

STUDI PERBANDINGAN METODA ANALISA REGRESI DAN METODA JARINGAN SYARAF TIRUAN DALAM PEMODELAN BANGKITAN LALU LINTAS

Hamdi

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya
Jln. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang-30139
E-mail: hamdimuchtar@yahoo.com

ABSTRACT

An accurate forecasting of trip production is very important in term of trip generation of four-step travel demand forecasting procedure. This means that more reliable forecast depends on more accurate trip production rate. Improving the accuracy of forecasts, however, requires a reliable data base extensively or improvement technique in the modeling processes. The data base used in this paper was taken from household trip production survey of the Bougenville housing complex, Palembang in 2009. Four prediction models were calibrated on this data by using both multiple regression analysis (MRA) and back propagation-artificial neural network (ANN) methods. Comparisons of the resulted- R^2 s indicate that the ANNs have the capability to represent the relationship between the trip production rate (Y) and the independent variables (Xs) more accurately than MRAs.

Keywords: Forecast, Four-Step Travel Demand, Trip Generation, Household Trip Production, Multiple Regression, Artificial Neural Network.

PENDAHULUAN

Perencanaan transportasi merupakan bagian dari proses pengambilan keputusan atau kebijakan transportasi guna memberikan solusi terbaik. (Tamin, 2000). Perencanaan transportasi juga dapat dijabarkan sebagai sebuah rangkaian proses kegiatan untuk memilih dan memutuskan alternatif-alternatif pilihan fasilitas transportasi guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya, dengan memanfaatkan sumber daya yang ada secara efisien. (Miro, 2005). Rangkaian proses yang digunakan dalam perencanaan transportasi sering disebut sebagai konsep perencanaan transportasi empat tahap (*four-step models*), yaitu; bangkitan perjalanan (*trip generation*), sebaran perjalanan (*trip distribution*), pemilihan moda transportasi (*mode choice*) dan pemilihan rute (*route choice*).

Bangkitan perjalanan (*trip generation*) merupakan fungsi sosio-ekonomi, lokasi dan karakteristik tata guna lahan yang bertujuan untuk meramalkan jumlah perjalanan yang dihasilkan atau ditarik oleh suatu zona. Bangkitan perjalanan, merupakan bagian yang sangat penting dalam perencanaan transportasi, dan berbagai bentuk pemodelan untuk perkiraan jumlah perjalanan dimasa mendatang dilakukan pada tahapan ini. (Arliansyah, 2008). Lebih lanjut, Faghri at al (1996), menyatakan bahwa "*Accurate and reliable estimates of trip production of a study area are important for an accurate forecast from the four-step travel demand forecasting procedure.*" Hal ini berarti semakin tinggi tingkat akurasi bangkitan perjalanan akan menghasilkan tingkat kepercayaan perkiraan (*forecasting*) yang lebih tinggi pula.

Banyak penelitian yang membahas masalah bangkitan perjalanan, penggunaan metoda analisis regresi berganda (*multiple regression analysis, MRA*) paling banyak digunakan. Hal ini dikarenakan

perangkat pendukung untuk pengolahan data, seperti program SPSS sangat mudah ditemukan dan digunakan. Pendekatan pemodelan lain yang kini mulai berkembang adalah penggunaan metoda jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network, ANN*). ANN merupakan "multivariate analytical tool" yang diharapkan menjadi alat pengolah data dalam sistim komputer generasi masa depan (Rossini, 1998).

Rossini, (1998), dalam kajian perbandingan antara MRA dan ANN terhadap penilaian kepemilikan rumah di Australia Selatan menyimpulkan bahwa ANN menunjukkan hasil yang lebih baik terhadap penilaian kepemilikan rumah dibanding metode MRA untuk jumlah data yang relatif sedikit, sedangkan untuk jumlah data yang besar, MRA justru lebih baik.

Ranasinghe, at al, (1999), dalam kajian penggunaan MRA dan ANN terhadap estimasi keinginan membayar suplai air bersih perkotaan di kota Trincomale, Srilanka. Dari kajian disimpulkan bahwa metoda ANN dapat menghasilkan bentuk pemodelan yang lebih akurat dibandingkan dengan metode MRA.

Brey, at al, (1996), dalam kajian prediksi rasio *production/biomass, P/B ratio* dari populasi *benthic invertebrate*, menyimpulkan bahwa hasil yang didapatkan dari metode ANN lebih baik dalam memprediksi populasi dibandingkan metode MRA.

Faghri, at. Al, (1996), dalam kajian peramalan terhadap trip production menyimpulkan bahwa pemodelan dengan ANN menghasilkan tingkat keakurasian yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode MRA.

Arliansyah, (2008), dalam kajian tarikan pergerakan bandara Sultan Mahmud Badaruddin II, menyimpulkan bahwa metoda ANN dapat digunakan dalam pemodelan trip generation dan

memberikan nilai R² yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan metode MRA.

Kim, et al, (2010), dalam kajian pemodelan untuk pengujian emisi kendaraan menyimpulkan bahwa metoda ANN memiliki tingkat presisi hasil yang lebih baik dibandingkan dengan pemodelan dengan cara MRA.

Kajian ini membahas penggunaan metode MRA dan ANN dalam pemodelan bangkitan perjalanan berbasis perumahan (*home-based trip production*) yang dibangkitkan oleh suatu kawasan perumahan.

BAHAN DAN METODE

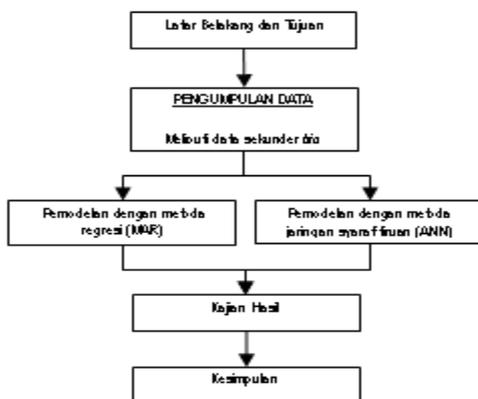
Kajian ini menggunakan data sekunder hasil survey rumah tangga terhadap penduduk yang tinggal di perumahan Bougenville, Palembang yang memiliki populasi sebanyak 810 keluarga. (Hamdi, 2010). Data yang disurvei terhadap 560 keluarga, meliputi kondisi sosio-ekonomi keluarga, yaitu; ukuran keluarga (*family size*), jumlah kepemilikan kendaraan (*car ownership*), kepemilikan sepeda motor (*motorcycle ownership*) dan penghasilan keluarga (*family income*).

Keempat parameter tersebut diperlakukan sebagai faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya jumlah perjalanan yang dibangkitkan oleh perumahan tersebut. Dalam proses pemodelan, keempat parameter tersebut diperlakukan sebagai variabel bebas (*independent variables*), sedangkan jumlah perjalanan diperlakukan sebagai variabel tak bebas (*dependent variables*). Notasi dari masing-masing variabel tersebut dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter yang digunakan dalam penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Jumlah perjalanan yang dibangkitkan
X1	Jumlah anggota keluarga
X2	Jumlah kepemilikan mobil
X3	Jumlah kepemilikan sepeda motor
X4	Jumlah penghasilan keluarga/bulan

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Pada pemodelan bangkitan perjalanan dengan MRA, hubungan matematis antara dua variabel atau lebih digunakan untuk memperkirakan parameter-parameter terbaik yang memiliki hubungan erat terhadap terjadinya suatu bangkitan lalu lintas pada perumahan,. Variabel yang akan diramalkan (*dependent variable, Y*) memiliki hubungan secara linier dengan variabel-variabel bebasnya (*independent variables, Xs*). Secara matematis, hubungan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut (Sugiyono, 1997);

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \dots\dots\dots(1)$$

- dimana :
- Y = variabel yang diramalkan (variabel tak bebas)
 - X₁, X₂, ..., X_n = variabel - variabel peramal (variabel bebas)
 - b₀, b₁, ..., b_n = koefisien persamaan regresi.

Berbeda dengan MRA, metode ANN terdiri atas tiga bagian, yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*. Metode pengolahan data yang digunakan adalah *back propagation learning algorithm*. Algoritma ini menggunakan pola belajar berdasarkan *error corection rule*. Input vektor (X) dimasukan melalui *input layer* dan diteruskan ke *hidden layer* dan akhirnya didapat output (Y) sebagai respon dari jaringan saraf tiruan. Pada proses ini bobot antara layer pada awalnya ditentukan secara acak. Proses berikutnya dilakukan secara berlawanan arah (*backward*) dan untuk mengkoreksi bobot yang ada menggunakan *error corection rule*. Proses ini akan terus berulang hingga kesalahan pada *output layer* mencapai batas yang ditentukan. (Arliansyah, 2008). Bentuk umum fungsi yang dihasilkan oleh jaringan saraf buatan sebagai berikut;

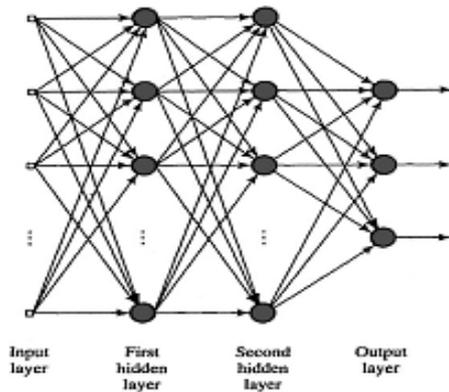
$$Y = f (\sum W_n \cdot X_n) \dots\dots\dots(2)$$

- dimana:
- Y : Output
 - f : Fungsi transfer
 - W_n : Bobot korespondensi
 - X_n : input yang digunakan

Fungsi transfer dilakukan pada *hidden layer* dan *output layer*, dimana pada studi ini dipakai fungsi Sigmoid Biner. Fungsi ini diexpresikan sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}} \dots\dots\dots(3)$$

Bentuk umum jaringan syaraf tiruan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bentuk umum jaringan saraf tiruan
Sumber: Haykin (1994).

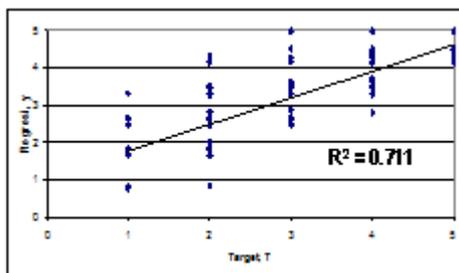
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bangkitan perjalanan yang dihasilkan diasumsikan sebagai variabel Y, yang merupakan variabel tak bebas. Faktor-faktor yang mempengaruhi timbulnya bangkitan lalu lintas berturut-turut adalah; variabel bebas X1 (jumlah anggota keluarga / ukuran keluarga), X2 (jumlah kepemilikan mobil), X3 (jumlah kepemilikan sepeda motor) dan X4 (jumlah pendapatan rata-rata keluarga setiap bulan).

Perhitungan dengan metode MRA dilakukan dengan menggunakan software aplikasi SPSS. Dalam kajian ini dicoba 4 kombinasi pengaruh parameter (variabel bebas) terhadap jumlah pergerakan yang dihasilkan. Indikasi signifikansi pengaruh dari keempat parameter yang diuji terhadap besarnya bangkitan perjalanan dapat dilihat dari besarnya nilai R^2 yang diperoleh dari setiap kombinasi. Semakin besar nilai R^2 -nya, maka akan semakin tinggi tingkat pengaruh dari parameter-parameter tersebut terhadap terjadinya pergerakan.

Berikut hasil pemodelan prediksi bangkitan perjalanan yang dihitung dengan menggunakan metode MRA yakni:

Kombinasi-1 dimana hubungan jumlah perjalanan (Y) dengan parameter jumlah keluarga (X1), jumlah mobil (X2), jumlah motor (X3) dan besar penghasilan (X4). Hasil pengolahan pada kombinasi ini dapat dilihat pada gambar 3, sebagai berikut;

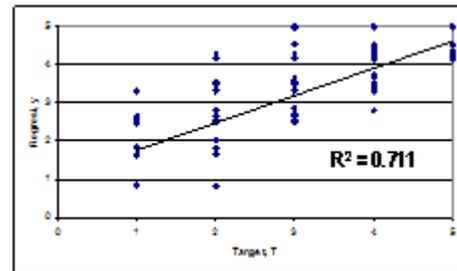


Gambar 3. Perbandingan hasil prediksi MRA dengan data lapangan kombinasi-1.

Persamaan model:

$$Y = -0,201 + 0,830 X1 - 0,038 X2 + 0,021 X3 + 0,183 X4, \text{ dan } R^2 = 0.711$$

Kombinasi-2 dimana hubungan jumlah perjalanan (Y) dengan parameter jumlah keluarga (X1), jumlah motor (X3) dan besar penghasilan (X4). Hasil pengolahan dapat dilihat pada gambar 4.

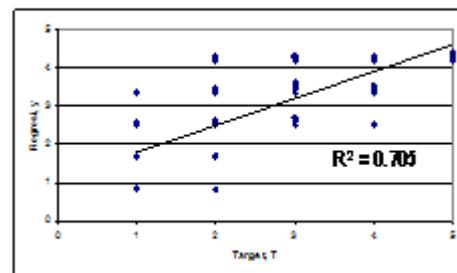


Gambar 4. Perbandingan hasil prediksi MRA dengan data lapangan kombinasi-2.

Persamaan model:

$$Y = -0,188 + 0,830 X1 + 0,026 X3 + 0,166 X4 \text{ dan } R^2 = 0.711$$

Kombinasi-3 dimana hubungan jumlah perjalanan (Y) dengan parameter jumlah keluarga (X1) dan jumlah motor (X3) yang hasilnya pada gambar 5.

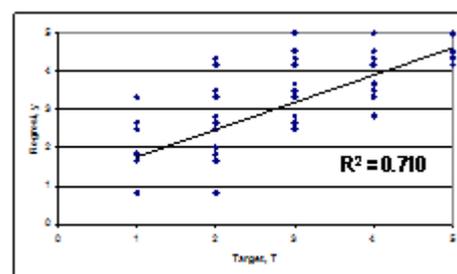


Gambar 5. Perbandingan hasil prediksi MRA dengan data lapangan kombinasi-3.

Persamaan model:

$$Y = -0,036 + 0,843 X1 + 0,070 X3 \text{ dan } R^2 = 0.705$$

Kombinasi-4 dimana hubungan jumlah perjalanan (Y) dengan parameter jumlah keluarga (X1) dan besar penghasilan (X4). Hasil pengolahan data dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan hasil prediksi MRA dengan data lapangan kombinasi-4.

Persamaan model :

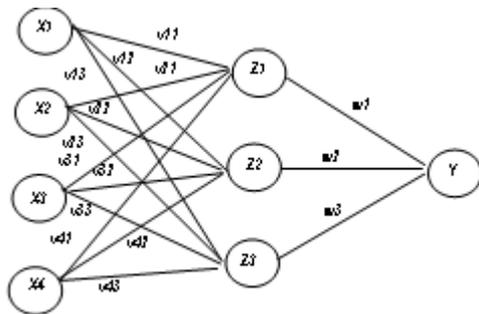
$$Y = -0,189 + 0,833 X1 + 0,174 X4 \text{ dan } R^2 = 0.710$$

Dari keempat kombinasi diatas, kombinasi-1 dan kombinasi-2 menghasilkan nilai R^2 yang lebih besar dibandingkan dengan yang lainnya, yakni sebesar 0.711. Namun jika dilihat pada kombinasi-1, parameter X2 memiliki hubungan negatif (tidak logis) terhadap terjadinya bangkitan perjalanan, sehingga kombinasi-2-lah yang paling sesuai untuk model bangkitan perjalanan. Dengan R^2 sebesar 0.711 berarti bahwa jumlah bangkitan perjalanan pada perumahan Bougenville tersebut 71,1% dipengaruhi ukuran keluarga, jumlah sepeda motor yang dimiliki dan besarnya penghasilan keluarga, sedangkan 28,9% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain.

Perhitungan Bangkitan Perjalanan dengan Metode ANN dilakukan dengan menggunakan data dan kombinasi yang sama dengan metode MRA. Proses komputasi bangkitan perjalanan dengan metode ANN ini menggunakan program bantu yang dikembangkan melalui bahasa pemrograman Borland Delphi-6.

Dengan metode ANN ini, data-data mengalami dua kali proses, yaitu: pertama disebut dengan fase *Proses Training Set*, dimana data input diproses bersama dengan bobot masing-masing untuk menghasilkan luaran yang mendekati output harapan (target, T).

Fase kedua disebut *Proses Testing Set*, yaitu data input di atas dimasukkan kembali ke dalam fungsi matematis yang diperoleh untuk memperoleh luaran yang baru. Proses-proses ini akan mengalami iterasi (*looping*) sehingga output aktual mendekati atau sama dengan output target ($Y=T$).



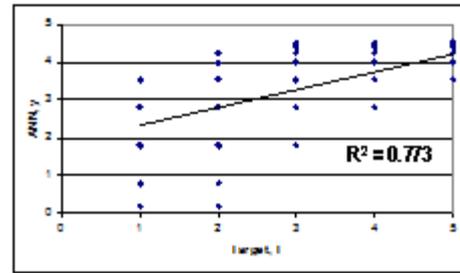
- X1: Family size
- X2: Car ownership
- X3: Motorcycle ownership
- X4: Household monthly income
- v1..n: Bobot korespondensi antara Input layer dan Hidden layer
- Z1..3: Hidden layer
- w1..3: Bobot korespondensi antara Hidden layer dan Output layer
- Y: Number of trip production

Gambar 7. Bentuk jaringan syaraf tiruan yang digunakan untuk *trip production*.

Hasil perhitungan terhadap 4 kombinasi sebagaimana dilakukan dengan metode regresi, maka dengan metode ANN diperoleh hasil sebagai berikut:

Kombinasi-1: Jumlah perjalanan (Y) dengan menggunakan parameter bebas jumlah keluarga

(X1), jumlah mobil (X2), jumlah motor (X3) dan jumlah penghasilan (X4).



Gambar 8. Perbandingan hasil prediksi ANN dengan data lapangan kombinasi-1.

Hasil pemodelan jaringan saraf buatan yang didapat adalah:

$$Y = f (Z_1 \cdot W_{11} + Z_2 \cdot W_{21} + Z_3 \cdot W_{31})$$

$$Y = f \{ (Z_1 \cdot (-53.9351)) + (Z_2 \cdot (-0.12172)) + (Z_3 \cdot (-0.78297)) \}$$

dimana:

$$Z_1 = f (X_1 \cdot V_{11} + X_2 \cdot V_{21} + X_3 \cdot V_{31} + X_4 \cdot V_{41})$$

$$= f \{ (X_1 \cdot (-19.9032)) + (X_2 \cdot (-19.6027)) + (X_3 \cdot (-19.601)) + X_4 \cdot (-19.7747) \}$$

$$Z_2 = f (X_1 \cdot V_{12} + X_2 \cdot V_{22} + X_3 \cdot V_{32} + X_4 \cdot V_{42})$$

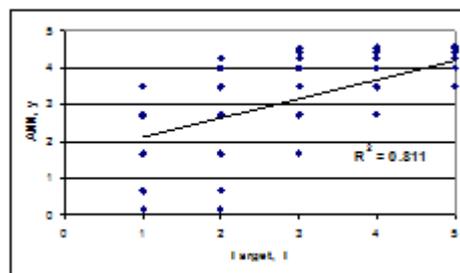
$$= f \{ (X_1 \cdot (1.986353)) + (X_2 \cdot (2.166212)) + (X_3 \cdot (2.332277)) + X_4 \cdot (1.646037) \}$$

$$Z_3 = f (X_1 \cdot V_{13} + X_2 \cdot V_{23} + X_3 \cdot V_{33} + X_4 \cdot V_{43})$$

$$= f \{ (X_1 \cdot (1.566506)) + X_2 \cdot (1.373778) + X_3 \cdot (1.347522) + X_4 \cdot (1.69836) \}$$

Diperoleh koefisien determinasi, $R^2 = 0,773$

Kombinasi-2: Hubungan jumlah perjalanan (Y) dengan parameter jumlah keluarga (X1), jumlah motor (X3) dan besar penghasilan (X4).



Gambar 9. Perbandingan hasil prediksi MRA dengan data lapangan kombinasi-2.

$$Y = f (w_{11} \cdot z_1 + w_{21} \cdot z_2)$$

$$Y = f (-57.602183 z_1 - 0.525349 z_2)$$

dimana :

$$z_1 = f (v_{11} \cdot X_1 + v_{21} \cdot X_3 + v_{31} \cdot X_4)$$

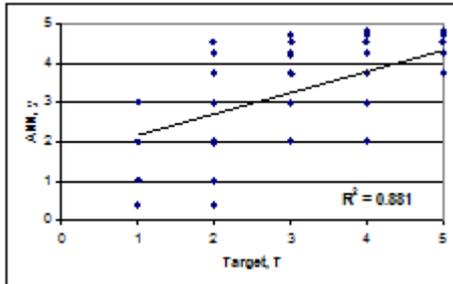
$$z_1 = f (-19.850017 X_1 - 19.614008 X_3 - 19.282849 X_4)$$

$$z_2 = f (v_{12} \cdot X_1 + v_{22} \cdot X_3 + v_{32} \cdot X_4)$$

$$z_2 = f (8.769701 X_1 + 8.682934 X_3 + 8.425672 X_4)$$

Diperoleh nilai $R^2 = 0.811$

Kombinasi-3: Hubungan jumlah perjalanan (Y) dengan parameter jumlah keluarga (X1) dan jumlah motor (X3).



Gambar 10. Perbandingan hasil prediksi MRA dengan data lapangan kombinasi-3.

$$Y = f(w11.z1 + w21.z2)$$

$$Y = f(-29.463415 z1 - 0.104659 z2)$$

dimana :

$$z1 = f(v11.X1 + v21.X3)$$

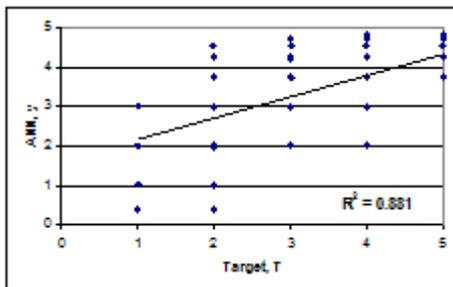
$$z1 = f(-18.885886 X1 - 18.649877 X3)$$

$$z2 = f(v12.X1 + v22.X3)$$

$$z2 = f(-4.536323 X1 - 4.62309 X3)$$

dengan nilai $R^2 = 0.881$

Kombinasi-4: Hubungan jumlah perjalanan (Y) dengan parameter jumlah keluarga (X1) dan besar penghasilan (X4).



Gambar 11. Perbandingan hasil prediksi MRA dengan data lapangan kombinasi-4.

$$Y = f(w11.z1 + w21.z2)$$

$$Y = f(-36.487252 z1 + 0.049874 z2)$$

dimana :

$$z1 = f(v11.X1 + v21.X4)$$

$$z1 = f(-18.099061 X1 - 17.863052 X4)$$

$$z2 = f(v12.X1 + v22.X4)$$

$$z2 = f(-8.081488 - 8.168255 X4)$$

dan $R^2 = 0.891$

Hasil yang diperoleh dari metode ANN memberikan kenyataan yang berbeda. Jika pada

metode MRA, faktor yang mempengaruhi besarnya bangkitan perjalanan adalah X1, X3 dan X4, dengan nilai R^2 sebesar 0.711, maka pada metode ANN, parameter yang berpengaruh hanyalah X1 dan X4 saja namun dengan nilai R^2 sebesar 0.891.

Dari keempat kombinasi variabel bebas yang digunakan terhadap jumlah bangkitan yang dihasilkan, baik dengan metode MRA maupun metode ANN, nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut;

Tabel 2. Perbandingan Nilai R2 antara metode MRA dan metode ANN.

Kombinasi	Metode MRA	Metode ANN
Kombinasi-1	0.711	0.773
Kombinasi-2	0.711	0.811
Kombinasi-3	0.705	0.881
Kombinasi-4	0.710	0.891

Sumber: hasil olahan

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai R^2 yang dihasilkan oleh metode ANN untuk semua kombinasi, kesemuanya menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan metode MRA.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan terhadap bangkitan perjalanan yang dihasilkan oleh perumahan Bougenville di Palembang, dapat disimpulkan bahwa; metode MRA memiliki 3 faktor dominan yang mempengaruhi besarnya bangkitan, yakni ukuran keluarga, kepemilikan sepeda motor dan penghasilan keluarga. Metode ANN menetapkan 2 faktor dominan yang sangat mempengaruhi besarnya bangkitan perjalanan, yakni ukuran keluarga dan jumlah penghasilan keluarga. Hasil studi ini menunjukkan bahwa model jaringan saraf tiruan dapat digunakan untuk memodelkan bangkitan perjalanan dan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan model analisa regresi. Hal ini terlihat dari perbandingan koefisien determinasi, R^2 dari masing-masing kasus yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA.

- Arliansyah, J., Model Tarikan Perjalanan Dengan Menggunakan Back Propagation Neural Network, *Jurnal Transportasi FSTPT*, Vol.8, 2008.
- Brey, T., Teichmann, J.A and Borlich, Artificial Neural Network versus multiple linear regressions: predicting P/B ratios from empirical data, *Marine Ecology Progress Series*, Vol.140: 251-256, 1996.
- Faghri, A and Aneja, S, Artificial Neural Network-based Approach to Modeling Trip Production, *Transportation Research Board*, 1996.

- Hamdi, Pengaruh Bangkitan Perjalanan pada Perumahan Bougenville Terhadap Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Kol. H. Burlian di Palembang, *Jurnal Teknika*, Vol. XXVIII No.1, 2010.
- Haykin, S. 1994. *Neural Network—A Comprehensive Foundation*, New York: Macmillan.
- Kim, D. and Lee, J., Application of Neural Network Model to Vehicle Emissions, *International Journal of Urban Science*, 14(3), 2010.
- Miro, Fidel. 2005. *Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa, Perencana dan Praktisi*, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Rossini, Peter., Artificial Neural Networks versus Multiple Regression in the Valuation of Residential Property, *Fourth Annual Pacific-RIM Real Estate Society Conference*, Western Australia, 1998.
- Ranasinghe, M., Hua, G.B and Barathitasan, T. 1999. *A Comparative Study of Artificial Neural Networks and Multiple Regression Analysis in Estimating Willingness to Pay for Urban Water Supply*, [http://irbnet.de/daten/iconda /CIB8813.pdf](http://irbnet.de/daten/iconda/CIB8813.pdf) diakses tanggal 18 Agustus 2011.
- Tamin, O.Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Bandung: Penerbit ITB Bandung.