

**PREDIKSI PENJUALAN BARANG MENGGUNAKAN
METODE *ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM* (ANFIS)
STUDI KASUS SWALAYAN “INTAN PERMAI”**



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Pada Jurusan Ilmu Komputer / Informatika**

**Disusun oleh:
Allyna Virrayyani
J2F008087**

**JURUSAN ILMU KOMPUTER / INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2015

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir atau skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.



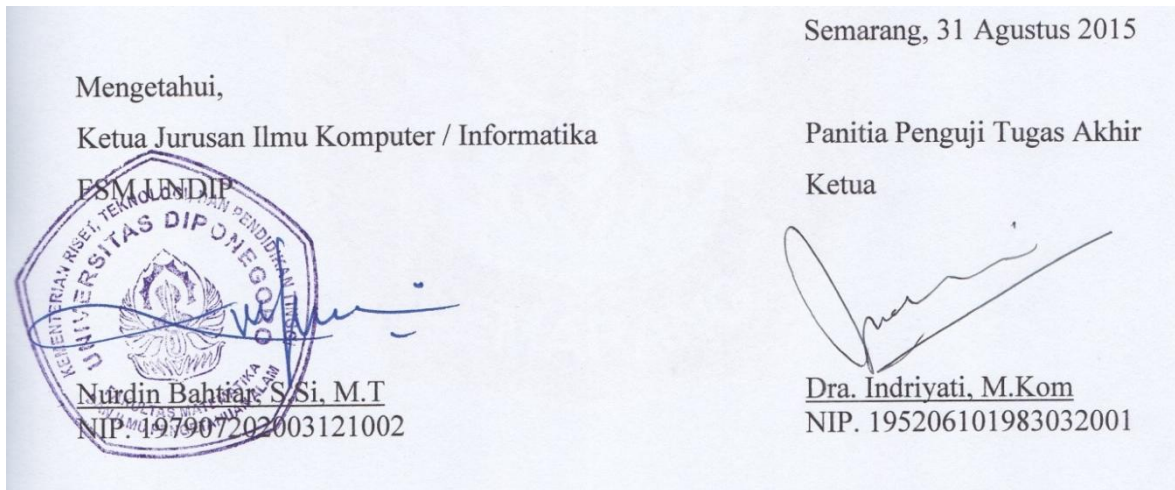
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Prediksi Penjualan Barang Menggunakan Metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) Studi Kasus Swalayan “Intan Permai”

Nama : Allyna Virrayyani

NIM : J2F008087

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 21 Agustus 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal 31 Agustus 2015



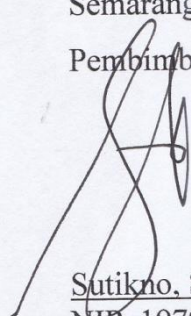
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Prediksi Penjualan Barang Menggunakan Metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) Studi Kasus Swalayan “Intan Permai”

Nama : Allyna Virrayyani

NIM : J2F008087

Telah diujikan pada sidang tugas akhir tanggal 21 Agustus 2015

Semarang, 31 Agustus 2015
Pembimbing

Sutikno, S.T, M.Cs
NIP. 197905242009121003

ABSTRAK

Prediksi penjualan barang merupakan salah satu cara untuk menjaga stabilitas penjualan barang. Hasil prediksi yang diperoleh dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk mengambil keputusan dalam perencanaan manajemen bisnis. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk prediksi adalah *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). Di dalam penelitian ini, ANFIS diimplementasikan dalam sebuah aplikasi sistem prediksi penjualan barang. Prosedur prediksi menggunakan analisis runtun waktu. Aturan ANFIS menggunakan model *fuzzy* Takagi-Sugeno dan fungsi keanggotaan tipe *Generalized bell* dengan 2 data masukan untuk 1 data target. Nilai *Mean Absolute Persentage* (MAPE) pelatihan sebesar 9.4180332828% dan nilai MAPE pengujian sebesar 7.5343642644%. Hasil MAPE pengujian tersebut kurang dari batas toleransi *error*, yaitu 20 %. Dari hasil pelatihan dan pengujian tersebut, ANFIS berhasil memprediksi penjualan Beras Delanggu Raja pada bulan yang akan datang dengan total 4944. Aplikasi sistem telah diuji menggunakan pengujian *black-box*. Seluruh prosedur pengujian dinyatakan berhasil.

Kata kunci : prediksi, penjualan barang, *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System*, model *fuzzy* Takagi-Sugeno, *Generalized bell*, analisis runtun waktu, *black-box*

ABSTRACT

The sale of goods prediction is one way to maintain the stability of sale of goods. The obtained prediction results can be used as a consideration for taking decisions in business management planning. One method that can be used for prediction is Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). In this study, ANFIS was implemented in a sale of goods prediction application system. The prediction procedure used time series analysis. The rules of ANFIS used Takagi-Sugeno fuzzy model and the type of membership function used Generalized bell with 2 inputs data for one target data. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of training is 9.4180332828% and MAPE value of testing is 7.5343642644%. MAPE value of testing is less than the error tolerance limit, which is 20%. From the results of training and testing, ANFIS successfully predicted sale of Beras Delanggu Raja in the coming month totaling 4944. The application system has been tested using black-box testing. The whole procedurs of testing were declared successful.

Keywords : *prediction, sale of goods, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, Takagi-Sugeno fuzzy model, Generalized bell, time series analysis, black-box*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena dengan Rahmat dan Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Prediksi Penjualan Barang Menggunakan Metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) Studi Kasus Swalayan Intan Permai” dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Jurusan Ilmu Komputer/Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang.

Banyak pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis berterima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Widowati, M.Si, selaku Dekan FSM UNDIP
2. Nurdin Bahtiar, S.Si, M.T, selaku Ketua Jurusan Informatika/Ilmu Komputer
3. Indra Waspada, S.T, M.TI, selaku Koordinator Tugas Akhir
4. Drs. Suhartono, M.kom, selaku dosen wali
5. Sutikno, S.T, M.Cs, selaku dosen pembimbing
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Semoga Allah SWT membalas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Laporan ini masih terdapat banyak kekurangan yang perlu disempurnakan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan banyak kebermanfaatan.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Peramalan dan Analisis Runtun Waktu	4
2.2 <i>Soft Computing</i>	4
2.3 Logika <i>Fuzzy</i>	6
2.3.1 Himpunan <i>Crisp</i> dan Himpunan <i>Fuzzy</i>	6
2.3.2 Fungsi Keanggotaan.....	6
2.4 Jaringan Syaraf Tiruan (JST).....	7
2.5 <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM)	8
2.6 <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System</i> (ANFIS)	10
2.6.1 Arsitektur ANFIS	11
2.6.2 Algoritma Pembelajaran <i>Hybrid</i>	13
2.6.2.1 <i>Least-Squares Estimator</i> (LSE) Rekursif	14
2.6.2.2 Model Propagasi <i>Error</i>	15
2.6.3 Contoh Penghitungan ANFIS	18
2.7 Model Proses Perangkat Lunak <i>Waterfall</i>	18

2.7.1 Analisis dan Definisi Persyaratan	19
2.7.1.1 Persyaratan Perangkat Lunak	19
2.7.1.1.1 Persyaratan Fungsional.....	20
2.7.1.1.2 Persyaratan Non-Fungsional	20
2.7.1.2 Pemodelan Data.....	20
2.7.1.3 <i>Flow-Oriented Modeling</i>	23
2.7.1.3.1 Diagram Konteks.....	23
2.7.1.3.2 <i>Data Flow Diagram</i>	23
2.7.2 Perancangan Sistem	25
2.7.2.1 Perancangan Antarmuka.....	25
2.7.2.2 Perancangan Data	25
2.7.2.3 Perancangan Algoritma	26
2.7.2.4 Perancangan Proses	26
2.7.3 Implementasi.....	26
2.7.4 Pengujian Sistem.....	26
2.8 HTML.....	26
2.9 CSS	26
2.10 JavaScript.....	27
2.11 JQuery.....	27
2.12 PHP.....	27
2.13 SQL dan MySQL.....	27
2.14 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	27
2.15 Bagan Alir (<i>Flowchart</i>)	28
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....	29
3.1. Analisis dan Definisi Persyaratan	29
3.1.1. Gambaran Umum Aplikasi Sistem	29
3.2.1. Persyaratan Perangkat Lunak.....	30
3.2.1.1. Persyaratan Fungsional.....	30
3.2.1.2. Persyaratan Non-Fungsional.....	31
3.2.1.2.1. Persyaratan Produk.....	31
3.2.1.2.2. Persyaratan Organisasi	32
3.2.1.2.3. Persyaratan Eksternal	32
3.2.2. Pemodelan Data Menggunakan <i>Entity Relationship Diagram (ERD)</i>	32

3.2.3. <i>Diagram Konteks</i>	33
3.2.4. <i>Data Flow Diagram</i>	33
3.2. Perancangan	40
3.3.1. Perancangan Antarmuka	40
3.3.3.1. Perancangan Antarmuka Halaman Utama.....	40
3.3.3.2. Perancangan Antarmuka Halaman Hasil Prediksi di Halaman Utama.....	41
3.3.3.3. Perancangan Antarmuka Halaman Login.....	42
3.3.3.4. Perancangan Antarmuka Halaman Operator	43
3.3.3.5. Perancangan Antarmuka Halaman Admin	44
3.3.3.6. Perancangan Antarmuka Halaman Utama Pengaturan Pengguna.....	44
3.3.3.7. Perancangan Antarmuka Data Barang.....	48
3.3.3.8. Perancangan Antarmuka Halaman Pelatihan & Pengujian	49
3.3.3.9. Perancangan Antarmuka Hasil Prediksi	55
3.3.3.10. Perancangan Antarmuka Halaman Cetak Hasil Prediksi	56
3.3.3.11. Perancangan Antarmuka Logout	57
3.3.2. Perancangan Data.....	58
3.3.3. Perancangan Algoritma.....	58
3.3.4. Perancangan Proses.....	65
3.3.4.1. Pengelompokan Data Menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i>	66
3.3.4.2. Proses Pelatihan Alur Maju	67
3.3.4.3. Proses Pelatihan Alur Mundur.....	67
3.3.4.4. Proses Pelatihan Perbaikan Parameter Premis	68
3.3.4.5. Proses Pengujian.....	68
3.3.4.6. Proses Prediksi.....	69
3.3.4.7. Keterangan dan Penjelasan Proses	69
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	72
4.1. Implementasi.....	72
4.1.1. Implementasi Struktur Data	72
4.1.2. Implementasi Pemrograman	73
4.1.3. Implementasi Antarmuka	73
4.1.3.1. Implementasi Antarmuka Halaman Utama	73
4.1.3.2. Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Prediksi di Halaman Utama	74
4.1.3.3. Implementasi Antarmuka Halaman Login	75

4.1.3.4. Implementasi Antarmuka Halaman Operator	76
4.1.3.5. Implementasi Antarmuka Halaman Admin	77
4.1.3.6. Implementasi Antarmuka Halaman Utama Pengaturan Pengguna.....	77
4.1.3.7. Implementasi Antarmuka Data Barang	81
4.1.3.8. Implementasi Antarmuka Halaman Pelatihan & Pengujian	82
4.1.3.9. Implementasi Antarmuka Hasil Prediksi	88
4.1.3.10. Implementasi Antarmuka Halaman Cetak Hasil Prediksi	89
4.1.3.11. Implementasi Antarmuka Logout	90
4.2. Pengujian	91
4.2.1. Pengujian Algoritma Proses	91
4.2.1.1. Proses Pengelompokan Data Menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i>	94
4.2.1.1.1. Penghitungan <i>Fuzzy C-Means</i> Secara Manual	94
4.2.1.1.2. Hasil Penghitungan <i>Fuzzy C-Means</i> pada Aplikasi Sistem.....	100
4.2.1.1.3. Kesimpulan.....	104
4.2.1.1.4. Hasil Akhir Penghitungan <i>Fuzzy C-Means</i>	104
4.2.1.2. Proses Pelatihan Alur Maju	105
4.2.1.2.1. Penghitungan Proses Pelatihan Alur Maju Secara Manual	105
4.2.1.2.2. Hasil Proses Pelatihan Alur Maju pada Aplikasi Sistem.....	116
4.2.1.2.3. Kesimpulan.....	116
4.2.1.3. Proses Pelatihan Alur Mundur dan Perbaikan Parameter Premis	117
4.2.1.3.1. Penghitungan <i>Gradient Descent</i> Secara Manual	117
4.2.1.3.2. Penghitungan Manual Proses Perbaikan Parameter Premis	126
4.2.1.3.3. Hasil Pelatihan Alur Mundur dan Perbaikan Parameter Premis	127
4.2.1.3.4. Kesimpulan.....	127
4.2.1.4. Proses Pengujian.....	127
4.2.1.4.1. Penghitungan Proses Pengujian Secara Manual	128
4.2.1.4.2. Hasil Penghitungan Proses Pengujian pada Aplikasi Sistem	131
4.2.1.4.3. Kesimpulan.....	131
4.2.1.5. Proses Prediksi.....	132
4.2.1.5.1. Penghitungan Proses Prediksi Secara Manual.....	132
4.2.1.5.2. Penghitungan Proses Prediksi pada Aplikasi Sistem.....	134
4.2.1.5.3. Kesimpulan.....	134
4.2.1.6. Hasil Akhir Proses Penghitungan	134

4.2.2. Pengujian <i>Black-Box</i>	135
BAB V PENUTUP	137
5.1. Kesimpulan	137
5.2. Saran	137
DAFTAR PUSTAKA.....	138
LAMPIRAN	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva <i>Generalized bell/Gbell</i>	7
Gambar 2.2 Arsitektur ANFIS	11
Gambar 2.3 Propagasi <i>error</i> pada arsitektur jaringan adaptif dengan 5 lapisan	15
Gambar 2.4 Siklus hidup perangkat lunak.....	19
Gambar 2.5 Kardinalitas relasi <i>one to one</i>	22
Gambar 2.6 Kardinalitas relasi <i>one to many</i>	22
Gambar 2.7 Kardinalitas relasi <i>many to many</i>	23
Gambar 3.1 Arsitektur sistem prediksi penjualan barang.....	29
Gambar 3.2 ERD aplikasi prediksi penjualan barang.....	33
Gambar 3.3 Diagram konteks aplikasi prediksi penjualan barang	33
Gambar 3.4 DFD <i>level 1</i> aplikasi prediksi penjualan barang	34
Gambar 3.5 DFD <i>level 2</i> proses Kelola Data Pengguna.....	35
Gambar 3.6 DFD <i>level 2</i> proses Kelola Data Barang.....	36
Gambar 3.7 DFD <i>level 2</i> proses Kelola Pelatihan & Pengujian	37
Gambar 3.8 DFD <i>level 2</i> proses Kelola Seluruh Hasil Prediksi	39
Gambar 3.9 Perancangan antarmuka halaman utama.....	41
Gambar 3.10 Perancangan antarmuka halaman hasil prediksi yang kosong.....	41
Gambar 3.11 Perancangan antarmuka tampilan seluruh hasil prediksi.....	42
Gambar 3.12 Perancangan antarmuka halaman <i>login</i>	42
Gambar 3.13 Perancangan antarmuka <i>alert</i> username dan password tidak boleh kosong.....	43
Gambar 3.14 Perancangan antarmuka <i>alert</i> username dan password tidak boleh salah	43
Gambar 3.15 Perancangan antarmuka halaman operator	43
Gambar 3.16 Perancangan antarmuka halaman admin	44
Gambar 3.17 Perancangan antarmuka halaman utama pengaturan pengguna	44
Gambar 3.18 Perancangan antarmuka <i>alert</i> isi <i>form</i> data pengguna yang kosong.....	45
Gambar 3.19 Perancangan antarmuka konfirmasi berhasil menambah data.....	45
Gambar 3.20 Perancangan antarmuka konfirmasi username sudah ada	45
Gambar 3.21 Perancangan antarmuka halaman ubah data pengguna	46
Gambar 3.22 Perancangan antarmuka <i>alert</i> isi <i>form</i> ubah data pengguna yang kosong.....	46
Gambar 3.23 Perancangan antarmuka konfirmasi tidak ada data yang berubah.....	47
Gambar 3.24 Perancangan antarmuka konfirmasi ubah data berhasil.....	47

Gambar 3.25 Perancangan antarmuka <i>alert</i> username sudah ada	47
Gambar 3.26 Perancangan antarmuka konfirmasi hapus data pengguna	47
Gambar 3.27 Perancangan antarmuka konfirmasi data berhasil dihapus	48
Gambar 3.28 Perancangan antarmuka halaman utama data barang	48
Gambar 3.29 Perancangan antarmuka <i>alert</i> nama barang tidak boleh kosong	48
Gambar 3.30 Perancangan antarmuka halaman cek data penjualan barang.....	49
Gambar 3.31 Perancangan antarmuka halaman utama pelatihan & pengujian	49
Gambar 3.32 Perancangan antarmuka <i>alert</i> tidak boleh ada data masukan yang kosong...	50
Gambar 3.33 Perancangan antarmuka <i>alert</i> tidak boleh ada data masukan yang salah	50
Gambar 3.34 Perancangan antarmuka konfirmasi input data pelatihan & pengujian berhasil	51
Gambar 3.35 Perancangan antarmuka informasi variabel pelatihan & pengujian	51
Gambar 3.36 Perancangan antarmuka hasil hitung pelatihan & pengujian.....	52
Gambar 3.37 Perancangan antarmuka hasil <i>clustering</i> menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i>	52
Gambar 3.38 Perancangan antarmuka hasil pelatihan.....	53
Gambar 3.39 Perancangan antarmuka hasil pengujian.....	53
Gambar 3.40 Perancangan antarmuka informasi hasil prediksi	54
Gambar 3.41 Perancangan antarmuka konfirmasi kosongkan data pelatihan & pengujian	54
Gambar 3.43 Perancangan antarmuka halaman hasil prediksi yang masih kosong	55
Gambar 3.44 Perancangan antarmuka tampilan seluruh hasil prediksi.....	55
Gambar 3.45 Perancangan antarmuka konfirmasi pengosongan hasil prediksi	56
Gambar 3.46 Perancangan antarmuka konfirmasi hasil prediksi telah dikosongkan	56
Gambar 3.47 Perancangan antarmuka halaman cetak hasil prediksi.....	56
Gambar 3.48 Perancangan antarmuka dialog Print	57
Gambar 3.49 Perancangan antarmuka konfirmasi <i>logout</i>	57
Gambar 3.50 Perancangan antarmuka konfirmasi pengguna telah keluar dari aplikasi.....	57
Gambar 3.51 <i>Flowchart</i> perancangan proses aplikasi sistem prediksi penjualan barang ...	65
Gambar 3.52 <i>Flowchart</i> pengelompokan data menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i>	66
Gambar 3.53 <i>Flowchart</i> proses pelatihan alur maju	67
Gambar 3.54 <i>Flowchart</i> proses pelatihan alur mundur	67
Gambar 3.55 <i>Flowchart</i> proses perbaikan parameter premis.....	68
Gambar 3.56 <i>Flowchart</i> proses pengujian.....	68
Gambar 3.57 <i>Flowchart</i> proses prediksi	69
Gambar 4.1 Implementasi antarmuka halaman utama	74

Gambar 4.2 Implementasi antarmuka halaman hasil prediksi yang masih kosong.....	74
Gambar 4.3 Implementasi antarmuka tampilan seluruh hasil prediksi	75
Gambar 4.4 Implementasi antarmuka halaman <i>login</i>	75
Gambar 4.5 Implementasi antarmuka <i>alert</i> username dan password tidak boleh kosong.....	76
Gambar 4.6 Implementasi antarmuka <i>alert</i> username dan password tidak boleh salah.....	76
Gambar 4.7 Implementasi antarmuka halaman operator.....	76
Gambar 4.8 Implementasi antarmuka halaman admin	77
Gambar 4.9 Implementasi antarmuka halaman utama pengaturan pengguna.....	77
Gambar 4.10 Implementasi antarmuka <i>alert</i> isi <i>form</i> data pengguna yang kosong	78
Gambar 4.11 Implementasi antarmuka konfirmasi berhasil menambah data	78
Gambar 4.12 Implementasi antarmuka konfirmasi username sudah ada	79
Gambar 4.13 Implementasi antarmuka halaman ubah data pengguna	79
Gambar 4.14 Implementasi antarmuka <i>alert</i> isi <i>form</i> ubah data pengguna yang kosong ...	79
Gambar 4.15 Implementasi antarmuka konfirmasi tidak ada data yang berubah	80
Gambar 4.17 Implementasi antarmuka <i>alert</i> username sudah ada.....	80
Gambar 4.18 Implementasi antarmuka konfirmasi hapus data pengguna.....	80
Gambar 4.19 Implementasi antarmuka konfirmasi data berhasil dihapus.....	81
Gambar 4.20 Implementasi antarmuka halaman utama data barang.....	81
Gambar 4.21 Implementasi antarmuka konfirmasi nama barang tidak boleh kosong	81
Gambar 4.22 Implementasi antarmuka halaman cek data penjualan barang	82
Gambar 4.23 Implementasi antarmuka halaman utama pelatihan & pengujian.....	82
Gambar 4.24 Implementasi antarmuka <i>alert</i> tidak boleh ada masukan yang kosong	83
Gambar 4.25 Implementasi antarmuka <i>alert</i> tidak boleh ada data masukan yang salah.....	83
Gambar 4.26 Implementasi antarmuka konfirmasi input data pelatihan & pengujian berhasil	84
Gambar 4.27 Implementasi antarmuka informasi variabel pelatihan & pengujian.....	84
Gambar 4.28 Implementasi antarmuka hasil hitung pelatihan & pengujian	85
Gambar 4.29 Implementasi antarmuka hasil <i>clustering</i> menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i>	85
Gambar 4.30 Implementasi antarmuka informasi hasil pelatihan	86
Gambar 4.31 Implementasi antarmuka informasi hasil pengujian	86
Gambar 4.32 Implementasi antarmuka informasi hasil prediksi.....	87
Gambar 4.33 Implementasi antarmuka konfirmasi kosongkan data pelatihan & pengujian.....	87
Gambar 4.34 Implementasi antarmuka konfirmasi data pelatihan & pengujian dikosongkan.....	87
Gambar 4.35 Implementasi antarmuka halaman hasil prediksi yang masih kosong.....	88

Gambar 4.36 Implementasi antarmuka tampilan seluruh hasil prediksi	88
Gambar 4.37 Implementasi antarmuka konfirmasi pengosongan hasil prediksi.....	89
Gambar 4.38 Implementasi antarmuka konfirmasi hasil prediksi telah dikosongkan.....	89
Gambar 4.39 Implementasi antarmuka halaman cetak hasil prediksi	89
Gambar 4.40 Implementasi antarmuka dialog Print.....	90
Gambar 4.41 Implementasi antarmuka konfirmasi <i>logout</i>	90
Gambar 4.42 Implementasi antarmuka konfirmasi pengguna telah keluar dari aplikasi	90
Gambar 4.43 Data Penjualan Beras Delanggu Raja pada Aplikasi Sistem.....	91
Gambar 4.44 Pusat klaster pada (v_{kj}) iterasi pertama <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM).....	101
Gambar 4.45 Fungsi objektif (P^1) pada iterasi pertama <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM).....	101
Gambar 4.46 Derajat keanggotaan data (μ_{ik}) pada iterasi pertama <i>Fuzzy C-Means</i>	101
Gambar 4.47 Hasil <i>clustering</i> pada iterasi pertama <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM).....	102
Gambar 4.48 Pusat klaster (v_{kj}) pada iterasi ke-2 <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM).....	102
Gambar 4.49 Fungsi objektif (P^1) pada iterasi ke-2 <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM).....	103
Gambar 4.50 Derajat keanggotaan data (μ_{ik}) pada iterasi ke-2 <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM) ..	103
Gambar 4.51 Hasil <i>clustering</i> pada iterasi ke-2 <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM)	104
Gambar 4.52 Hasil pengelompokan data menggunakan <i>Fuzzy C-Means</i> (FCM).....	105
Gambar 4.53 Nilai parameter premis awal.....	105
Gambar 4.54 Hasil keluaran jaringan pada proses pelatihan	116
Gambar 4.55 Hasil MAPE dan akurasi pada proses pelatihan	116
Gambar 4.56 Parameter premis baru	127
Gambar 4.57 Parameter premis baru pada <i>epoch</i> ke-2.....	127
Gambar 4.58 Hasil keluaran jaringan pada proses pengujian	131
Gambar 4.59 Hasil MAPE dan akurasi pada proses pengujian.....	131
Gambar 4.60 Hasil proses prediksi.....	134
Gambar 4.61 Variabel hitung pelatihan dan pengujian	134
Gambar 4.62 Hasil prediksi penjualan pada tiap produk.....	135

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen <i>soft computing</i>	5
Tabel 2.2 Notasi-notasi simbolik dalam ERD versi Chen.....	22
Tabel 2.3 Simbol DFD Yourdan De Marco dan lainnya.....	25
Tabel 2.4 Simbol dan keterangan <i>flowchart</i>	28
Tabel 3.1 SRS fungsional.....	31
Tabel 3.2 Perancangan data.....	58
Tabel 4.1 Rincian penjualan Beras Delanggu Raja.....	92
Tabel 4.2 Inisialisasi awal data penjualan Beras Delanggu Raja.....	93
Tabel 4.3 Matriks partisi awal.....	94
Tabel 4.4 Penghitungan pusat klaster pada iterasi pertama.....	95
Tabel 4.5 Penghitungan fungsi objektif pada iterasi pertama.....	96
Tabel 4.6 Perbaikan derajat keanggotaan pada iterasi pertama.....	97
Tabel 4.7 Penghitungan pusat klaster pada iterasi ke-2.....	98
Tabel 4.8 Penghitungan fungsi objektif pada iterasi ke-2.....	99
Tabel 4.9 Perbaikan derajat keanggotaan pada iterasi ke-2.....	100
Tabel 4.10 Data pelatihan.....	106
Tabel 4.11 Derajat keanggotaan data.....	107
Tabel 4.12 Kuat penyulutan w_1	108
Tabel 4.13 Kuat penyulutan w_2	108
Tabel 4.14 Normalisasi dari kuat penyulutan.....	109
Tabel 4.15 Node adaptif $\bar{w}_1 f_1$	114
Tabel 4.16 Node adaptif $\bar{w}_2 f_2$	114
Tabel 4.17 <i>Output</i> jaringan.....	115
Tabel 4.18 Propagasi <i>error</i> ϵ_{13}	117
Tabel 4.19 Propagasi <i>error</i> ϵ_{11} dan ϵ_{12}	118
Tabel 4.20 Propagasi <i>error</i> ϵ_9	119
Tabel 4.21 Propagasi <i>error</i> ϵ_{10}	120
Tabel 4.22 Propagasi <i>error</i> ϵ_7	121
Tabel 4.23 Propagasi <i>error</i> ϵ_8	121
Tabel 4.24 Propagasi <i>error</i> ϵ_3	122
Tabel 4.25 Propagasi <i>error</i> ϵ_4	123

Tabel 4.26 Propagasi <i>error</i> ε_5	123
Tabel 4.27 Propagasi <i>error</i> ε_6	124
Tabel 4.28 Propagasi <i>error</i> ε_{a11} , ε_{a11} , ε_{a11} , dan ε_{a11}	125
Tabel 4.29 Propagasi <i>error</i> ε_{a11} , ε_{a11} , ε_{a11} , dan ε_{a11}	125
Tabel 4.30 Derajat keanggotaan data pengujian.....	128
Tabel 4.31 Kuat penyulutan w_1 data pengujian.....	128
Tabel 4.32 Kuat penyulutan w_2 data pengujian.....	129
Tabel 4.33 Normalisasi kuat penyulutan data pengujian.....	129
Tabel 4.34 Node adaptif $\bar{w}_1 f_1$ data pengujian	130
Tabel 4.35 Node adaptif $\bar{w}_2 f_2$ data pengujian	130
Tabel 4.36 <i>Output</i> jaringan pada proses pengujian	130
Tabel 4.37 Nilai <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE) pelatihan dan pengujian.....	135
Tabel 4.38 Rencana Pengujian	136

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat keterangan pengambilan data	140
Lampiran 2. Contoh penghitungan <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System</i>	141
Lampiran 3. Implementasi pemrograman berdasarkan fungsi	148
Lampiran 4. Detail penjualan barang	183
Lampiran 5. Hasil pengujian <i>black-box</i>	184

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, sebagian besar masyarakat telah mendirikan usaha baik makro maupun mikro untuk menyemarakkan persaingan di dunia wirausaha. Bidang usaha yang digeluti pun bermacam-macam, salah satunya adalah bidang perdagangan. Keuntungan yang didapat dari usaha di bidang perdagangan relatif besar.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, telah banyak sistem informasi yang digunakan untuk menunjang keberhasilan sebuah usaha. Beberapa sistem informasi yang telah diimplementasikan telah dilengkapi dengan aplikasi prediksi penjualan barang. Penjualan barang merupakan hal yang penting dalam sebuah usaha. Hal itu dikarenakan bahwa pendapatan suatu usaha berasal dari hasil penjualan barang. Pendapatan tersebut akan digunakan kembali sebagai modal.

Oleh karena itu, para pelaku usaha perlu memprediksi penjualan barang untuk perencanaan manajemen bisnis. Prosedur prediksi yang dapat digunakan adalah analisis runtun waktu, sebuah prosedur statistika yang diterapkan untuk meramalkan struktur probabilitas keadaan yang akan datang dalam rangka pengambilan keputusan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi adalah metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). ANFIS telah diterapkan dalam analisis data runtun waktu yang dibandingkan dengan metode ARIMA (Saputra, 2012). Hasilnya, metode ANFIS lebih baik dari ARIMA. Dalam penelitian lain, ANFIS telah digunakan untuk memprediksi laba atas harga saham Indeks Bursa Efek Istanbul (ISE) (Boyacioglu & Avcı, 2010). ANFIS berhasil memperkirakan *monthly return ISE National 100 Index* dengan tingkat akurasi 98,3%. ANFIS juga telah digunakan untuk peramalan beban listrik jangka pendek di Bali (Syukriyadin & Syahputra, 2012). Hasil peramalan tersebut dibandingkan dengan hasil peramalan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN). Dari simulasi yang dilakukan, diperoleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) peramalan menggunakan ANFIS sebesar 0,000293275%, sedangkan MAPE peramalan menggunakan ANN sebesar 0,160443776%. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa metode ANFIS dapat digunakan sebagai metode prediksi.

Penulis mengambil studi kasus di salah satu usaha yang bergerak di bidang perdagangan yaitu swalayan “Intan Permai”. Swalayan “Intan Permai” telah menggunakan sistem informasi jual-beli. Namun, sistem informasi tersebut belum dilengkapi dengan sebuah fasilitas prediksi penjualan barang pada waktu yang akan datang. Hal tersebut menjadi latar belakang penulis untuk membuat sebuah aplikasi prediksi penjualan barang menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). *Output* yang dihasilkan oleh aplikasi prediksi penjualan barang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi penentu kebijakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang akan dibahas dalam proposal ini adalah bagaimana membuat aplikasi yang dapat digunakan untuk memprediksi penjualan barang menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dengan melakukan studi kasus di swalayan “Intan Permai”.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah menghasilkan aplikasi yang dapat digunakan untuk memprediksi penjualan barang berdasarkan studi kasus di swalayan “Intan Permai” menggunakan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). Manfaat yang ingin dicapai setelah aplikasi prediksi penjualan barang diimplementasikan adalah aplikasi tersebut dapat membantu penentu kebijakan dalam proses perencanaan manajemen bisnis.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian aplikasi prediksi penjualan barang ini adalah :

1. Data barang dan data penjualan barang yang diolah telah ditentukan.
2. Metode prediksi yang digunakan adalah *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS).
3. Prosedur prediksi yang digunakan adalah analisis runtun waktu.
4. Jangka waktu prediksi penjualan barang hanya satu bulan yang akan datang.
5. Pada saat menghitung derajat keanggotaan data menggunakan kurva *Generalized bell/Gbell*, parameter b bernilai 1.

6. Pada saat mengelompokkan data menggunakan *Fuzzy C-Means* (FCM), ditentukan :
 - a. Jumlah kluster yang akan dibentuk (C) = 2
 - b. Pangkat pembobot (w) = 2
 - c. Maksimum iterasi = 100
 - d. Kriteria penghentian (ξ) = 10^{-6}
7. Variabel pelatihan dan pengujian menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) adalah sebagai berikut :
 - a. Laju pembelajaran = 0,1
 - b. Maksimal *epoch* = 100
 - c. Maksimal *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) = 10%
 - d. Jumlah data pelatihan = 70%
 - e. Jumlah data pengujian = 30%
8. Parameter premis baru (a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} , c_{11} , c_{12} , c_{21} , dan c_{22}) yang digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan data menggunakan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) merupakan parameter premis baru pada data terakhir.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab pokok bahasan, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika penulisan tugas akhir

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisi penjelasan teori yang mendukung pembuatan tugas akhir

BAB III ANALISI DAN PERANCANGAN

Bab ini membahas tentang proses analisis dan perancangan dalam pembangunan perangkat lunak

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini membahas tentang proses implementasi dan pengujian dalam pembangunan perangkat lunak

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran sebagai acuan dalam pengembangan karya ilmiah