

Analisis dan Peramalan Kepadatan Jalan Raya Kodya Malang dengan FTS *Average Based*

Anggri Sartika Wiguna, Wijono, M. Aziz Muslim

Abstrak—Kemacetan saat ini menjadi persoalan serius di Kodya Malang. Berbagai penelitian yang berkaitan dengan perencanaan pembangunan infrastruktur jalan raya dalam upaya mengatasi kemacetan banyak dilakukan. Penelitian tersebut diantaranya penelitian tentang kinerja jalan, mengimplementasikan Peraturan Daerah dan Kebijakan Pemerintah Daerah yang terkait sampai pada penambahan dan optimasi jalan. Dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem analisa dan peramalan data time series kepadatan jalan Kodya Malang dengan menggunakan logika Fuzzy dalam metode Fuzzy Time Series (FTS) *Average Based* sebagai salah satu upaya mengatasi kemacetan Kodya Malang. Dari hasil pengujian dengan 94 data sampel menunjukkan FTS *Average Based* terbukti efektif dibandingkan FTS Standar dengan nilai MSE 73,39% dan AFER 64,58%.

Kata Kunci — *Data Time Series, Peramalan, FTS Standar, FTS Average Based*

I. PENDAHULUAN

KEPADATAN jalan raya saat ini menjadi persoalan yang serius di Kodya Malang, hal ini disebabkan oleh pertumbuhan kendaraan yang tidak seimbang dengan tingkat pertumbuhan fasilitas jalan sehingga menimbulkan kemacetan jalan. Kemacetan ini perlu segera diatasi dengan sistem transportasi yang memadai untuk memperlancar aktifitas masyarakat dan untuk mendukung perhubungan dengan daerah lain tidak terhambat.

Berbagai penelitian dan perencanaan pembangunan yang berkaitan dengan upaya mengatasi kemacetan banyak dilakukan diantaranya menganalisis kinerja jalan, mengimplementasikan Peraturan Daerah dan Kebijakan Pemerintah Daerah yang terkait sampai pada penambahan dan optimasi jalan [1]. Penelitian yang telah dilakukan pada umumnya melibatkan suatu studi lapangan yang panjang terkait variabel jalan dengan disertai survei lapangan yang relatif tidak efisien, hal ini

dikarenakan survei pengamatan dan penghitungan tergantung kemampuan visual manusia yang terbatas. Pada pengembangan penelitian selanjutnya dengan pembuatan alat ukur dan alat pendeteksi variabel kepadatan jalan banyak terjadi kendala diantaranya terjadinya *error function* dari suatu alat ukur sehingga data variabel jalan yang diambil mengandung kesalahan relatif yang besar.

Metode yang dianggap tepat dalam menentukan peramalan kepadatan jalan dalam penelitian ini adalah dengan peramalan. Peramalan kepadatan jalan Kodya Malang dilakukan dengan menggunakan logika Fuzzy dalam *Fuzzy Time Series (FTS) Average Based*. Metode *FTS Average Based* mampu mengatasi kelemahan metode peramalan lain diantaranya pada jumlah data minimal yang diperlukan, jangka waktu peramalan yang pendek, harus diterapkannya *zero mean* dan *zero variansi* pada pengolahan data serta proses yang tidak efektif pada perhitungan dikarenakan banyak tahap yang harus dilakukan dalam proses peramalan. Di lain pihak data-data transportasi di jalan raya cenderung acak dan mengandung ketidakpastiaan. Proses pengolahan data pada umumnya diperlukan penentuan interval tertentu. Mekanisme ini seringkali menghasilkan error yang cukup besar. Salah satu metode untuk memperbaikinya adalah penyesuaian interval di setiap langkah pengolahan data adalah *Average Based* sebagai solusi. Penggabungan metode *Average Based* dengan FTS diharapkan dapat menghasilkan akurasi peramalan yang lebih baik.

II. DASAR TEORI

A. Pengertian dan Karakteristik Jalan

Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan / atau air serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel [2]. Karakteristik jalan meliputi :

- Panjang jalan adalah hasil pengukuran antara titik awal sampai titik akhir sebuah ruas jalan, dinyatakan dalam satuan kilometer (km).
- Arus Lalu Lintas adalah karakteristik lalu lintas yang meru
- pakan interaksi antara pengemudi, kendaraan, dan jalan.

Anggri Sartika Wiguna adalah Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (email : 4n66121@gmail.com).

Wijono adalah Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (email : wijono@yahoo.com).

M. Aziz Muslim adalah Dosen Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (email : muh_aziz@ub.ac.id).

- Kepadatan jalan adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu penampang tertentu pada suatu ruas jalan tertentu dalam satuan waktu tertentu. Volume lalu lintas rata-rata adalah jumlah kendaraan rata-rata dihitung menurut satuan.
- Kepadatan menunjukkan kemudahan bagi kendaraan untuk bergerak, seperti pindah lajur dan memilih kecepatan yang diinginkan.
- Kapasitas jalan atau volume jalan adalah arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan persatuan jam pada kondisi tertentu.

B. Konsep dan Jenis Data

Terdapat 3 kelompok jenis data dalam ekonometrika yaitu data runtun waktu (time series), data silang (cross section), dan data panel (polled data) [3], ketiganya dijelaskan sebagai berikut :

- Data *time series* merupakan data yang terdiri atas satu objek tertentu meliputi beberapa periode waktu.
- Data Cross section merupakan beberapa objek data pada suatu waktu.
- Data Polled adalah data yang menggabungkan antara data runtun waktu (time series) dan data silang (cross section).

C. Peramalan

Peramalan (forecasting) merupakan kegiatan memprediksi nilai-nilai sebuah variabel berdasarkan nilai yang diketahui dari variabel tersebut atau variabel yang berhubungan. [4]. Peramalan menggunakan teknik-teknik peramalan yang bersifat formal dan informal [5].

Menurut sifatnya, teknik peramalan terbagi menjadi dua jenis yaitu teknik kualitatif dan teknik kuantitatif. Teknik kualitatif merupakan teknik peramalan berdasarkan pendapat suatu pihak, dan data pada teknik kualitatif tidak dapat direpresentasikan secara tegas ke dalam suatu angka atau nilai. Teknik peramalan tersebut misalnya adalah *judgment forecast*. Sebaliknya, teknik peramalan kuantitatif merupakan teknik peramalan berdasarkan data masa lalu atau disebut data historis dan dapat dibuat dalam bentuk angka. [6].

Peramalan pada data *time series* menggunakan teknik peramalan kuantitatif yang merupakan teknik peramalan yang didasarkan pada data masa lalu (data historis) dan dapat dibuat dalam bentuk angka yang biasa disebut sebagai data *time series* [7].

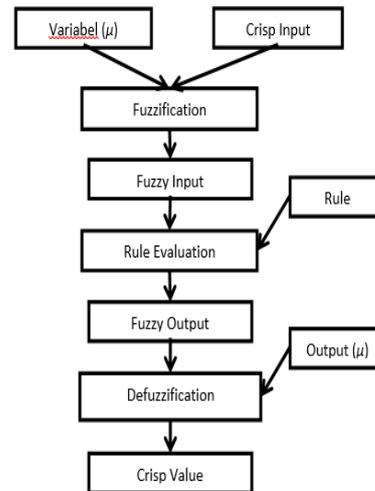
D. Logika Fuzzy

Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo [8] dalam bukunya menjelaskan bahwa logika *fuzzy* adalah suatu bahasan *soft computing* yang memiliki karakteristik dan keunggulan dalam menangani permasalahan yang bersifat tidak pasti dan kebenaran parsial.

Himpunan *fuzzy* adalah suatu pengembangan lebih lanjut tentang konsep himpunan dalam matematika. Himpunan *Fuzzy* adalah rentang nilai-nilai. Masing-masing nilai mempunyai derajat keanggotaan (*membership*) antara 0 sampai dengan 1.

Pada logika *fuzzy* terdapat beberapa alur proses

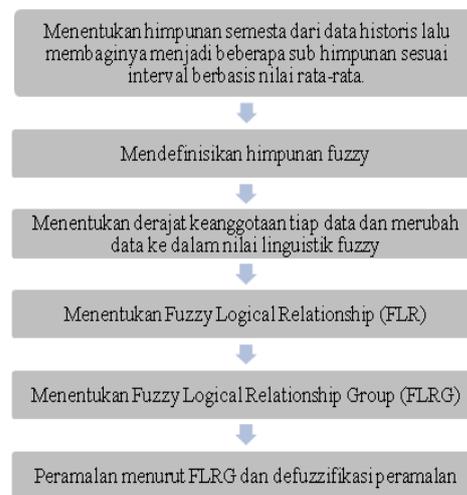
seperti yang disajikan pada Gambar 1. yang terdiri dari *fuzzification*, *rule evaluation*, dan *defuzzification* agar mendapatkan nilai akhir dari nilai masukan yang diperoleh dari variabel parameter.



Gambar. 1. Alur Logika Fuzzy

Keputusan yang dihasilkan dari proses penalaran masih dalam bentuk *fuzzy*, yaitu berupa derajat keanggotaan keluaran. Hasil ini harus diubah kembali menjadi variabel numerik *non fuzzy* melalui proses defuzzifikasi.

Peramalan FTS *Average Based* dilakukan dengan interval berbasis rata-rata yang disajikan pada Gambar 2.



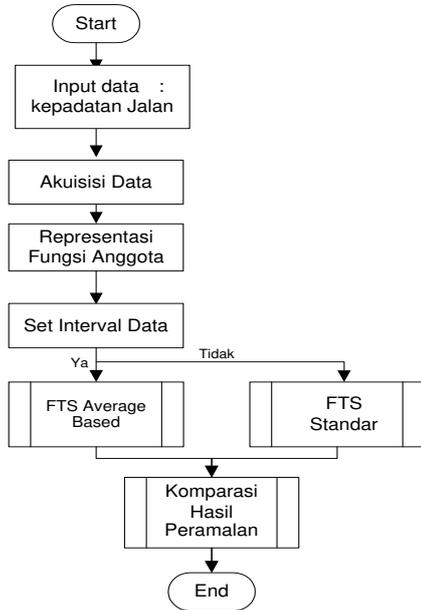
Gambar. 2. Proses FTS *Average Based*

III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan data kepadatan jalan Kodya Malang dengan data *history* tahun 2005-2012 sebagai variabel penelitian. Pada proses pengolahan data digunakan obyek ruas data jalan Surabaya Kodya Malang dengan kepadatan jalan tahun 2005-2010 sebagai data *learning*, data tahun 2011-2012 sebagai data *testing* dan hasil *forecasting* data yaitu kepadatan jalan tahun 2015-2016.

Metode penelitian yang dilakukan berdasarkan integrasi Algoritma Time Series FTS *Average Based* dan FTS Standar dimana perbedaan pengolahan datanya berdasarkan interval data yang dihasilkan pada import

database. Pada FTS Standar, interval data nya menggunakan 7 sedangkan FTS *Average Based* interval datanya berdasarkan hasil perhitungan pada *Universe discourse*. Proses integrasi penelitian ini disajikan pada Gambar 3 sbb.

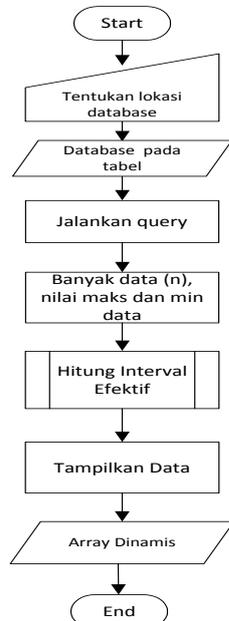


Gambar. 3. Integrasi FTS Standar dengan FTS *Average Based*

Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Proses interval efektif FTS

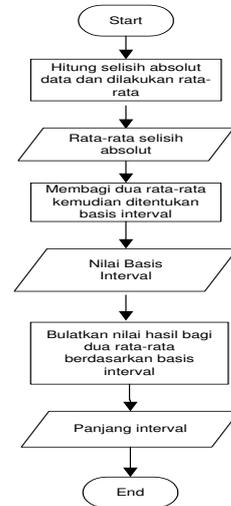
Proses ini dimulai dengan proses awal masuk ke menu FTS yang disajikan pada Gambar 4 kemudian masuk ke proses interval efektif FTS yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar. 4. Proses Awal Masuk Ke Menu FTS

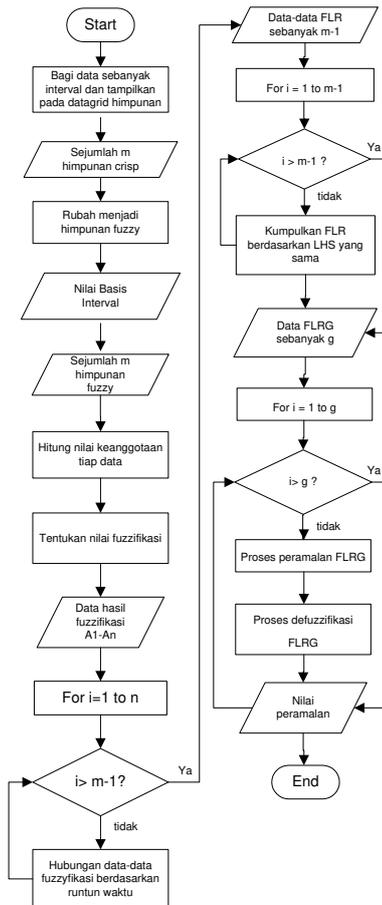
Proses interval efektif FTS dimulai dengan menghitung selisih absolute data dan rata-rata dari data *learning* kemudian membagi dua nilai rata-rata absolut dan ditentukan basis intervalnya. Hasil dari penentuan basis interval dibulatkan dan

ditentukan panjang intervalnya. Panjang interval ini yang dipakai sebagai pembeda antara FTS Standard an FTS *Average Based*. Pada penelitian ini ditentukan panjang interval FTS Standar bernilai 7 dan bernilai 63 untuk FTS *Average Based*. Proses ini disajikan pada Gambar 5.



Gambar. 5. Proses Menghitung Interval Efektif

2. Proses Peramalan dan Testing



Gambar. 6. Proses Peramalan dan Testing

Berikut ini tahapan Proses Logika Fuzzy dan *Average Based* :

1. Input data
2. Mendefinisikan *universal of discourse*

(himpunan semesta) U sebagai $(X_{\min} - X_1, X_{\max} - X_2)$, dimana X_{\min} dan X_{\max} adalah nilai minimum dan maksimum sampai dimana fuzzy set dapat ditetapkan

3. Menghitung interval efektif dengan rata-rata selisih
4. Membagi *universe of discourse* U kedalam interval yang sama besar kemudian menentukan nilai *linguistic* dari sistem
5. Fuzzifikasi nilai dari data *history*
6. Dari tabel fuzzifikasi dibentuk FLR (Fuzzy Logic Relationship)
7. Dibentuk *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG) berdasarkan tabel *Fuzzy Logic Relationship* (FLR) dengan cara mengeliminasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data

Penelitian ini menggunakan data tahun 2005-2010 sebagai data *learning* yang ditunjukkan pada Tabel I, data tahun 2011-2012 sebagai data *testing* yang ditunjukkan pada Tabel II.

TABEL I
DATA LEARNING

Waktu	Kepadatan Jalan (kend/km/laju)	Waktu	Kepadatan Jalan (kend/km/laju)	Waktu	Kepadatan Jalan (kend/km/laju)
Jan-05	16.50	Jan-07	18.35	Jan-09	20.19
Feb-05	16.57	Feb-07	18.42	Feb-09	20.27
Mar-05	16.65	Mar-07	25.05	Mar-09	20.35
Apr-05	16.73	Apr-07	18.58	Apr-09	20.42
Mei-05	16.81	May-07	18.65	May-09	20.50
Jun-05	16.88	Jun-07	18.73	Jun-09	20.58
Jul-05	16.96	Jul-07	18.81	Jul-09	20.65
Agst-05	17.04	Aug-07	18.88	Aug-09	20.73
Sep-05	17.11	Sep-07	18.96	Sep-09	20.73
Okt-05	17.19	Oct-07	19.04	Oct-09	20.89
Nov-05	17.27	Nov-07	19.12	Nov-09	20.96
Des-05	17.34	Dec-07	19.19	Dec-09	21.04
Jan-06	17.42	Jan-08	19.27	Jan-10	21.12
Feb-06	17.50	Feb-08	19.35	Feb-10	21.19
Mar-06	17.58	Mar-08	19.42	Mar-10	21.27
Apr-06	17.65	Apr-08	19.50	Apr-10	21.35
May-06	17.73	May-08	19.58	May-10	21.42
Jun-06	17.81	Jun-08	19.65	Jun-10	21.50
Jul-06	17.88	Jul-08	19.73	Jul-10	21.58
Aug-06	17.96	Aug-08	19.81	Aug-10	21.66
Sep-06	18.04	Sep-08	19.88	Sep-10	21.73
Oct-06	18.11	Oct-08	19.96	Oct-10	21.81
Nov-06	18.19	Nov-08	20.04	Nov-10	21.89
Dec-06	18.27	Dec-08	20.12	Dec-10	21.96

TABEL II
DATA TESTING

Waktu	Kepadatan Jalan (kend/km/lajur)	Waktu	Kepadatan Jalan (kend/km/lajur)
Jan-11	22.04	Jan-12	22.04
Feb-11	22.12	Feb-12	22.12
Mar-11	22.19	Mar-12	22.19
Apr-11	22.27	Apr-12	22.27
May-11	22.35	May-12	22.35
Jun-11	22.43	Jun-12	22.43
Jul-11	22.50	Jul-12	22.50
Aug-11	22.58	Aug-12	22.58
Sep-11	22.66	Sep-12	22.66
Oct-11	22.73	Oct-12	22.73
Nov-11	22.81	Nov-12	22.81
Dec-11	22.89	Dec-12	22.89

B. Analisis Data

1. Proses FTS Standar, tahapan proses sbb.:
 - a. Langkah 1 : Himpunan semesta dibagi menjadi 7 interval sama besar, didapatkan nilai $A_1 = 16.49$, $A_2 = 17.57$, $A_3 = 18.64$, $A_4 = 19.71$, $A_5 = 20.77$, $A_6 = 21.85$, $A_7 = 22.92$.

- b. Langkah 2 : Fuzzifikasi, dimana *fuzzy sets* yang didapatkan pada proses sebelumnya difuzzified dengan aturan : “jika nilai aktual dari kepadatan jalan adalah p dan nilai dari p terletak dalam interval u_j , maka p dapat dinyatakan sebagai A_j ”. Proses fuzzifikasi menghasilkan nilai keanggotaan *Fuzzy Data History*, Data Hasil Fuzzifikasi, *Fuzzy Logic Relationship* (FLR), dan *Fuzzy Logic Relationship Group* (FLRG).
- c. Langkah 3 : Defuzzifikasi dan menghasilkan data *forecasting*, hasil dari proses ini ditunjukkan pada Tabel III.

TABEL III
DATA LEARNING

Current State	Defuzzifikasi FLRG
A1 →	17,03
A2 →	17,57
A3 →	19,17
A4 →	20,06
A5 →	21,04
A6 →	21,31
A7 →	21,85

Data yang didapatkan dari proses defuzzifikasi merupakan data peramalan kepadatan jalan tahun 2015-2016 untuk proses FTS Standar. Pengujian validasi data menggunakan data *testing* dan dihitung besarnya error dari data hasil peramalan dengan rumus AFER dan MSE sebagai berikut :

$$AFER = \frac{\left| \frac{A_t - F_i}{A_t} \right|}{n} \times 100\% \tag{1}$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=j}^n (A_t - F_i)^2}{n} \times 100\% \tag{2}$$

Dimana A_t adalah nilai aktual pada data ke i dan F_i adalah nilai hasil peramalan untuk data ke- i , sedangkan n adalah banyaknya data *time series*. Hasil pengujian didapatkan nilai AFER = 2.9256 % dan MSE = 0.5930%.

2. Proses FTS Average Based

TABEL IV
DATA HASIL DEFFUZZIFIKASI

Current State	Defuzzifikasi FLRG
A1 →	18,36
A2 →	16,7
A3 →	16,75
A4 →	16,9
A5 →	17
A6 →	17,36
A7 →	17,7
A8 →	17,3
...	...
A56 →	22,05
A57 →	22,2
A58 →	22,3
A59 →	21,35
A60 →	21,8
A61 →	22,6
A62 →	22,7
A63 →	19,6

Proses pengolahan data dengan menggunakan metode *Fuzzy Time Series*(FTS) *Average Based* sama dengan perlakuan pada metode FTS standar namun

jumlah interval yang digunakan adalah 63. Himpunan semesta dibagi menjadi 63 bagian yang sama, proses selanjutnya adalah fuzzifikasi data set untuk menghasilkan nilai keanggotaan *Fuzzy Data History*, Data Hasil Fuzzifikasi, *Fuzzy Logic Relationship (FLR)*, *Fuzzy Logic Relationship Group (FLRG)*. Defuzzifikasi menghasilkan data peramalan. Hasil defuzzifikasi ditunjukkan pada Tabel IV. Hasil defuzzifikasi data diuji menggunakan data *testing* didapatkan nilai AFER = 2.9256 % dan MSE = 0.5930%.

C. Hasil Peramalan

Data *forecasting* merupakan data hasil peramalan tahun 2015-2016 sebanyak 24 data peramalan kepadatan jalan (kend/km/lajur) yang diolah dengan *FTS Average Based* yang dibandingkan dengan *FTS Standar* yang disajikan pada Tabel V. Data hasil peramalan ini didapatkan setelah dilakukan *testing* dengan menggunakan data kepadatan tahun 2011-2012

TABEL V
DATA FORECASTING

Waktu	Hasil Peramalan	
	FTS Standar	FTS Average Based
Jan-15	22.81	22.79
Feb-15	22.89	22.83
Mar-15	22.54	22.54
Apr-15	22.43	22.39
May-15	22.76	22.76
Jun-15	22.81	22.76
Jul-15	22.50	22.50
Aug-15	22.58	22.58
Sep-15	22.66	22.59
Oct-15	22.73	22.73
Nov-15	22.81	22.81
Dec-15	22.89	22.82
Jan-16	22.04	22.04
Feb-16	22.12	22.12
Mar-16	22.19	22.09
Apr-16	22.27	22.29
May-16	22.35	22.35
Jun-16	22.43	22.48
Jul-16	22.50	22.50
Aug-16	22.58	22.50
Sep-16	22.66	22.54
Oct-16	22.73	22.66
Nov-16	22.81	22.80
Dec-16	22.89	22.78

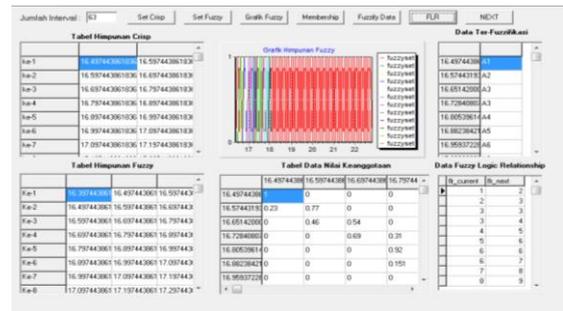
D. Implementasi User Interface



Gambar. 6. Form 1- Proses Average Based

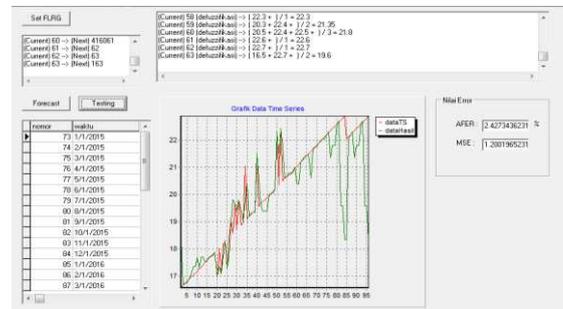
Pada Gambar 6 akan disajikan tampilan perangkat lunak Form 1 untuk proses *Average Based*, Gambar 7 untuk Form 2 – Proses FTS, Gambar 8 Form 3. Proses Defuzzifikasi dan Peramalan dari analisis sistem peramalan kepadatan jalan Kodya Malang dengan metode *FTS Average Based* dengan obyek data ruas Jalan Surabaya.

Form import terdiri dari tiga form yaitu import data history, import data *learning* dan import data *testing*. Setelah diimport, data history disimpan pada sebuah array dinamis untuk kemudian ditampilkan pada sebuah grafik. Pada form ini juga terdapat perhitungan penentuan interval *average based*. Pada Form Input Data ini, digunakan lima variabel utama dalam perhitungan yaitu array dinamis yang digunakan, banyaknya data *time series*, nilai terbesar dari data *time series*, nilai terkecil dari data *timeseries* dan *connection string* untuk menghubungkan form input dengan database.



Gambar. 7. Form 2- Proses Average Based

Pada Form 2 terdapat beberapa proses yaitu pembentukan himpunan tegas (*crisp*), pembentukan himpunan samar (*fuzzy*) dan kemudian ditampilkan pada suatu grafik, penghitungan nilai keanggotaan masing-masing data *time series* terhadap himpunan fuzzy yang terbentuk, proses fuzzifikasi data *time series* dan proses pembentukan FLR (*Fuzzy Logic Relationship*).



Gambar. 8. Form 3- Proses Average Based

Dalam proses peramalan pada Form 3, ada beberapa tahap yang harus dilakukan. Adapun untuk tahap awal yang perlu dilakukan adalah mendefinisikan FLRG (*fuzzy logic relationship group*) yaitu dengan cara mengumpulkan tiap-tiap FLR yang terbentuk berdasarkan nilai *current state* yang sama. Dalam pembuatan program hal ini dilakukan dengan cara melakukan query pada tabel FLR. Dari tiap FLRG yang terbentuk, bisa dihitung nilai defuzzifikasinya dengan cara menjumlahkan nilai tengah dari tiap-tiap *next state*-nya kemudian membagi hasil penjumlahannya dengan banyaknya *next state*. Setelah didapatkan data hasil peramalan untuk tiap data *time series*, selanjutnya adalah dilakukan testing data hasil peramalan tahun 2015-2016. Hasil *testing* tersebut dinyatakan dalam bentuk *error* dari tiap peramalan untuk tiap-tiap satuan waktu.

Adapun proses penghitungannya menggunakan rumus AFER dan MSE. Error yang didapatkan dihitung optimasi dari proses peramalan yang dilakukan untuk tiap metode untuk mengetahui sejauh mana keefektifan metode yang digunakan.

E. Analisa Hasil

Berikut ini dalam Tabel VI menunjukkan daftar data hasil pengujian dan optimasi kepadatan jalan Kodya Malang.

TABEL VI
DATA HASIL PENGUJIAN DAN OPTIMASI

Data Ke-	FTS Standar		Average Based FTS		Peningkatan Akurasi (%)	
	AFER	MSE	AFER	MSE	AFER	MSE
1	1.92	0.63	1.19	0.45	38.02	28.57
2	2.06	1.45	0.94	0.45	54.37	68.97
3	7.12	21.64	1.14	2.8	83.99	87.06
4	2.62	5.93	1.67	0.63	36.26	89.38
5	1.98	2.95	0.9	1.53	54.55	48.14
6	2.93	0.59	2.43	0.35	17.06	40.68
7	4.72	7.81	1.45	0.97	69.28	87.58
8	8.45	38.9	0.29	1.2	96.57	96.92
9	4.72	0.97	1.45	0.19	69.28	80.41
10	6.98	3.33	0.97	0.13	86.1	96.1
11	4.85	2.2	0.88	0.19	81.86	91.36
12	3.6	1.21	0.73	1.03	79.72	14.88
13	2.37	1.43	0.28	0.57	88.19	60.14
14	2.07	2.75	0.93	0.43	55.07	84.36
15	2.06	1.45	0.94	0.08	54.37	94.48
16	2.78	11.24	0.67	0.49	75.9	95.64
17	3.05	5.96	1.53	0.81	49.84	86.41
18	4.12	1.02	0.54	0.09	86.89	91.18
19	2.07	2.81	0.93	1.43	55.07	49.11
20	3.79	3.16	1.14	0.54	69.92	82.91
21	2.06	11.24	0.93	1.64	54.85	85.41
22	3.05	7.71	0.95	1.41	68.85	81.71
23	3.71	6.71	1.12	2.93	69.81	56.33
24	5.71	4.78	2.62	1.74	54.12	63.6
Rata-rata	3.70	6.16	1.11	0.92	64.58	73.39

Tabel VI menunjukkan rekap hasil perhitungan *error* proses peramalan dengan FTS standard dan FTS *Average Based*. Besaran AFTER serta MSE dapat dibandingkan untuk melihat sejauh mana keefektifan proses peramalan tersebut, apakah suatu teknik peramalan tersebut patut dipilih untuk digunakan sebagai indikator apakah suatu teknik peramalan cocok digunakan atau tidak dan teknik yang mempunyai jumlah MSE yang terkecil untuk metode peramalan terbaik [9].

Dengan menggunakan 72 data sebagai sampel sebagai *learning* dan 24 data *testing*, dapat diketahui bahwa metode FTS *Average Based* terbukti lebih efektif

dibandingkan metode FTS Standar, yang ditunjukkan dengan diperolehnya nilai AFTER dan MSE yang lebih kecil dimana semakin kecil nilai yang didapatkan maka akurasi peramalan semakin tinggi karena semakin kecil pula perbedaan antara hasil *forecasting* dan nilai aktual.

Peningkatan akurasi didapatkan nilai yang signifikan dengan rata-rata penurunan *error* menjadi 73.39 % dengan menggunakan MSE dan menjadi 64.58% jika menggunakan AFER.

V. KESIMPULAN

Penelitian tentang peramalan kepadatan jalan Kodya Malang dengan FTS *Average Based* yang dibandingkan dengan FTS Standar telah dilakukan. Perangkat lunak dengan penentuan panjang interval yang sesuai dengan kebutuhan sistem telah dibuat untuk mendapatkan analisis dan peramalan kepadatan jalan Kodya Malang yang diharapkan. Perangkat lunak digunakan sebagai *user interface* untuk melakukan uji coba data kepadatan jalan dan mengetahui hasil dari peramalan data.

Peramalan data menggunakan FTS *Average Based* memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan FTS Standar, dengan penurunan rata-rata *error* menjadi 64.58 % lebih akurat jika *error* dihitung menggunakan AFER dan penurunan rata-rata *error* menjadi 73.39 % lebih akurat jika *error* dihitung menggunakan MSE.

Penelitian ini membuktikan adanya peramalan data kepadatan jalan yang merupakan data *time series* dengan metode FTS *Average Based* terbukti efektif dan akurat dalam meramalkan kepadatan jalan Kodya Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A Word Bank Country Study, 1994, Indonesia : Environment and Development, The Word Bank. Wahington – USA.
- [2] MKJR., 1997., REPUBLIK INDONESIA DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA DIREKTORAT BINA JALAN KOTA (BINKOT)., Jakarta
- [3] Winarno, W., (2007)., “*Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan EvIEWS*”, UPP STIM YKPN., Yogyakarta
- [4] Ai., (1999)., “Optimasi Peramalan Pemulusan Eksponensial Satu Parameter Dengan Menggunakan Algoritma Nonlinear Programming”. JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI. VOL. III, No.3,hal139–148. www.uajv.ac.id/jurnal/jti/1999/3/3/doc
- [5] Gaspersz, (1998), “Manajemen Produktivitas Total”, Gramedia., Jakarta
- [6] Jumingan, (2009), “Studi Kelayakan Bisnis – Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan”. Bumi Aksara. Jakarta
- [7] Jumingan, (2009), “Studi Kelayakan Bisnis – Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan”. Bumi Aksara. Jakarta
- [8] Kusumadewi, S., Purnomo,H., (2010), “Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan”, Graha Ilmu. Yogyakarta
- [9] Nachrowi., Hardius. (2004), “Teknik Pengambilan Keputusan”, Grasindo., Jakarta