

PERBANDINGAN MODEL ANDREASSEN DAN MODEL *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK PREDIKSI FATALITAS KORBAN KECELAKAAN LALULINTAS

Supratman Agus

Program Studi Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia
Jalan Dr. Setiabudi 207 Bandung,
Telp dan Fax: 022- 2013163
email: supratman_agus@yahoo.com

Abstract

In ASEAN, Indonesia has largest area and population, longest road infrastructure, and largest number of motor vehicles, but road victims' fatality is low. This indicates under-reporting. Existing model of road victims' fatality is Andreassen models which use population numbers and motor vehicles numbers as variables to prediction numbers of fatality. This study aimed to obtaining the best predictive model of road victims' fatality which suits Indonesia's conditions. Three models were compared are Andreassen model, Artificial Neural Network with two variables (ANN2) and four variables (ANN4), with driving license holder and road length as two additional variables. Model validation was performed on three cities in West Java with different categories population densities. The results reveal that ANN4 is the best fatality prediction model. In addition, predictions of road victim numbers in Indonesia are not only influenced by population and vehicles number, but also by driving license holder numbers and road length.

Keywords: fatality, model comparison, Andreassen model, Artificial Neural Network model

Abstrak

Di ASEAN, Indonesia memiliki wilayah terluas, penduduk terbanyak, sarana infrastruktur jalan terpanjang, dan jumlah kendaraan bermotor terbanyak, tetapi angka fatalitas korban kecelakaan lalulintas adalah rendah. Hal tersebut mengindikasikan *under-reporting*. Model prediksi fatalitas saat ini adalah model Andreassen yang menggunakan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor sebagai variabel untuk memprediksi jumlah fatalitas. Studi ini bertujuan untuk memperoleh model prediksi fatalitas terbaik yang paling sesuai dengan kondisi di Indonesia. Tiga model yang dibandingkan adalah model Andreassen, model Artificial Neural Network dua variabel (ANN2) dan empat variabel (ANN4), dengan menambahkan variabel jumlah kepemilikan SIM (Surat Ijin Mengemudi) dan panjang jalan. Validasi model dilakukan pada tiga kota di Jawa Barat dengan kategori kepadatan penduduk berbeda. Hasil perbandingan model menunjukkan bahwa model ANN4 adalah model fatalitas terbaik. Selain itu, prediksi jumlah korban kecelakaan lalulintas di Indonesia tidak hanya dipengaruhi jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor, tetapi juga jumlah kepemilikan SIM dan panjang jalan.

Kata-kata kunci: Fatalitas, perbandingan model, model Andreassen, model *Artificial Neural Network*

PENDAHULUAN

Dibandingkan dengan negara-negara di Asean, Indonesia memiliki wilayah daratan terluas, jumlah penduduk terbanyak, prasarana jalan terpanjang, dan jumlah kendaraan

bermotor tertinggi. Akan tetapi angka korban meninggal dunia akibat kecelakaan lalulintas jalan (*fatalitas*) tergolong sangat tinggi.

Di Indonesia dilaporkan bahwa jumlah fatalitas korban kecelakaan lalulintas jalan yang sebenarnya terjadi hampir empat kali dari yang tercatat di Kepolisian RI (ADB, 2005). Departemen Perhubungan (2004) juga menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara yang paling buruk dalam sistem pencatatan informasi korban kecelakaan lalulintas. Keadaan ini mengindikasikan adanya *under-reporting*. Saat ini jumlah korban meninggal akibat kecelakaan lalulintas di jalan tidak pernah diketahui dengan pasti. Namun beberapa estimasi mencatat bahwa setiap hari di Indonesia terjadi 80 orang meninggal dunia akibat kecelakaan lalulintas, walaupun angka fatalitas ini diragukan oleh banyak pengamat transportasi di dalam dan di luar negeri.

Pencatatan data fatalitas korban kecelakaan lalulintas jalan di Indonesia diamanatkan oleh Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, pasal 233, yang menyatakan bahwa setiap kecelakaan wajib dicatat dalam formulir data kecelakaan lalulintas yang merupakan bagian data forensic. Data kecelakaan lalulintas tersebut harus dilengkapi dengan data yang berasal dari rumah sakit, yang dikelola oleh Kepolisian Negara Republik Indonesia, dan dapat dimanfaatkan oleh pembina lalulintas dan angkutan jalan.

Data yang dimaksud adalah data korban kecelakaan lalulintas meninggal dunia (*fatalitas*), data korban luka parah (*serious injury*), dan data korban luka ringan (*slight injury*). International Road Traffic and Accident Database (IRTAD, 1998) memberikan definisi *fatalitas*, yaitu korban kecelakaan lalulintas yang meninggal dunia seketika atau yang mati dalam waktu 30 hari sejak terjadi kecelakaan. Oleh sebab itu pasal 233 Undang-undang Nomor 22/2009 mengandung makna bahwa pencatatan data kecelakaan lalulintas seyogyanya dilakukan oleh Kepolisian RI bersama pihak rumah sakit sehingga data korban kecelakaan lalulintas yang diperoleh memiliki nilai akurasi tinggi dan dapat dimanfaatkan oleh semua pihak. Namun pada saat ini pendataan korban kecelakaan lalulintas oleh Kepolisian RI didasarkan pada data korban di tempat kejadian (TKP) dan belum dilengkapi dengan data yang berasal dari rumah sakit sebagai data fatalitas faktual.

Hasil penelitian beberapa pakar transportasi dan lembaga internasional menunjukkan bahwa Indonesia menghadapi masalah pencatatan jumlah korban kecelakaan lalulintas yang sangat serius. Data korban kecelakaan lalulintas yang dilaporkan oleh Kepolisian RI masih belum mencerminkan jumlah korban sebenarnya di lapangan. Diperkirakan masih banyak korban kecelakaan lalulintas yang belum tercatat dan belum dilaporkan. Departemen Perhubungan RI (2004) menyatakan bahwa perbedaan data korban meninggal dunia (MD) disebabkan karena Kepolisian RI mencatat korban *fatalitas* yang dilaporkan adalah korban meninggal dunia di tempat kejadian. Kementerian Kesehatan RI atau Rumah Sakit juga tidak melaporkan jumlah dan penyebab kecelakaan fatal tersebut. Selain itu Asuransi Jasa Raharja (AJR) hanya mencatat kasus berdasarkan klaim yang diajukan oleh keluarga korban. Kesemuanya ini menghasilkan informasi data yang berbeda-beda untuk kejadian kecelakaan yang sama. MTI (2007) melaporkan bahwa instansi yang melakukan pendataan korban kecelakaan lalulintas di Indonesia tidak mampu berkoordinasi dengan baik dan masing-masing berjalan sendiri-sendiri serta tidak mengindahkan mitranya.

Dibandingkan dengan negara-negara di ASEAN, Indonesia merupakan negara yang paling buruk dalam sistem pencatatan informasi korban kecelakaan lalulintas. Hal ini terlihat dari perbedaan antara luka mati yang dilaporkan dengan data yang diperkirakan

(Dephub, 2004). Hal yang sama juga dikemukakan oleh WHO (2009). Hobbs (1995) berpendapat bahwa kasus kecelakaan lalu lintas sulit diminimalisasi dan cenderung meningkat seiring dengan penambahan panjang jalan dan banyaknya pergerakan kendaraan. Tabel 1 menunjukkan data fatalitas korban kecelakaan lalu lintas di beberapa negara ASEAN.

Tabel 1 Data Korban Kecelakaan Lalu lintas Meninggal Dunia di ASEAN Tahun 2007

Negara	Jumlah Penduduk	Jumlah kendaraan	Korban MD dilaporkan	Estimasi
Kamboja	14.443.679	154.389	1.668	
Indonesia	231.626.978	63.318.522	16.548	37.438
Malaysia	26.571.879	16.825.150	6.282	
Singapura	4.436.281	851.336	214	
Thailand	63.883.662	25.618.447	12.492	
Vietnam	87.375.196	22.926.238	12.800	

Sumber: WHO, 2009

Data kecelakaan lalu lintas merupakan data pokok atau data utama untuk studi keselamatan lalu lintas jalan. Pada tingkat nasional, akurasi data dan hasil studi diperlukan untuk menetapkan kebijakan stategis, seperti kewajiban menggunakan sabuk keselamatan, penggunaan helm, pembatasan umur pengemudi, menetapkan strategi penegakan hukum, perbaikan daerah rawan kecelakaan, dan menetapkan peraturan untuk menurunkan risiko terjadinya korban kecelakaan lalu lintas jalan.

Menurut kajian Direktorat Keselamatan Transportasi Darat (2008), ketidakakurasian data korban kecelakaan lalu lintas, baik secara kuantitas maupun kualitas, membuat data kecelakaan tidak bisa menjadi sumber sahih dalam rangka menganalisis dan menyusun kebijakan umum perbaikan sistem keselamatan jalan di Indonesia. Bila studi keselamatan jalan dilakukan dengan masukan data yang tidak memiliki akurasi tinggi, maka keluaran hasil studi tidak dapat menunjukkan kondisi yang sebenarnya dan tidak dapat mencapai sasaran untuk memperbaiki suatu kondisi sesuai dengan yang diharapkan.

Studi ini dilakukan untuk memperoleh akurasi data prediksi fatalitas faktual yang paling sesuai dengan kondisi di Indonesia. Analisis dilakukan dengan menerapkan model prediksi Andreassen (1985) dan mengembangkan model *Artificial Neural Network*, yang masing-masing menggunakan dua dan empat variabel (ANN2 dan ANN4) pada tiga kabupaten atau kota dengan kepadatan penduduk yang berbeda di Provinsi Jawa Barat. Variabel yang digunakan pada studi ini adalah panjang jalan, kepemilikan Surat Ijin Mengemudi (SIM), jumlah kendaraan bermotor, dan jumlah penduduk.

Model Prediksi Andreassen

Andreassen mengembangkan model prediksi Smeed dengan melakukan penyesuaian parameter *intercept* dan *gradient* persamaan Smeed dengan bentuk umum:

$$F = C*(V)^{M1} * (P)^{M2} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

- F = Prediksi jumlah korban meninggal dunia
- C = Konstanta,
- V = Jumlah kendaraan bermotor,

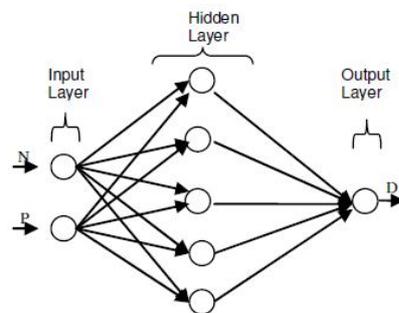
- P = Jumlah penduduk
- M₁ = Koefisien pangkat terhadap kendaraan bermotor
- M₂ = Koefisien pangkat terhadap jumlah penduduk

Pada model Andreassen diperlukan perhitungan konstanta C, koefisien M₁, dan koefisien M₂ dengan mencari nilai α , β , dan γ menggunakan analisis regresi linier ganda sehingga:

$$F = e^{\alpha} * (V)^{\beta} * (P)^{\gamma} \dots\dots\dots (2)$$

Model Artificial Neural Network

Haykin (1999) mendefinisikan *Artificial Neural Network* (ANN) sebagai suatu prosesor yang terdistribusi paralel dan mempunyai kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang didapatkan dari pengalaman dan membuatnya tetap tersedia untuk digunakan. Model ANN ini telah banyak diimplementasikan pada berbagai bidang keilmuan untuk melakukan prediksi atau peramalan (William dan Yan, 2008). ANN adalah sebuah alat permodelan data statistik nonlinier yang dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara masukan dan keluaran untuk menemukan pola-pola. Terdapat tiga jenis model ANN, yaitu *Multilayer Perceptron (MLP)*, *Radial Basis Function (RBF)*, dan *Kohonen Network*. Untuk permasalahan prediksi, model yang paling banyak digunakan adalah MLP, untuk memetakan suatu set masukan data menjadi set keluaran dengan menggunakan fungsi aktivasi nonlinear. Variabel independen dan variabel dependen pada MLP memiliki tingkat pengukuran metrik maupun nonmetrik. MLP dapat disebut pula sebagai *forward network* atau *back-propagation* sebab informasi bergerak hanya dalam satu arah, yaitu dari *input layer* menuju *hidden layer*, lalu menuju *output layer*, seperti yang terlihat pada Gambar 1



Gambar 1 Model prediksi ANN

Fungsi aktivasi pada *hidden layer* adalah:

1. Hyperbolic tangent : $Y(c) = \tanh(c) = \frac{e^c - e^{-c}}{e^c + e^{-c}} \dots\dots\dots (4)$

2. Sigmoid : $Y(c) = \frac{1}{1 + e^{-c}} \dots\dots\dots (5)$

Sedangkan fungsi aktivasi pada *output layer*:

1. Identity : $Y(c) = c \dots\dots\dots (6)$

2. Softmax : $Y(c_k) = \frac{\exp(c_k)}{\sum_j \exp(c_j)} \dots\dots\dots (7)$

3. Hyperbolic tangent : $Y(c) = \tanh(c) = \frac{e^c - e^{-c}}{e^c + e^{-c}}$ (8)
4. Sigmoid : $Y(c) = \frac{1}{1 + e^{-c}}$ (9)

Validasi model dilakukan secara matematis dengan *error model test* menggunakan tiga macam kriteria, yaitu *Mean Absolute Percent Errors* (MAPE), *Mean Absolute Errors* (MAE), dan *Root Mean Square Errors* (RMSE) dengan rumus sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left(\left| \frac{o_j - t_j}{o_j} \right| * 100 \right)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum |t_j - o_j|$$

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum |t_j - o_j|^2 \right)}$$

Model prediksi terbaik adalah model yang memiliki selisih terkecil terhadap data fatalitas faktual, yaitu data korban meninggal dunia yang dilaporkan oleh Kepolisian RI dan dilengkapi oleh data korban kecelakaan lalu lintas yang meninggal dunia di rumah sakit. Secara visual hasil uji validasi ketiga model ditunjukkan oleh kedekatan garis pada grafik visualisasi jumlah fatalitas faktual dan jumlah fatalitas prediksi tiap model.

METODOLOGI KOMPARASI MODEL

Wilayah studi adalah Provinsi Jawa Barat yang dibagi menjadi tiga kategori kerapatan penduduk, yaitu wilayah dengan kerapatan penduduk tinggi, wilayah dengan kerapatan penduduk sedang, dan wilayah dengan kerapatan penduduk rendah. Perbandingan untuk masing-masing model dilakukan pada wilayah yang memiliki karakteristik yang berbeda tersebut, yaitu berdasarkan kategori kepadatan penduduk kabupaten atau kota dan wilayah operasional pelayanan rumah sakit kelas A dan kelas B di Provinsi Jawa Barat. Tabel 2 menunjukkan kategori sampel wilayah studi berdasarkan standar pelayanan minimum (SPM) kerapatan penduduk berdasarkan aspek mobilitas jaringan jalan Keputusan Menteri Kementerian Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010.

Tabel 2 Kategori Wilayah Studi Berdasarkan Tingkat Kepadatan Penduduk

Sampel Wilayah studi	Kerapatan penduduk (jiwa/km ²)	SPM mobilitas jaringan jalan *)	
		Kategori kerapatan penduduk	Jumlah (jiwa/km ²)
Kota Banjar	1328	Tinggi	> 5000
Kota/Kabupaten Sukabumi	632	Sedang	500-1000
Kota/Kabupaten Cirebon	498	Rendah/sangat rendah	< 500

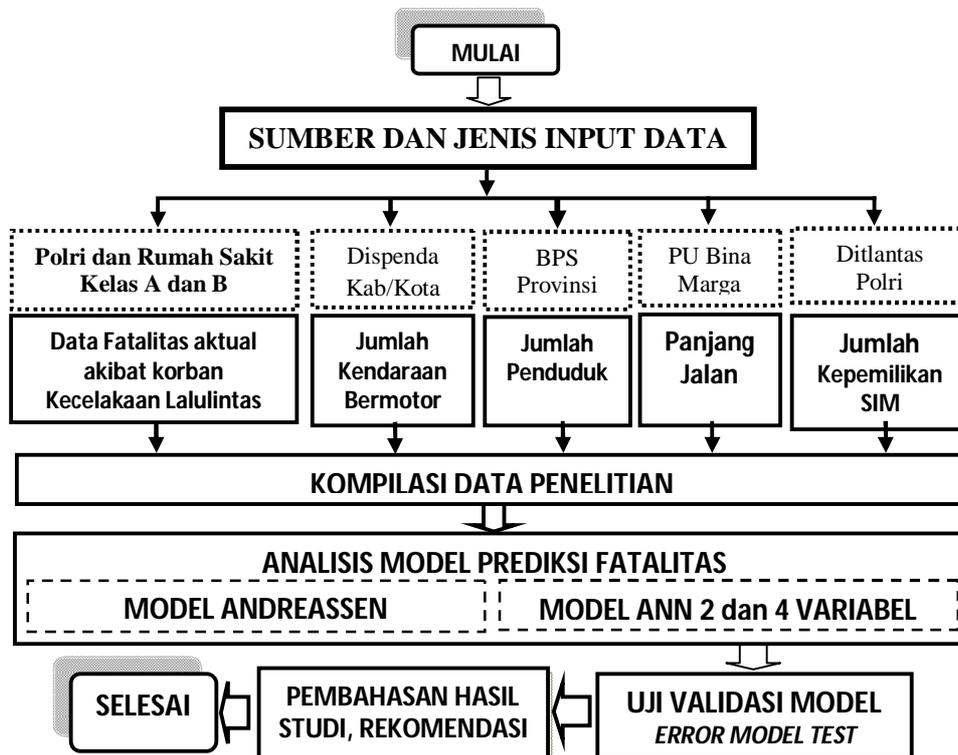
*) Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia (2010)

Variabel penelitian disesuaikan dengan variabel yang digunakan pada model prediksi Andreassen (1985), sedangkan pengembangan model prediksi ANN disesuaikan dengan kondisi infrastruktur jalan di Indonesia. Tabel 3 menunjukkan variabel penelitian

dan jenis data yang digunakan pada masing-masing pengembangan model prediksi. Gambar 2 menunjukkan sumber data masing-masing variabel dan prosedur analisis model.

Tabel 3 Variabel dan Jenis Input Data Penelitian

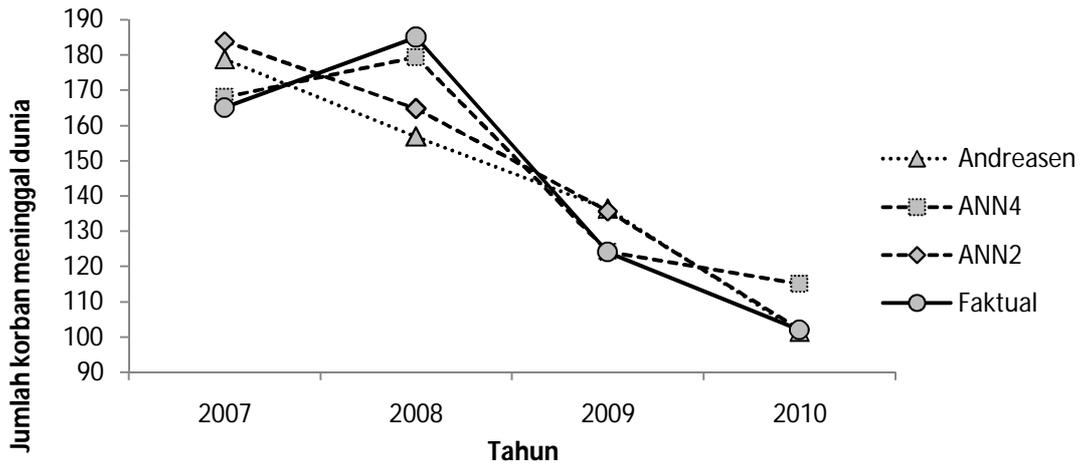
Variabel Penelitian	Kebutuhan data tiap variabel (Total populasi/wilayah/tahun)				Jenis input data tiap model		
	2007	2008	2009	2010	Model Andreassen	Model ANN2	Model ANN4
1 Jumlah penduduk (juta)	ya	ya	ya	ya	ya	ya	ya
2 Jumlah kendaraan (unit)	ya	ya	ya	ya	ya	ya	ya
3 Panjang jalan (km)	ya	ya	ya	ya	tidak	tidak	ya
4 Jumlah pemilik SIM	ya	ya	ya	ya	tidak	tidak	ya



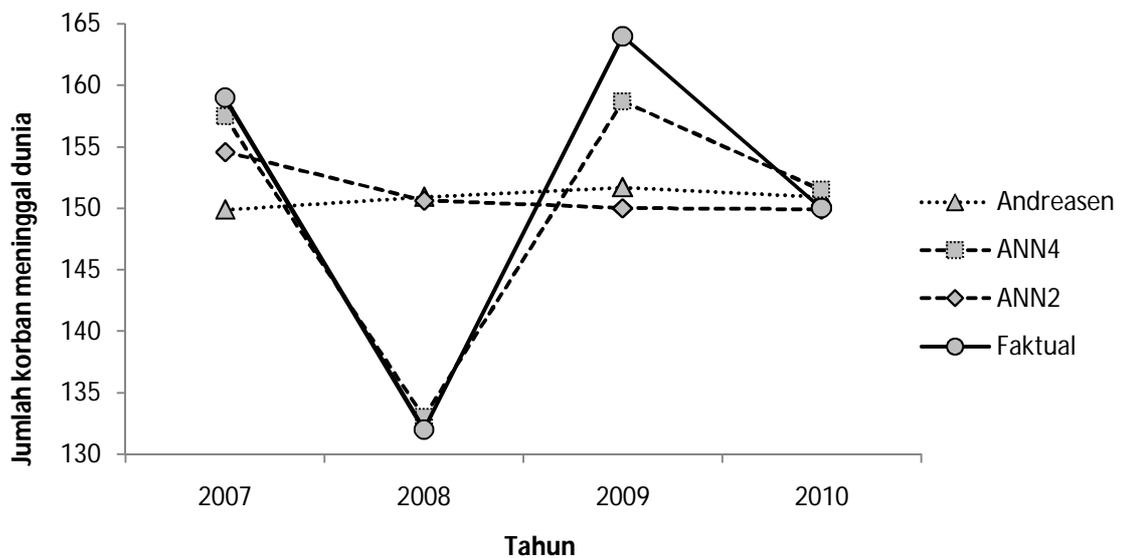
Gambar 2 Prosedur Analisis Model

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Hasil perbandingan ketiga model pada ketiga kota yang dijadikan wilayah studi dapat dilihat pada Gambar 3 hingga Gambar 5. Untuk mengetahui model prediksi terbaik dilakukan perbandingan model dengan menggunakan tiga kriteria, yaitu MAPE, MAE, dan RMSE. Model terbaik adalah model yang memiliki nilai kesalahan terkecil dibandingkan dengan model lainnya. Hasil pengujian ketiga model prediksi dapat dilihat pada Tabel 4.



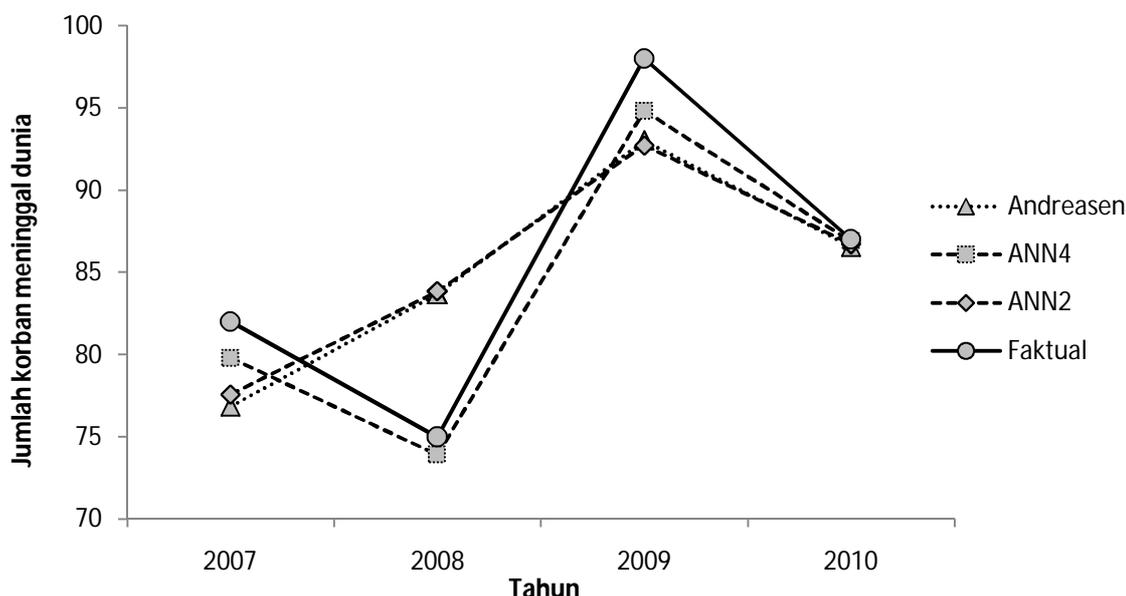
Gambar 3 Perbandingan Model Prediksi di Wilayah dengan Kerapatan Rendah



Gambar 4 Perbandingan Model Prediksi di Wilayah dengan Kerapatan Sedang

Berdasarkan analisis data dan uji perbandingan ketiga model prediksi fatalitas korban kecelakaan lalu lintas jalan, diperoleh bahwa nilai MAPE, MAE, dan RMSE model prediksi ANN dengan empat variabel (ANN4) jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan model lainnya yang menggunakan masukan dua variabel. Dari keseluruhan hasil validasi ketiga model prediksi tersebut, prediksi model ANN dengan empat variabel (ANN4) dapat menjelaskan model prediksi fatalitas secara lebih baik dibandingkan dengan model Andreassen maupun model prediksi ANN dengan dua variabel (ANN2). Hal ini mengindikasikan bahwa menambah variabel panjang jalan dan jumlah kepemilikan Surat

Ijin Mengemudi (SIM) terbukti memiliki akurasi yang lebih tinggi untuk memprediksi jumlah fatalitas korban kecelakaan lalu lintas jalan untuk semua kategori wilayah.



Gambar 5 Perbandingan Model Prediksi di Wilayah dengan Kerapatan Tinggi

Tabel 4 Perbandingan Model Menggunakan Kriteria MAPE, MAE, dan RMSE

Wilayah studi	Kerapatan Penduduk Rendah (Kota/Kab. Cirebon)			Kerapatan Penduduk Sedang (Kota/Kab. Sukabumi)			Kerapatan Penduduk Tinggi (Kota/Kab. Banjar)		
	Andreasen	ANN4	ANN2	Andreasen	ANN4	ANN2	Andreasen	ANN4	ANN2
Model	Andreasen	ANN4	ANN2	Andreasen	ANN4	ANN2	Andreasen	ANN4	ANN2
MAPE	8.812	4.078	7.839	6.834	1.519	6.151	5.739	1.927	5.567
MAE	13.704	5.435	12.748	10.315	2.340	9.280	4.817	1.645	4.708
RMSE	16.861	7.241	15.023	12.176	2.908	11.865	5.634	2.008	5.610

Hasil uji validasi ini juga menunjukkan bahwa variabel jumlah penduduk dan jumlah kendaraan yang digunakan pada model prediksi Andreasen maupun model prediksi ANN dengan dua variabel (ANN2) masih belum cukup baik untuk dijadikan variabel dalam memprediksi jumlah fatalitas akibat korban kecelakaan lalu lintas jalan.

KESIMPULAN

Model prediksi ANN dengan empat variabel (ANN4) memiliki akurasi yang lebih tinggi untuk memprediksi jumlah fatalitas korban kecelakaan lalu lintas jalan untuk semua kategori wilayah, baik wilayah dengan kepadatan penduduk rendah, wilayah dengan kepadatan penduduk sedang, maupun wilayah dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Selain itu prediksi jumlah korban kecelakaan lalu lintas di Indonesia tidak hanya

dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor, tetapi juga oleh jumlah Kepemilikan SIM dan panjang jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreassen, D. 1985. *Linking Deaths With Vehicles and Population*. Traffic Engineering and Control, 26 (11): 547-549.
- Asian Development Bank. 2005. *Asean Regional Road Safety Strategy and Action Plan 2005-2010*. Manila.
- Departemen Perhubungan Republik Indonesia. 2004. *Masterplan Transportasi Darat, Laporan Antara*. Jakarta
- Direktorat Keselamatan Transportasi Darat. 2008. *Profil Kinerja Keselamatan Transportasi Darat*. Departemen Perhubungan. Jakarta
- Haykin, S. 1999. *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. New Jersey: Prentice Hall Incorporation.
- Hobbs, F. D. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalulintas*. Terjemahan. Edisi kedua. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- International Road Traffic and Database. 1998. *Definitions and Data Availability*. Germany: Organisation for Economic Co-Operation and Development-Road Transport Research.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2008. *Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Kesehatan di Kabupaten/Kota Nomor 828/Menkes/SK/IX/2008*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Pekarjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang*. Jakarta
- Masyarakat Transportasi Indonesia. 2007. *Referensi Ringkas Bagi Proses Advokasi Pembangunan Transportasi*. 1-2-3 Langkah, 2. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalulintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang No. 44 Tahun 2009 Tentang Rumah Sakit*. Jakarta.

Williams, J. and Li, Y. 2008. *A Case Study Using Neural Network Algorithms: Horse Racing Prediction in Jamaica*. International Conference on Artificial Intelligence. Las Vegas, NV.

World Health Organization. 2009. *Regional Report on Status of Road Safety: The South-East Asia Region*. New Delhi.