

## **PREDIKSI VOLUME LALU LINTAS ANGKUTAN LEBARAN PADA WILAYAH JAWA TENGAH DENGAN METODE K-MEANS CLUSTERING UNTUK ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)**

**Evanita**

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika  
Universitas Muria Kudus  
Email: evanita@umk.ac.id

**Edi Noersasongko**

Pascasarjana Teknik Informatika  
Universitas Dian Nuswantoro  
Email: edi.noersasongko@dsn.dinus.ac.id

**Ricardus Anggi Pramunendar**

Pascasarjana Teknik Informatika  
Universitas Dian Nuswantoro  
Email: ricardus.anggi@dsn.dinus.ac.id

### **ABSTRAK**

Di Indonesia kepadatan arus lalu lintas terjadi pada jam berangkat dan pulang kantor, hari-hari libur panjang atau hari-hari besar nasional terutama saat hari raya Idul Fitri (lebaran). Mudik sudah menjadi tradisi bagi masyarakat Indonesia yang ditunggu-tunggu menjelang lebaran, berbondong-bondong untuk pulang ke kampung halaman untuk bertemu dan berkumpul dengan keluarga. Kegiatan rutin tahunan ini banyak dilakukan khususnya bagi masyarakat kota-kota besar seperti Jakarta, dimana diketahui bahwa Jakarta adalah Ibu kota negara Republik Indonesia dan menjadi tujuan merantau untuk mencari pekerjaan yang lebih layak yang merupakan harapan besar bagi masyarakat desa. Volume kendaraan bertambah sejak 7 hari menjelang lebaran sampai 7 hari setelah lebaran tiap tahunnya terutama pada arah keluar dan masuk wilayah Jawa Tengah yang banyak menjadi tujuan mudik. Volume kendaraan saat arus mudik yang selalu meningkat inilah yang akan diteliti lebih lanjut dengan metode ANFIS agar dapat menjadi alternatif solusi langkah apa yang akan dilakukan di tahun selanjutnya agar pelayanan lalu lintas, kemacetan panjang dan angka kecelakaan berkurang. Dengan *input* parameter ANFIS yang digunakan yaitu pengclustering hingga 5 *cluster*, *epoch* 100, *error goal* 0 diperoleh performa terbaik ANFIS dengan K-Means *clustering* yang terbagi menjadi 3 *cluster*, *epoch* terbaik sebesar 20 dengan RMSE *Training* terbaik sebesar 0,1198, RMSE *Testing* terbaik sebesar 0,0282 dan waktu proses tersingkat sebesar 0,0695. Selanjutnya hasil prediksi diharapkan dapat bermanfaat menjadi alternatif solusi langkah apa yang akan dilakukan di tahun selanjutnya agar pelayanan lalu lintas lebih baik lagi.

**Kata kunci:** angkutan lebaran, Jawa Tengah, ANFIS.

### **ABSTRACT**

*In Indonesia the traffic density occurs on the hours to start and to end of work, days off or at long national holidays, especially during Lebaran (ied) . Upstream has become a tradition for the people in Indonesia are awaited before Lebaran (ied), flocked to return home to meet and gather with family. The annual event is a lot to do, especially for people in big cities like Jakarta, where it is known that Jakarta is the capital city of the Republic of Indonesia and the wander destination to seek better job which is great hope for the villagers. The volume of vehicles increased from 7 days before Lebaran (ied) until 7 days after Lebaran (ied) every year, especially in the direction of exit and entrance roads Cetral Java. The volume of the vehicle when upstream flows always increase is what will be further investigated by ANFIS method that can be an alternative solution to what steps will be done in the next year in order to traffic services, congestion length and the number of accidents reduced. With the input of ANFIS used in clustering up to 5 clusters, epoch 100, error goal 0 obtained the best performance ANFIS with K-Means clustering are divided into 3 clusters, the best epoch of 20 with the best RMSE Training of 0,1198, best RMSE Testing of 0,0282 and the shortest processing time for 0,0695. In the future predicted result are expected to be useful to be an alternative solution what steps will be done in the next year in order to service the traffic more best.*

**Keywords:** transportation Lebaran, Central Java, ANFIS.

## 1. PENDAHULUAN

Pada hari raya Idul Fitri atau lebaran terdapat sebuah tradisi yang sangat ditunggu-tunggu oleh seluruh lapisan masyarakat yaitu pulang kampung (mudik). Tradisi pulang kampung (mudik) pada hari lebaran tampaknya sudah jadi kohesi sosial yang amat kuat bagi sebagian besar masyarakat (perkotaan) di Indonesia. Dalam keadaan arus mudik lebaran volume kendaraan meningkat drastis dibanding hari biasa. Volume kendaraan bertambah sejak 7 hari menjelang lebaran sampai 7 hari setelah lebaran tiap tahunnya terutama pada arah keluar dan masuk wilayah Jawa Tengah yang banyak menjadi tujuan mudik. Pemerintah setempat terkadang merasa kesulitan dalam mengatur lalu lintas yang terlalu padat ini. Untuk itu dirasa perlu adanya prediksi angka volume lalu lintas angkutan lebaran arah keluar masuk wilayah Jawa Tengah pada tahun yang akan datang. Prediksi volume lalu lintas angkutan lebaran ini akan menggunakan metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS).

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Dalam penelitian sebelumnya yang menggunakan Fuzzy C-Means (FCM) clustering untuk ANFIS menunjukkan performa yang baik dengan RMSE 0,0106209, untuk mengetahui perbandingan hasil akurasi yang lebih baik dirasa perlu adanya perbaikan yang menggabungkan ANFIS dengan metode clustering lainnya. Untuk itu pada penelitian ini mencoba menggunakan metode K-Means Clustering untuk ANFIS yang hasilnya diharapkan akan lebih baik dari performa ANFIS yang menggunakan FCM clustering.

Tujuan penelitian adalah Metode K-Means clustering untuk ANFIS akan menghasilkan performa yang lebih baik daripada metode FCM clustering untuk ANFIS. Sedangkan manfaat penelitian adalah Membantu memberikan alternatif solusi untuk pelayanan lalu lintas pada arus mudik tahun selanjutnya pada wilayah Jawa Tengah serta jika dimungkinkan dapat memberikan rekomendasi kepada pihak yang berwenang sebagai sarana alternatif untuk prediksi volume lalu lintas angkutan lebaran.

Pemodelan prediksi kemacetan arus lalu lintas telah berhasil dilakukan berdasarkan tingkat pelayanan jalan (LOS) dengan menggunakan metode ANFIS. Pada hasil prediksi untuk tahun 2012, dapat diketahui hasil prediksi status kemacetan arus lalu lintas yang terjadi adalah sangat buruk dengan nilai LOS sebesar 0,92 dengan kriteria. Metode ANFIS dapat dipergunakan untuk memprediksi kemacetan arus lalu lintas dengan parameter inputnya adalah tipe *membership function gaussian, error goal*  $1 \times 10^{-5}$ , dan *epoch* 100. Sehingga diperoleh RMSE 0,0106209 dan MAPE sebesar 0,93158% (pada hasil uji yang dilakukan pada jalan LA Mesa alur maju pada puncak per jam) [1].

Parameter arus lalu lintas dapat dibedakan menjadi dua bagian utama, yaitu makroskopik yang merupakan parameter arus lalu lintas secara umum dan mikroskopik yang merupakan parameter arus lalu lintas yang menunjukkan perilaku kendaraan individu dalam suatu arus lalu lintas yang terkait antara satu dengan yang lainnya. Dalam makroskopik, terdapat tiga parameter utama, yaitu kecepatan, arus atau volume, dan kerapatan [2].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Landasan Teori

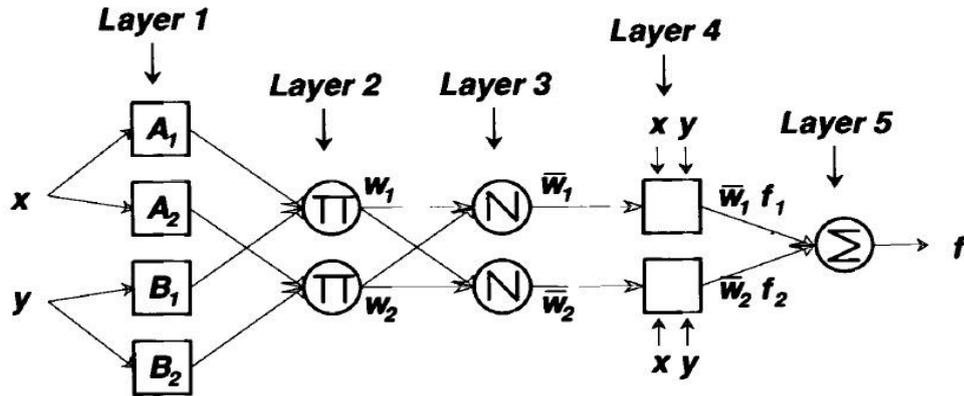
*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) merupakan penggabungan dari logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan (JST). ANFIS adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan *fuzzy rule base* model Sugeno. Arsitektur ANFIS juga sama dengan jaringan syaraf dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu. Bisa dikatakan ANFIS adalah suatu metode yang mana dalam melakukan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data. Pada ANFIS juga memungkinkan aturan-aturan untuk beradaptasi [3].

Sistem inferensi fuzzy yang digunakan adalah sistem inferensi *fuzzy* model Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) orde satu dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan komputasi. Adapun basis aturan dengan dua aturan *fuzzy if-then* seperti dibawah ini [4]:

$$\text{If } x_1 \text{ is } A_1 \text{ and } x_2 \text{ is } B_1 \text{ Then } y_1 = c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + c_{10} \quad (1)$$

$$\text{If } x_1 \text{ is } A_2 \text{ and } x_2 \text{ is } B_2 \text{ Then } y_2 = c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + c_{20} \quad (2)$$

Dimana  $x_1$  dan  $x_2$  adalah input dan  $A_1, A_2, B_1, B_2$  adalah derajat keanggotaan dengan aturan *fuzzy* yang telah ditentukan. Sedangkan  $c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + c_{10}$  dan  $c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + c_{20}$  adalah parameter linear. Arsitektur ANFIS dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Arsitektur ANFIS [4]

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa terdapat 5 layer atau 5 lapisan pada arsitektur ANFIS, yang terdiri dari :

a. Layer 1

Neuron-neuron pada lapisan ini disebut adaptif terhadap parameter suatu fungsi aktivasi. Outputnya berupa derajat keanggotaan baru yang dibentuk dari *input* yang ada, yaitu  $\mu A_1$ ,  $\mu A_2$ ,  $\mu B_1$ ,  $\mu B_2$ . Adapun fungsi keanggotaan baru disarankan menggunakan rumus *Gbell*.

$$\mu(x) = \ell \frac{-(x-c)^2}{2a^2} \quad (3)$$

Di mana a,b,c adalah parameter parameter baru yang terbentuk dari standart deviasi dan mean, sedangkan  $\mu(x)$  adalah derajat keanggotaan baru.

b. Layer 2

Neuron-neuron pada lapisan ini merupakan neuron tetap dan menggunakan operator And. Outputnya adalah hasil perkalian dari derajat keanggotaan pada layer 1.

$$w_i = \mu A_i \cdot \mu B_i \quad (4)$$

keterangan :

$w_i$  :  $\alpha$  predikat atau neuron tetap

Tiap keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan (*firing strength*) tiap aturan *fuzzy*. Fungsi ini dapat diperluas apabila bagian premis memiliki lebih dari dua himpunan *fuzzy*. Banyaknya simpul pada lapisan ini menunjukkan banyaknya aturan yang dibentuk.

c. Layer 3

Neuron layer ini terbentuk dari hasil perhitungan ratio dari  $\alpha$  predikat atau neuron tetap dari aturan ke-*i* terhadap jumlah dari keseluruhan  $\alpha$  predikat. *Output* ini sering disebut dengan nama *normalized firing strength*.

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} \quad (5)$$

Apabila dibentuk dari lebih dari dua aturan, fungsi dapat diperluas dengan membagi  $w_i$  dengan jumlah total  $w$  untuk semua aturan.

d. Layer 4

Pada layer ini *output* yang dihasilkan menjadi neuron adaptif.

$$\bar{w}_i \cdot f_i = \bar{w}_i (c_{i1} \cdot x_1 + c_{i2} \cdot x_2 + c_{i0}) \quad (6)$$

Terdapat parameter baru yang disebut *consequent parameters* yaitu  $(c_{i1} \cdot x_1 + c_{i2} \cdot x_2 + c_{i0})$ . Parameter ini dipengaruhi oleh  $\alpha$  predikat.

e. Layer 5

Dalam layer terakhir ini hanya ada satu simpul *output* yang merupakan keluaran atau hasil dari seluruh perhitungan yang sudah dilakukan di atas.

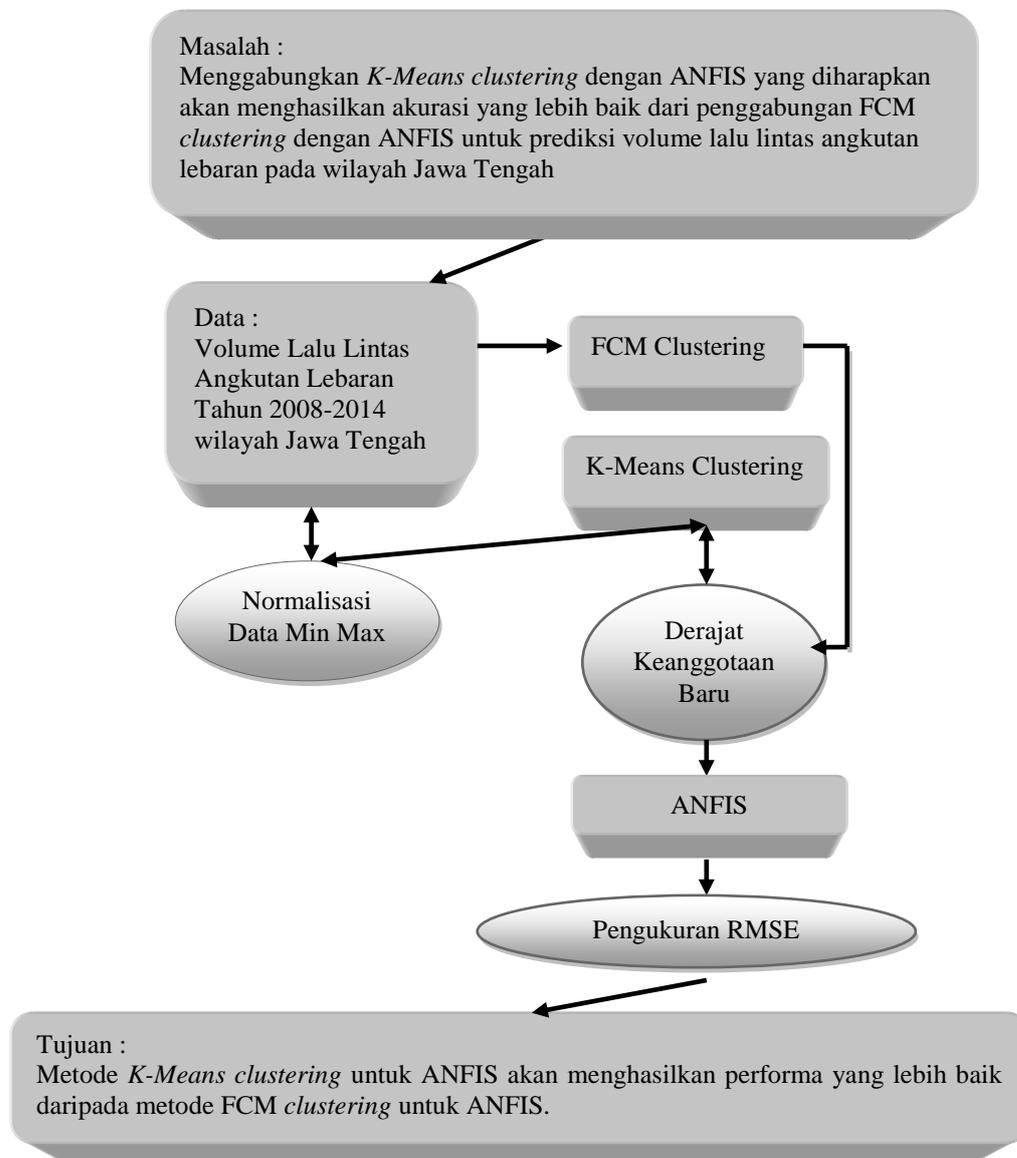
$$\sum_i \bar{w}_i \cdot f_i = \frac{\sum w_i \cdot f_i}{\sum w_i} \quad (7)$$

Keterangan :

$$\sum_i \bar{w}_i \cdot f_i \quad : \quad y \text{ atau keluaran.}$$

2.2 Kerangka Pemikiran

Dari Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika provinsi Jawa Tengah diperoleh laporan Analisa dan Evaluasi Penyelenggaraan Angkutan Lebaran yang berisi data volume lalu lintas angkutan mudik lebaran dari tahun 2008 hingga 2014. Volume lalu lintas tersebut diperoleh dari 4 posko pemantauan yaitu posko Jembatan Timbang Tanjung Brebes, Jembatan Timbang Wanareja Cilacap, Jembatan Timbang Sarang Rembang dan Jembatan Timbang Toyoga Sragen dan 4 moda transportasi meliputi sepeda motor, mobil pribadi, mobil barang dan bus. Kerangka berfikir penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. Kerangka Pemikiran

Dari kerangka pemikiran di atas dapat dilihat bahwa masalah yang harus diselesaikan adalah bagaimana menggabungkan *K-Means clustering* dengan ANFIS yang diharapkan akan menghasilkan akurasi yang lebih baik dari penggabungan *FCM clustering* dengan ANFIS untuk prediksi volume lalu lintas angkutan lebaran pada wilayah Jawa Tengah, yang datanya berupa Volume Lalu Lintas Angkutan Lebaran Tahun 2008-2014 pada wilayah Jawa Tengah. Mulai dari proses normalisasi data yang selanjutnya dicluster menggunakan *FCM* dan *K-Means clustering* untuk masing-masing hasil cluster akan dimasukkan ke proses *Fuzzyfikasi* atau pencarian derajat keanggotaan baru dan diproses menggunakan ANFIS untuk mendapatkan output berupa hasil prediksi dengan performa terbaik yang dihasilkan dari *K-Means clustering* untuk ANFIS.

### 3. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data diperoleh dari laporan yang berjudul “Analisa dan Evaluasi Penyelenggaraan Angkutan Lebaran” yang ditulis oleh Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika Provinsi Jawa Tengah. Data yang diperoleh berupa data *time series* volume lalu lintas angkutan lebaran per tahun sesuai dengan waktu arus mudik lebaran yaitu H-7 hingga H+7 selama 7 tahun, mulai dari tahun 2008 hingga 2014 dengan moda transportasi meliputi sepeda motor, mobil pribadi, bus dan mobil barang pada 4 posko pemantauan yaitu posko Jembatan Timbang Tanjung Brebes, Jembatan Timbang Wanareja Cilacap, Jembatan Timbang Sarang Rembang, Jembatan Timbang Toyoga Sragen [5].

Prediksi menggunakan metode ANFIS terbagi menjadi 3 proses yaitu: proses inialisasi awal, proses pembelajaran (*learning*), dan proses peramalan. Penentuan parameter *input* untuk proses *training* dilakukan saat inialisasi awal dimana tiap-tiap parameter *input* memiliki pola atau *pattern* yang berbeda. Data inputan berupa data *univariate time series* dengan jumlah 112 record berupa urutan waktu arus mudik lebaran H-7 hingga H+7 dari tahun 2008 hingga 2014.

Misalnya pada data Posko Jembatan Timbang Wanareja Cilacap yang akan dijadikan contoh *univariate analysis* adalah moda sepeda motor arah masuk dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 1 : Data Time Series Volume Lalu Lintas Angkutan Lebaran Posko Jembatan Timbang Wanareja Cilacap**

TAHUN	POSISI	SEPEDA MOTOR		MOBIL PRIBADI		BUS		MOBIL BARANG	
		MASUK	KELUAR	MASUK	KELUAR	MASUK	KELUAR	MASUK	KELUAR
TAHUN 2008	H-7	772	672	694	658	490	498	520	557
	H-6	888	874	1611	1485	809	995	740	881
	H-5	2627	1429	3418	1663	842	717	820	794
	H-4	5070	5070	5152	5152	1882	2385	777	777
	H-3	9532	1838	6232	3066	2617	1786	598	640
	H-2	6759	1939	6585	2388	1344	1208	198	295
	H-1	2063	1815	3135	1842	958	933	223	217
	H 1	4221	4221	4931	4931	459	459	196	196
	H 2	3261	3261	4420	4420	393	393	395	395
	H + 1	2746	4923	3223	5265	611	704	363	433
	H + 2	2067	4347	2622	4801	834	820	168	223
	H + 3	2017	5293	2540	5926	368	392	189	306
	H + 4	1349	2193	1777	2926	474	643	174	186
	H + 5	1262	2038	1639	2585	509	612	210	306
H + 6	846	1679	1031	1585	399	408	531	638	
H + 7	944	1641	1061	1484	259	298	475	452	

Dari data *time series* di atas akan dipilih salah satu kolom yang akan dianalisis sebagai data *univariate time series* karena antar kolom satu dengan kolom yang lain tidak berhubungan atau tidak saling berpengaruh sebagai variabel yang terikat. Untuk itu diambil satu kolom pada moda sepeda motor arah masuk sebagai contoh analisis.

**Tabel 2. Data Univariate Time Series**

TAHUN	POSISI	SEPEDA MOTOR ARAH MASUK	TAHUN	POSISI	SEPEDA MOTOR ARAH MASUK
TAHUN 2008	H-7	772	TAHUN 2008	H 2	3261
	H-6	888		H + 1	2746
	H-5	2627		H + 2	2067
	H-4	5070		H + 3	2017
	H-3	9532		H + 4	1349
	H-2	6759		H + 5	1262
	H-1	2063		H + 6	846
	H 1	4221		H + 7	944

Dari data tersebut dianalisis satu per satu per kolom untuk selanjutnya masuk pada proses ANFIS yang tahapan pertamanya adalah proses inialisasi awal. Proses inialisasi awal yang digunakan pada penelitian ini adalah normalisasi data. Normalisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah normalisasi min max. Prosesnya mengutamakan pada nilai *minimal* dan *maximal* dari data yang ada. Data dengan nilai atau jangkauan yang besar perlu diperkecil agar tidak banyak menimbulkan masalah pada proses selanjutnya. Pada proses normalisasi ini, data yang akan diolah dibuat dalam bentuk normalisasi dengan interval 0 sampai 1.

Proses *preprocessing* data selanjutnya menggunakan metode *K-Means* untuk pengclusteran data. Data akan dicluster menjadi dua cluster untuk menuju proses selanjutnya. Pencarian jarak yang digunakan adalah *euclidian distance*, *Euclidian distance* merupakan cara pencarian jarak termudah pada *K-Means*. Setelah hasil *cluster* diketahui, dilakukan pencarian standart deviasi yang dilambangkan dengan *a* dan mean yang dilambangkan dengan *c*, untuk membantu proses selanjutnya yaitu mencari keanggotan baru serta masuk ke proses pembelajaran.

Untuk melakukan proses pembelajaran, data akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data untuk proses *training* dan proses *testing*. Proses *training* dilakukan pada data mulai tahun 2008-2013 dan dari hasil *training* akan dilakukan proses *testing* untuk tahun 2014 dan 2015. Pada proses *training* pengolahan data akan dimulai dengan pemasukan *input* yang akan dicluster menggunakan *K-Means* untuk pencarian standart deviasi dan mean yang digunakan sebagai parameter baru *a* dan *c* untuk penentuan derajat keanggotaan baru yang selanjutnya akan dimasukkan ke ANFIS untuk tahap akhir pencarian *output*. Proses *training* yang telah selesai dicocokkan dengan keadaan data sebelumnya. Adakah perbedaan yang signifikan pada data asli dan hasil *training* perlu dipertimbangkan karena akan mempengaruhi proses *testing*. Proses *testing* sama dengan proses *training*, hanya saja data yang menjadi *input* harus benar-benar berpengaruh pada data yang akan diprediksi. Pengukuran performa terbaik menggunakan *Root Mean Square Error (RMSE)*. *Output* dari hasil pembelajaran ini adalah informasi tentang prediksi volume lalu lintas angkutan lebaran tahun 2015 pada wilayah Jawa Tengah.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini adalah prediksi volume lalu lintas angkutan lebaran pada wilayah Jawa Tengah dari H-7 hingga H+7 tahun 2015 dan 2016. Dari proses pembelajaran dan pengujian yang dilakukan menggunakan tipe *membership function (MFs) Gaussian* (Gauss), diperoleh performa terbaik ANFIS dengan *K-Means clustering* yang terbagi menjadi 3 *cluster*, *epoch* terbaik sebesar 20 dengan RMSE *Training* terbaik sebesar 0,1198, RMSE *Testing* terbaik sebesar 0,0282 dan waktu proses tersingkat sebesar 0,0695.

##### 4.2 Pembahasan

Normalisasi adalah proses awal atau *preprocessing* pembentukan data *input* yang tadinya berupa data dengan nilai atau jangkauan yang besar diperkecil agar tidak banyak menimbulkan masalah pada proses selanjutnya. Data *univariate time series* berjumlah 112 *record* berupa urutan waktu arus mudik lebaran H-7 hingga H+7 dari taun 2008 hingga 2014. Normalisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah normalisasi min max dengan interval [0 1].

**Tabel 3. Hasil Normalisasi Volume Sepeda Motor Jembatan Timbang Wanareja Cilacap**

Tahun	Sepeda Motor Arah Masuk		Tahun	Sepeda Motor Arah Masuk	
	Data Aktual	Data Normalisasi		Data Aktual	Data Normalisasi
H-7 hingga H+7 (2008 – 2014)	772	0,024731322	H-7 hingga H+7 (2008 – 2014)	2017	0,105334714
	888	0,032241357		1349	0,062087272
	2627	0,14482714		1262	0,056454746
	5070	0,302991066		846	0,029522206
	9532	0,591868445		...	...
	6759	0,412339764		390	0
	2063	0,108312832		2790	0,155380034
	4221	0,248025379		3012	0,169752687
	3261	0,185873365		2901	0,16256636
	2746	0,1525314		1376	0,063835297
2067	0,108571799	5300	0,317881652		

Setelah mendapatkan hasil data normalisasi, selanjutnya adalah memetakan data untuk *training* berupa 5 variabel *input* yaitu  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  dan 1 variabel *output* yaitu  $y$ . Inputan berdasarkan pemetaan yang sudah di bahas pada bab sebelumnya yaitu  $x_1$  tahun 2008,  $x_2$  tahun 2009,  $x_3$  tahun 2010,  $x_4$  tahun 2011,  $x_5$  tahun 2012 dan *output*  $y$  adalah tahun 2013.

Inputan yang sudah siap akan di cluster menjadi 3 menggunakan *K-Means clustering* dengan *Euclidean distance space* untuk mendapatkan mean dan standart deviasi sebagai parameter baru  $a$  dan  $c$ . Serangkaian proses *preprocessing* yang telah dilakukan selanjutnya membawa kepada proses pembelajaran ANFIS. Proses pembelajaran ini akan dibagi 2 yaitu *training* dari tahun 2008 hingga 2013 dan *testing* dari tahun 2014 hingga 2015. Terdapat 5 tahapan atau 5 layer pada proses pembelajaran ANFIS yang setiap layernya kan menghasilkan bobot baru atau neuron baru yang akhirnya pada tahap terakhirakan mneghasilkan *output* dari seluruh tahapan tersebut. Pada proses *training* dan *testing* ANFIS menggunakan *K-Means clustering* dilakukan pengujian menggunakan pengelompokan data dengan Matlab menjadi 2, 3, 4, dan 5 *cluster*. Sedangkan pengujian untuk epoch adalah pada epoch 20, 40, 60, 80 dan 100. Pengclusteran pada data *input* secara *random* menghasilkan RMSE dan waktu proses yang berbeda pada setiap *epoch*, hingga perlu adanya 5 kali pengujian pada setiap *epoch* yang selanjutnya di rata-rata untuk memperoleh RMSE terbaik.

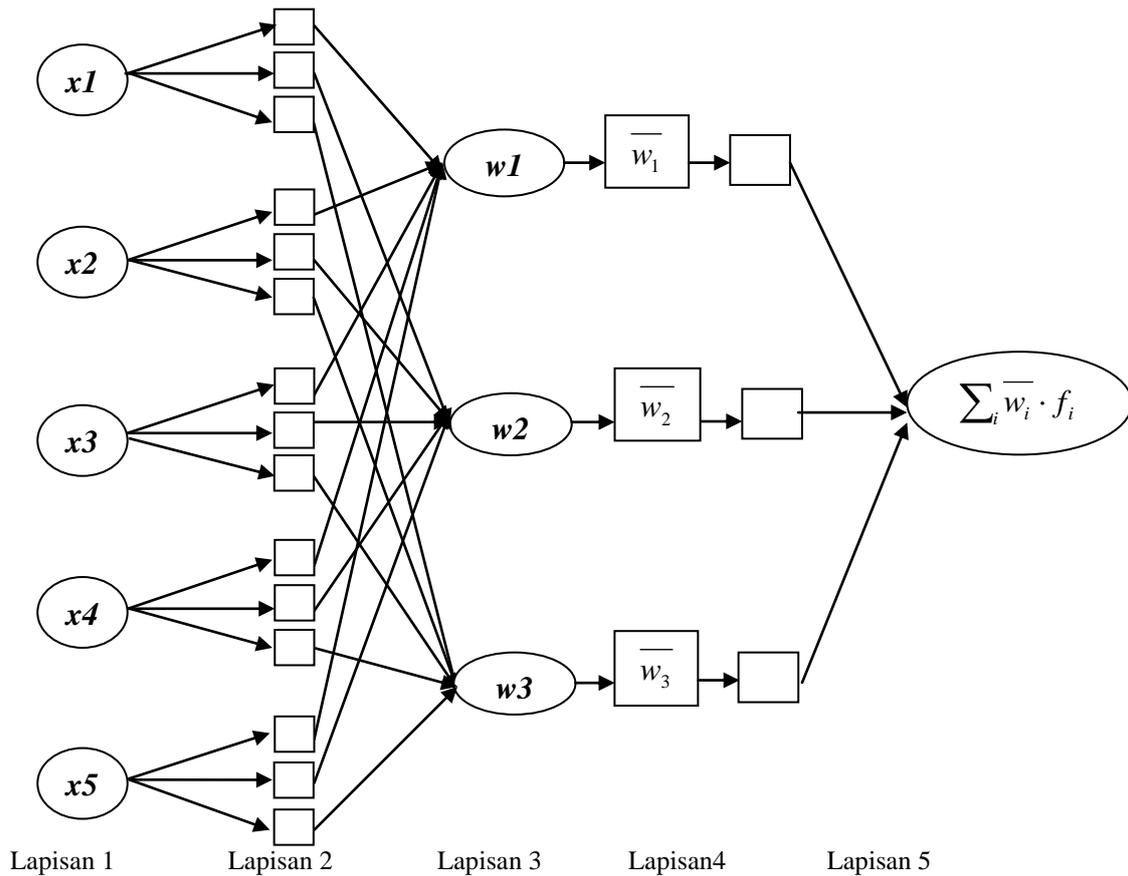
**Tabel 4. Input dan Output Data Training**

Data ke-	Input					Output
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$Y$
1	0,0247	0,0139	0,0346	0,0148	0,0411	0,0236
2	0,0322	0,0643	0,0938	0,0601	0,0773	0,1206
3	0,1448	0,1338	0,2089	0,1731	0,1779	0,3106
4	0,3029	0,1659	0,2404	0,4211	0,2645	0,4447
5	0,5918	0,9998	0,3897	0,5515	0,6766	0,4678
6	0,4123	0,8918	0,9950	0,6129	1	0,4458
7	0,1083	0,1380	0,4394	0,2943	0,6746	0,3246
8	0,2480	0,1197	0,1214	0,2257	0,3441	0,1511
9	0,1858	0,1567	0,0835	0,1191	0,2770	0,3477
10	0,1525	0,1671	0,2732	0,3774	0,2572	0,2496
11	0,1085	0,1215	0,2822	0,3312	0,3424	0,2594
12	0,1053	0,2655	0,2715	0,5233	0,2240	0,3762
13	0,0620	0,1994	0,2014	0,3836	0,2593	0,3187
14	0,0564	0,5016	0,2703	0,2323	0,0339	0,3391
15	0,0295	0,1561	0,0751	0,1257	0,1123	0,3661
16	0,0358	0,0478	0,1261	0,1183	0,1779	0,2642
17	0,01391	0,0346	0,0148	0,0411	0,0236	0,0454
18	0,06436	0,0938	0,0601	0,07737	0,1206	0,0729
19	0,1338	0,2089	0,1731	0,1779	0,3106	0,1688
20	0,1659	0,2404	0,4211	0,2645	0,4447	0,1887
...	...	...	...	...	...	...
112	0,0420	0,0358	0,0478	0,1261	0,1183	0,1779

**Tabel 5. Hasil Pengujian Terbaik dengan K-Means Clustering untuk ANFIS**

Cluster	Pengujian ke-	RMSE Training	RMSE Test	Waktu Proses
3	1	0,119868	0,028283	0,066564
	2	0,119868	0,028284	0,067833
	3	0,119868	0,028284	0,069217
	4	0,119868	0,028284	0,070996
	5	0,119868	0,028285	0,072887
<b>Rata-rata</b>		<b>0,119868</b>	<b>0,028284</b>	<b>0,0695</b>

Sedangkan arsitektur ANFIS yang tercipta pada pengujian ini adalah :



Gambar 3. Arsitektur ANFIS 3 Rule

Performa terbaik untuk metode ANFIS kali ini terdapat pada 3 *cluster K-Means*. Dapat di artikan bahwa *rule* yang tercipta pada pada proses pembelajaran ini adalah 3 *rule*. *Rule* yang tercipta dengan metode sistem inferensi *fuzzy* model Tagaki-Sugeno-Kang (TSK) dengan aturan *fuzzy if-then* adalah :

$$\text{If } x_1 \text{ is } A_1 \text{ and } x_2 \text{ is } B_1 \text{ and } x_3 \text{ is } C_1 \text{ and } x_4 \text{ is } D_1 \text{ and } x_5 \text{ is } E_1 \text{ Then } y_1 = c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + c_{13}x_3 + c_{14}x_4 + c_{15}x_5 + c_{10} \quad (8)$$

$$\text{If } x_1 \text{ is } A_2 \text{ and } x_2 \text{ is } B_2 \text{ and } x_3 \text{ is } C_2 \text{ and } x_4 \text{ is } D_2 \text{ and } x_5 \text{ is } E_2 \text{ Then } y_2 = c_{21}x_1 + c_{22}x_2 + c_{23}x_3 + c_{24}x_4 + c_{25}x_5 + c_{20} \quad (9)$$

$$\text{If } x_1 \text{ is } A_3 \text{ and } x_2 \text{ is } B_3 \text{ and } x_3 \text{ is } C_3 \text{ and } x_4 \text{ is } D_3 \text{ and } x_5 \text{ is } E_3 \text{ Then } y_3 = c_{31}x_1 + c_{32}x_2 + c_{33}x_3 + c_{34}x_4 + c_{35}x_5 + c_{30} \quad (10)$$

Keterangan :

- $x_i$  : data volume kendaraan ke-i
- $y_i$  : volume kendaraan tahun ke-i
- $A_i, B_i, C_i, D_i, E_i$  : derajat keanggotaan baru
- $c_{ii}$  :  $\bar{w}_i \cdot x_i$

Dari penelitian sebelumnya yang menggunakan FCM untuk ANFIS dirasa perlu adanya perbaikan untuk mengetahui hasil akurasi manakah yang lebih baik antara *K-Means clustering* untuk ANFIS dengan FCM untuk ANFIS dalam penelitian ini dilakukan pengujian menggunakan FCM untuk pengclusteran data. Adapun hasilnya adalah :

**Tabel 6. Performa ANFIS menggunakan FCM**

<i>Cluster</i>	<i>Pengujian ke-</i>	<i>RMSE Training</i>	<i>RMSE Test</i>	<i>Waktu Proses</i>
3	1	0,119373	0,045713	0,072173
	2	0,119356	0,045657	0,072593
	3	0,119358	0,045705	0,073489
	4	0,119354	0,045657	0,077328
	5	0,119354	0,045705	0,077033
<b><i>Rata-rata</i></b>		<b><i>0,119359</i></b>	<b><i>0,045688</i></b>	<b><i>0,074523</i></b>

ANFIS menggunakan FCM menghasilkan performa dengan RMSE *Training* 0,119359 dan RMSE *Test* 0,045688 dan waktu proses 0,074523 detik. Dapat dikatakan bahwa untuk penelitian ini performa ANFIS menggunakan *K-Means clustering* terbukti memiliki hasil yang lebih baik daripada performa ANFIS menggunakan FCM. Dengan hasil *training* performa ANFIS menggunakan *K-Means* tersebut dilakukan prediksi untuk tahun 2015. Berikut adalah hasil prediksi volume lalu lintas angkutan lebaran moda sepeda motor arah masuk pada posko Jembatan Timbang Wanareja Cilacap :

**Tabel 7. Hasil Output ANFIS Prediksi Tahun 2015**

<i>Posisi</i>	<i>Output ANFIS</i>	<i>Volume Asli</i>
H-7	0,063378	1368
H-6	0,097478	1895
H-5	0,215125	3712
H-4	0,209314	3623
H-3	0,575218	9274
H-2	0,679283	10882
H-1	0,58461	9419
H 1	0,007054	498
H 2	0,199538	3472
H+1	0,216021	3726
H+2	0,208182	3605
H+3	0,086165	1720
H+4	0,303015	5070
H+5	0,127887	2365
H+6	0,051022	1178
H+7	0,059126	1303

Hasil prediksi volume lalu lintas angkutan lebaran pada wilayah Jawa Tengah dari H-7 hingga H+7 moda sepeda motor arah masuk pada posko Jembatan Timbang Wanareja Cilacap tahun 2015 dapat diketahui dengan performa terbaik dengan metode *K-Means clustering* untuk ANFIS. Prediksi memperlihatkan akan terjadi peningkatan volume kendaraan sekitar 30% dibandingkan pada volume lalu lintas angkutan lebaran pada wilayah Jawa Tengah moda sepeda motor arah masuk pada posko Jembatan Timbang Wanareja Cilacap tahun 2014.

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Pada awal hingga akhir penelitian prediksi volume lalu lintas lebaran wilayah Jawa Tengah dengan metode *K-Means clustering* untuk *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

- Penelitian menggunakan *K-Means clustering* untuk ANFIS ini dapat memprediksi volume lalu lintas pada tahun 2015 dan tahun-tahun selanjutnya untuk semua moda transportasi baik arah masuk maupun arah keluar wilayah Jawa Tengah.
- Dengan *input* parameter ANFIS yang digunakan yaitu pengclusteran hingga 5 *cluster*, *epoch* 100, *error goal* 0 diperoleh performa terbaik ANFIS untuk moda transportasi sepeda motor arah masuk Posko Jembatan Timbang Wanareja Cilacap dengan *K-Means clustering* yang terbagi menjadi 3 *cluster*, *epoch* sebesar 20 dengan RMSE *Training* 0,1198, RMSE *Testing* 0,0282 dan waktu proses

0,0695 detik, terbukti lebih baik dari pada pengclusteran menggunakan FCM untuk ANFIS dengan RMSE *Training* 0,119359 dan RMSE *Test* 0,045688 dan waktu proses 0,074523 detik.

## 5.2 *Saran*

Perbaikan serta pengembangan sangat diperlukan agar penelitian selanjutnya memberikan hasil yang lebih baik dari penelitian sebelumnya. Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah :

- a. Menggabungkan dengan metode prediksi lain agar dapat diketahui perbandingan dan hasil akurasi prediksi yang lebih baik.
- b. Prediksi volume lalu lintas lebaran ini dapat membantu atau dijadikan rekomendasi kepada pihak yang berwenang untuk diimplementasikan pada Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika Provinsi Jawa Tengah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azizah, N., 2012. Prediksi Tingkat Layanan Jalan Menggunakan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Quek, C., Pasquier, M., dan Lim, B., 2009, A Novel Self Organizing Fuzzy Rule Based System for Modelling Traffic Flow Behaviour, *Expert System With Applications* 36, 12167-12178.
- [3] Hartati, S., Kusumadewi, S., 2010, *Neuro-Fuzzy Integrasi dan Jaringan Syaraf*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [4] Jang, J.S.R., Sun, C.T., dan Mizutani, E., 1997, *Neuro-Fuzzy And Soft Computing, A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*, Prentice-Hall International, Inc, USA.
- [5] Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika., 2008. *Analisa dan Evaluasi Penyelenggaraan Angkutan Lebaran*, Jawa Tengah.