

**ANALISIS RUNTUN WAKTU FUZZI UNTUK PREDIKSI BANJIR
SECARA WAKTU NYATA**

**Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-2 Program Studi
Magister Sistem Informasi**



**IBNU SINA
24010411400026**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

Tesis dengan judul :

ANALISIS RUNTUN WAKTU FUZZI UNTUK PREDIKSI BANJIR SECARA WAKTU NYATA

Oleh:
Ibnu Sina
24010411400026

Telah dilakukan pembimbingan tesis dan dinyatakan layak untuk mengikuti **ujian tesis** pada Program Pascasarjana Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro.

Semarang, Agustus 2016
Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Suryono, S.Si, M.Si
NIP. 197306301998021001

Dr. R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.
NIP. 197007272000121001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis 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 yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang , Agustus 2016

Tanda tangan



Ibnu Sina

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ibnu Sina
NIM : 24010411400026
Program Studi : Magister Sistem Informasi
Program : Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Non eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS RUNTUN WAKTU FUZZI UNTUK PREDIKSI BANJIR
SECARA WAKTU NYATA**

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Magister Sistem Informasi Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : Agustus 2016

Yang Menyatakan



Ibnu Sina
24010411400002

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Segala puji syukur bagi Allah Yang Maha Pengasih dan Penyayang yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan kasih sayang-Nya. Atas Karunia-Mu ya Allah pada kesempatan kali ini penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul Analisis Runtun Waktu Fuzzi untuk Prediksi Banjir secara waktu nyata, Puji syukur hanya kepada-Mu ya Allah.

Keberhasilan dalam penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA selaku Direktur Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Suryono, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Sistem Informasi Diponegoro Semarang dan selaku pembimbing I. Terima kasih atas waktu, ilmu, saran, semangat dan nasehat yang bapak berikan selama bimbingan tesis.
3. Dr. R. Rizal Isnanto, ST., M.M., M.T. selaku pembimbing II. Terima kasih atas semua nasehat, masukan, ilmu dan waktu yang bapak berikan selama bimbingan tesis.
4. Prof. Dr. Wahyono, SH., M.H, selaku Rektor Universitas Pancasakti Tegal periode 2011 - 2016, Drs. Masfuad, M.Pd selaku Dekan FKIP UPS Tegal beserta Wakil Dekan I, II dan III serta Staf Tata Usaha di lingkungan FKIP UPS Tegal, terima kasih atas persetujuan beasiswa, ijin belajar dan arahan yang diberikan.
5. Dra. Eleonora DW, M.Pd selaku Ka. Prodi Pendidikan Matematika FKIP UPS Tegal, Beserta Sekretaris Prodi PMTK FKIP UPS Tegal, seluruh Dosen PMTK FKIP UPS Tegal khususnya, seluruh Dosen UPS Tegal dan sivitas akademik

Universitas Pancasakti Tegal yang telah memberikan kontribusi besar sehingga tesis ini dapat terselesaikan.

6. Istri tercinta Yul Fitriany, anakku Kenzie Leivi Shidqi dan Khanza Aileen Evelynna, ayah dan ibu, adik-adikku serta keluarga Linggapura yang senantiasa tanpa henti memberikan motivasi, doa dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
7. Bangkit Indarmawan N, M.Kom, Thobibul Ulum, Aditya Akbar, M.Kom, Mukrodin, M.Kom, Satrianansyah dan seluruh teman-teman MSI se-angkatan telah memberikan dorongan, bantuan, motivasi dan kontribusi besar dalam menyelesaikan tesis ini.
8. Keluarga Besar IVI Computer Centre Brebes yang telah memberikan motivasi serta doa, dan
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per-satu, telah membantu sampai dengan terselesaikannya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada. Akhirnya, penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat. Amin.

Semarang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan	iii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Lampiran	xiii
Daftar Arti Lambang dan Singkatan	xiv
Abstrak	xvi
Abstract	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Teori prediksi	7
2.2.2 Jenis-jenis prediksi	8
2.2.3 Jangka waktu prediksi	9
2.2.4 Jenis-jenis pola data	9
2.2.5 Runtun waktu	11
2.2.6 Logika fuzzy	12
2.2.7 Runtun waktu fuzzy (<i>Fuzzy Time Series</i>)	15
1. Dasar-dasar <i>Fuzzy Time Series</i> (runtun waktu fuzzy)	15
2. Algoritma S R Singh	17
3. Algoritma Ruey Chyn Tsaur	18
2.2.8 Pengukuran Prediksi	22

2.2.9 Banjir	23
1. Pengendalian banjir	24
2. Prediksi banjir dan sistem peringatan dini bahaya banjir	24
a. Prediksi banjir	24
1. Pengamatan tinggi muka air pada pos-pos pengamat	24
2. Telemetering/pengamatan curah hujan	25
b. Pemberitaan banjir	25
 BAB III METODE PENELITIAN	 26
3.1 Bahan Penelitian	26
3.2 Alat Penelitian	26
3.3 Prosedur Penelitian	28
3.3.1 Pengumpulan data ketinggian air dan waktu	29
3.3.2 Perancangan sistem informasi prediksi banjir	30
1. Perancangan model prediksi menggunakan runtun waktu fuzzy	30
2. Perancangan database prediksi menggunakan runtun waktu fuzzy	36
1. Perancangan diagram hubungan entitas	36
2. Perancangan struktur tabel	37
3. Perancangan antarmuka sistem informasi prediksi banjir	38
a. Rancangan antarmuka form halaman depan (<i>Home</i>)	38
b. Rancangan antarmuka menu data riwayat	40
c. Rancangan antarmuka menu fuzzy	42
d. Rancangan antarmuka menu prediksi	43
e. Rancangan antarmuka menu grafik	43
3.3.3 Implementasi sistem informasi prediksi banjir	44
3.3.4 Pengujian sistem informasi runtun waktu fuzzy pada banjir	45
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	 46
4.1. Hasil Penelitian	46
4.1.1 Kerangka kerja sistem informasi	46
4.1.2 Implementasi sistem informasi	47
1. Halaman <i>Home</i>	47
2. Menu Data Riwayat	48
4. Menu Fuzzy	51
a. <i>sub-menu Mean Based Discretization (MBD)</i>	52

b. <i>sub-menu</i> Fuzzifikasi	57
c. <i>sub-menu Fuzzy Logic Relationships (FLR)</i>	59
d. <i>sub-menu Fuzzy Logic Relationships Group (FLRG)</i>	61
5. Halaman Prediksi	62
6. Halaman Grafik	66
7. Halaman pengaturan	67
8. Menu <i>Logout</i>	67
4.2 Pembahasan	68
4.2.1 Verifikasi Hasil Perhitungan	68
4.2.2 Evaluasi Hasil Perhitungan Sistem	70
BAB V PENUTUP	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	76

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Pola data horisontal	09
Gambar 2.2	Pola data <i>trend</i>	10
Gambar 2.3	Pola siklis (S) atau musiman	10
Gambar 2.4	Pola data siklis	11
Gambar 3.1	Prosedur penelitian prediksi banjir dengan runtun waktu fuzzy	29
Gambar 3.2	Diagram alir metode runtun waktu fuzzy untuk prediksi banjir	31
Gambar 3.3	Diagram alir menghitung nilai panjang <i>interval</i>	32
Gambar 3.4	Diagram alir prosedur hasil prediksi()	32
Gambar 3.5	Diagram alir prosedur prosedur <i>adjust</i> ()	33
Gambar 3.6	Diagram alir prosedur nilai \hat{Y}_t ()	33
Gambar 3.7	Perancangan model prediksi menggunakan runtun waktu fuzzy	34
Gambar 3.8	Model sekuensial linear	34
Gambar 3.9	ERD prediksi menggunakan runtun waktu fuzzy	36
Gambar 3.10	Rancangan antarmuka halaman pertama	39
Gambar 3.11	Rancangan antarmuka halaman pertama <i>sub-Login</i>	39
Gambar 3.12	Rancangan antarmuka <i>sub-menu</i> Profil Data	40
Gambar 3.13	Rancangan antarmuka <i>sub-menu</i> Data Aktual	41
Gambar 3.14	Rancangan antarmuka halaman fuzzy	42
Gambar 3.15	Rancangan antarmuka halaman prediksi	43
Gambar 3.16	Rancangan antarmuka menu grafik	44
Gambar 4.1	Kerangka sistem informasi prediksi bencana banjir	46
Gambar 4.2	menu <i>Home</i> aplikasi	47
Gambar 4.3	Jendela <i>Login</i> aplikasi	48
Gambar 4.4	<i>sub-menu</i> Profil Data berisi data aktual	49
Gambar 4.5	<i>sub-menu</i> Data Aktual berisi data aktual	50
Gambar 4.6	menu Fuzzy berisi 4 <i>sub-menu</i>	52
Gambar 4.7	Tahap pertama penetapan contoh subset sampel pada proses MBD	52
Gambar 4.8	Tahap kedua perhitungan faktor subset dan <i>deciding</i> faktor MBD	53
Gambar 4.9	Tahap ketiga penetapan batas subset sampel pada proses MBD	54
Gambar 4.10	Tahap keempat hasil proses <i>Mean Base Discretization</i> (MBD)	56

Gambar 4.11	Proses menu fuzzifikasi	57
Gambar 4.12	Proses menu <i>Fuzzy Logic Relationship</i> (FLR)	59
Gambar 4.13	Proses menu <i>Fuzzy Logic Relationship Group</i> (FLRG)	61
Gambar 4.14	Hasil prediksi banjir secara waktu nyata	63
Gambar 4.15	Hasil prediksi banjir disertai MAPE dan MSE.....	64
Gambar 4.16	Grafik prediksi banjir secara waktu nyata	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel pemetaan basis	19
Tabel 3.1 Rancangan tabel faktual	37
Tabel 3.2 Rancangan tabel user	37
Tabel 3.3 Rancangan tabel setting	37
Tabel 3.4 Rancangan tabel prediksi	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Data aktual waktu dan ketinggian air sebagai input Data History	76
Lampiran 2. Tabel Sort Data aktual waktu dan ketinggian air	77
Lampiran 3. Tabel penetapan subset sampel pada proses MBD	78
Lampiran 4. Tabel Perhitungan faktor subset sampel dan <i>deciding</i> faktor MBD	79
Lampiran 5. Tabel penetapan batas U_A menjadi U_i subset sampel pada proses MBD	80
Lampiran 6. Tabel penetapan batas U_A menjadi V_i subset sampel pada proses MBD	81
Lampiran 7. Tabel Hasil proses <i>Mean Based Discretization</i> (MBD)	82
Lampiran 8. Tabel fuzzy set	83
Lampiran 9. Tabel fuzzifikasi / hasil fuzzifikasi	84
Lampiran 10. Tabel Proses <i>Fuzzy Logic Relationship</i> (FLR)	85
Lampiran 11. Tabel Proses <i>Fuzzy Logic Relationships Group</i> (FLRG)	86
Lampiran 12. Tabel Hasil prediksi banjir secara waktu nyata dgn runtun waktu fuzzy..	87
Lampiran 13. Tabel Hasil Prediksi banjir dengan MAPE dan MSE	88
Lampiran 14. Data pengamatan ketinggian air Dinas Tata Air Prov.DKI Jakarta	89
Lampiran 15. Data pelatihan pengujian prediksi dengan runtun waktu fuzzy	89
Lampiran 16. Hasil pengujian 50 data rekam pada tanggal 13 September 2016	90
Lampiran 17. Hasil pengujian 51 data rekam pada tanggal 13 September 2016	91
Lampiran 18. Hasil pengujian 50 data rekam pada tanggal 13 September 2016	92
Lampiran 16. Listing Program (<i>Source Code</i>) aplikasi prediksi banjir	93
Lampiran 16. 1. Listing program - halaman <i>Home</i>	93
Lampiran 16. 2. Listing program - menu <i>Login</i>	93
Lampiran 16. 3. Listing program - menu Data History - <i>Button Input</i> History Baru... .	94
Lampiran 16. 4. Listing program - menu Data History - <i>Button Import</i>	96
Lampiran 16. 5. Listing program - menu fuzzy - <i>Mean Based Discretization</i> (MBD) ..	99
Lampiran 16. 5. Listing program - menu fuzzy - a. Sorting Sample MBD	99
Lampiran 16. 5. Listing program - menu fuzzy - b. Rata-rata sampel MBD	100
Lampiran 16. 5. Listing program - menu fuzzy - c. Pembagian subset sampel MBD	100
Lampiran 16. 5. Listing program - menu fuzzy - d. Pembagian batas interval nilai U ..	100
Lampiran 16. 5. Listing program - menu fuzzy - e. Pembagian batas interval nilai V ..	100
Lampiran 16. 5. Listing program - menu fuzzy - f. Hasil MBD	102

Lampiran 16. 6. Listing program - menu fuzzy - fuzzifikasi	107
Lampiran 16. 7. Listing program - menu fuzzy - <i>Fuzzy Logic Relationship</i> (FLR)	108
Lampiran 16. 8. Listing program - menu fuzzy - <i>Fuzzy Logic Relationship Group</i>	109
Lampiran 16. 9. Listing program - menu prediksi - hasil prediksi	110
Lampiran 16. 7. Listing program - menu grafik - hasil grafik	116

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

DAFTAR ARTI LAMBANG

Lambang	Arti Lambang	Lambang	Arti Lambang
U	Batas atas rentang	\sum	Sigma
L	Batas bawah rentang	P	Probabilitas/peluang
I	Panjang rentang	B	Nilai Basis
M	Nilai tengah rentang	$\hat{Y}1_t$	Nilai Prediksi
A_i	Himpunan Fuzzi variabel Linguistik	m_{j-1}	nilai tengah u_{j-1}, u_{j+1}
B_i	Himpunan Fuzzi variabel Linguistik	$Y_{(t-1)}$	nilai dari <i>state</i> A_i pada waktu $t - 1$
μA_i	Fungsi keanggotaan himpunan fuzzi	S	Jumlah lompatan ke depan
f_1, f_2, f_3, \dots	Himpunan fuzzi	V	Jumlah lompatan ke belakang
av	Nilai Rata-rata	X_t	Nilai data Periode ke - t
n	Jumlah data aktuapl	F_t	Prediksi periode ke - t
D_t	Data ke- i	T	Data Waktu
D_{t-1}	Data ke $t-i$		

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan Singkatan
SPDB	Sistem Peringatan Dini Banjir
FEWS	<i>Flood Early Warning System</i>
DSS	<i>Desicion Support System</i>
PHP	<i>Personal Home Page</i>
SQL	<i>Structure Query Language</i>
ETL	<i>Exchange, Transform, and Load</i>
PI	<i>Published Interface</i>

Singkatan	Kepanjangan Singkatan
HEC-HMS	<i>Hydrology Engineering Centre's - Hydrology Modelling System</i>
Delwaq	<i>D-Water Quality and D-Ecology</i>
HEC-RAS	<i>Hydrology Engineering Centre's - River Analysis System</i>
Ribasim	<i>River BASin SIMulation</i>
ARMA	<i>Auto Regresive Moving Average</i>
ARIMA	<i>Auto Regresive Integrated Moving Average</i>
ANFIS	<i>Adaptive Neoro Fuzzy Interference System</i>
AR	<i>Auto Regresive</i>
FTS	<i>Fuzzy Time Series</i>
FLR	<i>Fuzzy Logic Relationships</i>
FLRG	<i>Fuzzy Logic Relationships Group</i>
MBD	<i>Mean Based Discretization</i>
MAPE	<i>Mean Absolute Percentage Error</i>
MSE	<i>Mean Square Error</i>
FI	<i>Form Interpreter</i>
OS	<i>Operating System</i>
RDBMS	<i>Relation Data Based Management System</i>
DPS	<i>Daerah Pengaliran Sungai</i>
GPL	<i>General Public License</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
CSV	<i>Comma Sepparated Value</i>
F	<i>Factor</i>
DF	<i>Deciding Factor</i>
IBDT	<i>Index Based Defuzzification Technique</i>
SQA	<i>Software Quality Assurance</i>
ERD	<i>Entity Relationship Diagram</i>

ANALISIS RUNTUN WAKTU FUZZI UNTUK PREDIKSI BANJIR SECARA WAKTU NYATA

ABSTRAK

Kejadian bencana banjir di Indonesia sering menimbulkan banyak korban, baik jiwa maupun materi. Secara umum 34% dari seluruh kejadian bencana yang terjadi di seluruh Indonesia didominasi oleh bencana banjir. Untuk mencegah bertambahnya jumlah korban, maka dari segi pengetahuan dapat dilakukan pendekatan secara struktural dan non struktural, salah satu pendekatan non struktural adalah dengan mengembangkan sistem peringatan dini. Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan metode runtun waktu fuzzy dalam aplikasi yang dapat memprediksi banjir secara waktu nyata dan membangun aplikasi sistem informasi berbasis *web* untuk memberikan informasi hasil prediksi banjir secara waktu nyata melalui metode runtun waktu fuzzy.

Runtun waktu fuzzy (FTS) merupakan metode prediksi data yang menggunakan prinsip-prinsip fuzzy sebagai dasarnya. Sistem prediksi dengan runtun waktu fuzzy menangkap pola dari data yang telah lalu kemudian digunakan untuk memproyeksikan data yang akan datang. Metode ini sering digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan masalah prediksi. Tahapan yang dilakukan dengan menggunakan runtun waktu fuzzy didasarkan pada deret waktu historis, yaitu : menentukan semesta pembicaraan, pemisahan semesta pembicaraan, membangun fuzzy set, fuzzifikasi data *history*, menentukan *fuzzy logical relationships* (FLR), menentukan *fuzzy logical relationships group* (FLRG), menghitung hasil prediksi per menit.

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode runtun waktu fuzzy dalam prediksi banjir dapat menghasilkan prediksi yang baik, sehingga dapat dipergunakan untuk acuan memprediksi bencana banjir secara *real time* pada sebuah ketinggian level air di suatu tempat. Penerapan metode runtun waktu fuzzy dalam memprediksi bencana banjir secara waktu nyata diperoleh melalui *percentage error* yang diukur dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) diperoleh *error* rata-rata sebesar 0,44%, dan diperoleh juga nilai *Mean Standart Error* (MSE) sebesar 0,67 hal ini artinya membuktikan bahwa prediksi yang dihasilkan dapat mendekati data aktual.

Kata-kunci : runtun waktu fuzzy, prediksi, banjir, waktu nyata

FUZZY TIME SERIES ANALYSIS FOR REAL-TIME FLOOD PREDICTION

ABSTRACT

Existence Flood in Indonesia often cause many casualties, both mental and material. In general 34% of all disaster events that occurred in Indonesia is dominated by the flood disaster. To prevent the increasing number of victims, then in terms of knowledge can be approached structural and non-structural, non-structural one approach is to develop an early warning system. The purpose of this research is to implement a method of fuzzy time series in applications that can predict the Flood in real-time and build a web-based information system application to provide information which results in real-time Flood prediction based on time series methods Fuzzi.

Fuzzy time series is a method that uses the fuzzy principles as the basis for predicting the data. Fuzzy Time series prediction system capture patterns in the data that has been and is then used to project the data to come. This method is often used by researchers to solve the prediction. Problem the research steps of using fuzzy time series is based on a time series of historical, i.e. : defining the universe of discourse, splitting the universe of discourse, building fuzzy sets, fuzzification history data, determining the fuzzy logical relationships (FLR), determining the fuzzy logical relationships of group (FLRG), counting predicted results per minute.

From results of this research the application of the method of fuzzy time and series in flood predictions can yield good predictions, so it can be used to predict floods reference in real time at a height of water level somewhere. Application of the method of fuzzy time series in predicting floods in real time obtained by percentage error is measured using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) obtained an average error of 0.44%, and also the value obtained Mean Standard Error (MSE) by 0.67 it means proving that the predictions generated can be closer to the actual data.

Keywords: fuzzy time series, prediction, flood, real-time