

PENGEMBANGAN MODEL ANDREASSEN DAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS MULTI VARIABEL UNTUK PREDIKSI FATALITAS LALULINTAS JALAN PADA WILAYAH PERKOTAAN DI JAWA BARAT

Supratman Agus

Program Studi Teknik Sipil
Universitas Pendidikan Indonesia
Jalan Dr. Setiabudi No. 207 Bandung, Indonesia
Telp. (022) 2011576
supratman_agus@yahoo.com

Abstract

Law Number 22 Year 2009 stated that fatality data must be completed with data from hospitals. However, the data reported by the Police of the Republic of Indonesia has not been in accordance to the law. In many countries researchers have been using population and motor vehicles numbers as variables to predict the number of fatalities. Those variables are not fit with Indonesian condition. The main purpose of this study was to develop better fatality prediction model in line with Indonesian condition. This was done by developing multivariable Andreassen and ANN models. The model was built by using population data taken from 8 cities in West Java Province. The main results from model validation test are: (1) three variables ANN with one hidden layer prediction model was the best prediction used for predicting the number of fatalities, (2) the number of fatalities was 122.8% larger than that reported by the Police, and (3) Andreassen prediction model was unfit to be used in Indonesia.

Keywords: fatality data, multivariable, Andreassen model, Artificial Neural Network (ANN) model.

Abstrak

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 menyatakan bahwa jumlah korban meninggal dunia akibat kecelakaan lalulintas jalan (fatalitas) harus dilengkapi dengan data yang berasal dari rumah sakit. Namun data yang dilaporkan oleh Kepolisian Negara Republik Indonesia belum dilengkapi dengan data rumah sakit tersebut. Di berbagai negara peneliti menggunakan variabel jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor untuk memprediksi jumlah fatalitas. Variabel-variabel tersebut tidak sesuai dengan kondisi di Indonesia sehingga diperlukan model prediksi yang menggunakan multivariabel. Tujuan utama studi ini adalah membangun model prediksi dengan mengembangkan model Andreassen dan model Artificial Neural Network (ANN) menggunakan multivariabel. Model dibangun dengan menggunakan data populasi 8 kota di Jawa Barat. Dari hasil kalibrasi model diketahui bahwa: (1) Model prediksi ANN tiga variabel dengan satu *hidden layer* (ANN3-1HL) merupakan model terbaik untuk menentukan fatalitas, (2) Jumlah fatalitas yang diperoleh dari model tersebut lebih besar 122,8% dibandingkan dengan jumlah yang dilaporkan oleh Kepolisian Republik Indonesia, dan (3) model prediksi Andreassen tidak dapat digunakan di Indonesia.

Kata-kata Kunci: data fatalitas, multivariabel, Model Andreassen, model Artificial Neural Network (ANN).

PENDAHULUAN

Jumlah korban meninggal dunia akibat kecelakaan lalulintas jalan (fatalitas) di Indonesia belum dapat diketahui dengan pasti. Data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian Negara RI belum mencerminkan jumlah korban sebenarnya. Data fatalitas yang

dilaporkan tersebut adalah data korban kecelakaan lalulintas di lokasi kejadian (TKP), belum dilengkapi dengan data korban kecelakaan lalulintas yang meninggal dunia di rumah sakit. Undang-undang Lalulintas RI Nomor 22 Tahun 2009 menyatakan bahwa data fatalitas harus dilengkapi dengan data yang berasal dari rumah sakit. Asian Development Bank (2005) melaporkan, bahwa di Indonesia jumlah fatalitas yang sebenarnya terjadi hampir empat kali dari data yang tercatat di Kepolisian Negara RI sehingga diperkirakan masih banyak korban kecelakaan lalulintas yang belum tercatat dan dilaporkan. Keadaan ini mengindikasikan adanya *under-reporting*. Data fatalitas yang tidak akurat tidak layak digunakan dalam studi keselamatan lalulintas jalan, antara lain untuk menetapkan berbagai kebijakan strategis dalam memperbaiki sistem pengelolaan keselamatan jalan di Indonesia.

Di banyak negara, termasuk di Indonesia, jumlah fatalitas umumnya diprediksi dengan menggunakan model prediksi yang dikembangkan oleh Smeed (1949) dan Andreassen (1985) yang telah digunakan di Eropa. Model prediksi tersebut dibangun berdasarkan dua variabel, yaitu jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor.

Studi ini dimaksudkan untuk membangun model prediksi fatalitas yang sesuai dengan kondisi di Indonesia, yaitu dari dua variabel menjadi *multivariabel* untuk meramalkan jumlah fatalitas aktual yang terjadi di Indonesia. *Multivariabel* tersebut adalah jumlah penduduk, panjang jalan, jumlah kendaraan bermotor, luas wilayah, dan jumlah kepemilikan Surat Izin Mengemudi (SIM). Model prediksi multivariabel dibangun dengan mengembangkan model prediksi Andreassen dan model prediksi *Artificial Neural Network* (ANN) sehingga diperoleh model prediksi fatalitas *terbarukan* yang sesuai dengan kondisi di Indonesia.

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

Data yang dimaksud adalah data korban kecelakaan lalulintas meninggal dunia (*fatality*), korban luka parah (*serious injury*), dan korban luka ringan (*slight injury*). International Road Traffic and Accident Database (IRTAD, 1998) memberikan definisi fatalitas sebagai korban kecelakaan lalulintas yang meninggal dunia seketika atau yang meninggal dalam waktu 30 hari sejak terjadinya kecelakaan. Oleh sebab itu Pasal 233 Undang-Undang Lalulintas RI Nomor 22 mengandung makna bahwa pencatatan data kecelakaan lalulintas seyogyanya dilakukan oleh Kepolisian Negara RI bersama pihak rumah sakit sehingga data korban kecelakaan lalulintas yang dilaporkan memiliki nilai akurasi tinggi. Namun pada saat ini pendataan korban kecelakaan lalulintas oleh Kepolisian masih berdasarkan data korban di tempat kejadian (TKP) dan belum dilengkapi dengan data dari rumah sakit.

Hasil studi beberapa pakar transportasi di Indonesia dan lembaga internasional menunjukkan, bahwa Indonesia menghadapi masalah pencatatan jumlah korban kecelakaan lalu lintas yang sangat serius. Diperkirakan masih banyak korban kecelakaan lalu lintas yang belum tercatat dan belum dilaporkan. Departemen Perhubungan RI (2004) menyatakan, bahwa Kepolisian mencatat korban meninggal dunia di tempat kejadian. Kementerian Kesehatan dan Rumah Sakit tidak melaporkan jumlah *fatalitas* dalam 30 hari setelah terjadinya kecelakaan kepada Kepolisian RI. Sedangkan pihak Asuransi Jasa Raharja RI (AJR) hanya mencatat kasus berdasarkan klaim yang diajukan oleh keluarga korban. Pengelompokan pendataan oleh masing-masing instansi tersebut menghasilkan informasi data yang berbeda-beda untuk kejadian kecelakaan yang sama

WHO (2009) melaporkan bahwa setiap tahun rata-rata 30.000 jiwa meninggal dunia akibat kecelakaan lalu lintas di jalan. Di negara-negara ASEAN Indonesia menempati peringkat ketiga paling tinggi dalam jumlah korban meninggal dunia. Hobbs (1995) berpendapat bahwa kasus kecelakaan lalu lintas sulit diminimalisasi dan cenderung meningkat seiring dengan penambahan panjang jalan dan banyaknya pergerakan kendaraan. Departemen Perhubungan RI (2004) menyatakan, bahwa sistem pencatatan informasi korban kecelakaan lalu lintas di Indonesia adalah yang paling buruk, yaitu pada peringkat ke-10 dari 10 negara ASEAN. Tabel 1 menunjukkan data fatalitas korban kecelakaan lalu lintas di Indonesia terhadap data beberapa negara di ASEAN.

Tabel 1 Data Fatalitas di ASEAN 2007 (WHO, 2009)

Negara	Populasi	Jumlah Kendaraan	Data Fatalitas	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	

Andreassen mengembangkan model prediksi Smeed (1949) dengan melakukan penyesuaian parameter *intercept* dan *gradient* dari persamaan Smeed dengan bentuk umum:

$$F = C \times V^{M_1} \times P^{M_2} \quad (1)$$

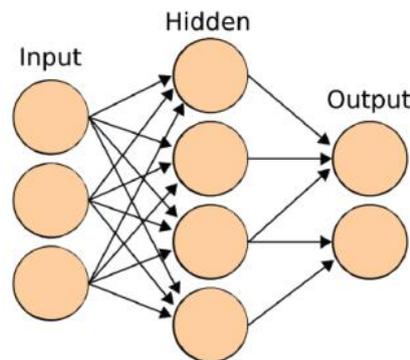
Pada model Andreassen diperlukan perhitungan konstanta C, koefisien M_1 , dan M_2 dengan mencari nilai α , β , dan γ menggunakan analisis regresi linier ganda sehingga:

$$F = e^\alpha \times V^\beta \times P^\gamma \quad (2)$$

Artificial Neural Network (ANN) adalah sebuah alat pemodelan data statistik non-linier yang dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara masukan dan keluaran untuk menemukan pola-pola. Model ANN telah banyak diimplementasikan

pada berbagai bidang keilmuan untuk melakukan prediksi atau peramalan (William dan Yan, 2008).

Terdapat tiga jenis model ANN, yaitu *Multi Layer Perceptron (MLP)*, *Radial Basis Function (RBF)*, dan *Kohoren Network (KN)*. Untuk permasalahan prediksi, model MLP adalah model yang paling banyak digunakan untuk memetakan suatu set masukan data menjadi set keluaran dengan menggunakan fungsi aktivasi non-linear. Pada MLP variabel independen maupun variabel dependen memiliki tingkat pengukuran metrik maupun non-metrik. MLP dapat disebut pula dengan *forward network* atau *back-propagation* sebab informasi bergerak hanya dalam satu arah, yaitu dari *input layer* menuju *hidden layer*, kemudian menuju *output layer* (Gambar 1).



Gambar 1 Model Prediksi ANN Multi Layer Perceptron (MLP)

METODOLOGI

Lokasi wilayah studi adalah provinsi Jawa Barat, yang terdiri atas 26 wilayah kabupaten/kota. Pada tahun 2010 Provinsi Jawa Barat memiliki jumlah penduduk 43.806.653 jiwa, jumlah kendaraan 9.069.704 unit, panjang jalan 27.128,52 km, luas wilayah 38.783,13 km², dan jumlah kecelakaan lalulintas 9.409 kejadian.

Pada studi ini digunakan delapan wilayah perkotaan yang merupakan jumlah kota keseluruhan yang ada di Provinsi Jawa Barat. Sedangkan sampel rumah sakit yang ditetapkan adalah Rumah Sakit Umum Pusat Provinsi Jawa Barat dan tujuh Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) dengan klasifikasi rumah sakit kelas B berdasarkan kemampuan fasilitas pelayanan medik di Provinsi Jawa Barat. Tabel 2 berisi delapan wilayah perkotaan dan rumah sakit sebagai populasi/sampel wilayah studi sedangkan Tabel 3 berisi spesifikasi rumah sakit.

Pada studi ini dilakukan pengembangan Model Prediksi Andreassen (1985) dan pengembangan Model *Artificial Neural Network* dengan multivariabel untuk prediksi fatalitas di Indonesia. Pada model Andreassen digunakan dua variabel, yaitu jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor. Sedangkan pada model ANN digunakan

variabel jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor, dan aksesibilitas. Tabel 4 menunjukkan data masukan masing-masing model dan variabel penelitian yang digunakan.

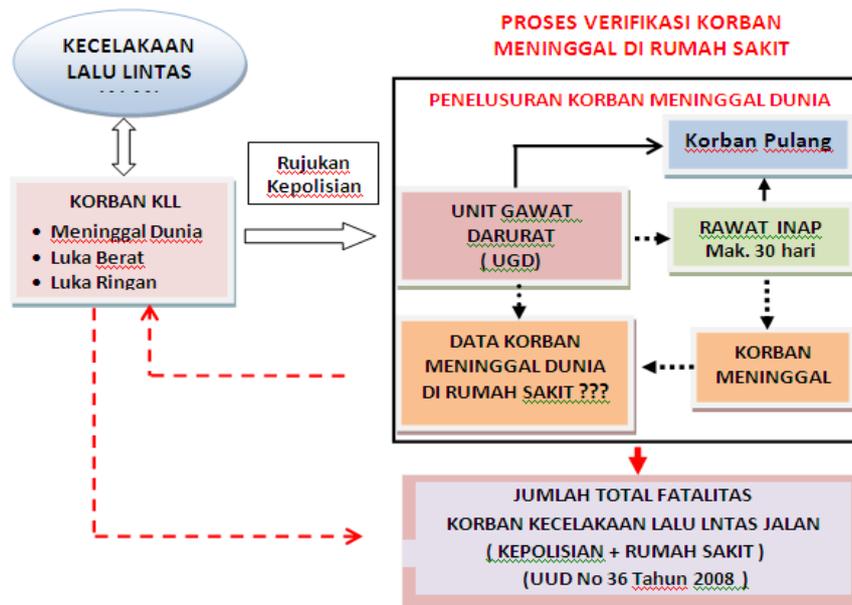
Tabel 2 Populasi/sampel Kota dan Rumah Sakit

Wilayah Perkotaan	Rumah Sakit Sampel
Kota Bandung	1. Rumah Sakit Dr Hasan Sadikin Bandung
	2. Rumah Sakit Al-Islam Bandung
	3. Rumah Sakit Advent Bandung
	4. Rumah Sakit Immanuel Bandung
Kota Depok	5. Rumah Sakit Umum Daerah Kota Depok
Kota Cimahi	6. Rumah Sakit Umum Daerah Kota Cimahi
Kota/Kabupaten Bogor	7. Rumah Sakit Daerah Kota Bogor
	8. Rumah Sakit PMI Kota Bogor
Kota/Kabupaten Sukabumi	9. Rumah Sakit Umum Daerah Kota Sukabumi
Kota/Kabupaten Tasikmalaya	10. Rumah Sakit Umum Daerah Kota Tasikmalaya
Kota/Kabupaten Cirebon	11. Rumah Sakit Umum Daerah Kota Cirebon
Kota/Kabupaten Bandung Barat	12. Rumah Sakit Daerah Kota/Kabupaten Bandung Barat

Tabel 3 Klasifikasi Rumah Sakit

No.	Jenis Fasilitas Pelayanan Medik	Klasifikasi RSU berdasarkan kemampuan fasilitas pelayanan medik			
		Kelas A	Kelas B	Kelas C	Kelas D
1.	Pelayanan gawat darurat	√	√	√	√
2.	Pelayanan umum	√	√	√	√
3.	Pelayanan spesialis dasar	min 4	min 4	min 4	min 2
4.	Spesialis penunjang medik	5	4	4	---
5.	Pelayanan sub-spesialistik	12	8	---	---
6.	Pelayanan medik spesialis lain	13	2	---	---

Sumber: UU RI Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit

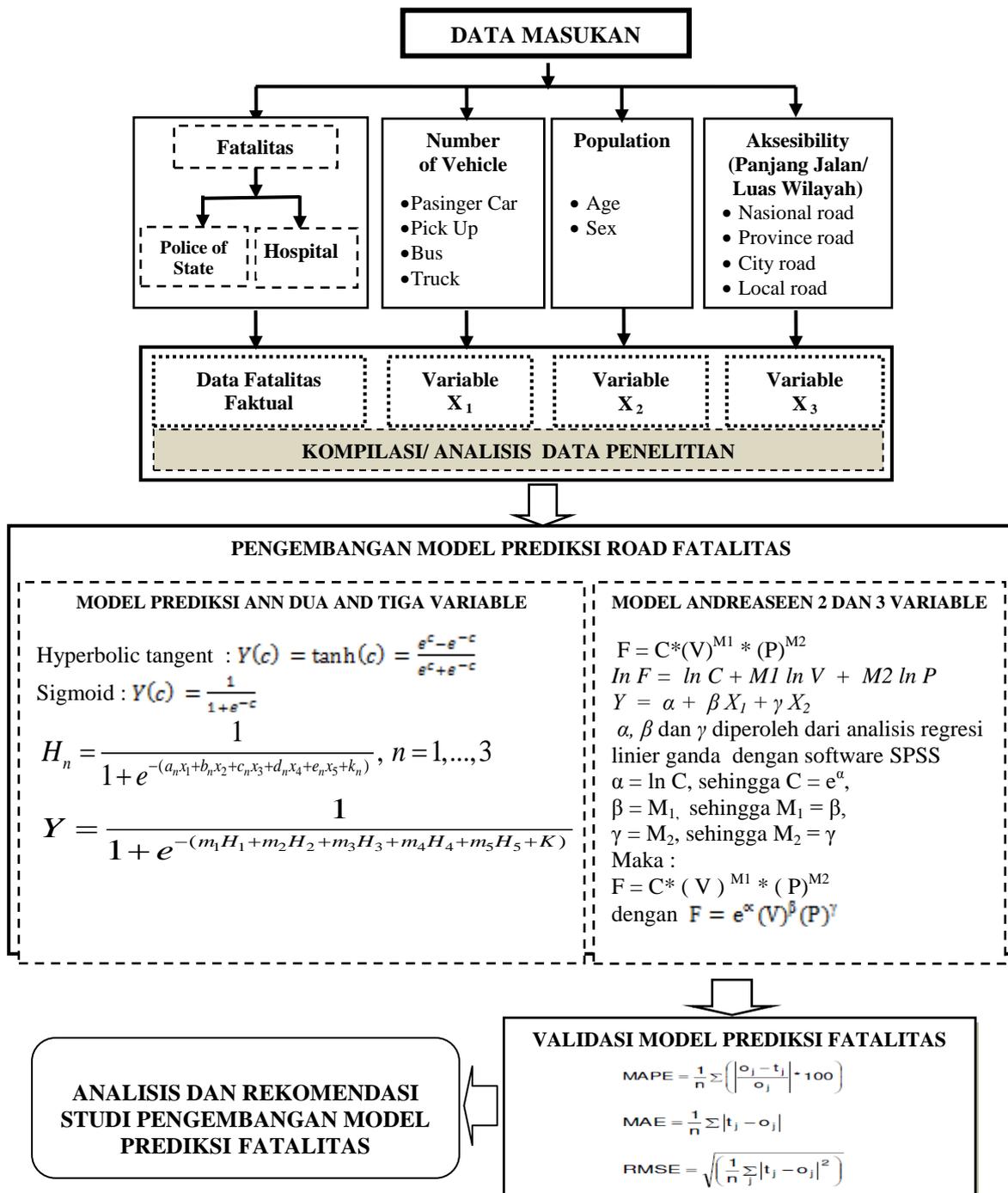


Keterangan:

.....► **Korban Fatalitas korban Kecelakaan lalu lintas di Rumah Sakit**

Gambar 2 Survei Data Fatalitas di Rumah Sakit

Data fatalitas yang meninggal dunia di rumah sakit diperoleh melalui metode studi analisis dokumen *medical record* tiap pasien, dengan berpedoman pada Undang-Undang Nomor 14 tahun 1993. Menurut International Road Traffic and Accident Database (IRTAD, 1998), masa waktu perawatan adalah paling lama 30 hari setelah terjadinya kecelakaan lalulintas. Gambar 2 menunjukkan tahapan analisis dokumen *medical record* pasien jumlah fatalitas di rumah sakit.



Gambar 3 Prosedur Pengembangan Model Prediksi Fatalitas

Tabel 4 Variabel Penelitian dan Masukan data

Variabel Penelitian	Total Data Masukan Semua Wilayah Studi (per tahun)				Variablel Masukan	
	2007	2008	2009	2010	Andreassen	ANN
Penduduk (juta)	25,18	25,72	26,15	27,80	√	√
Kendaraan (juta/unit)	4,54	5,12	5,70	6,74	√	√
Aksesibilitas (rasio panjang jalan dengan luas wilayah)	0,64	0,79	0,80	0,86	×	√
Fatalitas aktual *)	1885	2045	2140	2541	√	√

*) Data Kepolisian RI Ditambah Hasil Survei di Rumah Sakit

Pengembangan model prediksi fatalitas dibangun berdasarkan masukan tiap jenis data seluruh variabel. Kemudian dilakukan pengembangan model dengan menggunakan persamaan umum Andreassen (1985) dan pengembangan model *Artificial Neural Network* (ANN) dari bentuk *Multi Layer Perception* (MLP). Gambar 3 menunjukkan proses pengembangan model prediksi pada studi ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 5 berisi ringkasan hasil dari pengembangan model Andreassen (1985) dan model ANN jenis MLP satu dan dua *hidden layer* dengan multivariabel sesuai dengan kondisi di Indonesia, masing-masing dengan jumlah prediksi angka fatalitas yang terjadi tahun 2010 di 8 kota besar di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Penerapan model Andreassen (FA) dilakukan menurut bentuk umum persamaan Andreassen dengan data masukan dua variabel, yaitu jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor, sedangkan pengembangan model Andreassen (F1), (F2), dan (F3) dilakukan dengan data masukan multivariabel berdasarkan analisis hubungan antar variabel. Hubungan antar variabel tersebut adalah hubungan data perilaku pengemudi terhadap jumlah fatalitas dengan menggunakan *two step cluster*, hubungan variabel aksesibilitas (rasio panjang jalan terhadap luas wilayah) terhadap jumlah fatalitas, hubungan mobilitas (rasio panjang jalan per 1000 jumlah penduduk) terhadap jumlah fatalitas, serta hubungan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor terhadap jumlah fatalitas. Analisis hubungan antar variabel juga dilakukan pada pengembangan model ANN.

Dari hasil validasi *error model test* pada Tabel 6 dengan menggunakan tiga macam kriteria, yaitu *Mean Absolute Percent Errors* (MAPE), *Mean Absolute Errors* (MAE), dan *Root Mean Square Errors* (RMSE) diketahui bahwa model prediksi *Artificial Neural Network* (ANN) satu *hidden layer* (1HL) merupakan model terbaik karena memiliki nilai selisih *error* terkecil dibandingkan dengan model-model prediksi lainnya. Dari model prediksi ANN 3 variabel satu *layer* ini pula diketahui bahwa prediksi jumlah fatalitas yang terjadi pada 8 kota di Provinsi Jawa Barat adalah 2130 jiwa pada tahun 2010 dengan bentuk-bentuk persamaan sebagai berikut:

$$F_{31} = 100 + 680F_{31}'$$

$$F_{31}' = 2.077 - 2.17H_{31(1:1)} - 0.115H_{31(1:2)}$$

$$H_{31(1:1)} = \frac{1}{1 + e^{-(2.723 - 0.607V' - 0.834P' - 1.615A')}}}$$

$$H_{31(1:2)} = \frac{1}{1 + e^{-(0.262 - 0.583V' - 0.412P' - 0.09A')}}}$$

Tabel 5 Ringkasan Pengembangan Model Prediksi Fatalitas 8 Kota Besar di Provinsi Jawa Barat

Model Prediksi dan Jumlah Fatalitas							
Kota	Fatalitas Aktual*	Model Andreassen (FA)	Pg1 Andreassen (F1)	Pg2 Andreassen (F2)	Pg3 Andreassen (F3)	ANN 3 Var 1 HL (F3-1)	ANN 3 Var 2 HL (F3-2)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Bandung	780	363	418	557	596	609	553
Depok	130	258	255	250	272	210	219
Cimahi	197	217	190	231	249	186	193
Bekasi	306	386	345	321	377	353	364
Bogor	337	269	297	288	274	320	331
Sukabumi	172	149	157	146	124	154	159
Tasikmalaya	146	157	162	148	132	149	153
Cirebon	141	214	150	148	152	149	151
Total	2209	2013	1974	2089	2176	2130	2123

*) Laporan POLRI = 956 dan Hasil Survei di Rumah Sakit = 1253

Tabel 6 Uji Validasi Model

Kriteria Validasi	Uji Validasi Model					
	Model Andreassen (FA)	Pg1 Andreassen (F1)	Pg2 Andreassen (F2)	Pg3 Andreassen (F3)	ANN 3 Var 1 HL (F31)	ANN 3 Var 2 HL (F3-2)
MAPE	15,62	10,93	9,95	13,69	7,09	7,77
MAE	45,56	34,06	26,44	32,50	19,72	23,00
RMSE	107,41	91,41	61,75	61,62	46,34	59,25

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 diketahui bahwa hasil uji validasi model ANN3-1HL memiliki nilai *error* MAPE, MAE, dan RMSE paling kecil dibandingkan dengan model prediksi Andreassen dengan dua variabel (FA) dan hasil pengembangan model Andreassen multivariabel yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia (F1, F2, F3). Model ANN3-1HL diketahui mampu meramalkan jumlah fatalitas yang terjadi pada 8 kota besar provinsi Jawa Barat tahun 2010 sebanyak 122,803% lebih besar dibandingkan dengan data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian Republik Indonesia, yaitu sebesar 956 jiwa. Angka ini menunjukkan bahwa terdapat 122,803% data fatalitas yang tidak tercatat dan belum dilaporkan oleh Kepolisian (*under reporting*).

Dibandingkan dengan menggunakan model Andreassen dua variabel (FA) maupun hasil pengembangan model prediksi Andreassen dengan multivariabel F1, F2, dan F3,

diketahui bahwa masing-masing model tersebut memiliki hasil uji validasi dengan angka *error* yang tinggi dibandingkan dengan angka *error* ANN3-1HL. Hasil ini menunjukkan bahwa model prediksi Andreassen tidak tepat untuk digunakan di Indonesia. Hasil uji validasi model ini juga dapat berarti bahwa di Indonesia, khususnya di Provinsi Jawa Barat, terdapat variabel lain yang mempengaruhi jumlah fatalitas yang tidak sama dengan variabel yang digunakan di Eropa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengembangan model prediksi fatalitas pembahasan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Model prediksi *Artificial Neural Network* tiga variabel dengan satu *hidden layer* (ANN3-1HLL) adalah model prediksi terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan jumlah korban meninggal akibat kecelakaan lalu lintas jalan di 8 kota besar di Provinsi Jawa Barat. Model prediksi ANN3-1HL ini dapat dijadikan salah satu referensi bagi peneliti keselamatan jalan di Indonesia, seperti untuk melengkapi data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian Republik Indonesia.
2. Pada tahun 2010 jumlah korban meninggal dunia akibat kecelakaan lalu lintas jalan pada 8 kota besar di Provinsi Jawa Barat adalah 2130 orang. Jumlah ini 122,8% lebih besar daripada jumlah fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian Republik Indonesia, yaitu 956 orang.
3. Model prediksi Andreassen (1985) tidak tepat digunakan di Indonesia yang memiliki infrastruktur jalan dan wilayah yang lebih besar dibandingkan Negara tempat model tersebut digunakan.

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*. Publication No. 071105, Manila.
- Hobbs, FD. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu lintas (terjemahan)*. Edisi kedua. Gajah Mada University.
- International Road Traffic and Accident Database.1998. *Definitions and Data Availability*. Special Report. OECD-RTR. Paris.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 828/Menkes/SK/IX/2008, Tentang *Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Kesehatan di Kabupaten/Kota*. Jakarta.

- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalulintas dan Angkutan Jalan*. Lembaran Negara RI Nomor 96 tahun 2009. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Nomor 44 tahun 2009 tentang Rumah Sakit*. Lembaran Negara RI Nomor 153 tahun 2009. Jakarta.
- World Health Organization. 2009. *Regional Report on Status of Road Safety: The South-East Asia Region*. New Delhi.