruhan data akan digunakan sebagai *data testing*. Penelitian yang telah dilakukan oleh Nugraha dkk (2013) mendapatkan bahwa dari berbagai kombinasi pembagian *data*

*training* dan *data testing* yang dilakukan dalam pengembangan model *soft computing*, perbandingan 80:20 menghasilkan nilai eror terkecil sehingga menghasilkan nilai akurasi model yang tinggi.

### 3.2.5.2.2 Perancangan Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

Dalam pemodelan berbasis *neurofuzzy* terdapat lima lapisan, yaitu fuzzifikasi, produk, normalisasi, defuzzifikasi, dan output. Dalam pemodelan estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy*, setiap tahapannya ditunjukkan dalam gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Tahapan dalam Pemodelan Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

Pada gambar 3.4 berlaku baik untuk menentukan keputusan *bid or no bid* maupun dalam menentukan harga penawaran. Tahapan dalam pemodelan tersebut adalah:

#### 1. Input dan Lapisan Ke-1 – Fuzzifikasi

Input dalam pemodelan ini merupakan kondisi yang dialami oleh kontraktor sesuai dengan lima faktor yang paling berpengaruh dalam *bid or no bid* dan lima faktor yang paling berpengaruh dalam menentukan harga penawaran yang didapatkan dari proses wawancara sebelumnya. Selanjutnya *input* masuk pada lapisan fuzzifikasi, pada lapisan ini ditentukan jumlah kategori dari masing-masing input serta menentukan himpunan keanggotaannya. Pada penelitian terdahulu, pengelompokan kategori pada pemodelan berbasis *fuzzy logic* sangat beragam. Para peneliti mengelompokkan berdasarkan kebutuhan penelitian masing-masing. Lin dan Chen (2004) serta Tan dkk (2010) mengategorikan tiap input ke dalam tujuh kategori. Sedangkan Christodoulou (2004) mengategorikan tiap input ke dalam tiga kategori. Dalam penelitian lainnya Hosny dkk (2013) mengategorikan *input* ke dalam lima kelompok kategori. Dalam pemodelan estimasi harga penawaran kontraktor yang dikembangkan, pengelompokan kategori dari *input* akan dikelompokkan ke dalam lima kategori karena dapat dengan baik mengakomodasi pengtegorian dari pandangan kontraktor pada umumnya (Hosni dkk, 2013). Setelah ditentukan jumlah kategori pada masing-masing *input*, langkah selanjutnya adalah menentukan derajat keanggotaan dari masing-masing *input*. Dalam mengelompokkan data-data menjadi beberapa kelompok atau *cluster*, metode yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM). Muhammad (2013) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa FCM memiliki tingkat kestabilan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode pengategorian yang lainnya.

#### 2. Lapisan Ke-2 – Produk dan Lapisan Ke-3 – Normalisasi

Pada lapisan ke-2 dan ke-3 dilakukan proses sistem inferensi *fuzzy* untuk menentukan *rule* yang akan dilakukan pada proses selanjutnya dengan menerapkan persamaan 2.8 dan 2.9. Operator yang digunakan pada lapisan ini adalah operator *AND*.

### 3. Lapisan Ke-4 – Defuzzifikasi

Pada lapisan defuzzifikasi hasil dari lapisan sebelumnya yang berbentuk himpunan *fuzzy* ditransformasikan ke dalam bentuk himpunan CRISP untuk mendapatkan nilai parameter yang konsekuen berupa lima kategori yang telah ditentukan sebelumnya, hal ini dilakukan dengan menerapkan persamaan 2.10.

### 4. Lapisan Ke-5 – Output

Pada lapisan lima dilakukan proses perangkuman dari lima *output* pada lapisan sebelumnya sehingga akan keluar satu *output* saja. Pada lapisan ini akan didapatkan nilai parameter-parameter yang merupakan model estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy*. Namun parameter konsekuen ditemukan, *output* yang didapat merupakan kombinasi linear dari beberapa parameter konsekuen. Untuk mendapatkan nilai-nilai dari masing-masing parameter dapat diterapkan metode LSE rekursif pada persamaan 2.13.

Pada gambar 3.3 sebelumnya diketahui bahwa proses *neurofuzzy* dilakukan dua kali, yang pertama untuk mendapatkan leputusan *bid or no bid*, dan yang ke dua adalah untuk mendapatkan berapa harga penawaran yang dapat diajukan. Proses *neurofuzzy* yang terdiri dari lima lapisan tersebut dilakukan sama pada setiap tahapannya baik untuk mendapatkan keputusan *bid or no bid* maupun untuk mendapatkan berapa harga penawaran yang dapat diajukan.

#### 3.2.5.2.3 Validasi Model

Selanjutnya setelah model dapat mendapatkan *output* berupa keputusan untuk *bid or no bid* dan berapa harga penawaran yang dapat diajukan, maka dilakukan validasi model dengan mengimplementasikan terhadap data uji. Kemudian dari proses validasi model dapat diketahui berapa akurasi model dengan menggunakan metode *match-not match* (Leu dan Adi, 2011) dan dapat menghasilkan berapa persen penawaran yang dapat dimenangkan. Data yang digunakan dalam validasi merupakan *data testing* yang berbeda dengan data yang digunakan sebagai *training* dalam pemodelan. Sehingga kevalidan model yang dihasilkan dapat benar-benar terukur.

### **3.2.6 Pembahasan**

Setelah didapatkan hasil dari analisis data, selanjutnya dilakukan pembahasan dengan menjelaskan hasil penelitian dengan bahasa yang lebih mudah dan dapat dipahami secara umum. Sehingga kontraktor dapat dengan mudah memahami dan mengaplikasikan hasil penelitian sebagai pertimbangan mereka dalam proses pengambilan keputusan untuk melakukan penawaran.



## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Profil Responden Penelitian**

Dari 61 pelelangan umum proyek konstruksi yang menjadi sasaran peneliti untuk melakukan survey, terdapat 35 proyek yang menerima, 9 proyek yang menolak, dan 17 proyek yang tidak memberikan balasan. Responden yang dipilih adalah orang yang bertugas sebagai pengambil keputusan dalam proses penawaran pada kontraktor yang mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi fasilitas transportasi yang dilaksanakan melalui Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) Jawa Timur mulai dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2017. Penyebaran kuesioner dimulai pada Maret 2017 dengan menyebarkan 70 kuesioner kepada 35 proyek konstruksi dan sebanyak 47 kuesioner yang kembali.

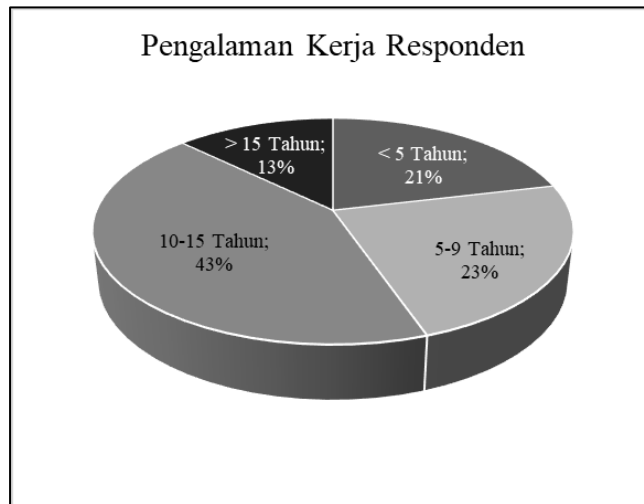
##### **4.1.1 Pekerjaan Responden**

Pada penelitian ini, jenis pekerjaan responden telah ditentukan terlebih dahulu. Responden merupakan orang yang bertugas sebagai pengambil keputusan dalam proses penawaran pada kontraktor yang mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi fasilitas transportasi yang dilaksanakan melalui Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) Jawa Timur.

##### **4.1.2 Pengalaman Responden**

Terdapat empat kategori pengalaman kerja responden berdasarkan lama kerja responden dalam mengikuti proses pelelangan umum. Kategori tersebut terdiri dari pengalaman kerja di bawah 5 tahun, 5 sampai dengan 9 tahun, 10 sampai dengan 15 tahun, dan lebih dari 15 tahun. Dari 47 responden, dominasi sebanyak 43% responden yang memiliki pengalaman kerja selama 10 sampai dengan 15 tahun, sedangkan sebesar 21% dengan pengalaman kerja di bawah 5 tahun, 23% dengan pengalaman kerja 5 sampai dengan 9 tahun, dan sebagian kecil mempunyai pengalaman kerja selama di atas 15 tahun yaitu sebesar 13%.

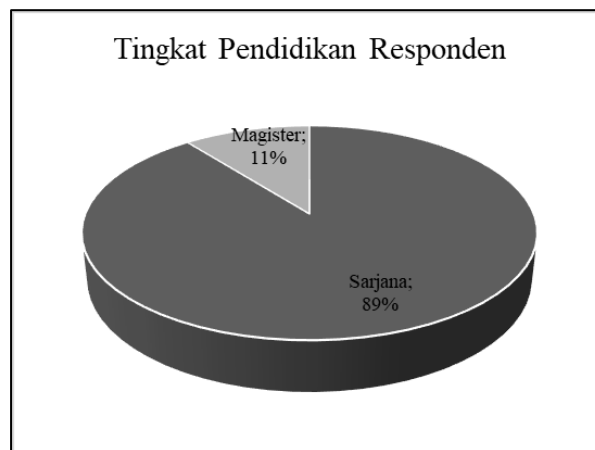
Penjelasan mengenai pengalaman kerja responden lebih jelas ditampilkan dalam gambar pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Pengalaman Kerja Responden

#### 4.1.3 Tingkat Pendidikan Responden

Berdasarkan pendidikan terakhir responden didapatkan bahwa terdapat dua pengelompokan secara umum, yaitu sarjana dan magister. Sebesar 89% responden menempuh pendidikan terakhir sarjana, dan sisanya sebesar 11% responden menempuh pendidikan terakhir magister dari total 47 responden. Penjelasan mengenai pendidikan terakhir responden ditampilkan lebih jelas dalam gambar pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Tingkat Pendidikan Responden

#### 4.2 Uji Validitas dan Reliabilitas terhadap Rancangan Kuesioner

Rancangan kuesioner sebelum dilakukan penyebaran dilakukan uji validitas dan uji realibilitas terlebih dahulu. Kuesioner telah disebarkan pada 30 responden, dan setelah kuesioner terkumpul maka tahap selanjutnya adalah melakukan uji validitas dan reliabilitas dengan bantuan *software* statistik untuk memvalidasi faktor-faktor yang yang mempengaruhi keputusan kontraktor baik dalam *bid or no bid* maupun dalam menentukan harga penawaran yang diperoleh dari studi literatur. Kuesioner disebarkan pada 30 responden yang memiliki pengalaman kerja lebih dari 5 tahun dalam mengikuti proses pelelangan umum. Didapatkan hasil dari uji validitas dan uji reliabilitas dengan bantuan *software* SPSS yang ditampilkan pada tabel 4.1 untuk faktor-faktor yang yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam *bid/no bid* dan tabel 4.2 untuk faktor-faktor yang yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam menentukan harga penawaran.

Tabel 4.1 Hasil Uji Validitas Rancangan Kuesioner untuk Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam *Bid/No Bid*

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	r Hitung	r Tabel	Hasil Uji Validitas
1	Ukuran proyek	0,387	0,361	VALID
2	Aksesibilitas ke lokasi proyek	0,443	0,361	VALID
3	Durasi proyek	0,377	0,361	VALID
4	Tipe proyek	0,392	0,361	VALID
5	Nilai proyek	0,440	0,361	VALID
6	Kompleksitas proyek	0,503	0,361	VALID
7	Lingkungan kerja	0,557	0,361	VALID
8	Kejelasan spesifikasi teknis proyek	0,750	0,361	VALID
9	Waktu mulai pengerjaan proyek	0,483	0,361	VALID
10	Biaya tidak langsung proyek	0,713	0,361	VALID
11	Tingkat keamanan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek	0,459	0,361	VALID
12	Keuntungan yang diharapkan dari proyek	0,424	0,361	VALID
13	Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis	0,563	0,361	VALID
14	Kontinuitas pekerjaan	0,392	0,361	VALID
15	Resiko proyek	0,687	0,361	VALID

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	r Hitung	r Tabel	Hasil Uji Validitas
16	Tingkat bahaya (hazard)	0,663	0,361	VALID
17	Kemungkinan-kemungkinan yang ada (contingency)	0,723	0,361	VALID
18	Resiko untuk berinvestasi	0,607	0,361	VALID
19	Musim dilaksanakannya pengerjaan proyek	0,394	0,361	VALID
20	Peraturan perundang-undangan dan persyaratan yang berlaku	0,569	0,361	VALID
21	Jumlah kompetitor dalam mengikuti tender	0,510	0,361	VALID
22	Kondisi ekonomi/pasar	0,542	0,361	VALID
23	Tingkat pengembalian (rate of return)	0,708	0,361	VALID
24	Kewajiban pajak	0,636	0,361	VALID
25	Asuransi premium	0,538	0,361	VALID
26	Jumlah penawaran yang ada	0,431	0,361	VALID
27	Kebutuhan akan pekerjaan	0,385	0,361	VALID
28	Kekuatan/keunggulan perusahaan	0,383	0,361	VALID
29	Pengalaman pada proyek sejenis/keyakinan dalam pekerjaan	,418,	0,361	VALID
30	Beban pekerjaan yang ditangani perusahaan saat itu	0,479	0,361	VALID
31	Dokumentasi proyek	0,490	0,361	VALID
32	Keandalan subkontraktor	0,654	0,361	VALID
33	Kebutuhan/ketersediaan peralatan	0,584	0,361	VALID
34	Ketersediaan material/procurement	0,378	0,361	VALID
35	Pengalaman dan kompetensi dari karyawan kontraktor	0,448	0,361	VALID
36	Ketersediaan untuk proyek lain/kebutuhan tenaga kerja	0,476	0,361	VALID
37	Kemampuan finansial kontraktor (arus kas/keuangan proyek)	0,437	0,361	VALID
38	Hubungan dengan subkontraktor	0,623	0,361	VALID
39	Hubungan antara kontraktor dan bank (fasilitas bank yang diharapkan)	0,475	0,361	VALID
40	Budaya kontraktor (bagaimana, kapan, dan mengapa berurusan dengan klien)	0,436	0,361	VALID
41	Identitas manajer proyek	0,496	0,361	VALID
42	Kategori/karakteristik kontraktor	0,552	0,361	VALID

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	r Hitung	r Tabel	Hasil Uji Validitas
43	Politik perusahaan	0,182	0,361	TIDAK VALID
44	Owner/klien (reputasi)	,409,	0,361	VALID
45	Kemampuan klien untuk membayar	0,447	0,361	VALID
46	Kualitas desain	0,468	0,361	VALID
47	Orang yang bertugas sebagai pengawasan	0,283	0,361	TIDAK VALID
48	Karakteristik kontrak	0,605	0,361	VALID
49	Kejelasan kontrak	0,513	0,361	VALID
50	Jumlah subkontrak	0,570	0,361	VALID

Tabel 4.2 Hasil Uji Validitas Rancangan Kuesioner untuk Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam Menentukan Harga Penawaran

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	r Hitung	r Tabel	Hasil Uji Validitas
1	Ukuran proyek	0,388	0,361	VALID
2	Aksesibilitas ke lokasi proyek	0,386	0,361	VALID
3	Durasi proyek	0,385	0,361	VALID
4	Tipe proyek	0,412	0,361	VALID
5	Nilai proyek	0,377	0,361	VALID
6	Kompleksitas proyek	0,541	0,361	VALID
7	Lingkungan kerja	0,369	0,361	VALID
8	Kejelasan spesifikasi teknis proyek	0,591	0,361	VALID
9	Waktu mulai pengerjaan proyek	0,493	0,361	VALID
10	Biaya tidak langsung proyek	0,506	0,361	VALID
11	Tingkat keamanan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek	0,376	0,361	VALID
12	Keuntungan yang diharapkan dari proyek	0,373	0,361	VALID
13	Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis	0,564	0,361	VALID
14	Kontinuitas pekerjaan	0,504	0,361	VALID
15	Resiko proyek	0,492	0,361	VALID
16	Tingkat bahaya (hazard)	0,673	0,361	VALID
17	Kemungkinan-kemungkinan yang ada (contingency)	0,496	0,361	VALID
18	Resiko untuk berinvestasi	0,402	0,361	VALID

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	r Hitung	r Tabel	Hasil Uji Validitas
19	Musim dilaksanakannya pengerjaan proyek	0,388	0,361	VALID
20	Peraturan perundang-undangan dan persyaratan yang berlaku	0,506	0,361	VALID
21	Jumlah kompetitor dalam mengikuti tender	0,392	0,361	VALID
22	Kondisi ekonomi/pasar	0,453	0,361	VALID
23	Tingkat pengembalian (rate of return)	0,630	0,361	VALID
24	Kewajiban pajak	0,447	0,361	VALID
25	Asuransi premium	355,000	0,361	VALID
26	Jumlah penawaran yang ada	0,469	0,361	VALID
27	Kebutuhan akan pekerjaan	0,426	0,361	VALID
28	Kekuatan/keunggulan perusahaan	0,555	0,361	VALID
29	Pengalaman pada proyek sejenis/keyakinan dalam pekerjaan	0,537	0,361	VALID
30	Beban pekerjaan yang ditangani perusahaan saat itu	0,505	0,361	VALID
31	Dokumentasi proyek	0,310	0,361	TIDAK VALID
32	Keandalan subkontraktor	0,605	0,361	VALID
33	Kebutuhan/ketersediaan peralatan	0,595	0,361	VALID
34	Ketersediaan material/procurement	0,495	0,361	VALID
35	Pengalaman dan kompetensi dari karyawan kontraktor	0,448	0,361	VALID
36	Ketersediaan untuk proyek lain/kebutuhan tenaga kerja	0,280	0,361	TIDAK VALID
37	Kemampuan finansial kontraktor (arus kas/keuangan proyek)	0,547	0,361	VALID
38	Hubungan dengan subkontraktor	0,505	0,361	VALID
39	Hubungan antara kontraktor dan bank (fasilitas bank yang diharapkan)	0,587	0,361	VALID
40	Budaya kontraktor (bagaimana, kapan, dan mengapa berurusan dengan klien)	0,306	0,361	TIDAK VALID
41	Identitas manajer proyek	0,381	0,361	VALID
42	Kategori/karakteristik kontraktor	0,387	0,361	VALID
43	Politik perusahaan	0,304	0,361	TIDAK VALID
44	Owner/klien (reputasi)	0,436	0,361	VALID
45	Kemampuan klien untuk membayar	0,431	0,361	VALID

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	r Hitung	r Tabel	Hasil Uji Validitas
46	Kualitas desain	0,420	0,361	VALID
47	Orang yang bertugas sebagai pengawasan	0,515	0,361	VALID
48	Karakteristik kontrak	0,508	0,361	VALID
49	Kejelasan kontrak	0,419	0,361	VALID
50	Jumlah subkontrak	0,267	0,361	TIDAK VALID

Dari tabel 4.1 dan 4.2 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa faktor yang valid dan tidak valid. Faktor yang tidak valid yaitu faktor-faktor yang memiliki  $r$  hitung  $<$   $r$  tabel. Nilai  $r$  tabel didapatkan sebesar 0,3061 karena jumlah responden sebesar 30 dengan signifikansi sebesar 5% (Sugiyono, 2007). Faktor yang tidak valid harus dihilangkan dari kuesioner, baik yang mempengaruhi *bid/no bid* maupun harga penawaran. Karena dalam penyebaran kuesioner faktor yang ditanyakan akan mempengaruhi kedua keputusan kontraktor, maka faktor-faktor yang dihilangkan adalah faktor-faktor yang dinyatakan tidak valid baik dalam *bid/no bid* maupun penentuan harga penawaran. Jika hanya pada salah satu faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor (*bid/no bid* atau harga penawaran), maka faktor tersebut tetap dimasukkan dalam kuesioner.

Dari tabel 4.1 didapatkan dua faktor yang dinyatakan tidak valid dalam mempengaruhi keputusan kontraktor untuk *bid/no bid* dan dari tabel 4.2 didapatkan lima faktor yang dinyatakan tidak valid dalam mempengaruhi keputusan kontraktor untuk menentukan harga penawaran. Namun di antara faktor-faktor yang tidak valid tersebut, hanya terdapat satu faktor saja yang mempengaruhi baik dalam *bid/no bid* maupun penentuan harga penawaran, yaitu politik perusahaan. Sehingga faktor tersebut harus dihilangkan dari kuesioner. Faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam penawaran yang awalnya berjumlah 50 faktor berubah menjadi 49 faktor. Untuk faktor-faktor yang valid dan reliabel dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Perubahan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor pada Kuesioner

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor
1	Ukuran proyek
2	Aksesibilitas ke lokasi proyek
3	Durasi proyek
4	Tipe proyek
5	Nilai proyek
6	Kompleksitas proyek
7	Lingkungan kerja
8	Kejelasan spesifikasi teknis proyek
9	Waktu mulai pengerjaan proyek
10	Biaya tidak langsung proyek
11	Tingkat keamanan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek
12	Keuntungan yang diharapkan dari proyek
13	Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis
14	Kontinuitas pekerjaan
15	Resiko proyek
16	Tingkat bahaya (hazard)
17	Kemungkinan-kemungkinan yang ada (contingency)
18	Resiko untuk berinvestasi
19	Musim dilaksanakannya pengerjaan proyek
20	Peraturan perundang-undangan dan persyaratan yang berlaku
21	Jumlah kompetitor dalam mengikuti tender
22	Kondisi ekonomi/pasar
23	Tingkat pengembalian (rate of return)
24	Kewajiban pajak
25	Asuransi premium
26	Jumlah penawaran yang ada
27	Kebutuhan akan pekerjaan
28	Kekuatan/keunggulan perusahaan
29	Pengalaman pada proyek sejenis/keyakinan dalam pekerjaan
30	Beban pekerjaan yang ditangani perusahaan saat itu
31	Dokumentasi proyek
32	Keandalan subkontraktor
33	Kebutuhan/ketersediaan peralatan
34	Ketersediaan material/procurement
35	Pengalaman dan kompetensi dari karyawan kontraktor
36	Ketersediaan untuk proyek lain/kebutuhan tenaga kerja



No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor
37	Kemampuan finansial kontraktor ( arus kas/keuangan proyek)
38	Hubungan dengan subkontraktor
39	Hubungan antara kontraktor dan bank (fasilitas bank yang diharapkan)
40	Budaya kontraktor (bagaimana, kapan, dan mengapa berurusan dengan klien)
41	Identitas manajer proyek
42	Kategori/karakteristik kontraktor
43	Owner/klien (reputasi)
44	Kemampuan klien untuk membayar
45	Kualitas desain
46	Orang yang bertugas sebagai pengawasan
47	Karakteristik kontrak
48	Kejelasan kontrak
49	Jumlah subkontrak

Untuk faktor-faktor yang dinyatakan valid, kemudian dilakukan uji reliabilitas untuk mengetahui rancangan kuesioner sudah reliabel. Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* SPSS untuk mendapatkan nilai  $\alpha$  *cronbach's*. Hasil uji reliabilitas terhadap rancangan kuesioner ditunjukkan pada tabel 4.4 untuk faktor yang mempengaruhi *bid/no bid* dan tabel 4.5 untuk faktor yang mempengaruhi harga penawaran.

Tabel 4.4 Hasil Uji Reliabilitas Rancangan Kuesioner untuk Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam *Bid/No Bid*

Cronbach's Alpha	N of Items
0,941	49

Tabel 4.5 Hasil Uji Reliabilitas Rancangan Kuesioner untuk Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam Menentukan Harga Penawaran

Cronbach's Alpha	N of Items
0,922	49

Dari tabel 4.4 dan 4.5 didapatkan nilai  $\alpha$  *cronbach's* masing-masing sebesar 0,941 untuk rancangan kuesioner faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam *bid/no bid* dan sebesar 0,922 untuk rancangan kuesioner faktor-

faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam menentukan harga penawaran. Rancangan kuesioner dinyatakan reliabel jika nilai  $\alpha$  *cronbach's*  $> 0,60$  (Kountur, 2004), sehingga rancangan kuesioner dinyatakan reliabel karena nilai  $\alpha$  *cronbach's* yang didapatkan  $> 0,60$ .

### 4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kontraktor dalam Melakukan Penawaran

Untuk mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi kontraktor dalam melakukan penawaran baik dalam *bid or no bid* maupun dalam menentukan harga penawaran, hasil dari kuesioner yang telah disebar diolah dengan menggunakan *relative importance index* (RII). Sehingga akan didapatkan faktor yang paling berpengaruh terhadap keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran. Dengan menerapkan persamaan 2.12 akan didapatkan skor RII. Semakin tinggi skor RII yang didapatkan maka akan semakin berpengaruh faktor tersebut terhadap keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran. Untuk memudahkan dalam mengetahui faktor-faktor mana yang memiliki pengaruh terbesar hingga terendah, maka faktor-faktor yang ada perlu diurutkan sesuai dengan skor RII yang didapatkan, mulai dari skor terbesar hingga skor terendah. Urutan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran ditampilkan dalam tabel 4.6 untuk pengaruh terhadap *bid or no bid* dan tabel 4.7 untuk pengaruh terhadap harga penawaran.

Tabel 4.6 Urutan Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Keputusan Kontraktor dalam *Bid/No Bid*

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	RII
1	Keuntungan yang diharapkan dari proyek	0,95
2	Ukuran proyek	0,84
3	Kemampuan finansial kontraktor ( arus kas/keuangan proyek)	0,81
4	Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis	0,79
5	Pengalaman pada proyek sejenis/keyakinan dalam pekerjaan	0,79
6	Kekuatan/keunggulan perusahaan	0,78
7	Kemampuan klien untuk membayar	0,77
8	Kualitas desain	0,77

<b>No</b>	<b>Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor</b>	<b>RII</b>
9	Nilai proyek	0,75
10	Owner/klien (reputasi)	0,75
11	Ketersediaan untuk proyek lain/kebutuhan tenaga kerja	0,70
12	Ketersediaan material/procurement	0,68
13	Kompleksitas proyek	0,67
14	Beban pekerjaan yang ditangani perusahaan saat itu	0,67
15	Kejelasan kontrak	0,66
16	Kebutuhan akan pekerjaan	0,65
17	Tingkat keamanan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek	0,58
18	Resiko proyek	0,57
19	Hubungan antara kontraktor dan bank (fasilitas bank yang diharapkan)	0,57
20	Aksesibilitas ke lokasi proyek	0,55
21	Karakteristik kontrak	0,55
22	Durasi proyek	0,54
23	Jumlah penawaran yang ada	0,54
24	Jumlah subkontrak	0,54
25	Peraturan perundang-undangan dan persyaratan yang berlaku	0,53
26	Pengalaman dan kompetensi dari karyawan kontraktor	0,53
27	Kondisi ekonomi/pasar	0,52
28	Kebutuhan/ketersediaan peralatan	0,52
29	Kejelasan spesifikasi teknis proyek	0,51
30	Resiko untuk berinvestasi	0,51
31	Lingkungan kerja	0,48
32	Jumlah kompetitor dalam mengikuti tender	0,47
33	Waktu mulai pengerjaan proyek	0,46
34	Kontinuitas pekerjaan	0,45
35	Tingkat bahaya (hazard)	0,45
36	Kategori/karakteristik kontraktor	0,45
37	Budaya kontraktor (bagaimana, kapan, dan mengapa berurusan dengan klien)	0,44
38	Tipe proyek	0,42
39	Orang yang bertugas sebagai pengawasan	0,42
40	Kewajiban pajak	0,41
41	Tingkat pengembalian (rate of return)	0,41
42	Biaya tidak langsung proyek	0,40
43	Hubungan dengan subkontraktor	0,39
44	Keandalan subkontraktor	0,39
45	Kemungkinan-kemungkinan yang ada (contingency)	0,38

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	RII
46	Asuransi premium	0,38
47	Dokumentasi proyek	0,37
48	Identitas manajer proyek	0,37
49	Musim dilaksanakannya pengerjaan proyek	0,35

Tabel 4.7 Urutan Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Keputusan Kontraktor dalam Menentukan Harga Penawaran

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	RII
1	Keuntungan yang diharapkan dari proyek	0,92
2	Ukuran proyek	0,81
3	Nilai proyek	0,79
4	Aksesibilitas ke lokasi proyek	0,71
5	Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis	0,69
6	Resiko proyek	0,67
7	Tipe proyek	0,61
8	Kualitas desain	0,61
9	Tingkat bahaya (hazard)	0,60
10	Kejelasan kontrak	0,60
11	Durasi proyek	0,59
12	Tingkat pengembalian (rate of return)	0,59
13	Kompleksitas proyek	0,59
14	Biaya tidak langsung proyek	0,57
15	Kemampuan klien untuk membayar	0,56
16	Tingkat keamanan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek	0,53
17	Kejelasan spesifikasi teknis proyek	0,53
18	Ketersediaan material/procurement	0,53
19	Kemampuan finansial kontraktor ( arus kas/keuangan proyek)	0,52
20	Kebutuhan/ketersediaan peralatan	0,51
21	Owner/klien (reputasi)	0,51
22	Kondisi ekonomi/pasar	0,51
23	Hubungan dengan subkontraktor	0,51
24	Waktu mulai pengerjaan proyek	0,49
25	Jumlah subkontrak	0,49
26	Karakteristik kontrak	0,48
27	Kontinuitas pekerjaan	0,46
28	Hubungan antara kontraktor dan bank (fasilitas bank yang diharapkan)	0,46
29	Jumlah kompetitor dalam mengikuti tender	0,45

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	RII
30	Kekuatan/keunggulan perusahaan	0,45
31	Kemungkinan-kemungkinan yang ada (contingency)	0,43
32	Kebutuhan akan pekerjaan	0,43
33	Pengalaman pada proyek sejenis/keyakinan dalam pekerjaan	0,42
34	Ketersediaan untuk proyek lain/kebutuhan tenaga kerja	0,41
35	Keandalan subkontraktor	0,40
36	Resiko untuk berinvestasi	0,39
37	Pengalaman dan kompetensi dari karyawan kontraktor	0,39
38	Lingkungan kerja	0,38
39	Beban pekerjaan yang ditangani perusahaan saat itu	0,37
40	Orang yang bertugas sebagai pengawasan	0,36
41	Kategori/karakteristik kontraktor	0,35
42	Peraturan perundang-undangan dan persyaratan yang berlaku	0,34
43	Jumlah penawaran yang ada	0,34
44	Musim dilaksanakannya pengerjaan proyek	0,33
45	Dokumentasi proyek	0,32
46	Budaya kontraktor (bagaimana, kapan, dan mengapa berurusan dengan klien)	0,32
47	Identitas manajer proyek	0,31
48	Kewajiban pajak	0,29
49	Asuransi premium	0,23

Selanjutnya dari masing-masing faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor baik dalam *bid/no bid* maupun dalam menentukan harga penawaran, diambil lima faktor yang mempunyai skor RII tertinggi, yang nantinya akan dijadikan input dalam pemodelan penawaran kontraktor yang akan dikembangkan. Lima faktor yang mempunyai skor RII tertinggi memiliki nilai yang jauh dari angka 0,250 yang menjadi batas faktor-faktor tersebut tidak lagi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keputusan kontraktor (Egemen dan Mohamed, 2007). Lima faktor yang mempunyai skor RII tertinggi ditampilkan dalam tabel 4.8 untuk faktor yang berpengaruh terhadap *bid/no bid* dan tabel 4.9 untuk faktor yang berpengaruh terhadap harga penawaran.

Tabel 4.8 Faktor Utama yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam *Bid/No Bid*

No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor
1	Keuntungan yang diharapkan dari proyek
2	Ukuran proyek
3	Kemampuan finansial kontraktor ( arus kas/keuangan proyek)
4	Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis
5	Pengalaman pada proyek sejenis/keyakinan dalam pekerjaan

Tabel 4.9 Faktor Utama yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor dalam Menentukan Harga Penawaran

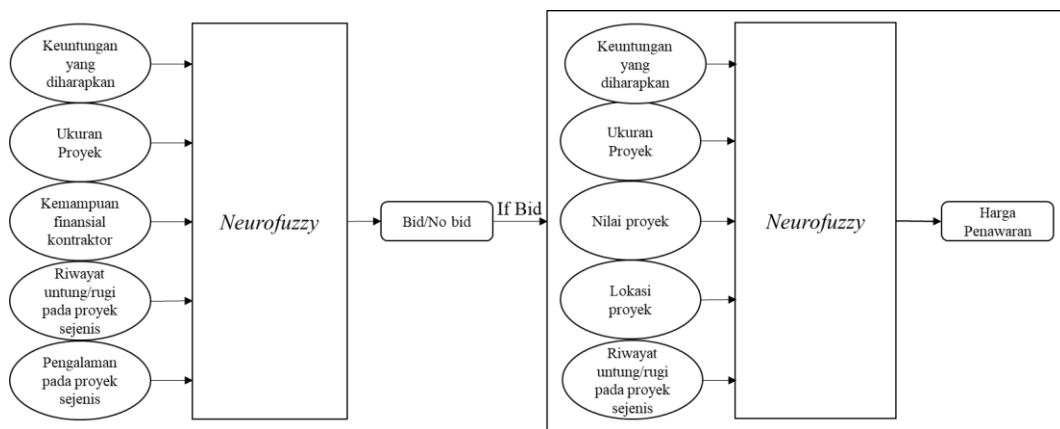
No	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor
1	Keuntungan yang diharapkan dari proyek
2	Ukuran proyek
3	Nilai proyek
4	Aksesibilitas ke lokasi proyek
5	Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis

Dari tabel 4.8 dan 4.9 telah didapatkan masing-masing lima faktor yang paling berpengaruh terhadap keputusan kontraktor. Faktor-faktor tersebut akan menjadi masukan dalam proses penelitian selanjutnya yaitu dalam pengembangan model estimasi kontraktor berbasis *neurofuzzy*.

#### 4.4 Model Estimasi Penawaran Kontraktor

Model yang dikembangkan bertujuan untuk memudahkan kontraktor dalam mengambil keputusan untuk melakukan penawaran atau tidak terhadap pelelangan umum yang akan diikuti, serta untuk menentukan berapa harga penawaran yang dapat diajukan dalam pelelangan umum yang diikuti. Model yang dikembangkan terdiri dari dua tahapan pokok, yang pertama adalah untuk mendapatkan keputusan bahwa kontraktor akan mengambil penawaran dalam pelelangan umum atau tidak, atau dalam istilah umumnya disebut *bid/no bid*. Selanjutnya jika keputusan yang diperoleh adalah untuk menawar (*bid*) maka pemodelan akan melanjutkan tahapannya yaitu untuk menentukan berapa besar penawaran yang akan diajukan dengan menentukan berapa persen penurunan dari harga perkiraan sendiri (HPS)

atau disebut *owner estimate*. Keputusan tersebut dapat diambil dengan melihat lima faktor utama yang mempengaruhi masing-masing keputusan sebagai *input* dalam pemodelan. Dalam memutuskan untuk melakukan *bid no bid*, *input* pemodelan terdiri dari keuntungan yang diharapkan, ukuran proyek, kemampuan finansial kontraktor, riwayat untung/rugi pada proyek sejenis, dan pengalaman pada proyek sejenis. Sedangkan dalam menentukan berapa harga penawaran yang dapat diajukan *input* pemodelan terdiri dari keuntungan yang diharapkan, ukuran proyek, nilai proyek, aksesibilitas ke lokasi proyek, dan riwayat untung/rugi pada proyek sejenis. Model yang akan dikembangkan merupakan model berbasis *neurofuzzy*. Kelebihan model berbasis *neurofuzzy* adalah dapat mengotomatisasi proses pembuatan aturan-aturan yang sangat banyak jika *input* model dan kriteria yang ditetapkan banyak. Penjelasan mengenai model estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy* dijelaskan lebih sederhana dalam usulan struktur model yang ditunjukkan dalam gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Usulan Struktur Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

Dalam mengembangkan model berbasis *neurofuzzy*, terdapat beberapa tahapan yang perlu dijalankan seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya. *Neurofuzzy* terdiri dari 5 lapisan di mana setiap lapisannya terdiri dari simpul-simpul yang bersifat adaptif maupun nonadaptif. Lapisan tersebut adalah lapisan ke-1 atau fuzzifikasi, lapisan ke-2 atau lapisan produk, lapisan ke-3 atau lapisan normalisasi, lapisan ke-4 atau defuzzifikasi, dan lapisan ke-5 yang berupa *output*.

Proses pembuatan model secara umum terdiri dari pengumpulan data, perancangan model berbasis *neurofuzzy*, dan validasi model. Penjelasan dalam setiap prosesnya dijelaskan lebih rinci dalam subbab berikut.

#### 4.4.1 Pengumpulan Data

Pada pembuatan model estimasi penawaran kontraktor, data yang digunakan diperoleh dari wawancara yang terdiri dari data *input* dan data *output*. Data *input* merupakan data yang terdiri dari kondisi kontraktor sesuai dengan faktor yang menjadi *input* dalam model. Sedangkan data *output* terdiri dari dua bagian yaitu keputusan untuk *bid or no bid* dan prosentase penurunan dari *owner estimate*. Data yang didapatkan akan dibedakan menjadi data yang digunakan sebagai *data training* dalam pembuatan model dan data yang digunakan sebagai *data testing* sebagai validasi model. Pembagian yang dilakukan sebesar 80% untuk *data training* dan 20% untuk *data testing*. Penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa perbandingan tersebut menghasilkan nilai eror yang kecil sehingga menghasilkan nilai akurasi model yang tinggi (Nugraha dkk, 2013).

Jumlah data yang terkumpul sebanyak 80 data yang merupakan data proyek konstruksi fasilitas transportasi yang diselenggarakan oleh LPSE Jawa Timur untuk proyek yang berlokasi di Jawa Timur dalam kurun tahun 2015 sampai dengan 2017. Selanjutnya data tersebut dibagi menjadi *training data* dan *testing data* dengan perbandingan 80 berbanding 20. Sehingga jumlah data yang digunakan dalam *training* model sebanyak 64 data dan data yang digunakan dalam *testing* model sebanyak 16 data.

Untuk mendapatkan pemahaman yang sama dalam memperoleh data yang digunakan dalam pemodelan, maka dijelaskan pengertian dari masing-masing *input* dengan memberikan nilai minimum dan maksimum yang berlaku. Jumlah total *input* dalam model penawaran kontraktor yang dikembangkan adalah sebanyak sepuluh *input*, namun terdapat tiga *input* yang sama dalam *input bid or no bid* dan *input* harga penawaran, yaitu keuntungan yang diharapkan dari proyek, ukuran proyek, dan riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis. Sehingga pengertian mengenai *input* yang diperlukan adalah berjumlah tujuh *input*.



Pengertian mengenai masing-masing *input* pemodelan penawaran kontraktor beserta batas nilai minimum dan maksimum ditunjukkan dalam tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Penjelasan *Input* dalam Pemodelan Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

No	Input	Nilai		Keterangan
		Min	Max	
1	Keuntungan yang diharapkan dari proyek (I1)	0%	~%	Prosentase keuntungan dari harga penawaran yang diajukan kontraktor, semakin besar prosentase maka semakin besar keuntungan yang diharapkan
2	Ukuran proyek (I2)	0	~	Jumlah subkontraktor/vendor yang terlibat dalam proyek
3	Kemampuan finansial kontraktor (I3)	0%	100%	Kemampuan finansial/ arus kas proyek pada kontraktor, semakin besar prosentase maka semakin mampu finansial kontraktor
4	Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis (I4)	--%	~%	Rata-rata dari riwayat keuntungan/kerugian yang dimiliki kontraktor terhadap proyek sejenis, semakin besar prosentase maka semakin besar keuntungan yang pernah didapat
5	Pengalaman pada proyek sejenis (I5)	0	~	Jumlah proyek sejenis yang pernah ditangani oleh kontraktor
6	Nilai proyek (I6)	Rp. 10 Milyar	~	Nilai proyek yang sedang diikuti oleh kontraktor
7	Aksesibilitas ke lokasi proyek (I7)	0%	100%	Kemudahan/kesulitan dalam akses lokasi proyek, semakin besar prosentase maka semakin mudah lokasi proyek untuk diakses

Selanjutnya ditentukan jumlah kategori dari masing-masing input serta menentukan himpunan keanggotaannya. Kategori pada masing-masing *input* dibagi menjadi 5 kategori, sehingga dapat mewakili kondisi yang dialami oleh kontraktor. Pembagian kategori pada masing-masing *input* ditunjukkan pada tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Pengategorian *Input* Pemodelan

No	Input	Pembagian Kategori
1	Keuntungan yang diharapkan dari proyek (I1)	Sangat kecil (A1)
		Kecil (A2)
		Sedang (A3)
		Besar (A4)
		Sangat besar (A5)
2	Ukuran proyek (I2)	Sangat kecil (B1)
		Kecil (B2)
		Sedang (B3)
		Besar (B4)
		Sangat besar (B5)
3	Kemampuan finansial kontraktor (I3)	Sangat sulit (C1)
		Sulit (C2)
		Sedang (C3)
		Aman (C4)
		Sangat aman (C5)
4	Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis (I4)	Sangat rugi (D1)
		Rugi (D2)
		Untung kecil (D3)
		Cukup untung (D4)
		Sangat untung (D5)
5	Pengalaman pada proyek sejenis (I5)	Sangat sedikit (E1)
		Sedikit (E2)
		Cukup (E3)
		Berpengalaman (E4)
		Sangat berpengalaman (E5)
6	Nilai proyek (I6)	Sangat kecil (F1)
		Kecil (F2)
		Sedang (F3)
		Besar (F4)
		Sangat besar (F5)
7	Aksesibilitas ke lokasi proyek (I7)	Sangat sulit (G1)
		Sulit (G2)
		Sedang (G3)
		Mudah (G4)
		Sangat mudah (G5)

Selanjutnya data-data *input* (I1 sampai dengan I7) dan *output* yang berupa keputusan untuk *bid or no bid* (O1) dan prosentase penurunan harga penawaran dari HPS yang diajukan oleh kontraktor (O2) dapat diperoleh dari proses wawancara terhadap responden yang sama dengan responden dalam penyebaran kuesioner. Hasil yang didapatkan kemudian diolah dalam tabel dan dibedakan menjadi *training data* dan *testing data*. *Training data* ditunjukkan dalam tabel 4.12 dan *testing data* ditunjukkan dalam tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.12 *Training Data* dalam Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

No	Input							Output	
	I1 (%)	I2 (n Subkon)	I3 (%)	I4 (%)	I5 (n Pengalaman)	I6 (Milyar Rupiah)	I7 (%)	O1	O2
1	10	2	50	13	3	38,11	90	Bid	10,00
2	15	1	55	13	5	26,00	80	Bid	10,26
3	15	2	50	10	3	18,81	55	Bid	18,87
4	15	3	55	12	4	18,00	60	Bid	17,75
5	15	1	30	13	3	16,90	90	Bid	9,47
6	15	2	35	15	4	16,55	95	Bid	7,31
7	13	0	50	8	5	16,35	50	Bid	16,37
8	15	2	30	15	3	14,49	80	Bid	7,37
9	15	2	30	10	4	14,32	85	Bid	9,12
10	15	3	35	10	4	13,98	80	Bid	10,26
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
64	15	0	55	10	3	10,56	50	No Bid	16,94

Tabel 4.13 *Testing Data* dalam Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

No	Input							Output	
	I1 (%)	I2 (n Subkon)	I3 (%)	I4 (%)	I5 (n Pengalaman)	I6 (Milyar Rupiah)	I7 (%)	O1	O2
1	14	1	49	12	5	23,94	90	Bid	7,26
2	14	1	35	13	3	19,27	80	Bid	3,97
3	14	1	50	13	5	25,06	75	Bid	4,43

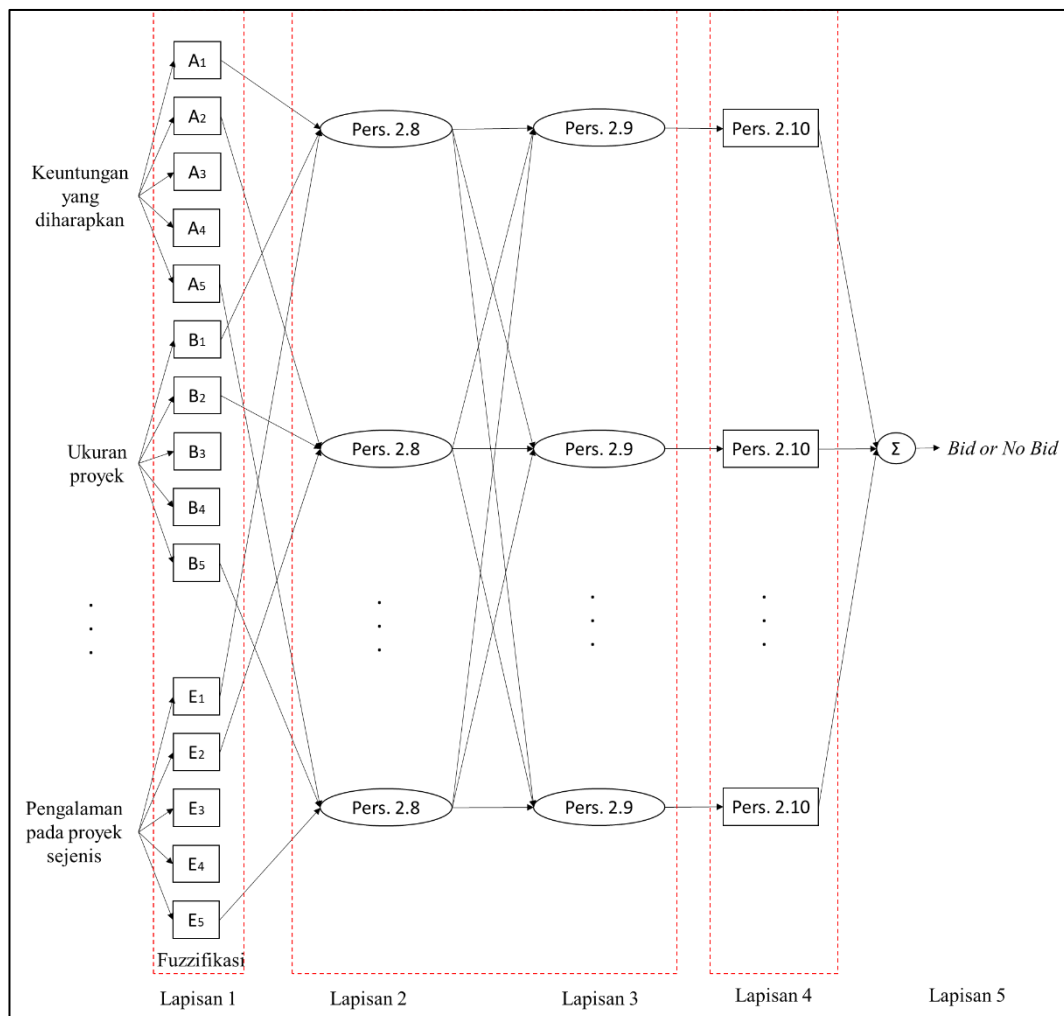
No	Input							Output	
	I1 (%)	I2 (n Subkon)	I3 (%)	I4 (%)	I5 (n Pengalaman)	I6 (Milyar Rupiah)	I7 (%)	O1	O2
4	17	2	55	12	5	19,00	70	Bid	4,05
5	16	2	54	10	4	13,20	60	Bid	5,76
6	15	3	58	13	5	25,75	70	Bid	9,13
7	15	1	54	12	6	19,32	80	Bid	9,70
8	14	2	48	9	5	12,58	85	Bid	6,22
9	15	2	40	10	5	17,44	90	Bid	5,24
10	13	2	60	11	2	14,01	80	Bid	6,25
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
16	10	1	45	8	4	10,33	70	Bid	6,21

Pada tabel 4.12 dan 4.13 menunjukkan bahwa terkumpul sebanyak 64 data untuk *data training* dan 16 data untuk *data testing*. Data yang didapatkan secara lengkap akan ditunjukkan dalam lampiran 2 untuk *training data* dan lampiran 3 untuk *testing data*. Dari tabel 4.12 menunjukkan bahwa data pada nomer 1 merupakan kontraktor 1 di mana kontraktor tersebut memutuskan untuk mengikuti pelelangan atau *bid* (O1) dengan mengajukan harga penawaran sebesar 10% turun dari HPS (O2) dengan mempertimbangkan kondisi kontraktor saat itu terkait keuntungan yang diharapkan sebesar 10% dari harga penawaran (I1), ukuran proyek yang akan melibatkan 2 subkontraktor (I2), kemampuan finansial kontraktor sebesar 50% dari nilai proyek (I3), riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis sebesar 13% (I4), pengalaman pada proyek sejenis sebanyak 3 proyek (I5), nilai proyek atau HPS sebesar 38,11 milyar rupiah (I6), dan yang terakhir yaitu aksesibilitas ke lokasi proyek sebesar 90% (I7). Hal tersebut berlaku juga terhadap *data testing* pada tabel 4.13.

#### 4.4.2 Perancangan Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

Dalam mengembangkan model berbasis *neurofuzzy*, terdapat beberapa tahapan yang perlu dijalankan. *Neurofuzzy* terdiri dari lima lapisan di mana setiap lapisannya terdiri dari simpul-simpul yang bersifat adaptif maupun nonadaptif.

Lapisan tersebut adalah lapisan ke-1 atau fuzzifikasi, lapisan ke-2 atau lapisan produk, lapisan ke-3 atau lapisan normalisasi, lapisan ke-4 atau defuzzifikasi, dan lapisan ke-5 yang berupa *output*. Proses pemodelan berawal dari *input* yang berupa himpunan CRISP yang kemudian masuk dalam simpul pada lapisan ke-1 dan selanjutnya keluar sebagai himpunan *fuzzy*. *Output* dari lapisan ke-1 akan diproses pada lapisan ke-2 dan ke-3 dan akan dilanjutkan pada lapisan ke-4 di mana pada lapisan ini himpunan *fuzzy* diubah kembali menjadi himpunan CRISP sampai dengan keluar *output* tunggal. Gambaran struktur dari pemodelan berbasis *neurofuzzy* ditunjukkan dalam gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Struktur Pemodelan Berbasis *Neurofuzzy* untuk *Bid or No Bid*

Sedangkan penjelasan lebih sistematis pada setiap lapisan dalam proses *neurofuzzy* akan dijelaskan pada subbab berikut.

#### 4.4.2.1 Input

Pemodelan estimasi kontraktor berbasis *neurofuzzy* memiliki dua tahap, yaitu untuk menentukan *bid or no bid* dan menentukan harga penawaran. Oleh karena itu *input* dan *output* juga dibedakan menjadi dua kelompok tahapan. *Input* dan *output* dalam pemodelan ini didapatkan dari hasil wawancara sebelumnya terhadap responden terkait. Data *input* dan *output* pemodelan estimasi kontraktor berbasis *neurofuzzy* ditampilkan dalam tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Data *Input* dan *Output* Model Estimasi Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

No. Data	<i>Bid or No Bid</i>						Harga Penawaran					
	Input					Output	Input					Output
	I1	I2	I3	I4	I5	O1	I1	I2	I6	I7	I4	O2
1	10	2	50	13	3	Bid	10	2	38,11	90	13	10,00
2	15	1	55	13	5	Bid	15	1	26,00	80	13	10,26
3	15	2	50	10	3	Bid	15	2	18,81	55	10	18,87
4	15	3	55	12	4	Bid	15	3	18,00	60	12	17,75
5	15	1	30	13	3	Bid	15	1	16,90	90	13	9,47
6	15	2	35	15	4	Bid	15	2	16,55	95	15	7,31
7	13	0	50	8	5	Bid	13	0	16,35	50	8	16,37
8	15	2	30	15	3	Bid	15	2	14,49	80	15	7,37
9	15	2	30	10	4	Bid	15	2	14,32	85	10	9,12
10	15	3	35	10	4	Bid	15	3	13,98	80	10	10,26
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
64	15	0	55	10	3	No Bid	15	0	10,56	50	10	16,94

Data *input* dan *output* pemodelan estimasi kontraktor berbasis *neurofuzzy* secara lengkap akan dilampirkan pada lampiran 4.

Dari tabel 4.14 didapatkan bahwa setiap tahap pemodelan terdiri dari lima *input* dan satu *output*. Tahap 1 yaitu untuk menentukan *bid or no bid* terdiri dari I1, I2, I3, I4, dan I5 sebagai *input* serta *output* berupa *bid* atau *no bid*. Sedangkan tahap selanjutnya dilanjutkan apabila pada tahap pertama, *output* yang dihasilkan adalah *bid* yaitu terdiri dari I1, I2, I6, I7, dan I4 sebagai *input* serta *output* berupa prosentase penurunan dari nilai HPS yang dapat diajukan sebagai harga penawaran

kontraktor. Data *input* tersebut akan menjadi data yang digunakan sebagai *data training* dalam pemodelan estimasi kontraktor berbasis *neurofuzzy*.

Pada pemodelan yang dikembangkan setiap *input* dikelompokkan ke dalam lima kategori. Mengikuti jenis *fuzzy* Sugeno maka aturan model yang didapatkan untuk *bid or no bid* adalah sebagai berikut sesuai dengan persamaan 2.1 pada bab sebelumnya.

$$\begin{aligned}
 &\text{IF } I_1 \text{ adalah } A_1 \text{ dan } I_2 \text{ adalah } B_1 \text{ dan } I_3 \text{ adalah } C_1 \text{ dan } I_4 \text{ adalah } D_1 \text{ dan } I_5 \text{ adalah } E_1 \\
 &\text{THEN } O_1 = l_1.I_1 + m_1.I_2 + n_1.I_3 + p_1.I_4 + q_1.I_5 + r_1 \\
 &\text{IF } I_1 \text{ adalah } A_2 \text{ dan } I_2 \text{ adalah } B_2 \text{ dan } I_3 \text{ adalah } C_2 \text{ dan } I_4 \text{ adalah } D_2 \text{ dan } I_5 \text{ adalah } E_2 \\
 &\text{THEN } O_1 = l_2.I_1 + m_2.I_2 + n_2.I_3 + p_2.I_4 + q_2.I_5 + r_2 \\
 &\text{IF } I_1 \text{ adalah } A_3 \text{ dan } I_2 \text{ adalah } B_3 \text{ dan } I_3 \text{ adalah } C_3 \text{ dan } I_4 \text{ adalah } D_3 \text{ dan } I_5 \text{ adalah } E_3 \\
 &\text{THEN } O_1 = l_3.I_1 + m_3.I_2 + n_3.I_3 + p_3.I_4 + q_3.I_5 + r_3 \\
 &\text{IF } I_1 \text{ adalah } A_4 \text{ dan } I_2 \text{ adalah } B_4 \text{ dan } I_3 \text{ adalah } C_4 \text{ dan } I_4 \text{ adalah } D_4 \text{ dan } I_5 \text{ adalah } E_4 \\
 &\text{THEN } O_1 = l_4.I_1 + m_4.I_2 + n_4.I_3 + p_4.I_4 + q_4.I_5 + r_4 \\
 &\text{IF } I_1 \text{ adalah } A_5 \text{ dan } I_2 \text{ adalah } B_5 \text{ dan } I_3 \text{ adalah } C_5 \text{ dan } I_4 \text{ adalah } D_5 \text{ dan } I_5 \text{ adalah } E_5 \\
 &\text{THEN } O_1 = l_5.I_1 + m_5.I_2 + n_5.I_3 + p_5.I_4 + q_5.I_5 + r_5 \tag{4.1}
 \end{aligned}$$

dengan:

- $I_1, I_2, \dots, I_5$  = *Input* 1 sampai dengan *Input* 5
- $A_1, A_2, \dots, A_5$  = Kategori 1 sampai dengan 5 dari *Input* 1
- $B_1, B_2, \dots, B_5$  = Kategori 1 sampai dengan 5 dari *Input* 2
- $C_1, C_2, \dots, C_5$  = Kategori 1 sampai dengan 5 dari *Input* 3
- $D_1, D_2, \dots, D_5$  = Kategori 1 sampai dengan 5 dari *Input* 4
- $E_1, E_2, \dots, E_5$  = Kategori 1 sampai dengan 5 dari *Input* 5
- $O_1$  = *Output* 1
- $l, m, n, p, q, r$  = Parameter (Jumlah parameter yang terbentuk adalah 30)

Sedangkan aturan model yang didapatkan untuk menentukan harga penawaran adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &\text{IF } I_1 \text{ adalah } A_1 \text{ dan } I_2 \text{ adalah } B_1 \text{ dan } I_6 \text{ adalah } F_1 \text{ dan } I_7 \text{ adalah } G_1 \text{ dan } I_4 \text{ adalah } D_1 \\
 &\text{THEN } O_2 = s_1.I_1 + t_1.I_2 + u_1.I_6 + v_1.I_7 + w_1.I_4 + z_1 \\
 &\text{IF } I_1 \text{ adalah } A_2 \text{ dan } I_2 \text{ adalah } B_2 \text{ dan } I_3 \text{ adalah } F_2 \text{ dan } I_4 \text{ adalah } D_2 \text{ dan } I_5 \text{ adalah } D_2 \\
 &\text{THEN } O_2 = s_2.I_1 + t_2.I_2 + u_2.I_6 + v_2.I_7 + w_2.I_4 + z_2
 \end{aligned}$$

IF  $I_1$  adalah  $A_3$  dan  $I_2$  adalah  $B_3$  dan  $I_3$  adalah  $F_3$  dan  $I_4$  adalah  $D_3$  dan  $I_5$  adalah  $D_3$   
 THEN  $O_2 = s_3.I_1 + t_3.I_2 + u_3.I_6 + v_3.I_7 + w_3.I_4 + z_3$   
 IF  $I_1$  adalah  $A_4$  dan  $I_2$  adalah  $B_4$  dan  $I_3$  adalah  $F_4$  dan  $I_4$  adalah  $D_4$  dan  $I_5$  adalah  $D_4$   
 THEN  $O_2 = s_4.I_1 + t_4.I_2 + u_4.I_6 + v_4.I_7 + w_4.I_4 + z_4$   
 IF  $I_1$  adalah  $A_5$  dan  $I_2$  adalah  $B_5$  dan  $I_3$  adalah  $F_5$  dan  $I_4$  adalah  $D_5$  dan  $I_5$  adalah  $D_5$   
 THEN  $O_2 = s_5.I_1 + t_5.I_2 + u_5.I_6 + v_5.I_7 + w_5.I_4 + z_5$  (4.2)

dengan:

$I_1, I_2, I_4, I_6, I_7 = \text{Input } 1, 2, 4, 6, \text{ dan } 7$

$A_1, A_2, \dots, A_5 = \text{Kategori } 1 \text{ sampai dengan } 5 \text{ dari } \text{Input } 1$

$B_1, B_2, \dots, B_5 = \text{Kategori } 1 \text{ sampai dengan } 5 \text{ dari } \text{Input } 2$

$D_1, D_2, \dots, D_5 = \text{Kategori } 1 \text{ sampai dengan } 5 \text{ dari } \text{Input } 4$

$F_1, F_2, \dots, F_5 = \text{Kategori } 1 \text{ sampai dengan } 5 \text{ dari } \text{Input } 6$

$G_1, G_2, \dots, G_5 = \text{Kategori } 1 \text{ sampai dengan } 5 \text{ dari } \text{Input } 7$

$O_2 = \text{Output } 2$

$s, t, u, v, w, z = \text{Parameter (Jumlah parameter yang terbentuk adalah } 30)$

Untuk mendapatkan nilai parameter sejumlah 30 parameter, maka jumlah data yang diperlukan adalah sebanyak 30 data. Hal ini mengacu pada metode LSE rekursif yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai dari parameter-parameter yang didapatkan dari proses pemodelan berbasis *neurofuzzy* seperti pada persamaan 2.13 pada bab sebelumnya. Untuk menggunakan metode LSE rekursif maka matriks yang terbentuk harus berupa matriks persegi ( $m = n$ ). Diketahui bahwa jumlah parameter sebanyak 30 ( $n = 30$ ) yang akan membentuk matriks berukuran  $30 \times 1$ . Oleh karena itu perlu matriks *output* yang berukuran  $30 \times 1$ , sehingga nilai  $m = n$ . Oleh karena itu diperlukan jumlah data sebanyak 30 agar dapat dilakukan perhitungan secara manual.

#### 4.4.2.2 Lapisan Ke-1 – Fuzzifikasi

*Input* kemudian masuk pada lapisan ke-1 yaitu fuzzifikasi. Pada lapisan ini input yang awalnya berupa himpunan CRISP diubah menjadi himpunan *fuzzy* dengan menentukan derajat keanggotaan. Untuk mendapatkan derajat keanggotaan dari setiap data *input* dapat ditentukan dengan menggunakan algoritma *fuzzy c-*



*means clustering* (FCM). Muhammad (2013) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa FCM memiliki tingkat kestabilan hasil yang sangat baik dibandingkan dengan metode pengategorian yang lainnya. Dalam menerapkan algoritma FCM terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan seperti yang dijelaskan dalam bab sebelumnya pada sub bab 2.11.3. Langkah awal dalam metode FCM adalah dengan membuat matriks dengan ukuran  $n \times m$ , dengan  $n$  adalah banyaknya data dan  $m$  adalah banyaknya atribut data atau dalam penelitian ini terdiri dari lima *input*. Nilai dalam matriks  $n \times m$  merupakan nilai  $X_{ij}$ , yaitu data ke- $i$  dengan atribut ke- $j$ . dalam penelitian ini matriks yang terbentuk merupakan matriks berukuran  $30 \times 5$ . Selanjutnya membuat inisialisasi parameter awal sebagai berikut.

- Jumlah *cluster* ( $c$ ) = 5
- Pangkat pembobotan ( $w$ ) = 2
- Iterasi maximum = 100
- *Error* terkecil ( $\epsilon$ ) = 0,0001
- Iterasi awal ( $t$ ) = 1

Selanjutnya dengan menentukan bilangan acak ( $U_{ik}$ ) antara 0 sampai dengan 1. Setelah dilakukan iterasi sebanyak 23 kali terhadap data *bid or no bid* didapatkan nilai  $P_t - P_{t-1} < \epsilon$ . Oleh karena itu itersi dihentikan. Tiap tahapan dalam menentukan derajat keanggotaan dengan algoritma FCM dilampirkan secara lengkap pada lampiran 5 untuk data *bid or no bid* dan lampiran 6 untuk data penentuan harga penawaran.

Hasil derajat keanggotaan yang baru dapat menunjukkan kombinasi antara kelima *input* memiliki kecenderungan masuk ke dalam salah satu kategori. Hasil *clustering* dengan algoritma FCM pada data *bid no bid* ditunjukkan pada tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.15 Hasil *Clustering* Dengan Algoritma FCM terhadap Data *Bid or No Bid*

Data Ke-	Dearajat Keanggotaan					Kecenderungan Masuk dalam Kluster				
	I1	I2	I3	I4	I5	1	2	3	4	5
1	0,094	0,273	0,120	0,476	0,037	0	0	0	1	0
2	0,039	0,894	0,008	0,056	0,003	0	1	0	0	0

Data Ke-	Dearajat Keanggotaan					Kecenderungan Masuk dalam Kluster				
	I1	I2	I3	I4	I5	1	2	3	4	5
3	0,061	0,245	0,082	0,592	0,021	0	0	0	1	0
4	0,045	0,884	0,009	0,059	0,003	0	1	0	0	0
5	0,002	0,004	0,020	0,006	0,968	0	0	0	0	1
6	0,018	0,031	0,258	0,054	0,640	0	0	0	0	1
7	0,090	0,269	0,121	0,488	0,032	0	0	0	1	0
8	0,006	0,010	0,047	0,015	0,922	0	0	0	0	1
9	0,009	0,014	0,072	0,021	0,883	0	0	0	0	1
10	0,019	0,033	0,341	0,057	0,550	0	0	0	0	1
11	0,027	0,129	0,039	0,795	0,010	0	0	0	1	0
12	0,032	0,063	0,612	0,131	0,162	0	0	1	0	0
13	0,009	0,049	0,013	0,926	0,003	0	0	0	1	0
14	0,045	0,113	0,459	0,324	0,059	0	0	1	0	0
15	0,100	0,773	0,018	0,102	0,007	0	1	0	0	0
16	0,015	0,076	0,023	0,880	0,006	0	0	0	1	0
17	0,116	0,630	0,033	0,209	0,012	0	1	0	0	0
18	0,007	0,014	0,914	0,029	0,036	0	0	1	0	0
19	0,744	0,143	0,029	0,068	0,015	1	0	0	0	0
20	0,002	0,004	0,974	0,009	0,011	0	0	1	0	0
21	0,043	0,184	0,061	0,695	0,017	0	0	0	1	0
22	0,100	0,766	0,019	0,108	0,007	0	1	0	0	0
23	0,140	0,545	0,045	0,253	0,017	0	1	0	0	0
24	0,852	0,098	0,011	0,034	0,005	1	0	0	0	0
25	0,407	0,356	0,051	0,161	0,024	1	0	0	0	0
26	0,066	0,156	0,315	0,376	0,088	0	0	0	1	0
27	0,691	0,217	0,019	0,064	0,009	1	0	0	0	0
28	0,073	0,251	0,102	0,548	0,026	0	0	0	1	0
29	0,059	0,844	0,012	0,080	0,005	0	1	0	0	0
30	0,046	0,114	0,439	0,344	0,058	0	0	1	0	0

Dari tabel 4.15 dapat dilihat bahwa masing-masing *input* memiliki nilai derajat keanggotaan. Dalam satu data nilai derajat keanggotaan yang memiliki nilai tertinggi menunjukkan kecenderungan kombinasi data tersebut masuk ke dalam kategori tersebut. Seperti pada data ke-1, dari kombinasi *input* yang ada nilai derajat keanggotaan tertinggi terdapat pada *input* 4 sebesar 0,476. Sehingga data-data pada data ke-1 masuk dalam kategori 1. Nilai derajat keanggotaan tersebut belum

merupakan derajat keanggotaan yang dapat menjadi *input* pada lapisan sebelumnya. Karena derajat keanggotaan tersebut hanya untuk mengategorikan kecenderungan kombinasi data masuk ke dalam suatu kategori tertentu. Sedangkan dalam derajat keanggotaan yang menunjukkan himpunan *fuzzy* satu input dapat masuk ke dalam lebih dari satu kategori. Untuk mendapat himpunan *fuzzy* diterapkan fungsi keanggotaan *membership function*.

Dalam menentukan fungsi keanggotaan tidak ada aturan yang pasti untuk bentuk apa yang akan digunakan. Pada banyak penelitian digunakan *membership function* gbell karena menghasilkan hasil yang lebih halus dalam pergantian kategori. Selain itu Wardhani dan Haerani (2011) dalam penelitiannya mendapatkan bahwa tidak ada perbedaan hasil yang signifikan ketika menggunakan jenis kurva yang berbeda. Untuk mendapatkan fungsi keanggotaan gbell dapat diterapkan persamaan 2.7.

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - c}{a} \right|^{2b}}$$

dengan:

- $\mu_a$  = derajat keanggotaan
- $x$  = variabel *fuzzy* (nilai *input*)
- $a$  = standar deviasi
- $b$  = konstanta
- $c$  = *mean*

Dari data *input* yang ada kemudian dikelompokkan berdasarkan kecenderungan pengategorian yang didapat dengan menerapkan algoritma FCM sebelumnya. Selanjutnya dapat diperoleh nilai *mean* dan standar deviasi dengan bantuan *software* Ms. Excel. Hasil perhitungan *mean* dan standar deviasi sebagai parameter  $c$  dan  $a$  ditampilkan dalam tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Pengategorian *Input* dan Hasil Perhitungan *Mean* dan Standar Deviasi

Data Ke-	Kategori 1					Kategori 2					Kategori 5	
	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5	I4	I5
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0
2	0	0	0	0	0	15	1	55	13	5	...	0

Data Ke-	Kategori 1					Kategori 2					Kategori 5	
	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5	I4	I5
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0
4	0	0	0	0	0	15	3	55	12	4	...	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	3
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	4
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	4
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	4
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	6
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Mean</b>	1,83	0,23	6,33	1,50	0,70	3,33	0,43	12,83	2,57	1,07	2,03	0,70
<b>SD</b>	4,82	0,68	16,55	4,03	1,88	6,23	0,86	23,84	4,85	2,16	4,69	1,64

Dari tabel 4.16 dapat diperoleh nilai *mean* dan standar deviasi dari masing-masing *input* data. Selanjutnya derajat keanggotaan dari masing-masing kategori dapat ditentukan dengan menerapkan persamaan 2.7. Hasil pengategorian secara lengkap akan ditampilkan pada lampiran 7. Contoh perhitungan untuk mendapatkan derajat keanggotaan akan ditunjukkan pada contoh 1 berikut.

Contoh 1.

Diketahui pengategorian berdasarkan algoritma FCM adalah sebagai berikut.

Data Ke-	Kategori 2				
	I1	I2	I3	I4	I5
1	0	0	0	0	0
2	15	1	55	13	5
3	0	0	0	0	0
4	15	3	55	12	4
<b>mean</b>	0,7	3,3	0,4	12,8	2,6
<b>sd</b>	1,9	6,2	0,9	23,8	4,8

Dari data tersebut didapatkan bahwa:

- x = 15
- a = 1,9
- b = konstanta, digunakan 1
- c = 0,7

Sehingga 
$$\mu_{A1} = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}}$$

$$\mu_{A1} = \frac{1}{1 + \left| \frac{15-0,7}{1,9} \right|^{2 \cdot 1}}$$

$$\mu_{A1} = 0,222$$

Hasil perhitungan persamaan 2.7 untuk mendapatkan derajat keanggotaan dari data *bid or no bid* ditampilkan pada tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17 Derajat Keanggotaan dari Data *Bid or No Bid*

Data Ke-	Derajat Keanggotaan								
	$\mu_{A1}$	$\mu_{A2}$	$\mu_{A3}$	$\mu_{A4}$	$\mu_{A5}$	$\mu_{B1}$	$\mu_{B2}$	$\mu_{E4}$	$\mu_{E5}$
1	0,258	0,129	0,126	0,109	0,400	0,466	0,231	...	0,338
2	0,118	0,440	0,104	0,109	0,160	0,222	0,696	...	0,127
3	0,118	0,129	0,126	0,184	0,400	0,222	0,231	...	0,338
4	0,118	0,057	0,104	0,129	0,245	0,222	0,101	...	0,199
5	0,118	0,440	0,329	0,109	0,400	0,222	0,696	...	0,338
6	0,118	0,129	0,250	0,082	0,245	0,222	0,231	...	0,199
7	0,118	0,129	0,329	0,082	0,400	0,222	0,231	...	0,338
8	0,118	0,129	0,329	0,184	0,245	0,222	0,231	...	0,199
9	0,118	0,057	0,250	0,184	0,245	0,222	0,101	...	0,199
10	0,118	0,031	0,126	0,109	0,112	0,222	0,055	...	0,088
...	...	...	...	...	...	...	...	...	0,127
30	0,066	0,129	0,104	0,056	0,112	0,123	0,231	0,080	0,088

Dari tabel 4.17 didapatkan derajat keanggotaan dari tiap data. Seperti pada data ke-1, di mana nilai  $\mu_{A1}$  sebesar 0,258.  $\mu_{A1}$  menunjukkan derajat keanggotaan data ke-1 terhadap kategori A. Kategori A merupakan pengategorian dari I1 yaitu keuntungan yang diharapkan. Pengategorianya terbagi menjadi lima kategori yaitu sangat kecil (A1), kecil (A2), sedang (A3), besar (A4), dan sangat besar (A5). Sehingga nilai  $\mu_{A1}$  sebesar 0,258 menunjukkan bahwa sebanyak 25,8% populasi

menyatakan bahwa I1 tergolong dalam kategori yang sangat kecil. Sedangkan nilai  $\mu_{A2}$  sebesar 0,258 menunjukkan bahwa sebanyak 12,9% menyatakan bahwa I1 tergolong dalam kategori yang kecil, dan seterusnya.

Data secara lengkap mengenai derajat keanggotaan dari data *bid or no bid* dilampirkan dalam lampiran 8. Derajat keanggotaan tersebut menjadi *output* pada lapisan ke-1 (fuzzifikasi) dan menjadi *input* pada lapisan selanjutnya, yaitu lapisan ke-2.

#### 4.4.2.3 Lapisan Ke-2 – Produk

Lapisan ke-2 merupakan lapisan produk di mana semua simpul pada lapisan ini bersifat nonadaptif atau parameter tetap. Fungsi pada simpul ini adalah untuk mengalikan setiap sinyal dari *input* yang masuk untuk mengetahui bobot dari masing-masing simpul. Untuk mendapatkan *output* pada simpul ini, maka diterapkan persamaan 2.8.

Pada pemodelan yang dikembangkan maka persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \cdot \mu_{B_i}(x) \cdot \mu_{C_i}(x) \cdot \mu_{D_i}(x) \cdot \mu_{E_i}(x)$$

dengan:

$$w_i = \text{Output pada kategori ke } i, i = 1, 2, \dots, 5$$

$$\mu_{A_i}, \mu_{B_i}, \dots, \mu_{E_i} = \text{Derajat keanggotaan}$$

Contoh perhitungan untuk mendapatkan *output* pada lapisan ke-2 akan ditunjukkan dalam contoh 2 berikut.

Contoh 2.

Diketahui *output* dari lapisan 1 berupa derajat keanggotaan dari masing-masing input sebagai berikut.

No. Data Ke-	1	
Derajat Keanggotaan	$\mu_{A1}$	0,258
	$\mu_{A2}$	0,129
	$\mu_{A3}$	0,126
	$\mu_{A4}$	0,109

No. Data Ke-		1
<b>Derajat Keanggotaan</b>	$\mu_{A5}$	0,400
	$\mu_{B1}$	0,466
	$\mu_{B2}$	0,231
	$\mu_{B3}$	0,292
	$\mu_{B4}$	0,178
	$\mu_{B5}$	0,556
	$\mu_{C1}$	0,411
	$\mu_{C2}$	0,188
	$\mu_{C3}$	0,167
	$\mu_{C4}$	0,165
	$\mu_{C5}$	0,456
	$\mu_{D1}$	0,560
	$\mu_{D2}$	0,354
	$\mu_{D3}$	0,282
	$\mu_{D4}$	0,260
	$\mu_{D5}$	0,589
	$\mu_{E1}$	0,365
	$\mu_{E2}$	0,282
	$\mu_{E3}$	0,092
	$\mu_{E4}$	0,155
$\mu_{E5}$	0,338	

Maka untuk mendapatkan *output* pada lapisan 2 diterapkan persamaan 2.8 seperti berikut.

$$O_{2,1} = w_1 = \mu_{A_1}(x) \cdot \mu_{B_1}(x) \cdot \mu_{C_1}(x) \cdot \mu_{D_1}(x) \cdot \mu_{E_1}(x)$$

$$w_1 = 0,258 \times 0,466 \times 0,411 \times 0,560 \times 0,365$$

$$w_1 = 0,0101$$

Hasil dari perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.8 terhadap semua data ditunjukkan dalam tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 *Output* Lapisan Ke-2 pada Data *Bid or No Bid*

Data Ke-	w1	w2	w3	w4	w5
1	0,0101	0,0006	0,0002	0,0001	0,0202
2	0,0002	0,1161	0,0001	0,0001	0,0002

Data Ke-	w1	w2	w3	w4	w5
3	0,0002	0,0006	0,0002	0,0017	0,0202
4	0,0002	0,0000	0,0001	0,0003	0,0018
5	0,0002	0,1161	0,0155	0,0001	0,0202
6	0,0002	0,0006	0,0045	0,0000	0,0018
7	0,0002	0,0006	0,0155	0,0000	0,0202
8	0,0002	0,0006	0,0155	0,0017	0,0018
9	0,0002	0,0000	0,0045	0,0017	0,0018
10	0,0002	0,0000	0,0002	0,0001	0,0000
11	0,0002	0,0006	0,0002	0,0001	0,0002
12	0,0002	0,0000	0,0004	0,0017	0,0202
13	0,0002	0,0006	0,0001	0,0007	0,0202
14	0,0002	0,0006	0,0002	0,0001	0,0000
15	0,0002	0,1161	0,0001	0,0001	0,0000
16	0,0002	0,0006	0,0014	0,0017	0,0018
17	0,0010	0,0006	0,0000	0,0017	0,2290
18	0,0002	0,1161	0,0014	0,0007	0,0002
19	0,0002	0,1161	0,0002	0,0000	0,0000
20	0,0002	0,0006	0,0001	0,0017	0,0018
21	0,0002	0,1161	0,0001	0,0001	0,0000
22	0,0001	0,0006	0,0000	0,0001	0,0018
23	0,0002	0,0006	0,0002	0,0116	0,0000
24	0,0002	0,0000	0,0001	0,0001	0,0018
25	0,0002	0,1161	0,0004	0,0043	0,0000
26	0,0002	0,1161	0,0014	0,0001	0,2290
27	0,0101	0,0006	0,0014	0,0116	0,0018
28	0,0101	0,0000	0,0001	0,0116	0,0018
29	0,0101	0,0006	0,0004	0,0116	0,0202
30	0,0000	0,0006	0,0001	0,0000	0,0000

Dapat dilihat dari tabel 4.18 didapatkan *output* lapisan ke-2 yang berupa bobot atau derajat pengaktifan (*firing strength*) dari aturan-aturan yang terbentuk. Setiap simpul pada lapisan ini menunjukkan aturan yang terbentuk. Selanjutnya *output* pada lapisan ini menjadi *input* pada lapisan selanjutnya yaitu lapisan ke-3.

#### 4.4.2.4 Lapisan Ke-3 – Normalisasi

Setiap simpul pada lapisan ke-3 merupakan simpul yang bersifat nonadaptif yang menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternormalisasi. Artinya simpul pada



lapisan ke-3 merupakan rasio dari *output* pada lapisan sebelumnya terhadap seluruh *output* pada lapisan ke-2. Untuk mendapatkan nilai bobot yang ternormalisasi dapat diterapkan persamaan 2.9.

Pada pemodelan yang dikembangkan maka persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5}$$

dengan:

$O_{3,i}$  = *output layer 3* pada simpul  $i$ , dengan  $i = 1, 2, \dots, 5$

$\bar{w}_i$  = bobot ternormalisasi pada simpul  $i$

Contoh perhitungan menggunakan persamaan 2.9 untuk mendapatkan nilai bobot ternormalisasi ditunjukkan oleh contoh 3 berikut.

Contoh 3.

Diketahui bobot dari lapisan 2 adalah sebagai berikut.

Data Ke-	w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>	w <sub>3</sub>	w <sub>4</sub>	w <sub>5</sub>	SUM
1	0,0101	0,0006	0,0002	0,0001	0,0202	0,0312
2	0,0002	0,1161	0,0001	0,0001	0,0002	0,1168
3	0,0002	0,0006	0,0002	0,0017	0,0202	0,0228
4	0,0002	0,0000	0,0001	0,0003	0,0018	0,0024

Untuk mendapatkan bobot ternormalisasi pada data ke-1 untuk  $i = 1$ , maka perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5}$$

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{0,0101}{0,0312}$$

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = 0,3242$$

Sedangkan hasil dari seluruh data pada lapisan 3 akan ditampilkan pada tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 *Output* Lapisan Ke-3 pada Data *Bid or No Bid*

<b>Data Ke-</b>	$\bar{w}_1$	$\bar{w}_2$	$\bar{w}_3$	$\bar{w}_4$	$\bar{w}_5$
<b>1</b>	0,3242	0,0179	0,0051	0,0041	0,6486
<b>2</b>	0,0020	0,9945	0,0005	0,0011	0,0018
<b>3</b>	0,0105	0,0245	0,0069	0,0725	0,8855
<b>4</b>	0,0999	0,0040	0,0253	0,1199	0,7508
<b>5</b>	0,0016	0,7628	0,1021	0,0008	0,1328
<b>6</b>	0,0338	0,0789	0,6293	0,0042	0,2538
<b>7</b>	0,0065	0,0153	0,4248	0,0008	0,5526
<b>8</b>	0,0121	0,0283	0,7851	0,0837	0,0909
<b>9</b>	0,0293	0,0012	0,5463	0,2028	0,2203
<b>10</b>	0,4262	0,0009	0,2823	0,2299	0,0607
<b>11</b>	0,1841	0,4303	0,1219	0,0993	0,1644
<b>12</b>	0,0106	0,0004	0,0198	0,0734	0,8958
<b>13</b>	0,0110	0,0257	0,0028	0,0309	0,9296
<b>14</b>	0,2189	0,5116	0,1450	0,1181	0,0064
<b>15</b>	0,0021	0,9963	0,0005	0,0011	0,0000
<b>16</b>	0,0426	0,0997	0,2421	0,2951	0,3205
<b>17</b>	0,0042	0,0024	0,0000	0,0071	0,9862
<b>18</b>	0,0020	0,9791	0,0115	0,0057	0,0018
<b>19</b>	0,0021	0,9960	0,0014	0,0003	0,0003
<b>20</b>	0,0555	0,1297	0,0141	0,3838	0,4170
<b>21</b>	0,0021	0,9963	0,0005	0,0011	0,0000
<b>22</b>	0,0262	0,2168	0,0096	0,0500	0,6973
<b>23</b>	0,0190	0,0445	0,0126	0,9211	0,0027
<b>24</b>	0,1069	0,0043	0,0271	0,0577	0,8039
<b>25</b>	0,0020	0,9589	0,0037	0,0354	0,0001
<b>26</b>	0,0007	0,3348	0,0039	0,0004	0,6603
<b>27</b>	0,3979	0,0220	0,0535	0,4558	0,0708
<b>28</b>	0,4293	0,0000	0,0026	0,4917	0,0764
<b>29</b>	0,2355	0,0130	0,0104	0,2698	0,4712
<b>30</b>	0,0187	0,8334	0,0904	0,0067	0,0508

Dengan melihat tabel 4.19 dapat diketahui *output* pada lapisan ke-3 yang berupa bobot ternormalisasi. Bobot tersebut merupakan fungsi yang telah dinormalisasi dari lapisan produk sebelumnya. Selanjutnya *output* pada lapisan ini menjadi *input* pada lapisan selanjutnya, yaitu lapisan defuzzifikasi.

#### 4.4.2.5 Lapisan Ke-4 – Defuzzifikasi

Lapisan defuzzifikasi memiliki simpul-simpul yang bersifat adaptif. Pada lapisan ini ditegaskan kembali setiap data yang masuk akan tergolong dalam kategori tertentu. Untuk mendapat *output* pada lapisan defuzzifikasi dapat diperoleh dengan menerapkan persamaan 2.10.

Pada pemodelan yang dikembangkan maka persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (l_i \cdot I1 + m_i \cdot I2 + n_i \cdot I3 + p_i \cdot I4 + q_i \cdot I5 + r_i)$$

dengan:

$$O_{5,i} \quad \quad \quad = \text{output layer 5 pada simpul } i, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, 5$$

$$l, m, n, p, q, \text{ dan } r \quad \quad \quad = \text{parameter}$$

Dengan melihat persamaan di atas maka pada lapisan ini akan didapatkan nilai parameter model. Untuk mendapatkan parameter-parameter di atas dapat diterapkan metode LSE rekursif seperti yang dijelaskan pada bab sebelumnya dalam subbab 2.11.2. Metode tersebut digunakan jika nilai satu *output* diketahui dan persamaan yang terdiri dari parameter tertentu dapat dibentuk menjadi matriks ordo  $m \times n$  dengan  $m = n$ .

Untuk membentuk matriks  $m \times m$ , maka digunakan persamaan berikut.

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (l_i \cdot I1 + m_i \cdot I2 + n_i \cdot I3 + p_i \cdot I4 + q_i \cdot I5 + r_i)$$

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \sum_{i=1}^5 (\bar{w}_i \cdot I1) l_i + (\bar{w}_i \cdot I2) m_i + (\bar{w}_i \cdot I3) n_i + (\bar{w}_i \cdot I4) p_i + (\bar{w}_i \cdot I5) q_i + \bar{w}_i r_i \quad (4.3)$$

Dari uraian di awal parameter yang perlu ditemukan sejumlah 30 parameter. Hal ini dikarenakan dalam satu aturan terdapat enam parameter. Dan aturan yang terbentuk sebanyak lima aturan. Sehingga jumlah parameter sama dengan  $6 \times 5 = 30$  parameter. Dijelaskan di awal bahwa untuk mendapat nilai parameter perlu dibentuk matriks ukuran  $m \times n$  dengan  $m = n$ . Dengan mengetahui jumlah parameter yang perlu ditemukan sebanyak 30 parameter maka ukuran matriks yang perlu dibentuk berukuran  $30 \times 30$ . Di mana  $m$  merupakan banyaknya data (*output*) yang

digunakan dan  $n$  merupakan banyaknya konstanta dalam persamaan 4.3 yang mengikuti parameter.

Matriks yang terbentuk dengan menerapkan persamaan 4.4 (Matriks A) akan ditampilkan pada tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20 Matriks A

Data Ke-	$\bar{w}_1.I1$	$\bar{w}_1.I2$	$\bar{w}_1.I3$	$\bar{w}_1.I4$	$\bar{w}_1.I5$	$\bar{w}_1$	$\bar{w}_2.I1$	$\bar{w}_2.I2$	...	$\bar{w}_5$
1	3,242	0,648	16,210	4,215	0,973	0,324	0,179	0,036	...	0,649
2	0,031	0,002	0,113	0,027	0,010	0,002	14,917	0,994	...	0,002
3	0,157	0,021	0,524	0,105	0,031	0,010	0,367	0,049	...	0,886
4	1,498	0,300	5,494	1,199	0,400	0,100	0,061	0,012	...	0,751
5	0,024	0,002	0,047	0,020	0,005	0,002	11,441	0,763	...	0,133
6	0,506	0,068	1,182	0,506	0,135	0,034	1,184	0,158	...	0,254
7	0,098	0,013	0,196	0,098	0,020	0,007	0,229	0,031	...	0,553
8	0,181	0,024	0,363	0,121	0,048	0,012	0,424	0,057	...	0,091
9	0,440	0,088	1,026	0,293	0,117	0,029	0,018	0,004	...	0,220
10	6,393	1,705	21,309	5,540	2,557	0,426	0,013	0,003	...	0,061
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0,471
30	0,374	0,037	1,030	0,337	0,112	0,019	16,668	1,667	0,305	0,051

Tabel 4.20 merupakan matriks berukuran 30 x 30 yang berisi konstanta untuk mendapatkan parameter. Tabel matriks A secara lengkap akan ditampilkan pada lampiran 9.

*Output* atau hasil dari persamaan 4.4 merupakan matriks  $m \times p$ , di mana  $m$  merupakan banyaknya data dan  $p$  merupakan banyaknya *output* dalam satu data. Banyaknya data dalam matriks *output* sebanyak 30, dan *output* dalam satu data sebanyak 1. Sehingga matriks *output* (Matriks  $y$ ) yang terbentuk adalah matriks berukuran 30 x 1. Karena data yang digunakan adalah data *bid or no bid*, maka *output* pada persamaan tersebut adalah *bid* (1) atau *no bid* (0). Matriks *output* (Matriks  $y$ ) ditampilkan dalam tabel 4.21 berikut.

Tabel 4.21 Matriks y

<b>Data Ke-</b>	<b>O4</b>	<b>Data Ke-</b>	<b>O4</b>
<b>1</b>	1	<b>16</b>	1
<b>2</b>	1	<b>17</b>	1
<b>3</b>	1	<b>18</b>	1
<b>4</b>	1	<b>19</b>	1
<b>5</b>	1	<b>20</b>	1
<b>6</b>	1	<b>21</b>	1
<b>7</b>	1	<b>22</b>	1
<b>8</b>	1	<b>23</b>	1
<b>9</b>	1	<b>24</b>	1
<b>10</b>	1	<b>25</b>	1
<b>11</b>	1	<b>26</b>	1
<b>12</b>	1	<b>27</b>	1
<b>13</b>	1	<b>28</b>	1
<b>14</b>	1	<b>29</b>	1
<b>15</b>	1	<b>30</b>	1

Sedangkan untuk matriks parameter (Matriks  $\theta$ ) merupakan matriks berukuran  $m \times q$ , di mana  $m$  merupakan banyaknya parameter dan  $q = 1$ . Sehingga matriks parameter (Matriks  $\theta$ ) yang terbentuk adalah matriks berukuran  $30 \times 1$ . Matriks parameter (Matriks  $\theta$ ) ditampilkan pada tabel 4.22 berikut.

Tabel 4.22 Matriks  $\theta$ 

<b>No</b>	<b>Parameter</b>	<b>No</b>	<b>Parameter</b>
1	l1	16	p3
2	m1	17	q3
3	n1	18	r3
4	p1	19	l4
5	q1	20	m4
6	r1	21	n4
7	l2	22	p4
8	m2	23	q4
9	n2	24	r4
10	p2	25	l5
11	q2	26	m5
12	r2	27	n5
13	l3	28	p5

No	Parameter	No	Parameter
14	m3	29	q5
15	n3	30	r5

Sehingga untuk mendapatkan nilai parameter digunakan persamaan 2.13 berikut yang merupakan tahap dari LSE rekursif.

$$\theta = (A^T \cdot A)^{-1} A^T y$$

dengan:

$\theta$  = Matriks parameter ( $\theta_{30 \times 1}$ )

$A^T$  = Transpose Matriks A ( $A^T_{30 \times 30}$ )

$(A^T \cdot A)^{-1}$  = Invers dari perkalian matriks  $A^T$  dan matriks A ( $(A^T \cdot A)^{-1}_{30 \times 30}$ )

$y$  = Matriks *output* ( $y_{30 \times 1}$ )

Dengan menggunakan *software* Ms. Excel didapatkan nilai parameter dengan menerapkan persamaan 4.5 Nilai parameter ditunjukkan dalam tabel 4.23 berikut.

Tabel 4.23 Nilai pada Matriks  $\theta$

No	Parameter	Nilai	No	Parameter	Nilai
1	$l_1$	1,12E-05	16	$p_3$	-8,21E-05
2	$m_1$	4,14E-05	17	$q_3$	-3,30E-04
3	$n_1$	-4,51E-05	18	$r_3$	1,00E+00
4	$p_1$	-4,14E-04	19	$l_4$	4,70E-04
5	$q_1$	1,73E-04	20	$m_4$	-8,12E-05
6	$r_1$	1,01E+00	21	$n_4$	4,17E-05
7	$l_2$	2,58E-06	22	$p_4$	-3,82E-04
8	$m_2$	-3,16E-05	23	$q_4$	-1,77E-04
9	$n_2$	4,53E-07	24	$r_4$	9,95E-01
10	$p_2$	-3,48E-06	25	$l_5$	2,27E-08
11	$q_2$	3,52E-06	26	$m_5$	-1,00E-07
12	$r_2$	1,00E+00	27	$n_5$	-3,90E-09
13	$l_3$	-6,82E-06	28	$p_5$	-1,82E-08
14	$m_3$	-1,27E-04	29	$q_5$	9,94E-09
15	$n_3$	7,28E-05	30	$r_5$	1,00E+00

Dari tabel 4.23 dapat dilihat nilai parameter didapatkan. Nilai tersebut kemudian dimasukkan dalam persamaan 4.1 sebagai model estimasi penawaran kontraktor untuk *bid or no bid* berbasis *neurofuzzy*.

#### 4.4.2.6 Lapisan Ke-5 – Output

Lapisan ke-5 terdiri dari satu simpul tetap yang berfungsi menjumlahkan semua masukan dari lapisan sebelumnya. Dengan menerapkan persamaan 4.4 didapatkan *output* dari lapisan ke-5. Nilai parameter yang telah didapatkan sebelumnya digunakan untuk menghitung *output* dengan persamaan 4.4. Hasil dari perhitungan persamaan 4.4 dengan menerapkan nilai parameter yang didapat ditunjukkan dalam tabel 4.24 berikut.

Tabel 4.24 *Output* Lapisan 5

<b>Data Ke-</b>	<b>O1 Target</b>	<b>O1 Perhitungan <i>Neurofuzzy</i></b>	<b>Keterangan</b>
1	1	1	Sesuai
2	1	1	Sesuai
3	1	1	Sesuai
4	1	1	Sesuai
5	1	1	Sesuai
6	1	1	Sesuai
7	1	1	Sesuai
8	1	1	Sesuai
9	1	1	Sesuai
10	1	1	Sesuai
11	1	1	Sesuai
12	1	1	Sesuai
13	1	1	Sesuai
14	1	1	Sesuai
15	1	1	Sesuai
16	1	1	Sesuai
17	1	1	Sesuai
18	1	1	Sesuai
19	1	1	Sesuai
20	1	1	Sesuai
21	1	1	Sesuai
22	1	1	Sesuai

Data Ke-	O1 Target	O1 Perhitungan <i>Neurofuzzy</i>	Keterangan
23	1	1	Sesuai
24	1	1	Sesuai
25	1	1	Sesuai
26	1	1	Sesuai
27	1	1	Sesuai
28	1	1	Sesuai
29	1	1	Sesuai
30	1	1	Sesuai

Dengan melihat tabel 4.24 dapat diketahui bahwa *output* dari perhitungan *neurofuzzy* sesuai dengan *output* target dari hasil wawancara. Sehingga nilai parameter yang dihasilkan sudah tepat.

Perhitungan pemodelan berbasis *neurofuzzy* yang diuraikan di atas adalah perhitungan untuk data *bid or no bid*. Dalam model estimasi penawaran kontraktor yang dikembangkan pemodelan terdiri dari dua tahap, yaitu untuk menentukan *bid or no bid* dan menentukan harga penawaran. Oleh karena itu perhitungan pemodelan yang harus dilakukan juga terdiri dari dua macam. Untuk perhitungan pemodelan menggunakan data penentuan harga penawaran, langkah-langkah yang dilakukan sama seperti langkah-langkah yang dijelaskan sebelumnya. Hasil dari perhitungan setiap lapisnya akan ditampilkan pada lampiran 10.

Proses pemodelan berbasis *neurofuzzy* yang dilakukan di atas merupakan proses yang dilakukan secara manual. Kelemahannya adalah hanya dapat mengakomodasi aturan dasar saja. Sehingga parameter yang terbentuk di atas merupakan parameter-parameter dasar saja. Model estimasi penawaran kontraktor untuk *bid or no bid* berbasis *neurofuzzy* ditunjukkan dalam persamaan 4.4 berikut.

IF  $I_1$  adalah  $A_1$  dan  $I_2$  adalah  $B_1$  dan  $I_3$  adalah  $C_1$  dan  $I_4$  adalah  $D_1$  dan  $I_5$  adalah  $E_1$   
 THEN  $O_1 = 1,12E-05.I_1 + 4,14E-05.I_2 + -4,51E05.I_3 + -4,14E-04.I_4 + 1,73E04.I_5 + 1,01E+01$

IF  $I_1$  adalah  $A_2$  dan  $I_2$  adalah  $B_2$  dan  $I_3$  adalah  $C_2$  dan  $I_4$  adalah  $D_2$  dan  $I_5$  adalah  $E_2$   
 THEN  $O_1 = 2,58E-06.I_1 + -3,16E-05.I_2 + 4,53E-07.I_3 + -3,48E-06.I_4 + 3,52E-06.I_5 + 1,00E+00$



IF  $I_1$  adalah  $A_3$  dan  $I_2$  adalah  $B_3$  dan  $I_3$  adalah  $C_3$  dan  $I_4$  adalah  $D_3$  dan  $I_5$  adalah  $E_3$   
 THEN  $O_1 = -6,82E-06.I_1 + -1,27E-04.I_2 + 7,28E-05.I_3 + -8,21E-05.I_4 + -3,30E-04.I_5$   
 $+ 1,00E+00$

IF  $I_1$  adalah  $A_4$  dan  $I_2$  adalah  $B_4$  dan  $I_3$  adalah  $C_4$  dan  $I_4$  adalah  $D_4$  dan  $I_5$  adalah  $E_4$   
 THEN  $O_1 = 4,70E-04.I_1 + -8,12E-05.I_2 + 4,17E-05.I_3 + -3,82E-04.I_4 + -1,77E-04.I_5$   
 $+ 9,95E-01$

IF  $I_1$  adalah  $A_5$  dan  $I_2$  adalah  $B_5$  dan  $I_3$  adalah  $C_5$  dan  $I_4$  adalah  $D_5$  dan  $I_5$  adalah  $E_5$   
 THEN  $O_1 = 2,27E-08.I_1 + -1,00E-07.I_2 + -3,90E-09.I_3 + -1,82E-08.I_4 + 9,94E-09.I_5$   
 $+ 1,00E+00$  (4.4)

dengan:

$I_1, I_2, \dots, I_5 = \text{Input 1 sampai dengan Input 5}$

$A_1, A_2, \dots, A_5 = \text{Kategori 1 sampai dengan 5 dari Input 1}$

$B_1, B_2, \dots, B_5 = \text{Kategori 1 sampai dengan 5 dari Input 2}$

$C_1, C_2, \dots, C_5 = \text{Kategori 1 sampai dengan 5 dari Input 3}$

$D_1, D_2, \dots, D_5 = \text{Kategori 1 sampai dengan 5 dari Input 4}$

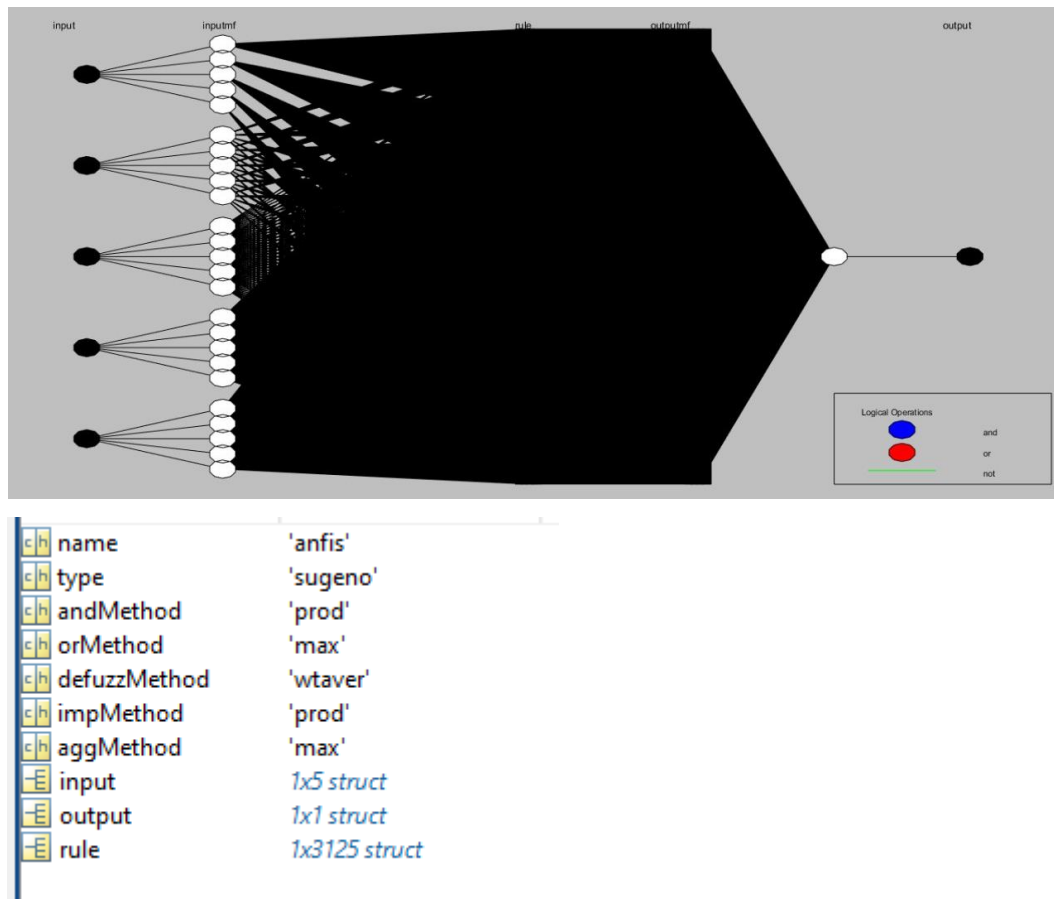
$E_1, E_2, \dots, E_5 = \text{Kategori 1 sampai dengan 5 dari Input 5}$

$O_1 = \text{Output 1}$

Dapat dilihat dari persamaan 4.4 bahwa aturan-aturan dasar yang dibuat hanya mampu mengakomodasi kombinasi dari masing-masing satu kategori saja. Seperti pada aturan pertama yaitu hanya dapat mengakomodasi kombinasi dari setiap input ( $I_1 - I_5$ ) yang masuk dalam kelompok kategori 1. Sedangkan kelebihan sistem *neurofuzzy* dapat memunculkan aturan-aturan dari segala kemungkinan yang ada dengan proses pembelajaran dari *neural network*. Oleh karena itu diperlukan bantuan dari *software* MATLAB untuk mendapatkan semua kombinasi-kombinasi peraturan yang ada. Dengan struktur model estimasi penawaran kontraktor yang terdiri dari lima *input* dengan masing-masing *input* terdiri dari lima kategori (*membership function*), maka jumlah aturan yang dapat terbentuk sebanyak  $5^5$  atau sebanyak 3.125 aturan.

Pemodelan yang dikembangkan dengan bantuan *software* MATLAB menganut langkah yang sama seperti yang dijelaskan sebelumnya dengan perhitungan manual. Namun *output* yang dihasilkan lebih akurat karena memiliki

nilai toleransi kesalahan yang sangat kecil dan menggunakan *data training* yang lebih banyak, yaitu sebanyak 80 *data training*. Struktur pemodelan dengan kombinasi *rules* yang ada ditunjukkan dalam gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Struktur Kombinasi *Rules* pada Pemodelan untuk *Bid or No Bid* atau Menentukan Harga Penawaran

Dengan melihat gambar 4.5 didapatkan bahwa dalam satu pemodelan untuk *bid or no bid* saja atau untuk mendapatkan harga penawaran saja kombinasi *rules* yang didapatkan sebanyak 3125 *rules* dengan masing-masing lima *input*. Dari pemodelan estimasi harga penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy* yang dikembangkan dengan bantuan *software* MATLAB kemudian dapat dilakukan uji validasi model untuk mengetahui apakah model yang dikembangkan valid dan dapat diterapkan.

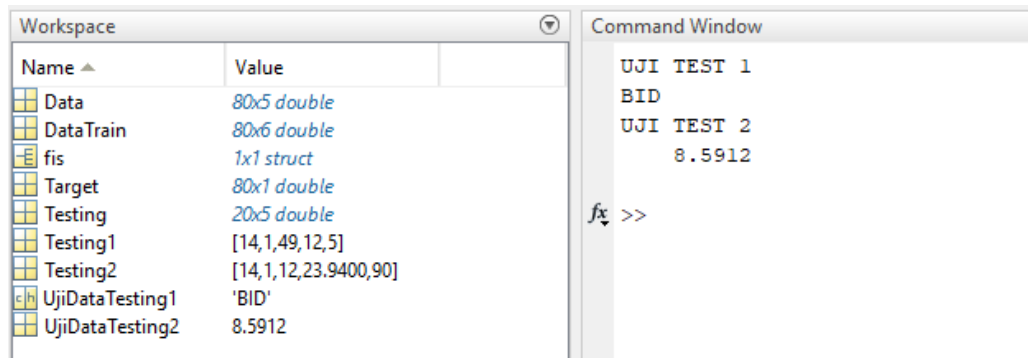
### 4.4.3 Validasi Model

Pengujian model dilakukan pada 16 data aktual yang terpisah dari *data training* yang digunakan dalam pembuatan model estimasi harga penawaran kontraktor. Pengujian model bertujuan untuk mengetahui apakah model yang telah dikembangkan sudah valid dan dapat diterapkan. Contoh salah satu data pengujian adalah sebagai berikut. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap model yang didapatkan dari *software* MATLAB

Kontraktor A akan mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi fasilitas transportasi yang diselenggarakan oleh LPSE Jawa Timur dengan nilai proyek sebesar Rp. 23.944.643.000,00. Kondisi kontraktor yang sesuai dengan *input* dalam pemodelan estimasi penawaran kontraktor adalah sebagai berikut:

- a. Keuntungan yang diharapkan : 14% dari harga penawaran
- b. Ukuran proyek : kontraktor A merencanakan bahwa akan ada 1 subkontraktor yang bergabung dalam proyek
- c. Kemampuan finansial kontraktor : 49% dari harga penawaran
- d. Riwayat untung/rugi pada proyek sejenis: 12%
- e. Pengalaman pada proyek sejenis : 5 kali
- f. Nilai proyek : Rp. 23.944.643.000,00
- g. Lokasi proyek : 90% akses menuju proyek

Hasil pengujian data uji 1 sesuai dengan *input* yang diuraikan di atas dengan menggunakan MATLAB ditunjukkan pada gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Data Uji 1 terhadap Model Estimasi Penawaran Kontraktor berbasis *Neurofuzzy* dengan MATLAB

Dari gambar 4.6 dapat dilihat bahwa hasil dari memasukkan *input* dalam pemodelan estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy* didapatkan keputusan kontraktor adalah:

- Melakukan : *Bid*
- Harga penawaran yang diajukan sebesar : Rp. 21.887.510.831,00  
(penurunan dari nilai proyek sebesar 8,59%)

Kondisi aktual dari data uji adalah:

- Melakukan : *Bid*
- Harga penawaran yang diajukan sebesar : Rp. 22.206.180.000,00  
(penurunan dari nilai proyek sebesar 7,26%)

Sehingga dapat disimpulkan bahwa *output* dari model yang dikembangkan menghasilkan keputusan yang sama dalam mengajukan penawaran dan menghasilkan harga penawaran yang lebih rendah dengan selisih sebesar 1,33%, artinya *output* harga penawaran dari pemodelan dapat memenangkan tender.

Hasil pengujian model terhadap 16 data secara keseluruhan akan ditampilkan dalam tabel 4.25 berikut.

Tabel. 4.25 Hasil Pengujian Model terhadap Data Aktual

No	Target Bid/No Bid	Output Pemodelan	Nilai Proyek (Milyar)	Output		Harga Penawaran Terendah (Milyar)	Ket.
				% Penurunan dari OE	Harga Penawaran (Milyar)		
1	Bid	Bid	Rp 23,94	8,59	Rp 21,89	Rp 22,21	Menang
2	Bid	Bid	Rp 19,27	11,62	Rp 17,03	Rp 18,50	Menang
3	Bid	Bid	Rp 25,06	16,92	Rp 20,82	Rp 23,95	Menang
4	Bid	Bid	Rp 19,00	15,25	Rp 16,10	Rp 18,23	Menang
5	Bid	Bid	Rp 13,20	7,45	Rp 12,22	Rp 12,44	Menang
6	Bid	Bid	Rp 25,75	17,59	Rp 21,22	Rp 23,40	Menang
7	Bid	Bid	Rp 19,32	14,75	Rp 16,47	Rp 17,45	Menang
8	Bid	Bid	Rp 12,58	5,16	Rp 11,93	Rp 11,79	Kalah
9	Bid	Bid	Rp 17,44	11,03	Rp 15,52	Rp 16,53	Menang
10	Bid	Bid	Rp 14,01	2,89	Rp 13,60	Rp 13,13	Kalah

No	Target Bid/No Bid	Output Pemodelan	Nilai Proyek (Milyar)	Output		Harga Penawaran Terendah (Milyar)	Ket.
				% Penurunan dari OE	Harga Penawaran (Milyar)		
11	Bid	Bid	Rp 13,99	3,01	Rp 13,57	Rp 13,26	Kalah
12	Bid	Bid	Rp 12,83	11,95	Rp 11,29	Rp 12,23	Menang
13	Bid	Bid	Rp 18,59	21,64	Rp 14,57	Rp 16,72	Menang
14	Bid	Bid	Rp 14,50	5,24	Rp 13,74	Rp 13,78	Menang
15	Bid	Bid	Rp 11,24	16,91	Rp 9,34	Rp 10,54	Menang
16	Bid	Bid	Rp 10,91	2,89	Rp 10,59	Rp 10,32	Kalah
<b>Probabilitas Menang</b>							<b>0,75</b>

Dari tabel 4.25 dapat dilihat bahwa dari proses uji validasi model terhadap data aktual didapatkan 12 data uji menghasilkan harga penawaran dibawah harga penawar terendah dari total 16 data uji yang dilakukan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model estimasi penawaran kontraktor yang dikembangkan memiliki probabilitas menang sebesar 75%.

Sedangkan untuk mengetahui tingkat akurasi model dalam menentukan *bid/no bid* digunakan metode *match-not match* dengan cara membandingkan hasil *output* model dengan hasil *output* dari data aktual. Hasil dari uji akurasi model untuk *bid/no bid* ditunjukkan dalam tabel 4.26 berikut.

Tabel 4.26 Hasil Pengujian Akurasi Model dalam Menentukan *Bid/No Bid* Menggunakan Metode *Match-Not Match*

No Data Uji	Output		Match-Not Match
	Data Uji	Model	
1	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
2	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
3	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
4	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
5	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
6	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
7	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
8	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
9	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
10	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>

No Data Uji	Output		Match-Not Match
	Data Uji	Model	
11	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
12	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
13	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
14	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
15	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
16	<i>Bid</i>	<i>Bid</i>	<i>Match</i>
% Error (Not Match)			0/16
			<b>0%</b>

Dari tabel 4.26 dapat dilihat bahwa dari semua data uji menghasilkan *output* yang sama (*match*) antara data uji dan model. Sehingga nilai akurasi model dalam menentukan keputusan *bid/no bid* sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa model menghasilkan hasil yang akurat terhadap penentuan keputusan untuk melakukan penawaran atau tidak (*bid/no bid*).

Sedangkan dalam menentukan akurasi model dalam menentukan harga penawaran dihitung selisih nilai dari *output* model dengan hasil *output* dari data aktual yang merupakan prosentase penurunan dari nilai proyek atau HPS proyek. Hasil dari uji akurasi model untuk menentukan harga penawaran ditunjukkan dalam tabel 4.27 berikut.

Tabel 4.27 Hasil Pengujian Akurasi Model dalam Menentukan Harga Penawaran

No Data Uji	Output (%)		Selisih (%)
	Data Uji	Model	
1	7,83	8,59	0,76
2	4,14	11,62	7,49
3	4,64	16,92	12,28
4	4,22	15,25	11,03
5	6,11	7,45	1,34
6	10,04	17,59	7,55
7	10,74	14,75	4,01
8	6,63	5,16	1,47
9	5,53	11,03	5,51
10	6,67	2,89	3,78
11	5,49	3,01	2,48

No Data Uji	Output (%)		Selisih (%)
	Data Uji	Model	
12	4,85	11,95	7,11
13	11,16	21,64	10,48
14	5,27	5,24	0,03
15	6,71	16,91	10,20
16	5,70	2,89	2,81
<b>% Error (Rata-Rata)</b>			<b>5,52</b>

Dari tabel 4.27 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata dari selisih antara *output* data uji dengan *output* model dalam menentukan harga penawaran sebesar 5,52%. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi model estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy* dalam menentukan harga penawaran sebesar 94,68%. Artinya kontraktor dapat menentukan harga penawaran yang akan diajukan berdasarkan *output* yang diberikan oleh model estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy* dengan nilai toleransi terhadap harga penawaran lebih kurang sebesar 5,52%.

#### 4.5 Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa model estimasi penawaran kontraktor yang dikembangkan terdiri dari lima *input* untuk *bid or no bid* dan lima *input* untuk menentukan harga penawaran dinyatakan valid. Hal ini dapat dilihat dari pengujian model yang telah dilakukan terhadap 16 data uji, didapatkan bahwa 16 kali pengujian model dinyatakan valid karena menghasilkan *output* yang sama dengan data uji. Sedangkan dalam peluang model untuk menghasilkan harga penawaran yang dapat memenangkan pelelangan umum didapatkan sebesar 75%. Hal ini dapat dilihat dari pengujian model terhadap data uji yang menghasilkan 12 kali harga penawaran yang lebih rendah dari harga penawaran terendah dari total 16 kali pengujian. Selain itu akurasi model estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy* didapatkan sebesar 100% dalam menentukan *bid/no bid* dan sebesar 94,68% dalam menentukan harga penawaran.

Kontraktor yang akan mengikuti pelelangan umum proyek konstruksi fasilitas transportasi di Jawa Timur, dapat memanfaatkan model estimasi

penawaran kontraktor dengan melihat tujuh faktor utama yang mempengaruhi keputusan kontraktor yang sesuai dengan kondisi kontraktor pada saat itu. Tujuh faktor tersebut merupakan faktor yang didapat dari penelitian yang dilakukan dengan penyebaran kuesioner dan dianalisis menggunakan RII. Faktor tersebut adalah Keuntungan yang diharapkan dari proyek yang merupakan prosentase dari harga penawaran yang akan diajukan, ukuran proyek yang diindikasikan dengan banyaknya subkontraktor yang terlibat dalam proyek, kemampuan finansial kontraktor yang merupakan prosentase dari kemampuan kontraktor dalam membiayai proyek, riwayat untung/rugi pada proyek sejenis yang merupakan prosentase dari keuntungan atau kerugian yang dialami oleh kontraktor terhadap proyek sejenis, pengalaman pada proyek sejenis yang merupakan jumlah proyek sejenis yang pernah ditangani oleh kontraktor, nilai proyek yang merupakan *owner estimate*, dan yang terakhir adalah lokasi proyek yang menunjukkan prosentasi kemudahan akses menuju lokasi proyek.

Setelah melihat kondisi sesuai dengan faktor-faktor tersebut, kontraktor dapat memasukkan *input* ke dalam model estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy*. Selanjutnya model akan memroses data *input* yang dimasukkan oleh kontraktor dan akan menghasilkan *output* pertama berupa keputusan *bid or no bid*. Model memiliki akurasi sebesar 100% dalam menentukan keputusan ini. Sehingga kontraktor dapat mengikuti keputusan yang diberikan oleh model untuk melakukan penawaran atau tidak sesuai dengan *output* yang dihasilkan oleh model. Selanjutnya jika *output* yang didapatkan pada model estimasi penawaran kontraktor tahap pertama adalah *bid*, maka model akan memroses ke tahap selanjutnya untuk mendapatkan prosentase penurunan terhadap HPS yang dapat dijadikan acuan oleh kontraktor dalam menentukan harga penawaran yang akan diajukan. Akurasi model dalam menentukan prosentase penurunan terhadap HPS sebagai acuan untuk mendapatkan harga penawaran adalah sebesar 94,68%. Sehingga kontraktor dapat menjadikan *output* model dalam menentukan harga penawaran sebagai acuan dalam mengajukan harga penawaran dengan toleransi terhadap prosentase penurunan terhadap HPS sebesar lebih kurang sebesar 5,54%.



## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Berdasarkan analisis data menggunakan RII didapatkan bahwa faktor utama yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam melakukan penawaran atau tidak (*bid or no bid*) adalah keuntungan yang diharapkan, ukuran proyek, kemampuan finansial kontraktor, riwayat untung/rugi pada proyek sejenis, dan pengalaman pada proyek sejenis. Sedangkan faktor utama yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam menentukan harga penawaran adalah keuntungan yang diharapkan, ukuran proyek, nilai proyek, lokasi proyek, dan riwayat untung/rugi pada proyek sejenis.
2. Model estimasi penawaran kontraktor dalam mengikuti pelelangan umum merupakan model berbasis *neurofuzzy* yang diterapkan dalam *software* MATLAB dengan memperhatikan tujuh faktor utama yang mempengaruhi keputusan kontraktor sesuai dengan kondisi kontraktor saat mengikuti pelelangan tersebut. Faktor tersebut adalah keuntungan yang diharapkan, ukuran proyek, kemampuan finansial kontraktor, riwayat untung/rugi pada proyek sejenis, pengalaman pada proyek sejenis, nilai proyek, dan lokasi proyek. Model memiliki nilai akurasi sebesar 100% dalam menetapkan keputusan *bid/no bid* dan akurasi sebesar 94,48% dalam menentukan harga penawaran. Sedangkan probabilitas model menghasilkan penawaran terendah sebesar 75%.

#### **5.2 Saran**

1. Pada penelitian ini penulis mengembangkan pemodelan estimasi harga penawaran kontraktor proyek konstruksi untuk fasilitas transportasi yang berlokasi di Jawa Timur. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis-jenis proyek konstruksi lainnya dengan lokasi yang lebih luas. Penelitian lebih lanjut juga dapat dilakukan dengan model yang dapat

mencakup berbagai macam jenis proyek konstruksi dan tidak hanya terbatas pada satu jenis proyek konstruksi saja.

2. Metode penelitian yang digunakan dalam pemilihan faktor utama yang berpengaruh terhadap keputusan kontraktor memunculkan faktor-faktor yang menurut responden memiliki pengaruh terbesar terhadap keputusan kontraktor secara umum, namun belum dapat memunculkan faktor yang mewakili setiap aspek yang berpengaruh pada setiap keputusan. Oleh karena itu penulis berharap pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pemilihan faktor dengan menggunakan metode penelitian yang dapat mengatasi keterbatasan tersebut.
3. Hasil pemodelan estimasi penawaran kontraktor berbasis *neurofuzzy* yang didapatkan masih memerlukan bantuan *software* MATLAB yang dianggap sulit dan kurang praktis untuk dimanfaatkan oleh kontraktor secara umum. Penulis berharap, pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan alat bantu yang lebih mudah dan praktis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. dan Minakarah, I. (1988), "Questionare Survey on Bidding in Construction", *Journal of Management in Engineering*, Vol.4, No. 3, hal. 229-243.
- Akintoye, dan Skitmore (1990), "A Conceptual Model of Construction Contractors' Pricing Strategies", *Proceedings of the 6<sup>th</sup> Annual ARCOM Conference*, Association of Researchers in Construction Management, Birmingham, hal. 31-47.
- Bagies, A. dan Fortune, C. (2006), "Bid/No Bid Decision Modelling for Construction Projects", *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual ARCOM Conference*, Association of Researchers in Construction Management, Birmingham, hal. 511-521.
- Carr, R.I. dan Sandahl, J.W. (1978), "Bidding Strategy Using Multiple Regression", *Journal of the Construction Division*, Vol. 104, No. 1, hal. 15-26.
- Chua, D.K.H. dan Li, D. (2000), "Key Factors in Bid Reasoning Model", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 126, No. 5, hal. 349-357.
- Christodoulou, S. (2000), "The Science in Human Intuition: Optimum Bid Mark Up in Competitive Bidding Environments Using Probabilistic Neural Networks", *Proceedings of 8<sup>th</sup> International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, ASCE, Standford, California, hal. 574-579.
- Christodoulou, S. (2004), "Optimum Bid Mark Up Calculation Using Neurofuzzy Systems and Multidimensional Risk Analysis Algorithm", *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol. 18, No. 4, hal. 322-330.
- Christodoulou, S. (2010), "Bid Mark-Up Selection Using Artificial Neural Network and an Entropy Metric", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 17, No.4, hal. 424-439.
- Clough, R.H. dan Sears, G.A. (1994), *Construction Contracting*, 6<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Cook, P.J. (1991), *Bidding for Contractors: How to Make Bids that Make Money*, R S Means Co, USA.

- Dulaimi, M. dan Shan, H. (2002), "The Factors Influencing Bid Mrk-up Decision of Large and Medium-Size Contractors in Singapore", *Construction Management and Economics*, Vol. 20, No. 7, hal. 601-610.
- Eastham, R.A. (1986), *Contractor's Preception of Factors which Influence Tender Prices for Construction Works*, Tesis MSc, University of Salford, Manchester.
- Egemen, M. dan Mohamed, A. N. (2007), "A Framework for Contractors to Reach Strategically Correct Bid/No Bid and Mark Up Size Decission", *Journal of Bidding and Environtment*, Vol. 42, No. 3, hal. 1373-1385.
- Eldukair, Z.A. (1990), "Fuzzy Decision in Bidding Strategies", *Proceedings of the First International Symposium on Uncertainty Modeling and Analysis IEEE*, College Park, MD, hal. 591-594.
- Enshassi, A., Kumaraswamy, M. dan Nairab, S. (2010), "Analysis of Contractors' Bidding Decision in the Palestinian Construction Industry", *Journal of Construction Engineering*, Vol. 25, No. 2, hal. 161-214.
- Ervianto, W. I. (2005) *Manajemen Proyek Konstruksi*, Andi Ofset, Yogyakarta.
- Fayek, A. (1998), "Competitive Bidding Strategy Model and Software System for Bid Preparation", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 124, No. 1, hal. 1-10.
- Friedman, L. (1956), "A Competitive Bidding Strategy", *Operational Research*, Vol. 4, hal. 104-112.
- Gates, M. (1967), "Bidding Strategies and Probabilities", *Journal of Construction Division American Society of Civil Engineers*, Vol. 96, No. 1, hal. 77-78.
- Ghasabeh, M. S. dan Chileshe, N. (2016), "Critical Factors Influencing the Bid/No Bid Decision in the Australian Construction Industry". *Construction Innovation*, Vol. 16 No. 2, hal. 127-157.
- Hai, T. (2009), *Factors Affecting the Contractor's Mark-up Size Decision in Malaysia*, Disertasi MSc, University Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur.
- Hartati, S. dan Kusumadewi, S. (2006) *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Haykin, S. S. (1999), *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall, New Jersey.

- Hegazy, T. (1993), *Practical Bid Preparation with Emphasis on Risk Assessment Using Neural Networks*, Tesis Ph.D., Concordia University, Montreal, Canada.
- Hosny, O., Nassar, K., dan Esmail, Y. (2013), "Prequalification of Egyptian Construction Contractors Using Fuzzy-AHP Models", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 20, Iss. 4, Hal. 381-405.  
<http://kabar24.bisnis.com/read/20170413/78/645155/jatim-prioritaskan-sejumlah-proyek-infrastruktur>, diakses pada tanggal 4 Desember 2017.  
<https://kbbi.kemdikbud.go.id>
- Jarkas, A.M. (2013), "Primary Factors Influencing Bid Mark-Up Decision of General Contractors in Kuwait", *Journal of Financial Management of Property and Construction*, Vol. 18, No. 1, hal. 53-75.
- Kountur, R. (2004), *Metode Penelitian untuk Penulisan Skripsi dan Tesis*, Cetakan kedua, PPM, Jakarta.
- Kusumadewi, S. dan Hartati, S. (2010), *Neuro-Fuzzy, Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, S. dan Purnomo, H. (2004), *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Leu, S.S. dan Adi, T.J.W. (2011), "Microtunneling Decision Support System (MDS) using Neural-Autoregressive Hidden Markov Model", *Expert System with Applications*, Vol. 38, hal. 5801-5808.
- Li, H. (1996), "Neural Networks Model for Intelligent Support of Mark-Up Estimation", *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 3, No.1/2, hal. 69-81.
- Lin, C.T. dan Chen, Y.T. (2004), "Bid/No-Bid Decision-Making a Fuzzy Linguistic Approach", *International Journal of Project Management*, Vo. 22, No. 7, hal. 585-593.
- Liu, P. dan Li, H. (2004), *Fuzzy Neural Network Theory and Application*, World Scientific, Singapura.
- Marzouk, M. dan Moselhi, O. (2003), "A Decision Support Tool for Construction Bidding", *Construction Innovation*, Vol. 3, No. 2, hal. 111-124.

- McCarthy, J. (1959), "Progrmas with Common Sense", *Proceedings of the Teddington Conference on the Mechanization of Thought Processes*, London, hal. 75-91.
- Muhammad, M.F. (2013), *Metode Clustering dengan Algoritma Fuzzy C-Means untuk Rekomendasi Pemilihan Bidang Keahlian pada Program Studi Teknik Informatika*, Skripsi, Universitas Dian Nuswantoro, Indonesia.
- Nugraha, P., Natan, I. dan Sutjipto, R. (1986), *Manajemen Proyek Konstruksi*, Jilid 1, Kartika Yudha, Surabaya.
- Nugraha, P. A., Saptono, R., dan Sulisty, M. E. (2013), "Perbandingan Metode Probabilistik Naïve Bayesian Classifier dan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization dalam Kasus Klasifikasi Penyakit Kandungan", *Jurnal Teknologi dan Informasi*, Vol. 2, No. 2, hal. 20-33.
- Oduote, O.O. dan Fellows, R.F. (1992), "An Examination of the importance of Resource Considerations when Contractors Make Project Selection Decision", *Construction Management and Economic*, Vol. 10, No. 2, hal. 137-151.
- Oo, B.L., Drew, D. dan Lo, H.P. (2007), "Modelling Contractors' Mark-Up Behavior in Different Construction Market", *Engineering Construction and Architectural Management*, Vol. 14, No. 5, hal. 447-461.
- Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi.
- Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2010 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.
- Rich, E. dan Knight, K. (1991), *Artificial Intelligence*, Mc Graw Hill, New York.
- Roscoe (1982), *Research Method for Business*, Mc Graw Hill, New York.
- Santoso, G. (2004), *Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, Prestasi Pustaka, Jakarta.
- Seydel, J. dan Olson, D. (1991), "Bids Considering Multiple Criteria", *Journal of Construction Engineering Management*, Vol. 116, No. 4, hal. 609-623.
- Sawitri, M. (2006), *Bid Decision Model on Contractor Participation of Construction Project Tender in East Java*, Tesis Magister, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

- Shash, A. dan Hadi, A.N. (1992), "Factors Affecting a Contractor's Markup Size Decision in Saudi Arabia", *Construction Management and Economic*, Vol. 10, No. 5, hal. 415-429.
- Shash, A.A. (1993), "Factors Considered in Tendering Decision by Top UK Contractors", *Construction Management and Economic*, Vol. 11, hal. 111-118.
- Silaen, S. dan Widiyono (2013), *Metodologi Penelitian Sosial untuk Penulisan Skripsi dan Tesis*, In Media, Jakarta.
- Siregar, S. (2013), *Statistik Parametrik untuk Penelitian Kuantitatif*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Sugiyono (2007), *Statistik untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung.
- Tan, Y. dan Shen, L. (2010), "A Fuzzy Competence Requirement (FCR) Model for Competitive Bidding Strategy", *Construction Innovation*, Vol. 10, No. 1, hal. 75-88.
- Tan, Y., Shen, L., Langston, C., dan Liu, Y. (2010), "Construction Project Selection using Fuzzy TOPSIS Approach", *Journal of Modelling in Management*, Vol. 5, No. 3, hal. 302-315
- Wanous, M., Boussabaine, H. dan Lewis, J. (2000), "To Bid or Not to Bid: A Parametric Solution", *Construction Management and Economics*, Vol. 18, No. 4, hal. 457-466.
- Wardhani, L. K., dan Haerani, E. (2011), "Analisis Pengaruh Pemilihan *Fuzzy Membership Function* terhadap *Output* Sebuah Sistem *Fuzzy Logic*", *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri*, hal. 326-333.
- Yap, J. B. H., Rahman, H. A., dan Chen, W. (2017), "Collaborative Model: Managing Design Changes with Reusable Project Experiences Through Project Learning and a Effective Communication", *International Journal of Project Management*, Vol. 35, hal. 1253-1271.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## BIODATA PENULIS



**Qurrotus Shofiyah**, penulis dilahirkan di Gresik pada tanggal 7 Februari 1993, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK 14 Al-Falah, MI Al-Falah, MTs. Assa'adah 2, dan SMAN 1 Sidayu. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan program Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Sipil ITS pada tahun 2011. Gelar Sarjana Teknik (S.T) diperoleh penulis pada tahun 2015 dengan judul Tugas Akhir "*Analisis Penentuan Besaran Mark Up Harga Penawaran pada Pelelangan Umum Proyek Konstruksi dengan Model Friedman*". Pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang pascasarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan mengambil program studi teknik sipil khususnya bidang keahlian manajemen proyek konstruksi.

Email : [qurrotus.shofiyah@gmail.com](mailto:qurrotus.shofiyah@gmail.com)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**KUESIONER MENGENAI FAKTOR-FAKTOR YANG  
MEMPENGARUHI KEPUTUSAN KONTRAKTOR DALAM *BID/NO BID*  
DAN PENENTUAN HARGA PENAWARAN**

Kepada  
Yth. Bapak/Ibu/Saudara/i Responden

Dengan ini saya bermaksud menyampaikan kuesioner sebagai salah satu alat untuk menyelesaikan penelitian tesis saya mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam *bid/no bid* (keinginan untuk menawar/tidak menawar) dan penentuan harga penawaran. Dalam proses untuk mendapatkan proyek konstruksi, dua hal tersebut menjadi langkah awal yang sangat penting. Di mana hasil yang didapatkan akan sangat berpengaruh pada keberlangsungan hidup perusahaan.

Oleh karena itu, penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor tersebut dan memberikan alat bantu untuk kontraktor sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan *bid/no bid* dan dalam menentukan harga penawaran yang akan diajukan sehingga mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan.

Hasil kuesioner ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi yang signifikan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan kontraktor dalam *bid/no bid* dan penentuan harga penawaran. Identitas pribadi Bapak/Ibu/Saudara/i responden akan dirahasiakan, serta tidak ada jawaban yang dinilai salah, untuk itu mohon diisi sesuai dengan kenyataan yang Bapak/Ibu/Saudara/i responden alami dalam proses mendapatkan proyek konstruksi.

Atas waktu yang diberikan serta kerja sama yang baik, saya ucapkan terima kasih. Semoga hari Anda menyenangkan.

Qurrotus Shofiyah  
HP. 085745969606  
Email. [qurrotus.shofiyah@gmail.com](mailto:qurrotus.shofiyah@gmail.com)

## I. INFORMASI DAN LATAR BELAKANG RESPONDEN

### Petunjuk Pengisian:

- Mohon diisi sesuai dengan kondisi Anda
- Mohon beri tanda check (√) pada pertanyaan bertanda (\*)

1. Nama Responden : .....
2. Pendidikan Terakhir : .....
3. No. Telepon/HP/Fax : .....
4. Nama Perusahaan : .....
5. Jabatan/Posisi : .....
6. Pengalaman bekerja di bidang konstruksi\*:  
 < 5 tahun     5 – 10 tahun     10 – 15 tahun     > 15 tahun
7. Pengalaman dalam mengikuti pelelangan umum/tender\*:  
 < 5 tahun     5 – 10 tahun     10 – 15 tahun     > 15 tahun

## II. KUESIONER (Faktor-Faktor yang Berpengaruh)

### Petunjuk Pengisian:

- Mohon diisi sesuai dengan kondisi Anda
- Mohon beri tanda check (√) pada kolom yang disediakan

### Pertanyaan:

- Menurut Anda, seberapa berpengaruh faktor-faktor di bawah ini terhadap keputusan Anda sebagai kontraktor dalam:
  1. **Memutuskan untuk menawar/tidak menawar (*bid/no bid*) dalam pelelangan umum**
  2. **Menentukan berapa harga penawaran yang akan diajukan**
- Berikut skala penilaian yang digunakan
  - 1 = Kurang Berpengaruh (KB)
  - 2 = Cukup Berpengaruh (CB)
  - 3 = Berpengaruh (B)
  - 4 = Sangat Berpengaruh (SB)

*Contoh pengisian kuesioner akan ditunjukkan pada halaman selanjutnya*

## Contoh Pengisian Kuesioner

1. Jika faktor yang dimaksud **mempunyai pengaruh** terhadap **salah satu keputusan**.

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	Dalam Keinginan untuk Menawar/Tidak				Dalam Menentukan Harga Penawaran			
			1	2	3	4	1	2	3	4
			KB	CB	B	SB	KB	CB	B	SB
1	Proyek	Ukuran proyek <i>*Berhubungan dengan jumlah kegiatan, besarnya biaya, tenaga kerja, dan waktu yang dibutuhkan</i>			√					
2		Lokasi proyek <i>*Berhubungan dengan akses alat berat yang digunakan, kemudahan memperoleh kebutuhan proyek, termasuk kebutuhan pekerja</i>								
3		Durasi proyek <i>*Bulanan atau tahunan</i>								

Artinya: Ukuran proyek **BERPENGARUH** terhadap keputusan kontraktor “Dalam keinginan untuk menawar/tidak” saja.

*ATAU*

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	Dalam Keinginan untuk Menawar/Tidak				Dalam Menentukan Harga Penawaran			
			1	2	3	4	1	2	3	4
			KB	CB	B	SB	KB	CB	B	SB
1	Proyek	Ukuran proyek <i>*Berhubungan dengan jumlah kegiatan, besarnya biaya, tenaga kerja, dan waktu yang dibutuhkan</i>					√			
2		Lokasi proyek <i>*Berhubungan dengan akses alat berat yang digunakan, kemudahan memperoleh kebutuhan proyek, termasuk kebutuhan pekerja</i>								
3		Durasi proyek <i>*Bulanan atau tahunan</i>								

Artinya: Ukuran proyek **CUKUP BERPENGARUH** terhadap keputusan kontraktor “Dalam menentukan harga penawaran” saja.

2. Jika faktor yang dimaksud **mempunyai pengaruh** terhadap **kedua keputusan**.

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	Dalam Keinginan untuk Menawar/Tidak				Dalam Menentukan Harga Penawaran			
			1	2	3	4	1	2	3	4
			KB	CB	B	SB	KB	CB	B	SB
1	Proyek	Ukuran proyek <i>*Berhubungan dengan jumlah kegiatan, besarnya biaya, tenaga kerja, dan waktu yang dibutuhkan</i>			√			√		
2		Lokasi proyek <i>*Berhubungan dengan akses alat berat yang digunakan, kemudahan memperoleh kebutuhan proyek, termasuk kebutuhan pekerja</i>								
3		Durasi proyek <i>*Bulanan atau tahunan</i>								

Artinya: Ukuran proyek **SANGAT BERPENGARUH** terhadap keputusan kontraktor “Dalam keinginan untuk menawar/tidak” serta **BERPENGARUH** terhadap keputusan kontraktor “Dalam menentukan harga penawaran”

3. Jika faktor yang dimaksud **tidak mempunyai pengaruh** terhadap **kedua keputusan**, Anda dapat membiarkan baris tersebut **kosong**.

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	Dalam Keinginan untuk Menawar/Tidak				Dalam Menentukan Harga Penawaran			
			1	2	3	4	1	2	3	4
			KB	CB	B	SB	KB	CB	B	SB
1	Proyek	Ukuran proyek <i>*Berhubungan dengan jumlah kegiatan, besarnya biaya, tenaga kerja, dan waktu yang dibutuhkan</i>								
2		Lokasi proyek <i>*Berhubungan dengan akses alat berat yang digunakan, kemudahan memperoleh kebutuhan proyek, termasuk kebutuhan pekerja</i>								

KB = Kurang Berpengaruh, CB = Cukup Berpengaruh, B = Berpengaruh, SB = Sangat Berpengaruh

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	Dalam Keinginan untuk Menawar/Tidak				Dalam Menentukan Harga Penawaran						
			1	2	3	4	1	2	3	4			
			KB	CB	B	SB	KB	CB	B	SB			
1	Proyek	Ukuran proyek <i>*Berhubungan dengan jumlah kegiatan, besarnya biaya, tenaga kerja, dan waktu yang dibutuhkan</i>											
2		Aksesibilitas ke lokasi proyek <i>*Berhubungan dengan akses alat berat yang digunakan, kemudahan memperoleh kebutuhan proyek, termasuk kebutuhan pekerja</i>											
3		Durasi proyek <i>*Bulanan atau tahunan</i>											
4		Tipe proyek <i>*Bangunan gedung, infrastruktur, dll</i>											
5		Nilai proyek <i>*Kecil, menengah, atau besar, sesuai dengan penggolongan Grade kontraktor di Indonesia</i>											
6		Kompleksitas proyek <i>*Jumlah macam kegiatan dalam proyek, hubungan antar kegiatan, kelompok/organisasi baik di dalam dan luar proyek</i>											
7		Lingkungan kerja <i>*Kondusif untuk berlangsungnya proyek atau masih terdapat konflik</i>											
8		Kejelasan spesifikasi teknis proyek											
9		Waktu mulai pengerjaan proyek											
10		Biaya tidak langsung proyek											
11		Tingkat keamanan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek											
12		Keuntungan yang diharapkan dari proyek											
13		Riwayat keuntungan/kerugian terhadap proyek sejenis											
14		Kontinuitas pekerjaan <i>*Pekerjaan dapat dilaksanakan secara terus-menerus tanpa hambatan</i>											
15		Resiko proyek <i>*Berhubungan dengan biaya, waktu, dan mutu proyek</i>											
16		Tingkat bahaya ( <i>hazard</i> ) <i>*Adanya indikasi yang akan menimbulkan resiko dalam proyek</i>											
17		Kemungkinan-kemungkinan yang ada ( <i>contingency</i> )											
18		Resiko untuk berinvestasi											
19		Musim dilaksanakannya pengerjaan proyek											
20		Peraturan perundang-undangan dan persyaratan yang berlaku											
21	Pasar	Jumlah kompetitor dalam mengikuti tender											
22		Kondisi ekonomi/pasar <i>*Stabilitas ekonomi selama proyek berlangsung</i>											
23		Tingkat pengembalian ( <i>rate of return</i> )											
24		Kewajiban pajak											
25		Asuransi premium											
26		Jumlah penawaran yang ada <i>*Banyaknya penawaran dalam waktu yang bersamaan</i>											

KB = Kurang Berpengaruh, CB = Cukup Berpengaruh, B = Berpengaruh, SB = Sangat Berpengaruh

No	Kategori	Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Kontraktor	Dalam Keinginan untuk Menawar/Tidak				Dalam Menentukan Harga Penawaran				
			1	2	3	4	1	2	3	4	
			KB	CB	B	SB	KB	CB	B	SB	
27	Kontraktor	Kebutuhan akan pekerjaan <i>*Berhubungan dengan target/capaian pendapatan perusahaan</i>									
28		Kekuatan/keunggulan perusahaan									
29		Pengalaman pada proyek sejenis/keyakinan dalam pekerjaan									
30		Beban pekerjaan yang ditangani perusahaan pada saat itu									
31		Dokumentasi proyek									
32		Keandalan subkontraktor									
33		Kebutuhan/ketersediaan peralatan									
34		Ketersediaan material/ <i>procurement</i>									
35		Pengalaman dan kompetensi dari karyawan kontraktor									
36		Ketersediaan untuk proyek lain/kebutuhan tenaga kerja									
37		Kemampuan finansial kontraktor (arus kas/keuangan proyek)									
38		Hubungan dengan subkontraktor									
39		Hubungan antara kontraktor dan bank (fasilitas bank yang diharapkan)									
40		Budaya kontraktor (bagaimana, kapan, dan mengapa berurusan dengan klien)									
41		Identitas manajer proyek									
42		Kategori/karakteristik kontraktor									
43		Politik perusahaan <i>*Cth: metode pembayaran, manajemen yang berlaku</i>									
44		Klien	Owner /klien <i>*Reputasi owner</i>								
45			Kemampuan klien untuk membayar								
46			Kualitas desain								
47	Orang yang bertugas sebagai pengawasan										
48	Kontrak	Karakteristik kontrak									
49		Kejelasan kontrak <i>*Cth: lama masa pemeliharaan, denda, asuransi, prosedur, dll</i>									
50		Jumlah subkontrak									

Terima kasih atas waktu yang sudah Anda berikan. Apakah bapak/ibu/saudara/i berkenan jika dihubungi kembali?

Ya, melalui HP: .....

Email: .....

Tidak

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



Lampiran 2 Tabel *Training Data* dalam Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

No. Data	Input							Output	
	I1 (%)	I2 (n Subkon)	I3 (%)	I4 (%)	I5 (n Pengalaman)	I6 (Milyar Rupiah)	I7 (%)	O1	O2
1	10	2	50	13	3	38,11	90	Bid	10,00
2	15	1	55	13	5	26,00	80	Bid	10,26
3	15	2	50	10	3	18,81	55	Bid	18,87
4	15	3	55	12	4	18,00	60	Bid	17,75
5	15	1	30	13	3	16,90	90	Bid	9,47
6	15	2	35	15	4	16,55	95	Bid	7,31
7	13	0	50	8	5	16,35	50	Bid	16,37
8	15	2	30	15	3	14,49	80	Bid	7,37
9	15	2	30	10	4	14,32	85	Bid	9,12
10	15	3	35	10	4	13,98	80	Bid	10,26
11	15	4	50	13	6	13,02	70	Bid	14,26
12	15	0	40	16	5	12,70	95	Bid	7,99
13	15	2	50	13	5	12,68	75	Bid	13,71
14	15	3	45	10	3	12,50	75	Bid	13,30
15	15	2	55	11	3	12,50	80	Bid	13,93
16	15	2	50	13	7	12,45	60	Bid	15,90
17	15	1	55	13	8	12,11	70	Bid	14,08
18	15	2	40	10	4	12,00	65	Bid	12,80
19	13	2	65	10	2	11,92	60	Bid	13,70
20	15	1	40	11	5	11,59	60	Bid	11,71
21	15	1	50	15	6	11,11	70	Bid	14,49
22	15	2	55	10	4	10,44	50	Bid	15,42
23	15	1	55	13	9	26,45	90	Bid	10,14
24	15	0	60	10	2	22,40	60	Bid	19,72
25	15	0	60	13	10	18,38	65	Bid	21,72
26	15	2	45	15	11	17,04	70	Bid	22,28
27	17	2	60	13	4	17,00	75	Bid	15,70
28	15	2	50	8	6	16,65	70	Bid	20,00
29	15	3	55	13	4	15,98	80	Bid	15,17
30	15	1	45	9	7	14,48	70	Bid	22,31
31	15	0	50	15	12	13,85	75	Bid	22,01
32	15	1	40	13	2	12,60	90	Bid	11,07

No. Data	Input							Output	
	I1 (%)	I2 (n Subkon)	I3 (%)	I4 (%)	I5 (n Pengalaman)	I6 (Milyar Rupiah)	I7 (%)	O1	O2
33	10	2	40	8	4	28,41	95	Bid	10,16
34	10	4	55	8	4	23,70	60	Bid	20,52
35	15	2	60	16	13	22,41	60	Bid	22,89
36	10	2	45	8	3	22,32	95	Bid	10,27
37	20	2	55	18	6	20,82	60	Bid	21,95
38	10	2	60	9	5	20,80	55	Bid	20,10
39	15	1	55	17	14	20,11	80	Bid	11,10
40	15	1	60	12	3	20,00	70	Bid	21,01
41	15	3	65	14	6	19,20	65	Bid	21,21
42	15	2	45	13	5	18,09	70	Bid	21,76
43	15	1	30	11	3	16,50	50	Bid	20,92
44	15	0	45	15	2	15,49	60	Bid	15,21
45	15	2	45	13	3	15,36	70	Bid	15,60
46	10	1	50	9	4	14,70	75	Bid	15,05
47	15	1	45	-3	1	14,35	55	Bid	22,03
48	15	0	50	14	6	13,53	60	Bid	17,53
49	15	2	45	10	3	13,43	95	Bid	13,07
50	15	0	55	12	2	12,00	80	Bid	13,09
51	15	3	70	15	7	11,82	50	Bid	23,19
52	15	1	65	13	7	11,20	60	Bid	22,70
53	10	1	70	8	3	11,00	65	Bid	22,92
54	15	0	60	11	3	10,68	70	Bid	21,54
55	15	0	55	13	4	10,56	50	Bid	16,94
56	15	1	45	18	3	10,11	95	Bid	9,99
57	15	0	20	10	3	26,00	80	No Bid	10,26
58	15	2	45	10	3	18,81	55	No Bid	18,87
59	15	2	30	7	3	14,49	80	No Bid	7,37
60	20	3	35	10	5	13,98	80	No Bid	10,26
61	20	4	50	12	4	13,02	70	No Bid	14,26
62	20	2	40	10	3	12,50	75	No Bid	13,30
63	20	1	45	12	4	12,45	60	No Bid	15,90
64	15	0	55	10	3	10,56	50	No Bid	16,94

Lampiran 3 Tabel *Testing Data* dalam Model Estimasi Penawaran Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

No. Data	Input							Output	
	I1 (%)	I2 (n Subkon)	I3 (%)	I4 (%)	I5 (n Pengalaman)	I6 (Milyar Rupiah)	I7 (%)	O1	O2
1	14	1	49	12	5	23,94	90	Bid	7,26
2	14	1	35	13	3	19,27	80	Bid	3,97
3	14	1	50	13	5	25,06	75	Bid	4,43
4	17	2	55	12	5	19,00	70	Bid	4,05
5	16	2	54	10	4	13,20	60	Bid	5,76
6	15	3	58	13	5	25,75	70	Bid	9,13
7	15	1	54	12	6	19,32	80	Bid	9,70
8	14	2	48	9	5	12,58	85	Bid	6,22
9	15	2	40	10	5	17,44	90	Bid	5,24
10	13	2	60	11	2	14,01	80	Bid	6,25
11	12	2	65	10	1	13,99	75	Bid	5,20
12	13	2	60	11	2	12,83	65	Bid	4,62
13	15	2	53	10	5	18,59	70	Bid	10,04
14	14	0	62	11	5	14,50	85	Bid	5,01
15	15	0	60	11	4	11,24	50	Bid	6,29
16	10	1	45	8	4	10,91	70	Bid	5,40

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

Lampiran 4 Data *Input* dan *Output* Model Estimasi Kontraktor Berbasis *Neurofuzzy*

No. Data	<i>Bid or No Bid</i>						Harga Penawaran					
	Input					Output	Input					Output
	I1	I2	I3	I4	I5	O1	I1	I2	I6	I7	I4	O2
1	10	2	50	13	3	Bid	10	2	38,11	90	13	10,00
2	15	1	55	13	5	Bid	15	1	26,00	80	13	10,26
3	15	2	50	10	3	Bid	15	2	18,81	55	10	18,87
4	15	3	55	12	4	Bid	15	3	18,00	60	12	17,75
5	15	1	30	13	3	Bid	15	1	16,90	90	13	9,47
6	15	2	35	15	4	Bid	15	2	16,55	95	15	7,31
7	13	0	50	8	5	Bid	13	0	16,35	50	8	16,37
8	15	2	30	15	3	Bid	15	2	14,49	80	15	7,37
9	15	2	30	10	4	Bid	15	2	14,32	85	10	9,12
10	15	3	35	10	4	Bid	15	3	13,98	80	10	10,26
11	15	4	50	13	6	Bid	15	4	13,02	70	13	14,26
12	15	0	40	16	5	Bid	15	0	12,70	95	16	7,99
13	15	2	50	13	5	Bid	15	2	12,68	75	13	13,71
14	15	3	45	10	3	Bid	15	3	12,50	75	10	13,30
15	15	2	55	11	3	Bid	15	2	12,50	80	11	13,93
16	15	2	50	13	7	Bid	15	2	12,45	60	13	15,90
17	15	1	55	13	8	Bid	15	1	12,11	70	13	14,08
18	15	2	40	10	4	Bid	15	2	12,00	65	10	12,80
19	13	2	65	10	2	Bid	13	2	11,92	60	10	13,70
20	15	1	40	11	5	Bid	15	1	11,59	60	11	11,71
21	15	1	50	15	6	Bid	15	1	11,11	70	15	14,49
22	15	2	55	10	4	Bid	15	2	10,44	50	10	15,42
23	15	1	55	13	9	Bid	15	1	26,45	90	13	10,14
24	15	0	60	10	2	Bid	15	0	22,40	60	10	19,72
25	15	0	60	13	10	Bid	15	0	18,38	65	13	21,72
26	15	2	45	15	11	Bid	15	2	17,04	70	15	22,28
27	17	2	60	13	4	Bid	17	2	17,00	75	13	15,70
28	15	2	50	8	6	Bid	15	2	16,65	70	8	20,00
29	15	3	55	13	4	Bid	15	3	15,98	80	13	15,17
30	15	1	45	9	7	Bid	15	1	14,48	70	9	22,31
31	15	0	50	15	12	Bid	15	0	13,85	75	15	22,01
32	15	1	40	13	2	Bid	15	1	12,60	90	13	11,07
33	10	2	40	8	4	Bid	10	2	28,41	95	8	10,16
34	10	4	55	8	4	Bid	10	4	23,70	60	8	20,52
35	15	2	60	16	13	Bid	15	2	22,41	60	16	22,89
36	10	2	45	8	3	Bid	10	2	22,32	95	8	10,27
37	20	2	55	18	6	Bid	20	2	20,82	60	18	21,95

No. Data	<i>Bid or No Bid</i>						Harga Penawaran					
	Input					Output	Input					Output
	I1	I2	I3	I4	I5	O1	I1	I2	I6	I7	I4	O2
38	10	2	60	9	5	Bid	10	2	20,80	55	9	20,10
39	15	1	55	17	14	Bid	15	1	20,11	80	17	11,10
40	15	1	60	12	3	Bid	15	1	20,00	70	12	21,01
41	15	3	65	14	6	Bid	15	3	19,20	65	14	21,21
42	15	2	45	13	5	Bid	15	2	18,09	70	13	21,76
43	15	1	30	11	3	Bid	15	1	16,50	50	11	20,92
44	15	0	45	15	2	Bid	15	0	15,49	60	15	15,21
45	15	2	45	13	3	Bid	15	2	15,36	70	13	15,60
46	10	1	50	9	4	Bid	10	1	14,70	75	9	15,05
47	15	1	45	-3	1	Bid	15	1	14,35	55	-3	22,03
48	15	0	50	14	6	Bid	15	0	13,53	60	14	17,53
49	15	2	45	10	3	Bid	15	2	13,43	95	10	13,07
50	15	0	55	12	2	Bid	15	0	12,00	80	12	13,09
51	15	3	70	15	7	Bid	15	3	11,82	50	15	23,19
52	15	1	65	13	7	Bid	15	1	11,20	60	13	22,70
53	10	1	70	8	3	Bid	10	1	11,00	65	8	22,92
54	15	0	60	11	3	Bid	15	0	10,68	70	11	21,54
55	15	0	55	13	4	Bid	15	0	10,56	50	13	16,94
56	15	1	45	18	3	Bid	15	1	10,11	95	18	9,99
57	15	0	20	10	3	No Bid	15	0	26,00	80	10	10,26
58	15	2	45	10	3	No Bid	15	2	18,81	55	10	18,87
59	15	2	30	7	3	No Bid	15	2	14,49	80	7	7,37
60	20	3	35	10	5	No Bid	20	3	13,98	80	10	10,26
61	20	4	50	12	4	No Bid	20	4	13,02	70	12	14,26
62	20	2	40	10	3	No Bid	20	2	12,50	75	10	13,30
63	20	1	45	12	4	No Bid	20	1	12,45	60	12	15,90
64	15	0	55	10	3	No Bid	15	0	10,56	50	10	16,94

Lampiran 5 Proses *Clustering* dengan Algoritma FCM terhadap Data *Bid or No Bid*

Langkah 1

<b>X<sub>ij</sub></b>	<b>I1</b>	<b>I2</b>	<b>I3</b>	<b>I4</b>	<b>I5</b>
<b>1</b>	10	2	50	13	3
<b>2</b>	15	1	55	13	5
<b>3</b>	15	2	50	10	3
<b>4</b>	15	3	55	12	4
<b>5</b>	15	1	30	13	3
<b>6</b>	15	2	35	15	4
<b>7</b>	15	2	30	15	3
<b>8</b>	15	2	30	10	4
<b>9</b>	15	3	35	10	4
<b>10</b>	15	4	50	13	6
<b>11</b>	15	2	50	13	5
<b>12</b>	15	3	45	10	3
<b>13</b>	15	2	55	11	3
<b>14</b>	15	2	50	13	7
<b>15</b>	15	1	55	13	8
<b>16</b>	15	2	40	10	4
<b>17</b>	13	2	65	10	2
<b>18</b>	15	1	40	11	5
<b>19</b>	15	1	50	15	6
<b>20</b>	15	2	55	10	4
<b>21</b>	15	1	55	13	9
<b>22</b>	17	2	60	13	4
<b>23</b>	15	2	50	8	6
<b>24</b>	15	3	55	13	4
<b>25</b>	15	1	45	9	7
<b>26</b>	15	1	40	13	2
<b>27</b>	10	2	40	8	4
<b>28</b>	10	4	55	8	4
<b>29</b>	10	2	45	8	3
<b>30</b>	20	2	55	18	6

Langkah 2

- jumlah *cluster* (c) = 5
- pangkat pembobotan (w) = 2
- iterasi maximum = 100

- error terkecil ( $\epsilon$ ) = 0,0001
- iterasi awal (t) = 1

Langkah 3

<b>Uik</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>2</b>	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
<b>3</b>	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
<b>4</b>	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1
<b>5</b>	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3
<b>6</b>	0,2	0,1	0,4	0,1	0,2
<b>7</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>8</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>9</b>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4
<b>10</b>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
<b>11</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>12</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>13</b>	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3
<b>14</b>	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3
<b>15</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>16</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>17</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>18</b>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4
<b>19</b>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
<b>20</b>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
<b>21</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>22</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>23</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>24</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>25</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>26</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>27</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>28</b>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4
<b>29</b>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
<b>30</b>	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2



Langkah 4

Iterasi 1

<b>V<sub>kj</sub></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	14,408	2,086	48,367	11,327	4,322
<b>2</b>	14,393	2,100	48,107	11,400	4,064
<b>3</b>	15,072	1,770	46,691	12,525	4,928
<b>4</b>	14,348	2,043	47,826	11,870	4,522
<b>5</b>	14,333	2,052	45,444	11,415	4,593

Langkah 5

$P_{t0}$	720,685
----------	---------

Langkah 6

<b>U<sub>ik</sub></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	0,236	0,237	0,155	0,231	0,141
<b>2</b>	0,248	0,230	0,173	0,222	0,127
<b>3</b>	0,324	0,300	0,100	0,193	0,082
<b>4</b>	0,255	0,238	0,163	0,220	0,125
<b>5</b>	0,175	0,181	0,212	0,186	0,245
<b>6</b>	0,165	0,172	0,222	0,182	0,259
<b>7</b>	0,175	0,181	0,214	0,187	0,243
<b>8</b>	0,176	0,181	0,209	0,186	0,248
<b>9</b>	0,167	0,174	0,209	0,179	0,270
<b>10</b>	0,250	0,222	0,178	0,247	0,104
<b>11</b>	0,277	0,235	0,155	0,261	0,073
<b>12</b>	0,144	0,166	0,159	0,152	0,379
<b>13</b>	0,257	0,242	0,158	0,216	0,126
<b>14</b>	0,240	0,206	0,201	0,248	0,106
<b>15</b>	0,237	0,219	0,185	0,221	0,137
<b>16</b>	0,148	0,157	0,205	0,163	0,328
<b>17</b>	0,225	0,219	0,182	0,210	0,164
<b>18</b>	0,143	0,151	0,216	0,162	0,327
<b>19</b>	0,213	0,199	0,232	0,239	0,117
<b>20</b>	0,259	0,241	0,157	0,215	0,127
<b>21</b>	0,233	0,215	0,189	0,220	0,142
<b>22</b>	0,231	0,222	0,184	0,213	0,151
<b>23</b>	0,275	0,241	0,142	0,208	0,133
<b>24</b>	0,250	0,235	0,168	0,221	0,126
<b>25</b>	0,161	0,160	0,203	0,171	0,306

<b>Uik</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>26</b>	0,150	0,162	0,221	0,170	0,296
<b>27</b>	0,171	0,178	0,187	0,180	0,284
<b>28</b>	0,244	0,233	0,158	0,214	0,152
<b>29</b>	0,193	0,202	0,160	0,191	0,254
<b>30</b>	0,214	0,208	0,211	0,213	0,155

Langkah 7

$P_{t_0} - P_{t-1} = 695,545 > \epsilon$ , maka iterasi dilanjutkan dengan menggunakan Uik yang baru sampai  $(P_{t_0} - P_{t-1}) < \epsilon$

Lampiran 6 Proses *Clustering* dengan Algoritma FCM terhadap Data Penentuan Harga Penawaran

Langkah 1

<b>X<sub>ij</sub></b>	<b>I1</b>	<b>I2</b>	<b>I3</b>	<b>I4</b>	<b>I5</b>
<b>1</b>	15	4	13,023	70	13
<b>2</b>	10	4	23,7	60	8
<b>3</b>	20	4	13,023	70	12
<b>4</b>	20	4	22,4119	60	15
<b>5</b>	15	3	18	60	12
<b>6</b>	15	3	13,976	80	10
<b>7</b>	15	3	12,502	75	10
<b>8</b>	15	3	15,9803	80	13
<b>9</b>	15	3	19,2	65	14
<b>10</b>	15	3	11,825	50	15
<b>11</b>	20	3	13,976	80	10
<b>12</b>	15	3	12,107	70	-2
<b>13</b>	20	3	26,4491	90	8
<b>14</b>	20	3	18,375	65	10
<b>15</b>	18	3	16,65	70	10
<b>16</b>	15	3	28,408	95	10
<b>17</b>	15	3	20,8199	60	10
<b>18</b>	20	3	20,1065	80	13
<b>19</b>	20	3	18,0878	70	15
<b>20</b>	10	2	38,107	90	13
<b>21</b>	15	2	18,8064	55	10
<b>22</b>	15	2	16,5482	95	15
<b>23</b>	15	2	14,4935	80	15
<b>24</b>	15	2	14,315	85	10
<b>25</b>	15	2	12,678	75	13
<b>26</b>	15	2	12,5019	80	11
<b>27</b>	15	2	12,45	60	13
<b>28</b>	15	2	12	65	10
<b>29</b>	13	2	11,9184	60	10
<b>30</b>	15	2	10,4402	50	10

Langkah 2

- jumlah *cluster* (c) = 5
- pangkat pembobotan (w) = 2

- iterasi maximum = 100
- *error* terkecil ( $\epsilon$ ) = 0,0001
- iterasi awal (t) = 1

Langkah 3

<b>Uik</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>2</b>	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2
<b>3</b>	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
<b>4</b>	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1
<b>5</b>	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3
<b>6</b>	0,2	0,1	0,4	0,1	0,2
<b>7</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>8</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>9</b>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4
<b>10</b>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
<b>11</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>12</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>13</b>	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3
<b>14</b>	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3
<b>15</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>16</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>17</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>18</b>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4
<b>19</b>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
<b>20</b>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
<b>21</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>22</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>23</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>24</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>25</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>26</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
<b>27</b>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<b>28</b>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,4
<b>29</b>	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
<b>30</b>	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2

Langkah 4

Iterasi 1

<b>V<sub>kj</sub></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	15,77	2,70	16,72	72,84	11,21
<b>2</b>	16,00	2,79	17,09	71,46	10,76
<b>3</b>	15,76	2,82	16,50	71,98	11,06
<b>4</b>	15,72	2,81	17,92	69,13	11,43
<b>5</b>	16,41	2,77	17,47	71,30	11,27

Langkah 5

$P_{t0}$	1444,029
----------	----------

Langkah 6

<b>U<sub>ik</sub></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	0,192	0,200	0,241	0,180	0,187
<b>2</b>	0,166	0,195	0,180	0,264	0,196
<b>3</b>	0,187	0,208	0,216	0,175	0,215
<b>4</b>	0,160	0,190	0,173	0,272	0,205
<b>5</b>	0,150	0,187	0,171	0,299	0,193
<b>6</b>	0,272	0,197	0,229	0,122	0,181
<b>7</b>	0,280	0,196	0,257	0,104	0,164
<b>8</b>	0,276	0,192	0,223	0,123	0,185
<b>9</b>	0,127	0,167	0,148	0,373	0,185
<b>10</b>	0,177	0,196	0,191	0,238	0,198
<b>11</b>	0,254	0,201	0,222	0,129	0,194
<b>12</b>	0,198	0,212	0,208	0,188	0,194
<b>13</b>	0,220	0,202	0,204	0,171	0,203
<b>14</b>	0,137	0,191	0,160	0,304	0,208
<b>15</b>	0,121	0,253	0,174	0,183	0,269
<b>16</b>	0,218	0,201	0,204	0,176	0,201
<b>17</b>	0,151	0,189	0,170	0,295	0,195
<b>18</b>	0,244	0,199	0,207	0,143	0,208
<b>19</b>	0,167	0,190	0,176	0,222	0,244
<b>20</b>	0,210	0,200	0,200	0,188	0,202
<b>21</b>	0,165	0,194	0,181	0,263	0,197
<b>22</b>	0,226	0,200	0,209	0,167	0,198
<b>23</b>	0,265	0,192	0,223	0,132	0,188
<b>24</b>	0,247	0,200	0,218	0,144	0,191
<b>25</b>	0,284	0,186	0,250	0,110	0,170

Uik	1	2	3	4	5
26	0,267	0,196	0,230	0,126	0,182
27	0,164	0,193	0,186	0,263	0,194
28	0,162	0,200	0,196	0,252	0,190
29	0,167	0,196	0,190	0,255	0,192
30	0,178	0,197	0,192	0,236	0,197

Langkah 7

$P_{t_0} - P_{t-1} = 1384,033 > \epsilon$ , maka iterasi dilanjutkan dengan menggunakan Uik yang baru sampai  $(P_{t_0} - P_{t-1}) < \epsilon$

Setelah dilakukan 24 kali iterasi didapatkan  $(P_{t_0} - P_{t-1}) < \epsilon$ . Hasil *clustering* dengan algoritma FCM pada data penentuan harga penawaran ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel Hasil *Clustering* dengan Algoritma FCM pada Data Penentuan Harga Penawaran

Data Ke-	Dearajat Keanggotaan					Kecenderungan Masuk dalam Cluster-				
	I1	I2	I3	I4	I5	1	2	3	4	5
1	0,120	0,273	0,476	0,037	0,094	0	0	1	0	0
2	0,008	0,894	0,056	0,003	0,039	0	1	0	0	0
3	0,082	0,245	0,592	0,021	0,061	0	0	1	0	0
4	0,009	0,884	0,059	0,003	0,045	0	1	0	0	0
5	0,020	0,004	0,006	0,968	0,003	0	0	0	1	0
6	0,258	0,031	0,054	0,640	0,018	0	0	0	1	0
7	0,121	0,269	0,488	0,032	0,090	0	0	1	0	0
8	0,047	0,010	0,015	0,922	0,006	0	0	0	1	0
9	0,072	0,014	0,021	0,883	0,009	0	0	0	1	0
10	0,341	0,033	0,057	0,550	0,019	0	0	0	1	0
11	0,039	0,129	0,795	0,010	0,027	0	0	1	0	0
12	0,611	0,063	0,131	0,163	0,032	1	0	0	0	0
13	0,013	0,049	0,926	0,003	0,009	0	0	1	0	0
14	0,459	0,113	0,324	0,059	0,045	1	0	0	0	0
15	0,018	0,774	0,102	0,007	0,100	0	1	0	0	0
16	0,023	0,076	0,880	0,006	0,015	0	0	1	0	0
17	0,033	0,630	0,209	0,012	0,116	0	1	0	0	0
18	0,914	0,014	0,029	0,036	0,007	1	0	0	0	0
19	0,029	0,143	0,068	0,015	0,745	0	0	0	0	1

Data Ke-	Dearajat Keanggotaan					Kecenderungan Masuk dalam Cluster-				
	I1	I2	I3	I4	I5	1	2	3	4	5
20	0,974	0,004	0,009	0,011	0,002	1	0	0	0	0
21	0,061	0,183	0,695	0,017	0,043	0	0	1	0	0
22	0,019	0,767	0,108	0,007	0,100	0	1	0	0	0
23	0,045	0,544	0,253	0,017	0,140	0	1	0	0	0
24	0,011	0,098	0,034	0,005	0,852	0	0	0	0	1
25	0,051	0,356	0,161	0,024	0,407	0	0	0	0	1
26	0,315	0,155	0,376	0,088	0,066	0	0	1	0	0
27	0,019	0,217	0,064	0,009	0,691	0	0	0	0	1
28	0,102	0,251	0,547	0,026	0,073	0	0	1	0	0
29	0,012	0,844	0,081	0,005	0,058	0	1	0	0	0
30	0,439	0,114	0,344	0,058	0,046	1	0	0	0	0

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



Lampiran 7 Tabel Pengategorian *Input* dan Hasil Perhitungan *Mean* dan Standar Deviasi

Data Ke-	Kategori 1					Kategori 2					Kategori 3					Kategori 4					Kategori 5				
	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	50	13	3	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	15	1	55	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	50	10	3	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	15	3	55	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	30	13	3	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	35	15	4	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	30	15	3	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	30	10	4		
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	3	35	10	4		
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	4	50	13	6		
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	50	13	5	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	3	45	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	55	11	3	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	50	13	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	15	1	55	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	40	10	4	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	13	2	65	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	40	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	15	1	50	15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	55	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	55	13	9	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	17	2	60	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	15	2	50	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	15	3	55	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Data Ke-	Kategori 1					Kategori 2					Kategori 3					Kategori 4					Kategori 5				
	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5	I1	I2	I3	I4	I5
25	15	1	45	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	40	13	2	0	0	0	0	0
27	10	2	40	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4	55	8	4	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	10	2	45	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	55	18	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Mean</b>	1,83	0,23	6,33	1,50	0,70	3,33	0,43	12,83	2,57	1,07	2,67	0,33	8,17	2,07	0,83	4,17	0,60	14,17	3,53	1,20	2,50	0,40	6,00	2,03	0,70
<b>SD</b>	4,82	0,68	16,55	4,03	1,88	6,23	0,86	23,84	4,85	2,16	6,12	0,80	18,73	4,86	1,98	6,58	1,04	22,48	5,61	2,16	5,69	1,00	13,98	4,69	1,64

Lampiran 8 Tabel Derajat Keanggotaan dari Data *Bid or No Bid*

Data Ke-	Derajat Keanggotaan																								
	$\mu A1$	$\mu A2$	$\mu A3$	$\mu A4$	$\mu A5$	$\mu B1$	$\mu B2$	$\mu B3$	$\mu B4$	$\mu B5$	$\mu C1$	$\mu C2$	$\mu C3$	$\mu C4$	$\mu C5$	$\mu D1$	$\mu D2$	$\mu D3$	$\mu D4$	$\mu D5$	$\mu E1$	$\mu E2$	$\mu E3$	$\mu E4$	$\mu E5$
1	0,258	0,129	0,126	0,109	0,400	0,466	0,231	0,292	0,178	0,556	0,411	0,188	0,167	0,165	0,456	0,560	0,354	0,282	0,260	0,589	0,365	0,282	0,092	0,155	0,338
2	0,118	0,440	0,104	0,109	0,160	0,222	0,696	0,242	0,178	0,232	0,198	0,592	0,138	0,165	0,185	0,269	0,871	0,233	0,260	0,244	0,171	0,737	0,075	0,155	0,127
3	0,118	0,129	0,126	0,184	0,400	0,222	0,231	0,292	0,298	0,556	0,198	0,188	0,167	0,273	0,456	0,269	0,354	0,282	0,429	0,589	0,171	0,282	0,092	0,258	0,338
4	0,118	0,057	0,104	0,129	0,245	0,222	0,101	0,242	0,209	0,353	0,198	0,083	0,138	0,193	0,282	0,269	0,157	0,233	0,305	0,372	0,171	0,130	0,075	0,182	0,199
5	0,118	0,440	0,329	0,109	0,400	0,222	0,696	0,659	0,178	0,556	0,198	0,592	0,424	0,165	0,456	0,269	0,871	0,668	0,260	0,589	0,171	0,737	0,253	0,155	0,338
6	0,118	0,129	0,250	0,082	0,245	0,222	0,231	0,536	0,132	0,353	0,198	0,188	0,328	0,124	0,282	0,269	0,354	0,538	0,193	0,372	0,171	0,282	0,189	0,116	0,199
7	0,118	0,129	0,329	0,082	0,400	0,222	0,231	0,659	0,132	0,556	0,198	0,188	0,424	0,124	0,456	0,269	0,354	0,668	0,193	0,589	0,171	0,282	0,253	0,116	0,338
8	0,118	0,129	0,329	0,184	0,245	0,222	0,231	0,659	0,298	0,353	0,198	0,188	0,424	0,273	0,282	0,269	0,354	0,668	0,429	0,372	0,171	0,282	0,253	0,258	0,199
9	0,118	0,057	0,250	0,184	0,245	0,222	0,101	0,536	0,298	0,353	0,198	0,083	0,328	0,273	0,282	0,269	0,157	0,538	0,429	0,372	0,171	0,130	0,189	0,258	0,199
10	0,118	0,031	0,126	0,109	0,112	0,222	0,055	0,292	0,178	0,161	0,198	0,046	0,167	0,165	0,129	0,269	0,085	0,282	0,260	0,168	0,171	0,072	0,092	0,155	0,088
11	0,118	0,129	0,126	0,109	0,160	0,222	0,231	0,292	0,178	0,232	0,198	0,188	0,167	0,165	0,185	0,269	0,354	0,282	0,260	0,244	0,171	0,282	0,092	0,155	0,127
12	0,118	0,057	0,155	0,184	0,400	0,222	0,101	0,355	0,298	0,556	0,198	0,083	0,205	0,273	0,456	0,269	0,157	0,347	0,429	0,589	0,171	0,130	0,114	0,258	0,338
13	0,118	0,129	0,104	0,153	0,400	0,222	0,231	0,242	0,248	0,556	0,198	0,188	0,138	0,229	0,456	0,269	0,354	0,233	0,361	0,589	0,171	0,282	0,075	0,215	0,338
14	0,118	0,129	0,126	0,109	0,082	0,222	0,231	0,292	0,178	0,117	0,198	0,188	0,167	0,165	0,094	0,269	0,354	0,282	0,260	0,121	0,171	0,282	0,092	0,155	0,064
15	0,118	0,440	0,104	0,109	0,062	0,222	0,696	0,242	0,178	0,089	0,198	0,592	0,138	0,165	0,071	0,269	0,871	0,233	0,260	0,091	0,171	0,737	0,075	0,155	0,048
16	0,118	0,129	0,195	0,184	0,245	0,222	0,231	0,435	0,298	0,353	0,198	0,188	0,257	0,273	0,282	0,269	0,354	0,431	0,429	0,372	0,171	0,282	0,145	0,258	0,199
17	0,157	0,129	0,074	0,184	0,676	0,293	0,231	0,173	0,298	0,843	0,260	0,188	0,098	0,273	0,743	0,357	0,354	0,164	0,429	0,879	0,227	0,282	0,053	0,258	0,615
18	0,118	0,440	0,195	0,153	0,160	0,222	0,696	0,435	0,248	0,232	0,198	0,592	0,257	0,229	0,185	0,269	0,871	0,431	0,361	0,244	0,171	0,737	0,145	0,215	0,127
19	0,118	0,440	0,126	0,082	0,112	0,222	0,696	0,292	0,132	0,161	0,198	0,592	0,167	0,124	0,129	0,269	0,871	0,282	0,193	0,168	0,171	0,737	0,092	0,116	0,088
20	0,118	0,129	0,104	0,184	0,245	0,222	0,231	0,242	0,298	0,353	0,198	0,188	0,138	0,273	0,282	0,269	0,354	0,233	0,429	0,372	0,171	0,282	0,075	0,258	0,199
21	0,118	0,440	0,104	0,109	0,049	0,222	0,696	0,242	0,178	0,069	0,198	0,592	0,138	0,165	0,056	0,269	0,871	0,233	0,260	0,071	0,171	0,737	0,075	0,155	0,038
22	0,092	0,129	0,087	0,109	0,245	0,172	0,231	0,204	0,178	0,353	0,154	0,188	0,115	0,165	0,282	0,208	0,354	0,194	0,260	0,372	0,133	0,282	0,063	0,155	0,199
23	0,118	0,129	0,126	0,278	0,112	0,222	0,231	0,292	0,443	0,161	0,198	0,188	0,167	0,402	0,129	0,269	0,354	0,282	0,612	0,168	0,171	0,282	0,092	0,382	0,088
24	0,118	0,057	0,104	0,109	0,245	0,222	0,101	0,242	0,178	0,353	0,198	0,083	0,138	0,165	0,282	0,269	0,157	0,233	0,260	0,372	0,171	0,130	0,075	0,155	0,199

Data Ke-	Derajat Keanggotaan																								
	$\mu A1$	$\mu A2$	$\mu A3$	$\mu A4$	$\mu A5$	$\mu B1$	$\mu B2$	$\mu B3$	$\mu B4$	$\mu B5$	$\mu C1$	$\mu C2$	$\mu C3$	$\mu C4$	$\mu C5$	$\mu D1$	$\mu D2$	$\mu D3$	$\mu D4$	$\mu D5$	$\mu E1$	$\mu E2$	$\mu E3$	$\mu E4$	$\mu E5$
25	0,118	0,440	0,155	0,224	0,082	0,222	0,696	0,355	0,362	0,117	0,198	0,592	0,205	0,330	0,094	0,269	0,871	0,347	0,513	0,121	0,171	0,737	0,114	0,312	0,064
26	0,118	0,440	0,195	0,109	0,676	0,222	0,696	0,435	0,178	0,843	0,198	0,592	0,257	0,165	0,743	0,269	0,871	0,431	0,260	0,879	0,171	0,737	0,145	0,155	0,615
27	0,258	0,129	0,195	0,278	0,245	0,466	0,231	0,435	0,443	0,353	0,411	0,188	0,257	0,402	0,282	0,560	0,354	0,431	0,612	0,372	0,365	0,282	0,145	0,382	0,199
28	0,258	0,031	0,104	0,278	0,245	0,466	0,055	0,242	0,443	0,353	0,411	0,046	0,138	0,402	0,282	0,560	0,085	0,233	0,612	0,372	0,365	0,072	0,075	0,382	0,199
29	0,258	0,129	0,155	0,278	0,400	0,466	0,231	0,355	0,443	0,556	0,411	0,188	0,205	0,402	0,456	0,560	0,354	0,347	0,612	0,589	0,365	0,282	0,114	0,382	0,338
30	0,066	0,129	0,104	0,056	0,112	0,123	0,231	0,242	0,090	0,161	0,111	0,188	0,138	0,085	0,129	0,147	0,354	0,233	0,131	0,168	0,095	0,282	0,075	0,080	0,088

Lampiran 9 Matriks A

Data Ke-	$\bar{w}_1$ .I1	$\bar{w}_1$ .I2	$\bar{w}_1$ .I3	$\bar{w}_1$ .I4	$\bar{w}_1$ .I5	$\bar{w}_1$	$\bar{w}_2$ .I1	$\bar{w}_2$ .I2	$\bar{w}_2$ .I3	$\bar{w}_2$ .I4	$\bar{w}_2$ .I5	$\bar{w}_2$	$\bar{w}_3$ .I1	$\bar{w}_3$ .I2	$\bar{w}_3$ .I3	$\bar{w}_3$ .I4	$\bar{w}_3$ .I5	$\bar{w}_3$	$\bar{w}_4$ .I1	$\bar{w}_4$ .I2	$\bar{w}_4$ .I3	$\bar{w}_4$ .I4	$\bar{w}_4$ .I5	$\bar{w}_4$	$\bar{w}_5$ .I1	$\bar{w}_5$ .I2	$\bar{w}_5$ .I3	$\bar{w}_5$ .I4	$\bar{w}_5$ .I5	$\bar{w}_5$
1	3,2 42	0,6 48	16, 210	4,2 15	0,9 73	0,3 24	0,1 79	0,0 36	0,8 97	0,2 33	0,0 54	0,0 18	0,0 51	0,0 10	0,2 54	0,0 66	0,0 15	0,0 05	0,0 41	0,0 08	0,2 07	0,0 54	0,0 12	0,0 04	6,4 86	1,2 97	32, 431	8,4 32	1,9 46	0,6 49
2	0,0 31	0,0 02	0,1 13	0,0 27	0,0 10	0,0 02	14, 917	0,9 94	54, 697	12, 928	4,9 72	0,9 94	0,0 08	0,0 01	0,0 29	0,0 07	0,0 03	0,0 01	0,0 17	0,0 01	0,0 61	0,0 14	0,0 06	0,0 01	0,0 27	0,0 02	0,1 01	0,0 24	0,0 09	0,0 02
3	0,1 57	0,0 21	0,5 24	0,1 05	0,0 31	0,0 10	0,3 67	0,0 49	1,2 25	0,2 45	0,0 73	0,0 24	0,1 04	0,0 14	0,3 47	0,0 69	0,0 21	0,0 07	1,0 88	0,1 45	3,6 26	0,7 18	0,2 18	0,0 73	13, 283	1,7 71	44, 277	8,8 55	2,6 37	0,8 86
4	1,4 98	0,3 00	5,4 94	1,1 99	0,4 00	0,1 00	0,0 61	0,0 12	0,2 22	0,0 48	0,0 16	0,0 04	0,3 80	0,0 76	1,3 93	0,3 04	0,1 01	0,0 25	1,7 99	0,3 60	6,5 96	1,4 39	0,4 80	0,1 20	11, 262	2,2 52	41, 295	9,0 10	3,0 03	0,7 51
5	0,0 24	0,0 02	0,0 47	0,0 20	0,0 05	0,0 02	11, 441	0,7 63	22, 883	9,9 16	2,2 88	0,7 63	1,5 31	0,1 02	3,0 62	1,3 27	0,3 06	0,1 02	0,0 13	0,0 01	0,0 25	0,0 11	0,0 03	0,0 01	1,9 91	0,1 33	3,9 83	1,7 26	0,3 98	0,1 33
6	0,5 06	0,0 68	1,1 82	0,5 06	0,1 35	0,0 34	1,1 84	0,1 58	2,7 62	1,1 84	0,3 16	0,0 79	9,4 40	1,2 59	2,2 026	9,4 40	2,5 17	0,6 29	0,0 63	0,0 08	0,1 48	0,0 63	0,0 17	0,0 04	3,8 07	0,5 08	8,8 8,8	3,8 07	1,0 15	0,2 54
7	0,0 98	0,0 13	0,1 96	0,0 98	0,0 20	0,0 07	0,2 29	0,0 31	0,4 59	0,2 29	0,0 46	0,0 15	6,3 72	0,8 50	12, 743	6,3 72	1,2 74	0,4 25	0,0 12	0,0 02	0,0 25	0,0 12	0,0 02	0,0 01	8,2 89	1,1 05	16, 577	8,2 89	1,6 58	0,5 53
8	0,1 81	0,0 24	0,3 63	0,1 21	0,0 48	0,0 12	0,4 24	0,0 57	0,8 48	0,2 83	0,1 13	0,0 28	11, 777	1,5 70	23, 554	7,8 51	3,1 41	0,7 85	1,2 55	0,1 67	2,5 10	0,8 37	0,3 35	0,0 84	1,3 63	0,1 82	2,7 09	0,9 63	0,3 09	0,0 91
9	0,4 40	0,0 88	1,0 26	0,2 93	0,1 17	0,0 29	0,0 18	0,0 04	0,0 41	0,0 12	0,0 05	0,0 01	8,1 95	1,6 39	19, 122	5,4 63	2,1 85	0,5 46	3,0 42	0,6 08	7,0 99	2,0 28	0,8 11	0,2 03	3,3 05	0,6 61	7,7 12	2,2 03	0,8 81	0,2 20
10	6,3 93	1,7 05	21, 309	5,5 40	2,5 57	0,4 26	0,0 13	0,0 03	0,0 43	0,0 11	0,0 05	0,0 01	4,2 35	1,1 29	14, 116	3,6 70	1,6 94	0,2 82	3,4 49	0,9 20	11, 496	2,9 89	1,3 80	0,2 30	0,9 11	0,2 43	3,0 35	0,7 89	0,3 64	0,0 61
11	2,7 61	0,3 68	9,2 05	2,3 93	0,9 20	0,1 84	6,4 54	0,8 61	21, 514	5,5 94	2,1 51	0,4 30	1,8 29	0,2 44	6,0 97	1,5 85	0,6 10	0,1 22	1,4 90	0,1 99	4,9 66	1,2 91	0,4 97	0,0 99	2,4 66	0,3 29	8,2 18	2,1 37	0,8 22	0,1 64
12	0,1 59	0,0 32	0,4 77	0,1 06	0,0 32	0,0 11	0,0 06	0,0 01	0,0 19	0,0 04	0,0 01	0,0 00	0,2 97	0,0 59	0,8 90	0,1 98	0,0 59	0,0 20	1,1 01	0,2 20	3,3 02	0,7 34	0,2 20	0,0 73	13, 437	2,6 87	4,0 312	8,9 58	2,6 87	0,8 96
13	0,1 65	0,0 22	0,6 05	0,1 21	0,0 33	0,0 11	0,3 86	0,0 51	1,4 14	0,2 83	0,0 77	0,0 26	0,0 42	0,0 06	0,1 53	0,0 31	0,0 08	0,0 03	0,4 64	0,0 62	1,7 00	0,3 40	0,0 93	0,0 31	13, 944	1,8 59	51, 127	10, 225	2,7 89	0,9 30
14	3,2 84	0,4 38	10, 945	2,8 46	1,5 32	0,2 19	7,6 75	1,0 23	25, 582	6,6 51	3,5 81	0,5 12	2,1 75	0,2 90	7,2 50	1,8 85	1,0 15	0,1 45	1,7 71	0,2 36	5,9 05	1,5 35	0,8 27	0,1 18	0,0 95	0,0 13	0,3 18	0,0 83	0,0 45	0,0 06
15	0,0 31	0,0 02	0,1 13	0,0 27	0,0 16	0,0 02	14, 945	0,9 96	54, 797	12, 952	7,9 70	0,9 96	0,0 08	0,0 01	0,0 29	0,0 07	0,0 04	0,0 01	0,0 17	0,0 01	0,0 61	0,0 14	0,0 09	0,0 01	0,0 00	0,0 00	0,0 01	0,0 00	0,0 00	0,0 00
16	0,6 40	0,0 85	1,7 06	0,4 26	0,1 71	0,0 43	1,4 95	0,1 99	3,9 87	0,9 97	0,3 99	0,1 00	3,6 31	0,4 84	9,6 83	2,4 21	0,9 68	0,2 42	4,4 26	0,5 90	11, 803	2,9 51	1,1 80	0,2 95	4,8 08	0,6 41	12, 822	3,2 05	1,2 82	0,3 21
17	0,0 54	0,0 08	0,2 71	0,0 42	0,0 08	0,0 04	0,0 31	0,0 05	0,1 57	0,0 24	0,0 05	0,0 02	0,0 01	0,0 00	0,0 03	0,0 00	0,0 00	0,0 00	0,0 93	0,0 14	0,4 63	0,0 71	0,0 14	0,0 07	12, 821	1,9 72	64, 106	9,8 62	1,9 72	0,9 86
18	0,0 30	0,0 02	0,0 81	0,0 22	0,0 10	0,0 02	14, 686	0,9 79	39, 163	10, 770	4,8 95	0,9 79	0,1 72	0,0 11	0,4 58	0,1 26	0,0 57	0,0 11	0,0 85	0,0 06	0,2 27	0,0 62	0,0 28	0,0 06	0,0 27	0,0 02	0,0 72	0,0 20	0,0 09	0,0 02

Data Ke-	$\bar{w}_1$ .I1	$\bar{w}_1$ .I2	$\bar{w}_1$ .I3	$\bar{w}_1$ .I4	$\bar{w}_1$ .I5	$\bar{w}_1$	$\bar{w}_2$ .I1	$\bar{w}_2$ .I2	$\bar{w}_2$ .I3	$\bar{w}_2$ .I4	$\bar{w}_2$ .I5	$\bar{w}_2$	$\bar{w}_3$ .I1	$\bar{w}_3$ .I2	$\bar{w}_3$ .I3	$\bar{w}_3$ .I4	$\bar{w}_3$ .I5	$\bar{w}_3$	$\bar{w}_4$ .I1	$\bar{w}_4$ .I2	$\bar{w}_4$ .I3	$\bar{w}_4$ .I4	$\bar{w}_4$ .I5	$\bar{w}_4$	$\bar{w}_5$ .I1	$\bar{w}_5$ .I2	$\bar{w}_5$ .I3	$\bar{w}_5$ .I4	$\bar{w}_5$ .I5	$\bar{w}_5$
19	0,031	0,002	0,103	0,031	0,012	0,002	14,941	0,996	49,802	14,941	5,976	0,996	0,020	0,001	0,068	0,020	0,008	0,001	0,004	0,000	0,013	0,004	0,002	0,000	0,004	0,000	0,015	0,004	0,002	0,000
20	0,832	0,111	3,051	0,555	0,222	0,055	1,945	0,259	7,131	1,297	0,519	0,130	0,211	0,028	0,774	0,141	0,056	0,014	5,758	0,768	21,111	3,838	1,535	0,384	6,255	0,834	22,934	4,170	1,668	0,417
21	0,031	0,002	0,113	0,027	0,018	0,002	14,945	0,996	54,797	12,952	8,967	0,996	0,008	0,001	0,029	0,007	0,005	0,001	0,017	0,001	0,061	0,014	0,010	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22	0,445	0,052	1,570	0,340	0,105	0,026	3,686	0,434	13,009	2,819	0,867	0,217	0,164	0,019	0,579	0,125	0,039	0,010	0,851	0,100	3,003	0,651	0,200	0,050	11,854	1,395	41,839	9,065	2,789	0,697
23	0,286	0,038	0,952	0,152	0,114	0,019	0,668	0,089	2,225	0,356	0,267	0,045	0,189	0,025	0,631	0,101	0,076	0,013	13,817	1,842	46,057	7,369	5,527	0,921	0,041	0,005	0,136	0,022	0,016	0,003
24	1,604	0,321	5,882	1,390	0,428	0,107	0,065	0,013	0,238	0,056	0,017	0,004	0,407	0,081	1,492	0,353	0,108	0,027	0,865	0,173	3,173	0,750	0,231	0,058	12,059	2,412	44,215	10,451	3,216	0,804
25	0,030	0,002	0,089	0,018	0,014	0,002	14,383	0,959	43,150	8,630	6,712	0,959	0,055	0,004	0,166	0,033	0,026	0,004	0,531	0,035	1,592	0,318	0,248	0,035	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
26	0,010	0,001	0,028	0,009	0,001	0,001	5,022	0,335	13,391	4,352	0,670	0,335	0,059	0,004	0,157	0,051	0,008	0,004	0,006	0,000	0,015	0,005	0,001	0,000	9,904	0,660	26,410	8,583	1,321	0,660
27	3,979	0,796	15,915	3,183	1,592	0,398	0,220	0,044	0,881	0,176	0,088	0,022	0,535	0,107	2,139	0,428	0,214	0,053	4,558	0,912	18,232	3,646	1,823	0,456	0,708	0,142	2,833	0,567	0,283	0,071
28	4,293	1,717	23,609	3,434	1,717	0,429	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,026	0,010	0,142	0,021	0,010	0,003	4,917	1,967	27,046	3,934	1,967	0,492	0,764	0,306	4,211	0,606	0,306	0,076
29	2,355	0,471	10,599	1,884	0,707	0,236	0,130	0,026	0,587	0,104	0,039	0,013	0,104	0,021	0,468	0,083	0,031	0,010	2,698	0,540	12,142	2,159	0,809	0,270	4,712	0,942	21,205	3,770	1,414	0,471
30	0,374	0,037	1,030	0,337	0,112	0,019	16,668	1,667	45,836	15,001	5,000	0,833	1,809	0,181	4,973	1,628	0,543	0,090	0,134	0,013	0,367	0,120	0,040	0,007	1,016	0,102	2,794	0,914	0,305	0,051

Lampiran 10 Perhitungan *NEUROFUZZY* terhadap Data Penentuan Harga Penawaran

Output Lapisan 1

Data Ke-	Derajat Keanggotaan																								
	$\mu_{A1}$	$\mu_{A2}$	$\mu_{A3}$	$\mu_{A4}$	$\mu_{A5}$	$\mu_{B1}$	$\mu_{B2}$	$\mu_{B3}$	$\mu_{B4}$	$\mu_{B5}$	$\mu_{C1}$	$\mu_{C2}$	$\mu_{C3}$	$\mu_{C4}$	$\mu_{C5}$	$\mu_{D1}$	$\mu_{D2}$	$\mu_{D3}$	$\mu_{D4}$	$\mu_{D5}$	$\mu_{E1}$	$\mu_{E2}$	$\mu_{E3}$	$\mu_{E4}$	$\mu_{E5}$
1	0,205	0,074	0,437	0,183	0,110	0,253	0,131	0,454	0,242	0,210	0,383	0,168	0,530	0,364	0,199	0,171	0,095	0,256	0,162	0,169	0,164	0,044	0,171	0,149	0,135
2	0,422	0,074	0,150	0,246	0,278	0,516	0,131	0,145	0,325	0,505	0,713	0,168	0,172	0,479	0,506	0,365	0,095	0,077	0,219	0,411	0,344	0,044	0,051	0,202	0,334
3	0,115	0,074	0,437	0,183	0,129	0,141	0,131	0,454	0,242	0,247	0,216	0,168	0,530	0,364	0,236	0,095	0,095	0,256	0,162	0,198	0,092	0,044	0,171	0,149	0,158
4	0,115	0,074	0,167	0,246	0,082	0,141	0,131	0,163	0,325	0,157	0,216	0,168	0,193	0,479	0,147	0,095	0,095	0,087	0,219	0,127	0,092	0,044	0,057	0,202	0,101
5	0,205	0,133	0,253	0,246	0,129	0,253	0,236	0,253	0,325	0,247	0,383	0,303	0,300	0,479	0,236	0,171	0,171	0,136	0,219	0,198	0,164	0,080	0,090	0,202	0,158
6	0,205	0,133	0,391	0,140	0,184	0,253	0,236	0,403	0,185	0,348	0,383	0,303	0,474	0,281	0,340	0,171	0,171	0,224	0,124	0,280	0,164	0,080	0,149	0,114	0,224
7	0,205	0,133	0,464	0,159	0,184	0,253	0,236	0,484	0,211	0,348	0,383	0,303	0,564	0,319	0,340	0,171	0,171	0,276	0,141	0,280	0,164	0,080	0,185	0,130	0,224
8	0,205	0,133	0,313	0,140	0,110	0,253	0,236	0,318	0,185	0,210	0,383	0,303	0,376	0,281	0,199	0,171	0,171	0,172	0,124	0,169	0,164	0,080	0,114	0,114	0,135
9	0,205	0,133	0,225	0,211	0,095	0,253	0,236	0,223	0,280	0,181	0,383	0,303	0,264	0,417	0,170	0,171	0,171	0,119	0,187	0,146	0,164	0,080	0,078	0,173	0,116
10	0,205	0,133	0,502	0,342	0,082	0,253	0,236	0,527	0,447	0,157	0,383	0,303	0,610	0,632	0,147	0,171	0,171	0,305	0,307	0,127	0,164	0,080	0,206	0,282	0,101
11	0,115	0,133	0,391	0,140	0,184	0,141	0,236	0,403	0,185	0,348	0,216	0,303	0,474	0,281	0,340	0,095	0,171	0,224	0,124	0,280	0,092	0,080	0,149	0,114	0,224
12	0,205	0,133	0,486	0,183	0,578	0,253	0,236	0,508	0,242	0,551	0,383	0,303	0,590	0,364	0,479	0,171	0,171	0,292	0,162	0,585	0,164	0,080	0,197	0,149	0,592
13	0,115	0,133	0,120	0,110	0,278	0,141	0,236	0,115	0,145	0,505	0,216	0,303	0,136	0,220	0,506	0,095	0,171	0,061	0,097	0,411	0,092	0,080	0,041	0,090	0,334
14	0,115	0,133	0,244	0,211	0,184	0,141	0,236	0,243	0,280	0,348	0,216	0,303	0,288	0,417	0,340	0,095	0,171	0,130	0,187	0,280	0,092	0,080	0,086	0,173	0,224
15	0,143	0,133	0,291	0,183	0,184	0,176	0,236	0,294	0,242	0,348	0,269	0,303	0,348	0,364	0,340	0,119	0,171	0,159	0,162	0,280	0,114	0,080	0,105	0,149	0,224
16	0,205	0,133	0,104	0,099	0,184	0,253	0,236	0,099	0,130	0,348	0,383	0,303	0,117	0,197	0,340	0,171	0,171	0,053	0,087	0,280	0,164	0,080	0,035	0,081	0,224
17	0,205	0,133	0,193	0,246	0,184	0,253	0,236	0,189	0,325	0,348	0,383	0,303	0,224	0,479	0,340	0,171	0,171	0,101	0,219	0,280	0,164	0,080	0,066	0,202	0,224
18	0,115	0,133	0,206	0,140	0,110	0,141	0,236	0,203	0,185	0,210	0,216	0,303	0,241	0,281	0,199	0,095	0,171	0,108	0,124	0,169	0,092	0,080	0,071	0,114	0,135
19	0,115	0,133	0,251	0,183	0,082	0,141	0,236	0,251	0,242	0,157	0,216	0,303	0,297	0,364	0,147	0,095	0,171	0,134	0,162	0,127	0,092	0,080	0,089	0,149	0,101
20	0,422	0,292	0,057	0,110	0,110	0,516	0,486	0,053	0,145	0,210	0,713	0,607	0,062	0,220	0,199	0,365	0,365	0,029	0,097	0,169	0,344	0,179	0,019	0,090	0,135
21	0,205	0,292	0,233	0,289	0,184	0,253	0,486	0,232	0,381	0,348	0,383	0,607	0,275	0,551	0,340	0,171	0,365	0,124	0,258	0,280	0,164	0,179	0,082	0,237	0,224

Data Ke-	Derajat Keanggotaan																								
	$\mu_{A1}$	$\mu_{A2}$	$\mu_{A3}$	$\mu_{A4}$	$\mu_{A5}$	$\mu_{B1}$	$\mu_{B2}$	$\mu_{B3}$	$\mu_{B4}$	$\mu_{B5}$	$\mu_{C1}$	$\mu_{C2}$	$\mu_{C3}$	$\mu_{C4}$	$\mu_{C5}$	$\mu_{D1}$	$\mu_{D2}$	$\mu_{D3}$	$\mu_{D4}$	$\mu_{D5}$	$\mu_{E1}$	$\mu_{E2}$	$\mu_{E3}$	$\mu_{E4}$	$\mu_{E5}$
22	0,205	0,292	0,294	0,099	0,082	0,253	0,486	0,297	0,130	0,157	0,383	0,607	0,352	0,197	0,147	0,171	0,365	0,161	0,087	0,127	0,164	0,179	0,106	0,081	0,101
23	0,205	0,292	0,369	0,140	0,082	0,253	0,486	0,379	0,185	0,157	0,383	0,607	0,446	0,281	0,147	0,171	0,365	0,209	0,124	0,127	0,164	0,179	0,139	0,114	0,101
24	0,205	0,292	0,376	0,124	0,184	0,253	0,486	0,387	0,164	0,348	0,383	0,607	0,455	0,248	0,340	0,171	0,365	0,214	0,109	0,280	0,164	0,179	0,142	0,101	0,224
25	0,205	0,292	0,454	0,159	0,110	0,253	0,486	0,474	0,211	0,210	0,383	0,607	0,552	0,319	0,199	0,171	0,365	0,269	0,141	0,169	0,164	0,179	0,180	0,130	0,135
26	0,205	0,292	0,464	0,140	0,153	0,253	0,486	0,484	0,185	0,292	0,383	0,607	0,564	0,281	0,282	0,171	0,365	0,276	0,124	0,234	0,164	0,179	0,185	0,114	0,187
27	0,205	0,292	0,467	0,246	0,110	0,253	0,486	0,487	0,325	0,210	0,383	0,607	0,567	0,479	0,199	0,171	0,365	0,278	0,219	0,169	0,164	0,179	0,186	0,202	0,135
28	0,205	0,292	0,492	0,211	0,184	0,253	0,486	0,515	0,280	0,348	0,383	0,607	0,597	0,417	0,340	0,171	0,365	0,297	0,187	0,280	0,164	0,179	0,200	0,173	0,224
29	0,269	0,292	0,497	0,246	0,184	0,332	0,486	0,521	0,325	0,348	0,492	0,607	0,603	0,479	0,340	0,227	0,365	0,301	0,219	0,280	0,215	0,179	0,203	0,202	0,224
30	0,205	0,292	0,590	0,342	0,184	0,253	0,486	0,624	0,447	0,348	0,383	0,607	0,711	0,632	0,340	0,171	0,365	0,378	0,307	0,280	0,164	0,179	0,259	0,282	0,224

*Output Lapisan 2*

Data Ke-	w1	w2	w3	w4	w5
<b>1</b>	0,00056	0,00001	0,00459	0,00039	0,00011
<b>2</b>	0,01949	0,00001	0,00001	0,00169	0,00976
<b>3</b>	0,00003	0,00001	0,00459	0,00039	0,00023
<b>4</b>	0,00003	0,00001	0,00003	0,00169	0,00002
<b>5</b>	0,00056	0,00013	0,00023	0,00169	0,00023
<b>6</b>	0,00056	0,00013	0,00249	0,00010	0,00137
<b>7</b>	0,00056	0,00013	0,00645	0,00020	0,00137
<b>8</b>	0,00056	0,00013	0,00073	0,00010	0,00011
<b>9</b>	0,00056	0,00013	0,00012	0,00080	0,00005
<b>10</b>	0,00056	0,00013	0,01011	0,00837	0,00002
<b>11</b>	0,00003	0,00013	0,00249	0,00010	0,00137
<b>12</b>	0,00056	0,00013	0,00838	0,00039	0,05287



<b>Data Ke-</b>	<b>w1</b>	<b>w2</b>	<b>w3</b>	<b>w4</b>	<b>w5</b>
<b>13</b>	0,00003	0,00013	0,00000	0,00003	0,00976
<b>14</b>	0,00003	0,00013	0,00019	0,00080	0,00137
<b>15</b>	0,00009	0,00013	0,00050	0,00039	0,00137
<b>16</b>	0,00056	0,00013	0,00000	0,00002	0,00137
<b>17</b>	0,00056	0,00013	0,00005	0,00169	0,00137
<b>18</b>	0,00003	0,00013	0,00008	0,00010	0,00011
<b>19</b>	0,00003	0,00013	0,00022	0,00039	0,00002
<b>20</b>	0,01949	0,00563	0,00000	0,00003	0,00011
<b>21</b>	0,00056	0,00563	0,00015	0,00371	0,00137
<b>22</b>	0,00056	0,00563	0,00053	0,00002	0,00002
<b>23</b>	0,00056	0,00563	0,00180	0,00010	0,00002
<b>24</b>	0,00056	0,00563	0,00201	0,00006	0,00137
<b>25</b>	0,00056	0,00563	0,00575	0,00020	0,00011
<b>26</b>	0,00056	0,00563	0,00645	0,00010	0,00055
<b>27</b>	0,00056	0,00563	0,00668	0,00169	0,00011
<b>28</b>	0,00056	0,00563	0,00900	0,00080	0,00137
<b>29</b>	0,00215	0,00563	0,00950	0,00169	0,00137
<b>30</b>	0,00056	0,00563	0,02568	0,00837	0,00137

*Output Lapisan 3*

<b>Data Ke-</b>	$\bar{w}_1$	$\bar{w}_2$	$\bar{w}_3$	$\bar{w}_4$	$\bar{w}_5$
<b>1</b>	0,0987	0,0012	0,8124	0,0690	0,0187
<b>2</b>	0,6295	0,0002	0,0005	0,0546	0,3151
<b>3</b>	0,0059	0,0013	0,8739	0,0742	0,0447
<b>4</b>	0,0174	0,0038	0,0146	0,9505	0,0137

<b>Data Ke-</b>	$\bar{w}_1$	$\bar{w}_2$	$\bar{w}_3$	$\bar{w}_4$	$\bar{w}_5$
<b>5</b>	0,1958	0,0457	0,0820	0,5940	0,0825
<b>6</b>	0,1200	0,0280	0,5360	0,0222	0,2939
<b>7</b>	0,0640	0,0149	0,7415	0,0226	0,1569
<b>8</b>	0,3423	0,0799	0,4499	0,0633	0,0647
<b>9</b>	0,3361	0,0784	0,0745	0,4811	0,0299
<b>10</b>	0,0290	0,0068	0,5268	0,4361	0,0013
<b>11</b>	0,0075	0,0316	0,6045	0,0250	0,3314
<b>12</b>	0,0089	0,0021	0,1344	0,0063	0,8483
<b>13</b>	0,0031	0,0131	0,0005	0,0031	0,9802
<b>14</b>	0,0123	0,0517	0,0759	0,3172	0,5429
<b>15</b>	0,0368	0,0526	0,2008	0,1576	0,5522
<b>16</b>	0,2689	0,0627	0,0011	0,0085	0,6588
<b>17</b>	0,1467	0,0342	0,0144	0,4452	0,3594
<b>18</b>	0,0692	0,2908	0,1742	0,2303	0,2355
<b>19</b>	0,0388	0,1630	0,2792	0,4885	0,0306
<b>20</b>	0,7717	0,2229	0,0000	0,0012	0,0042
<b>21</b>	0,0488	0,4933	0,0133	0,3249	0,1197
<b>22</b>	0,0825	0,8333	0,0779	0,0026	0,0036
<b>23</b>	0,0687	0,6937	0,2219	0,0127	0,0030
<b>24</b>	0,0579	0,5851	0,2092	0,0058	0,1419
<b>25</b>	0,0456	0,4600	0,4698	0,0161	0,0086
<b>26</b>	0,0419	0,4234	0,4855	0,0077	0,0415
<b>27</b>	0,0380	0,3839	0,4555	0,1154	0,0072
<b>28</b>	0,0321	0,3245	0,5187	0,0460	0,0787
<b>29</b>	0,1055	0,2768	0,4673	0,0832	0,0672
<b>30</b>	0,0134	0,1353	0,6173	0,2012	0,0328

Output Lapisan 4

No	Parameter	Nilai
1	$l_1$	-832,699
2	$m_1$	922,178
3	$n_1$	-229,594
4	$p_1$	166,512
5	$q_1$	26,086
6	$r_1$	181,792
7	$l_2$	-133,605
8	$m_2$	1622,513
9	$n_2$	-67,470
10	$p_2$	-7,849
11	$q_2$	54,025
12	$r_2$	-291,043
13	$l_3$	53,917
14	$m_3$	114,045
15	$n_3$	-306,221
16	$p_3$	10,577
17	$q_3$	50,554
18	$r_3$	1157,703
19	$l_4$	-307,783
20	$m_4$	-228,466
21	$n_4$	75,777
22	$p_4$	88,389
23	$q_4$	134,406
24	$r_4$	-1746,447
25	$l_5$	19,753

No	Parameter	Nilai
26	m <sub>5</sub>	-937,194
27	n <sub>5</sub>	-38,687
28	p <sub>5</sub>	-1,713
29	q <sub>5</sub>	36,813
30	r <sub>5</sub>	3320,645

*Output Lapisan 5*

Data Ke-	O2 Target	O2 Perhitungan <i>Neurofuzzy</i>	Keterangan
1	14,261	14,261	Sesuai
2	20,521	20,521	Sesuai
3	14,261	14,261	Sesuai
4	22,892	22,892	Sesuai
5	17,750	17,750	Sesuai
6	10,263	10,263	Sesuai
7	13,301	13,301	Sesuai
8	15,171	15,170	Sesuai
9	21,214	21,214	Sesuai
10	23,191	23,191	Sesuai
11	10,263	10,263	Sesuai
12	14,078	14,078	Sesuai
13	10,143	10,143	Sesuai
14	21,725	21,725	Sesuai
15	20,000	20,000	Sesuai
16	10,163	10,163	Sesuai
17	21,949	21,949	Sesuai

<b>Data Ke-</b>	<b>O2 Target</b>	<b>O2 Perhitungan <i>Neurofuzzy</i></b>	<b>Keterangan</b>
18	11,097	11,097	Sesuai
19	21,764	21,764	Sesuai
20	9,997	9,997	Sesuai
21	18,866	18,866	Sesuai
22	7,312	7,312	Sesuai
23	7,375	7,375	Sesuai
24	9,116	9,116	Sesuai
25	13,709	13,709	Sesuai
26	13,933	13,933	Sesuai
27	15,903	15,903	Sesuai
28	12,798	12,798	Sesuai
29	13,702	13,702	Sesuai
30	15,422	15,422	Sesuai

*Halaman ini sengaja dikosongkan*