

PREDIKSI JUMLAH FATALITAS DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BERDASARKAN UNDANG-UNDANG LALULINTAS TAHUN 2009 DAN KARAKTERISTIK WILAYAH

Supratman Agus

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

Abstract

Law No. 22 of 2009, on Road Traffic and Road Transport, stated that the fatality data should be complemented with data coming from the hospital. The fatality data reported by the police is the data from the place of traffic accident. Two variables, population and number of vehicles, have been used to predict the number of traffic accident fatalities in many countries. The purpose of this study was to develop a multivariable Artificial Neural Network model for the prediction of fatality in Indonesia. The predictive model was built with input population data of 2007-2010 from the 26 counties and cities in West Java. The study results showed that the ANN three variables with two hidden layer (ANN3-2HL) model is the best-fatality prediction models and prediction of the number of fatalities in West Java Province for 2010 is 3,872 people, which means greater than the number in the data of the Indonesian National Police. Model ANN3-2HL is expected to be used to predict the actual number of fatalities in road safety studies in Indonesia.

Key words: traffic, road safety, accidents, fatalities

Abstrak

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, tentang Lalulintas dan Angkutan Jalan, menyatakan bahwa data fatalitas perlu dilengkapi dengan data yang berasal dari rumah sakit. Data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian berasal dari lokasi kejadian. Untuk memprediksi jumlah fatalitas kecelakaan lalulintas di banyak negara, digunakan dua variabel, yaitu jumlah penduduk dan jumlah kendaraan. Tujuan studi ini adalah mengembangkan model Artificial Neural Network multivariabel untuk prediksi fatalitas di Indonesia. Model prediksi dibangun dengan *input* data populasi tahun 2007-2010 dari 26 kabupaten-kota di Jawa Barat. Hasil studi menunjukkan bahwa model ANN tiga variabel dengan dua *hidden layer* (ANN3-2HL) merupakan model prediksi fatalitas terbaik dan jumlah prediksi fatalitas tahun 2010 di Provinsi Jawa Barat adalah 3.872 orang, yang berarti lebih banyak dari data Kepolisian Republik Indonesia. Model ANN3-2HL diharapkan dapat digunakan untuk meramalkan jumlah fatalitas aktual pada studi keselamatan jalan di Indonesia.

Kata-kata kunci: lalulintas, keselamatan jalan, kecelakaan, fatalitas

PENDAHULUAN

Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, tentang Lalulintas dan Angkutan Jalan, menyatakan bahwa data fatalitas harus dilengkapi dengan data yang berasal dari rumah sakit. Tetapi data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian Negara RI belum mencerminkan jumlah korban sebenarnya. Data tersebut adalah data korban kecelakaan

lalulintas di lokasi kejadian, yang belum dilengkapi dengan data korban kecelakaan lalulintas yang meninggal dunia di rumah sakit. Asian Development Bank (2005) melaporkan bahwa di Indonesia jumlah fatalitas yang sebenarnya terjadi hampir empat kali lipat data yang tercatat di Kepolisian Negara RI, sehingga diperkirakan masih banyak korban kecelakaan lalulintas yang belum tercatat dan belum dilaporkan. Data fatalitas yang tidak akurat tidak layak digunakan dalam studi keselamatan lalulintas jalan; Hasil studi yang diperoleh juga tidak layak digunakan untuk menetapkan berbagai kebijakan strategis untuk memperbaiki sistem pengelolaan keselamatan jalan di Indonesia.

Prediksi jumlah fatalitas yang terjadi di banyak negara, termasuk di Indonesia, umumnya menggunakan model prediksi yang dikembangkan oleh Smeed (1949) dan Andreassen (1985) di Eropa. Model prediksi tersebut dibangun berdasarkan dua variabel, yaitu jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor. Variabel ini perlu dikaji ulang untuk kondisi di Indonesia. Studi ini dimaksudkan untuk mengembangkan variabel penelitian untuk meramalkan jumlah fatalitas aktual sesuai dengan karakteristik wilayah dan infrastruktur transportasi jalan di Indonesia, yaitu dari dua variabel menjadi multivariabel dengan mengembangkan model *Artificial Neural Network* (ANN). Multivariabel tersebut adalah jumlah penduduk, panjang jalan, jumlah kendaraan bermotor, luas wilayah, dan jumlah kepemilikan Surat Izin Mengemudi (SIM). Diharapkan keluaran studi ini adalah model prediksi fatalitas terbaru yang dapat digunakan secara luas untuk meramalkan jumlah fatalitas aktual di Indonesia.

Indonesia menghadapi masalah pencatatan jumlah korban kecelakaan lalulintas yang sangat serius. Diperkirakan masih banyak korban kecelakaan lalulintas yang belum tercatat dan belum dilaporkan. 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 lalulintas di jalan, dengan Indonesia menempati peringkat ketiga paling tinggi dalam jumlah korban meninggal dunia di antara negara-negara ASEAN. Hobbs (1995) berpendapat bahwa kasus kecelakaan lalulintas sulit diminimalisasi dan cenderung meningkat seiring dengan penambahan panjang jalan dan banyaknya pergerakan kendaraan. Tabel 1 menunjukkan data fatalitas korban kecelakaan lalulintas di Indonesia terhadap beberapa negara di ASEAN.

Data fatalitas kecelakaan lalulintas merupakan data utama untuk studi keselamatan jalan. Akurasi data fatalitas diperlukan agar hasil studi sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Data korban kecelakaan lalulintas yang tidak akurat tidak bisa digunakan sebagai sumber untuk melakukan analisis dan menyusun kebijakan umum untuk perbaikan sistem keselamatan jalan.

Tabel 1 Data Fatalitas di ASEAN 2010 (WHO, 2013)

Negara	Populasi	Jumlah Kendaraan	Data Fatalitas
Brunei	398.920	349.279	46
Camboja	14.443.679	1.652.534	1.816
Indonesia	239.870.944	72.692.857	31.234
Laos	6.200.894	1.008.788	790
Malaysia	28.401.017	20.188.565	6.872
Myanmar	47.963.010	33.166.411	11.029
Philipina	93.269.800	6.634.855	6941
Singapura	5.086.418	945.829	193
Thailand	69.122.232	28.484.829	13.766
Vietnam	87.848.460	33.166.411	11.029

Model Prediksi Andreassen

Andreassen mengembangkan model prediksi Smeed (1949) dengan melakukan penyesuaian parameter *intercept* dan *gradient* pada persamaan Smeed agar model prediksi berlaku lebih universal. Model Smeed dikembangkan pada tahun 1949 di Eropa menggunakan hubungan jumlah kendaraan bermotor (V) dan jumlah penduduk (P) sebagai variabel. Kedua variabel tersebut dipandang sangat berpengaruh terhadap jumlah fatalitas yang terjadi. Bentuk umum persamaan Andreassen adalah:

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

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:

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

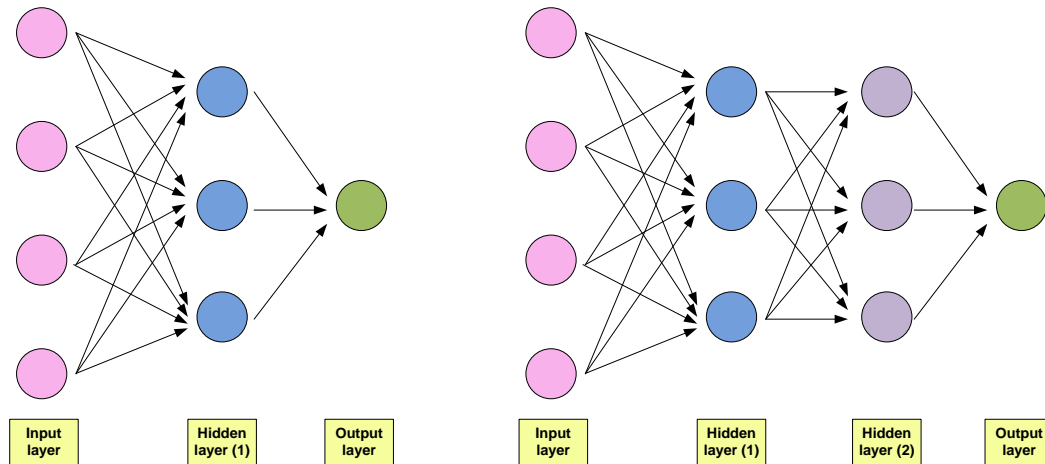
Di Indonesia model prediksi Smeed atau “*Smeed’s Law*” maupun model Andreassen masih digunakan untuk meramalkan jumlah fatalitas akibat kecelakaan lalu lintas jalan.

Model Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) atau Jaringan Saraf Tiruan (JST) adalah suatu alat pemodelan data statistika nonlinier yang dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara *input* dan *output* untuk menemukan pola-pola. ANN merupakan jaringan sekelompok unit kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan saraf manusia sebagai sistem adaptif, yaitu dapat mengubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui suatu jaringan. Model ANN telah banyak diimplementasikan pada berbagai bidang keilmuan untuk melakukan prediksi atau peramalan (William dan Yan, 2008). Moshou (2001) menyatakan bahwa ANN memiliki keunggulan bila digunakan untuk menyelesaikan masalah segmentasi dan klasifikasi dengan jumlah dan keragaman data yang besar.

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 *input* data menjadi set *output* dengan menggunakan fungsi aktivasi nonlinear. Pada MLP variabel independen maupun variabel dependen memiliki tingkat pengukuran metrik maupun nonmetrik. MLP dapat disebut pula dengan *forward network* atau *back-propagation*, sebab informasi bergerak hanya dalam satu arah, yaitu dari *input layer* menuju *hidden layer*, lalu menuju *output layer* (Gambar 1).



Gambar 1 Model ANN *Multi Layer* dengan Satu dan Dua *Hidden Layer*

Fungsi aktivasi pada *hidden layer* adalah:

$$\text{Hyperbolic tangent} : Y(c) = \tanh(c) = \frac{e^c - e^{-c}}{e^c + e^{-c}} \quad (3)$$

$$\text{Sigmoid} : Y(c) = \frac{1}{1 + e^{-c}} \quad (4)$$

Fungsi aktivasi pada *output layer*:

$$\text{Identity} : Y(c) = c \quad (5)$$

$$\text{Softmax} : Y(c_k) = \frac{e^{c_k}}{\sum_j e^{c_j}} \quad (6)$$

$$\text{Hyperbolic tangent} : Y(c) = \tanh(c) = \frac{e^c - e^{-c}}{e^c + e^{-c}} \quad (7)$$

$$\text{Sigmoid} : Y(c) = \frac{1}{1 + e^{-c}} \quad (8)$$

Uji validasi model pada studi peramalan dilakukan untuk mengetahui model prediksi terbaik, yaitu model yang menghasilkan selisih terkecil antara data fatalitas aktual dengan hasil model ANN tiga variabel dengan satu *hidden layer* (ANN3-1HL) dan model ANN tiga variabel dengan dua *hidden layer* (ANN3-2HL). Uji validasi dilakukan

menggunakan tiga macam *error model test*, yaitu *Mean Absolute Percent Errors* (MAPE), *Mean Absolute Errors* (MAE), dan *Root Mean Square Errors* (RMSE).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left(\left| \frac{o_j - t_j}{o_j} \right| \times 100 \right) \quad (9)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum |t_j - o_j| \quad (10)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum |t_j - o_j|^2} \quad (11)$$

METODOLOGI

Populasi wilayah studi adalah Provinsi Jawa Barat, yang terdiri dari 26 wilayah kabupaten/kota. Pada tahun 2010 Provinsi Jawa Barat memiliki jumlah penduduk 43.806.653 jiwa, jumlah kendaraan bermotor 9.069.704 unit, total panjang 27.128,52 km, dan total luas wilayah 38.783,13 km². Sedangkan sampel rumah sakit adalah Rumah Sakit Umum Pusat Provinsi Jawa Barat dan semua Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) dengan klasifikasi rumah sakit kelas B di provinsi Jawa Barat. Tabel 2 menunjukkan deskripsi sumber data penelitian dan jumlah populasi.

Tabel 2 Deskripsi Sumber Data Penelitian dan Jumlah Populasi

Wilayah Studi	Rumah Sakit Sampel
Kota Bandung	1. Rumah Sakit Umum Pusat Dr Hasan Sadikin
	2. Rumah Sakit Al-Islam
	3. Rumah Sakit Advent
	4. Rumah Sakit Immanuel
	5. Rumah Sakit Umum Santosa
	6. Rumah Sakit St. Borromeus
Kota Depok	7. Rumah Sakit Umum Daerah Kota Depok
Kota Banjar	8. Rumah Sakit Umum Daerah Banjar
Kota Cimahi	9. Rumah Sakit Umum Cimahi
Kota/kabupaten Bekasi	10. Rumah Sakit Umum Daerah Bekasi
	11. Rumah Sakit Karya Medika
Kota/Kabupaten Bogor	12. Rumah Sakit Umum Cibinong
	13. Rumah Sakit PMI Bogor
Kota/Kabupaten Sukabumi	14. Rumah Sakit Umum Daerah R. Syamsudin
Kota/Kabupaten Tasikmalaya	15. Rumah Sakit Umum Daerah Tasikmalaya
Kota/Kabupaten Cirebon	16. Rumah Sakit Umum Daerah Gunung Jati
Kabupaten Bandung Barat	17. Rumah Sakit Daerah Al-Ihsan
Kabupaten Cianjur	18. Rumah Sakit Umum Daerah Cianjur
Kabupaten Garut	19. Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Slamet
Kabupaten Ciamis	20. Rumah Sakit Umum Daerah Ciamis
Kabupaten Kuningan	21. Rumah Sakit Umum Daerah Kuningan
Kabupaten Karawang	22. Rumah Sakit Umum Daerah Karawang

Data fatalitas yang meninggal dunia di rumah sakit dicatat berdasarkan masa waktu perawatan paling lama 30 hari setelah terjadinya kecelakaan lalulintas berpedoman pada International Road Traffic and Accident Database (1998). Gambar 2 menunjukkan tahapan analisis dokumen *medical record* pasien jumlah fatalitas di rumah sakit.

Tabel 3 Klasifikasi Rumah Sakit

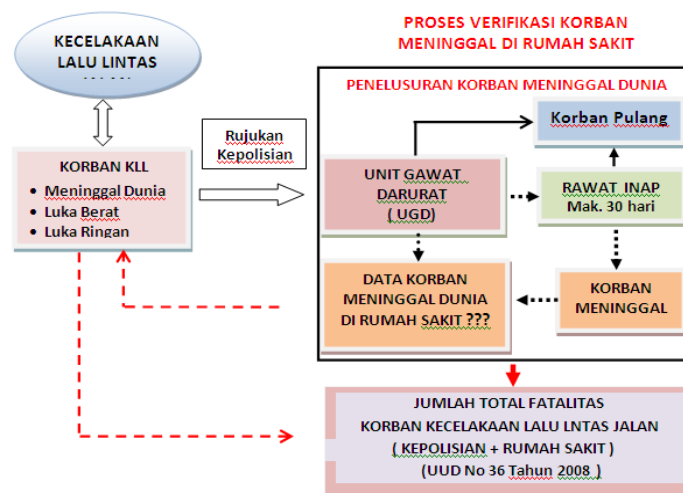
No.	Jenis Fasilitas Pelayanan Medis	Klasifikasi RSU Berdasarkan Kemampuan Fasilitas Pelayanan Medis			
		Kelas A	Kelas B	Kelas C	Kelas D
1.	Pelayanan gawat darurat	√	√	√	√
2.	Pelayanan umum	√	√	√	√
3.	Pelayanan spesialis dasar	min 4	min 4	min 4	min 2
4.	Spesialis penunjang medic	5	4	4	-
5.	Pelayanan sub-spesialistik	12	8	-	-
6.	Pelayanan medik spesialis lain	13	2	-	-

Sumber: UU RI Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit

Tabel 4 Variabel Penelitian dan *Input* Data

Variabel Penelitian	Total Input Data Semua Wilayah Studi (Per Tahun)				Input Variable	
	2007	2008	2009	2010	Andreassen	ANN
Penduduk (juta)	40,65	41,39	42,01	43,80	√	√
Kendaraan (juta/unit)	6,12	6,89	7,73	9,07	√	√
Aksesibilitas (rasio panjang jalan dengan luas wilayah)	0,64	0,67	0,67	0,69	×	√
Fatalitas aktual *)	3158	3399	3429	3927	√	√

*) Data Kepolisian RI ditambah hasil survei di rumah sakit



Keterangan:

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

Gambar 2 Survei Data Fatalitas di Rumah Sakit

dengan:

F = Prediksi jumlah fatalitas

V = Jumlah kendaraan

P = Jumlah penduduk

A = Aksesibilitas

F' = Jumlah fatalitas yang sudah dinormalisasi

Hasil Pengembangan Model Prediksi Fatalitas

Tabel 5 adalah ringkasan hasil pengembangan model ANN jenis MLP, yaitu model ANN tiga variabel dengan satu *hidden layer* (ANN3-1HL) dan model ANN tiga variabel dengan dua *hidden layer* (ANN3-2HL) sesuai karakteristik wilayah dan infrastruktur transportasi jalan serta hasil uji korelasi hubungan antarvariabel. Tabel 5 juga menunjukkan hasil uji validasi dengan *error test* MAE, MAPE, dan RMSE pada masing-masing model dan jumlah prediksi fatalitas yang terjadi pada tahun 2010 di Provinsi Jawa Barat.

Tabel 5 Ringkasan Pengembangan Model Prediksi Fatalitas Provinsi Jawa Barat

Wilayah Kabupaten/Kota	Fatalitas Aktual *	Jumlah Prediksi Fatalitas Hasil Pengembangan Model	
		ANN3-1HL	ANN3-2HL
Kota Bandung	780	652	646
Kota Depok	130	247	205
Kota Cimahi	197	236	172
Kota Bekasi	306	334	441
Kota Bogor	337	288	327
Kota/Kab.Sukabumi	172	167	165
Kota/Kab.Tasikmalaya	146	165	160
Kota/Kab. Cirebon	141	165	167
Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung	332	259	279
Kabupaten Indramayu	276	145	145
Kabupaten Cianjur	180	138	143
Kabupaten Ciamis	151	141	144
Kabupaten Majalengka	52	133	133
Kabupaten Subang dan Purwakarta	192	167	163
Kabupaten Sumedang	129	128	130
Kabupaten Garut	168	144	149
Kabupaten Kuningan	119	120	126
Kabupaten Karawang	119	198	177
Total	3927 *	3823	3872
	Error test MAPE	29,75	27,39
	Error test MAE	46,89	47,17
	Error test RMSE	64,31	64,09

*) Laporan Polisi Negara RI + data rumah sakit

Berdasarkan hasil uji validasi diperoleh bahwa model ANN3-2HL memiliki nilai *error test* MAPE paling rendah, yaitu 27,39, dibandingkan dengan model ANN3-1HL, dan berada pada klasifikasi cukup baik. Kedua model dikategorikan mampu meramalkan jumlah prediksi fatalitas akibat korban kecelakaan lalulintas di Provinsi Jawa Barat dengan faktor kesalahan (27,39-29,75) %. Selain itu, dari Tabel 5 diketahui pula bahwa prediksi total jumlah fatalitas aktual yang terjadi pada tahun 2010 adalah sebanyak 3.872 jiwa meninggal dunia akibat kecelakaan lalulintas jalan di Provinsi Barat. Nilai ini lebih banyak 90,93 % dibandingkan data fatalitas yang dilaporkan Kepolisian Negara RI, yaitu 2.028 orang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan model prediksi fatalitas dan analisis pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Variabel jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor, dan aspek aksesibilitas memiliki nilai korelasi yang kuat atau sangat kuat terhadap jumlah fatalitas korban kecelakaan lalulintas jalan di Provinsi Jawa Barat.
2. Model *Artificial Neural Network* tiga variabel dengan dua *hidden layer* (ANN3-2HLL) adalah model prediksi terbaik untuk meramalkan jumlah korban meninggal akibat kecelakaan lalulintas jalan di Provinsi Jawa Barat.
3. Prediksi jumlah fatalitas akibat korban kecelakaan lalulintas pada tahun 2010 di Provinsi Jawa Barat adalah 3.872 jiwa meninggal dunia dan nilai ini 90,93 % lebih banyak dibandingkan dengan data fatalitas yang dilaporkan oleh Kepolisian RI, yaitu 2.028 orang.

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, F.D. 1995. *Prencanaan dan Teknik Lalulintas*. Edisi kedua. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- International Road Traffic and Accident Database.1998. *Definitions and Data Availabbility*. Special Report. OECD-RTR, BASt, Gladbach.
- World Health Organization. 2009. *Regional Report on Status of Road Safety: The South-East Asia Region*. New Delhi.

World Health Organization. 2013. *Road Safety Status in the WHO South East Asia Region 2013*. New Delhi.