

ESTIMASI DISTRIBUSI PERJALANAN PROPINSI JAWA TENGAH TAHUN 2028 MENGGUNAKAN MODEL : SERAGAM, RATA-RATA, DETROIT, DAN FURNESS

Hartono Guntur Ristiyanto¹⁾, Ahmad Khoirul²⁾, Riana Ayu Safitri³⁾

¹⁾Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu.
Email: gunturhartono@yahoo.com

Intisari

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah melalui Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029, menyatakan bahwa salah satu strategi awal untuk pengembangan kawasan adalah meningkatkan sarana dan prasarana transportasi. Strategi pengembangan sarana dan prasarana transportasi untuk pengembangan kawasan tersebut membutuhkan informasi terkait kondisi terkini maupun di masa depan mengenai beban lalu lintas yang akan dilayani oleh kawasan tersebut. Model distribusi perjalanan suatu kawasan dibutuhkan untuk menyediakan data maupun informasi terkait beban perjalanan pada masing-masing rute untuk saat ini maupun masa mendatang. Oleh sebab itu, rumusan masalah penelitian adalah : bagaimana melakukan analisis distribusi perjalanan penumpang antar kabupaten/kota di wilayah Propinsi Jawa Tengah?. Sedangkan tujuan penelitian adalah melakukan analisis matrik asal-tujuan (MAT) perjalanan penumpang kabupaten/kota di Jawa Tengah dengan menggunakan metode pertumbuhan. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa variabel sosio-ekonomi yang paling berpengaruh terhadap tarikan dan bangkitan perjalanan adalah : pendapatan domestik regional bruto (PDRB) dan jumlah populasi. Sedangkan estimasi MAT perjalanan di tahun 2028 menunjukkan hasil yang paling berbeda diperoleh dengan metode seragam dan metode detroit. Sedangkan iterasi terlama mencapai konvergen mendekati nilai 1 adalah metode detroit. Penelitian dengan menggunakan metode sintesis, yaitu dengan mempertimbangkan faktor hambatan perjalanan antar zona, misal dengan metode gravitasi, perlu dilakukan untuk mengatasi kelemahan metode analogi atau faktor pertumbuhan.

Kata kunci: distribusi perjalanan, matrik asal-tujuan.

Abstract

The Central Java Provincial Government through the Central Java Provincial Spatial Plan (RTRW) for 2009-2029, stated that one of the initial strategies for developing the area was to improve transportation facilities and infrastructure. The strategy for developing transportation facilities and infrastructure for the development of the area requires information regarding current and future conditions regarding the traffic load that will be served by the area. A trip distribution model is needed to provide data and information related to the travel load on each route for now and in the future. Therefore, the formulation of the research problem is: how to analyze the distribution of passenger trips between districts/cities in the Province of Central Java?. While the aim of the study was to analyze the origin-destination (O-D) matrix of district/city passenger trips in Central Java using the growth method. The results of the regression analysis show that the socio-economic variables that have the most influence on trip attraction and production are : gross regional domestic product (GRDP) and population size. While the estimated O-D matrix of travel in 2028 shows the most different results obtained by the uniform method and the Detroit method. While the longest iteration to reach convergence close to value 1 is the Detroit method. Research using synthetic methods, namely by considering the factors of travel impedance between zones, for example by the gravity method, needs to be done to overcome the weaknesses of the analogy method or growth factors

Keywords: trip distribution, origin-destination matrix

1. PENDAHULUAN

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah melalui Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029, menyatakan bahwa salah satu strategi awal untuk pengembangan kawasan adalah : meningkatkan sarana dan prasarana yang ada seperti sarana terminal bus, bandara, serta prasarana jalan dan kereta api (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Jawa Tengah, 2008). Strategi pengembangan sarana dan prasarana transportasi untuk pengembangan kawasan tersebut membutuhkan informasi terkait kondisi terkini maupun di masa depan mengenai beban lalu lintas yang akan dilayani oleh kawasan tersebut. Suplai transportasi baik penyediaan

infrastruktur maupun manajemen lalu lintas membutuhkan data maupun informasi terkait permintaan transportasi, misal berupa jumlah dan distribusi perjalanan dari asal ke tujuan, sehingga pembangunan infrastruktur maupun penerapan manajemen lalu lintas diharapkan menjadi efektif dan efisien.

Pemodelan transportasi sebagai bagian proses perencanaan memainkan peran penting dalam pengembangan wilayah. Implementasi infrastruktur dan layanan transportasi berasal dari perencanaan dan pemodelan transportasi. Model yang dikembangkan adalah representasi realitas yang disederhanakan yang

dapat digunakan untuk mengeksplorasi konsekuensi dari kebijakan, strategi, dan perubahan wilayah tertentu. Model meramalkan permintaan transportasi berdasarkan kepada : rencana perkembangan wilayah, populasi, dan pertumbuhan ekonomi, yang mana menimbulkan bangkitan perjalanan di jaringan jalan sehingga membutuhkan perluasan atau penyediaan infrastruktur untuk berbagai moda (Heyns, W. & Van Jaarsveld, S., 2017)

Distribusi perjalanan sangat penting untuk perkiraan permintaan lalu lintas dan perencanaan transportasi. Model distribusi perjalanan dimaksudkan untuk menghasilkan prediksi terbaik dari pilihan tujuan perjalanan berdasarkan kemampuan pembangkitan dan daya tarik dari setiap zona asal-tujuan dan tingkat hambatan antar zona, misalnya : biaya antar zona (Mishra, S., dkk., 2013). Model distribusi perjalanan dirancang untuk menghasilkan prakiraan terbaik dari pilihan tujuan berdasarkan bangkitan dan tarikan lalu lintas untuk setiap area perjalanan dan biaya perjalanan antara setiap pasangan zona (Naser, I.H., dkk., 2021). Analisis distribusi perjalanan suatu kawasan dibutuhkan untuk menyediakan data maupun informasi terkait beban perjalanan pada masing-masing rute untuk saat ini maupun masa mendatang (Ristiyanto, H.G., & Firdaus, S, 2021).

Tujuan dari peramalan distribusi perjalanan adalah untuk memperkirakan keterkaitan perjalanan atau interaksi antar zona lalu lintas pelaku perjalanan (Rasouli, M. & Nikraz, H., 2013). Pada langkah ini dilakukan kalibrasi asal dan tujuan perjalanan yang diperkirakan oleh model untuk mengembangkan tabel asal-tujuan perjalanan. Tabel perjalanan adalah matriks yang menampilkan jumlah perjalanan dari setiap asal ke setiap tujuan (Abdel-Aal, M.M.M., 2014).

Beberapa model distribusi perjalanan telah dikembangkan sejak lama (Ortúzar, J., dan Willumsen, 2001). Pertama kali adalah jenis model pertumbuhan. Jenis model pertumbuhan yang pertama kali adalah Fratar yang diikuti oleh sejumlah model lainnya termasuk model faktor Pertumbuhan Sederhana, model Furness, dan model Detroit yang dikembangkan pada periode waktu yang sama (Evans, A. W., 1970). Jenis model berikutnya yaitu model gravitasi yang dikembangkan oleh Casey, H. J (1955) . Sejak saat itu, model gravitasi diterima secara luas dan mengalami beberapa perbaikan seperti model gravitasi dua batasan dan hingga saat ini, masih menjadi model distribusi yang paling populer.

Suprayitno, H. (2020) menyatakan bahwa dalam permintaan transportasi, distribusi perjalanan merupakan dasar untuk memprediksi kondisi masa depan. Oleh karena itu, secara umum kita mengenal distribusi perjalanan tahun dasar yang secara umum dikembangkan dengan menggunakan model gravitasi dan distribusi perjalanan tahun terprediksi yang secara

umum dikembangkan dengan menggunakan metode faktor pertumbuhan

Menurut Bruton M.J. (1981), beberapa prosedur matematis telah dikembangkan sampai saat ini yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua bagian utama, tergantung dari jenis data yang digunakan dan cara kita menggunakannya, yaitu : metode analogi (dalam hal ini suatu nilai tingkat pertumbuhan digunakan pada pergerakan pada saat sekarang untuk mendapatkan pergerakan pada masa mendatang) dan metode sintesis (dalam hal ini harus dilakukan usaha untuk memodel hubungan atau kaitan yang terjadi antarpola pergerakan. Setelah pemodelan hubungan atau kaitan tersebut didapat, kemudian diproyeksikan untuk mendapatkan pola pergerakan pada masa mendatang).

Sedangkan menurut Ortúzar, J., dan Willumsen (2001), terdapat beberapa metode faktor pertumbuhan untuk memperkirakan matrik asal tujuan (MAT) yang akan datang, di antaranya: metode tanpa batasan (seragam), metode rata-rata, metode detroit, dan metode furness.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka penelitian ini menggunakan rumusan masalah sebagai berikut : bagaimana melakukan analisis distribusi perjalanan penumpang antar kabupaten/kota di wilayah Propinsi Jawa Tengah ?. Sedangkan tujuan penelitian adalah melakukan analisis matrik asal-tujuan perjalanan penumpang kabupaten/kota di Jawa Tengah dengan menggunakan metode pertumbuhan.

Penelitian-penelitian terdahulu terkait analisis pemodelan distribusi perjalanan penumpang dalam lingkup zona kelurahan dan kecamatan telah banyak dilakukan di Indonesia (Pramesti, N.D, dkk. 2014 ; Sutrisni, S., dkk., 2014 ; Zusanti, F., dkk., 2016 ; Miro, F., 2020 ; Miro, F. & Mukhtim, V.P., 2022). Sementara Apriliansyah T & Herman (2015) melakukan penelitian pada lingkup zona seluruh kabupaten dan kota dalam provinsi.

Penelitian yang lebih spesifik juga dilakukan Hermawati, P., dkk. (2016) yang melakukan analisis distribusi perjalanan wisata. Sementara Yunita F dkk. (2019), Ristiyanto, H.G & Firdaus, S (2021), dan Ristiyanto, H.G (2022) juga melakukan analisis distribusi perjalanan para pekerja di kawasan perkantoran. Sedangkan Pratiwi, D.A., dkk. (2016), Gunawan (2018), dan Suprayitno, H. (2020) melakukan analisis distribusi perjalanan penumpang pesawat dalam penelitian mereka. Analisis distribusi perjalanan kawasan pendidikan juga pernah dilakukan Maulia, N., dkk. (2019).

Beberapa penelitian sejenis di luar negeri terkait analisis distribusi perjalanan dalam kawasan sebuah kota juga telah dilakukan (Naser, I.H. dkk., 2021 ; Abdel-Aal, M.M.M., 2014 ; Soni, N., dkk., 2017 ; Chauhan, R., dkk., 2019 ; Lawrence, O., 2021).

Sedangkan Li, Y., dkk. (2018) melakukan analisis distribusi perjalanan antar kota dalam provinsi yang menggunakan jalan bebas hambatan. Lebih spesifik, Hou, Z.W., dkk. (2021) melakukan analisis distribusi perjalanan wisata untuk keperluan pengembangan rel kereta api.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Lingkup wilayah penelitian

Lingkup wilayah penelitian adalah propinsi Jawa Tengah. Pembagian zona penelitian untuk keperluan analisis bangkitan dan distribusi perjalanan menggunakan batas wilayah administrasi 35 kabupaten/kota yang berada di propinsi Jawa Tengah.

2.2. Pengumpulan data

Data dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari :

- Portal Sistem Database Transportasi Nasional 2023 :
 - Data bangkitan dan tarikan perjalanan masing-masing zona
 - Data matriks asal-tujuan perjalanan (MAT)
- Badan Pusat Statistik provinsi maupun kabupaten/kota :
 - Kondisi sosio-ekonomi masing-masing zona
- Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029
 - Peta administrasi

2.3. Analisis data

2.3.1. Analisis bangkitan perjalanan

Model bangkitan dan tarikan perjalanan menggunakan analisis regresi linier berganda dengan rumusan umum sebagai berikut (Gujarati, D., 1997) :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + u \quad (1)$$

Y : jumlah bangkitan atau tarikan perjalanan masing-masing zona

X_n : variabel sosio-ekonomi masing-masing zona

b_0 : konstanta

b_n : koefisien regresi

Untuk memperoleh variabel bebas yang paling sesuai terhadap bangkitan dan tarikan perjalanan, maka perlu dilakukan uji statistik yang meliputi : uji korelasi, uji koefisien determinasi, uji signifikansi, dan uji kesesuaian tanda koefisien. Pengolahan data statistik menggunakan aplikasi *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) akan digunakan untuk melakukan analisis regresi linier berganda.

2.3.2. Analisis tingkat pertumbuhan perjalanan

Tingkat pertumbuhan perjalanan akan didekati dengan menggunakan data tingkat pertumbuhan variabel terkait yang terpilih dalam persamaan tarikan maupun

bangkitan perjalanan sesuai dengan kaidah-kaidah statistik. Sedangkan rumus pertumbuhan perjalanan tahun ke-n didekati dengan menggunakan rumus geometrik sebagai berikut (Badan Pusat Statistik, 2022) :

$$P_n = P_0 * (1 + r)^n \quad (2)$$

P_n : jumlah perjalanan tahun ke-n

P_0 : jumlah perjalanan saat ini

r : laju pertumbuhan

n : jumlah tahun

2.3.3. Analisis distribusi perjalanan

Sedangkan tahap analisis distribusi perjalanan menggunakan fungsi persamaan masing-masing metode sebagai berikut :

a) Metode *uniform*/seragam

$$T_{id} = t_{id} * E \quad (3)$$

$$E = \frac{T}{t} \quad (4)$$

E : tingkat pertumbuhan global

T_{id} : total pergerakan pada masa mendatang

t_{id} : total pergerakan saat ini

b) Metode *average*/rata-rata

$$T_{id} = t_{id} * \frac{E_i + E_d}{2} \quad (5)$$

$$E_i = \frac{T_i}{t_i} \quad (6)$$

$$E_d = \frac{T_d}{t_d} \quad (7)$$

E_i, E_d : tingkat pertumbuhan zona i dan d

T_i, T_d : total pergerakan masa mendatang yang berasal dari zona asal i dan yang menuju ke zona tujuan d

t_i, t_d : total pergerakan saat ini yang berasal dari zona asal i dan yang menuju ke zona tujuan d

c) Metode *detroit*

$$T_{id} = t_{id} * \frac{E_i * E_d}{E} \quad (8)$$

T_{id} : total pergerakan pada masa mendatang

t_{id} : total pergerakan saat ini

E_i, E_d : tingkat pertumbuhan zona i dan d

E : tingkat pertumbuhan global

d) Metode *furness*

$$T_{id} = t_{id} * E_i \quad (9)$$

E_i : tingkat pertumbuhan zona asal (i)

T_{id} : total pergerakan pada masa mendatang

t_{id} : total pergerakan saat ini

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis regresi tarikan dan bangkitan

Analisis korelasi dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui kecenderungan korelasi antara variabel terikat dan variabel bebas maupun antar variabel bebas. Variabel dengan nilai korelasi tinggi akan dikeluarkan dari proses analisis regresi berikutnya. Hasil analisis korelasi seperti terlihat pada tabel 1 dan tabel 2 :

		Y_T	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆
Y_T	Pearson	1	-.048	.304	.029	.243	.055	.001
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.786	.075	.867	.160	.755	.998
X₁	Pearson	-.048	1	-.021	.098	-.012	.036	.159
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.786	.906	.576	.948	.839	.362
X₂	Pearson	.304	-.021	1	-.294	-.212	-.346*	.634**
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.075	.906	.087	.222	.042	.000
X₃	Pearson	.029	.098	-.294	1	.596**	.482**	.135
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.867	.576	.087	.000	.003	.440
X₄	Pearson	.243	-.012	-.212	.596**	1	.607**	.126
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.160	.948	.222	.000	.000	.469
X₅	Pearson	.055	.036	-.346*	.482**	.607**	1	-.063
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.755	.839	.042	.003	.000	.721
X₆	Pearson	.001	.159	.634**	.135	.126	-.063	1
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.998	.362	.000	.440	.469	.721

Tabel 2. Hasil analisis korelasi bangkitan perjalanan

		Y_B	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	X₆
Y_B	Pearson	1	-.048	.317	.029	.249	.045	.018
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.783	.064	.867	.149	.795	.917
X₁	Pearson	-.048	1	-.021	.098	-.012	.036	.159
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.783	.906	.576	.948	.839	.362
X₂	Pearson	.317	-.021	1	-.294	-.212	-.346*	.634**
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.064	.906	.087	.222	.042	.000
X₃	Pearson	.029	.098	-.294	1	.596**	.482**	.135
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.867	.576	.087	.000	.003	.440
X₄	Pearson	.249	-.012	-.212	.596**	1	.607**	.126
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.149	.948	.222	.000	.000	.469
X₅	Pearson	.045	.036	-.346*	.482**	.607**	1	-.063
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.795	.839	.042	.003	.000	.721
X₆	Pearson	.018	.159	.634**	.135	.126	-.063	1
	Correlation							
	Sig. (2-tailed)		.917	.362	.000	.440	.469	.721

Notasi Y_T dan Y_B beturut-turut mewakili variabel terikat yaitu : jumlah tarikan dan bangkitan perjalanan penumpang. Sedangkan notasi X₁-X₅ berturut-turut mewakili variabel bebas : luas zona/daerah (km²), pendapatan domestik regional brutto (PDRB=Rp. milyar), panjang jalan (km), populasi (orang), produksi padi sawah (ton), biaya input produksi (milyar). Hasil analisis tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa tidak ada

korelasi yang signifikan antara jumlah tarikan maupun bangkitan perjalanan dengan semua variabel bebas. Sedangkan korelasi sangat tinggi terjadi antara variabel bebas :

1. PDRB dengan biaya input produksi
2. Panjang jalan dengan : populasi dan produksi padi
3. Populasi padi dan biaya input produksi

Sementara korelasi tinggi terjadi antara : PDRB dengan produksi padi

Hasil regresi linier tarikan dan bangkitan perjalanan seperti terlihat pada tabel 3 dan 4 :

Tabel 3. Hasil analisis regresi tarikan perjalanan

Analisis	Variabel	Nilai koefisien	Nilai signifikans i
Ke-1 (R ² = 0,343)	Konstanta	-	0,260
	Luas daerah	13.035.778,09	
	PDRB	80,728	0,719
	Panjang jalan	0,710	0,003
	Populasi	4.268,843	0,742
	Produksi padi	17,827	0,048
	Biaya input produksi	-1,807	0,914
Ke-2 (R ² = 0,337)	Konstanta	-0,001	0,019
	Konstanta	-	0,263
	PDRB	10.602.040,72	
	Populasi	,676	0,001
	Biaya input produksi	18,373	0,007
Ke-3 (R ² = 0,191)	Konstanta	-0,001	0,014
	PDRB	-1.198.002,17	0,898
	Populasi	0,342	0,029
	Populasi	12,709	0,057

Tabel 4. Hasil analisis regresi bangkitan perjalanan

Analisis	Variabel	Nilai koefisien	Nilai signifikans i
Ke-1 (R ² = 0,348)	Konstanta	-	0,254
	Luas daerah	13.728.900,76	
	PDRB	81,228	0,727
	Panjang jalan	0,739	0,003
	Populasi	4.177,735	0,756
	Produksi padi	19,279	0,040
	Biaya input produksi	-3,310	0,849
Ke-2 (R ² = 0,343)	Konstanta	-0,001	0,022
	Konstanta	-	0,245
	PDRB	11.438.644,86	
	Populasi	0,709	0,001
	Biaya input produksi	19,394	0,006
Ke-3 (R ² = 0,205)	Konstanta	-0,001	0,016
	PDRB	-1.895.004,44	0,845
	Populasi	0,371	0,022
	Populasi	13,645	0,048

Analisis pertama, baik tarikan maupun bangkitan perjalanan, menunjukkan bahwa terdapat 3 variabel yang signifikan terhadap tarikan dan bangkitan perjalanan, yaitu : PDRB, populasi, dan biaya input produksi. Oleh sebab itu, pada analisis ke-2 hanya menyertakan ke tiga variabel tersebut. Hasilnya menunjukkan bahwa ketiganya semakin signifikan

terhadap tarikan maupun bangkitan perjalanan. Walaupun hasil analisis menunjukkan bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) hasil analisis ke-2 lebih besar dari analisis ke-3. Namun, dengan mempertimbangkan adanya kolinieritas tinggi pada variabel biaya input produksi (tabel 1 dan 2), maka persamaan hasil analisis ke-3 tanpa menyertakan variabel tersebut yang akan digunakan untuk estimasi distribusi perjalanan tahun 2028. Dengan demikian, diperoleh persamaan terbaik berasal dari analisis ke-3, sebagai berikut :

1. Tarikan perjalanan

$$Y_T = -1.198.002,17 + 0,342 * X_2 + 12,709 * X_4 \quad (10)$$

2. Bangkitan perjalanan

$$Y_B = -1.895.004,44 + 0,371 * X_2 + 13,645 * X_4 \quad (11)$$

Dengan : Y_T : jumlah tarikan perjalanan, Y_B : jumlah bangkitan perjalanan, X_2 : PDRB (Rp. M), X_4 : populasi (jiwa). Persamaan hasil analisis tarikan dan bangkitan perjalanan tersebut selanjutnya digunakan untuk melakukan analisis peramalan matrik asal-tujuan (MAT) perjalanan tahun 2028 dengan metode pertumbuhan dengan menggunakan data nilai tingkat pertumbuhan PDRB dan penduduk tiap zona kabupaten/kota tahun 2022 yang diperoleh dari laman Badan Pusat Statistik (BPS).

3.2. Analisis distribusi perjalanan

Data sekunder MAT di tahun 2023 diperoleh bahwa tarikan dan bangkitan perjalanan terbesar adalah menuju ke dan berasal dari Kabupaten Banyumas. Sedangkan sebaran asal-tujuan perjalanan terbesar adalah dari Kabupaten Tegal ke Kabupaten Brebes. Sedangkan hasil estimasi MAT di tahun 2028 untuk kabupaten/kota dengan tarikan, bangkitan, sebaran perjalanan terbesar, dan konvergensi untuk masing-masing metode seperti terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Kabupaten/kota dengan tarikan, bangkitan, dan sebaran perjalanan terbesar hasil estimasi MAT 2028

	Uniform	Average	Detroit	Furness
Tarikan terbesar	Kab. Banyumas	Kota Semarang	Kab. Cilacap	Kota Semarang
Bangkitan terbesar	Kab. Banyumas	Kota Semarang	Kab. Cilacap	Kota Semarang
Asal-tujuan terbesar	Kab. Tegal ke kab. Brebes	Kota Semarang ke Kab. Pemalang	Kab. Tegal ke kab. Brebes	Kota Semarang ke Kab. Pemalang
Konvergensi	Iterasi ke-1	Iterasi ke-19	Iterasi ke-25	Iterasi ke-19

Hasil analisis pada tabel 5 menunjukkan bahwa hasil estimasi MAT di tahun 2028 dengan metode seragam (*uniform*) tidak menunjukkan perbedaan dengan MAT di tahun 2023, terkait zona/kabupaten/kota dengan jumlah tarikan dan bangkitan terbesar serta sebaran perjalanan terbesar. Asumsi dasar yang digunakan pada

metode seragam adalah tingkat pertumbuhan global di seluruh daerah kajian berpengaruh sama pada pertumbuhan lalu lintasnya untuk setiap zona. Tingkat pertumbuhan setiap zona yang berbeda biasanya menghasilkan tingkat pertumbuhan lalu lintas yang berbeda pula. Oleh sebab itu, metode ini hanya sesuai untuk zona yang tingkat pertumbuhannya merata di seluruh wilayahnya.

Untuk mengatasi adanya tingkat pertumbuhan daerah yang berbeda-beda maka digunakan metode rata-rata (*average*). Metode ini menggunakan tingkat pertumbuhan yang berbeda untuk setiap zona. Hasilnya seperti terlihat pada tabel 5, bahwa tarikan dan bangkitan terbesar adalah di Kota Semarang dan sebaran terbesar dari Kota Semarang menuju Kabupaten Pemalang. Namun demikian metode ini mempunyai kelemahan, yaitu : zona yang tingkat pertumbuhannya lebih rendah dari tingkat pertumbuhan global akan menghasilkan nilai yang lebih besar dari perkiraan dan sebaliknya.

Metode detroit mempunyai asumsi bahwa : walaupun jumlah pergerakan dari zona asal meningkat sesuai dengan tingkat pertumbuhan zona asal, pergerakan ini harus juga disebarkan ke zona tujuan sebanding dengan tingkat pertumbuhan zona tujuan dibagi dengan tingkat pertumbuhan global. Sedangkan prosesnya mirip dengan metode rata-rata. Namun demikian, tarikan dan bangkitan terbesar ternyata mempunyai hasil yang berbeda, yaitu menuju dan berasal dari Kabupaten Cilacap. Sedangkan sebaran terbesar dari Kabupaten Tegal ke Kabupaten Brebes.

Pada metode furness, sebaran pergerakan pada masa mendatang didapatkan dengan mengalikan sebaran pergerakan pada saat sekarang dengan tingkat pertumbuhan zona asal atau zona tujuan yang dilakukan secara bergantian sampai mencapai konvergensi. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode ini selalu mempunyai satu solusi akhir dan terbukti lebih efisien dibandingkan dengan metode analogi lainnya. Solusi akhir pasti selalu sama, tidak tergantung dari mana pengulangan dimulai (baris atau kolom). Hasilnya menunjukkan bahwa tarikan dan bangkitan terbesar adalah di Kota Semarang dan sebaran terbesar dari Kota Semarang menuju Kabupaten Pemalang.

Data sekunder MAT di tahun 2023 diperoleh bahwa jumlah tarikan dan bangkitan perjalanan terbesar adalah menuju ke dan berasal dari Kabupaten Banyumas, masing-masing sebesar 27.919.686 perjalanan dan 27.902.834 perjalanan. Sedangkan sebaran asal-tujuan perjalanan tersebar adalah dari Kabupaten Tegal ke Kabupaten Brebes sebesar 9.842.216 perjalanan. Sedangkan hasil analisis jumlah perjalanan MAT tahun 2028 untuk tarikan, bangkitan, dan sebaran terbesar untuk masing-masing metode seperti terlihat pada tabel 6.

Tabel 6. Jumlah tarikan, bangkitan, dan sebaran perjalanan terbesar hasil estimasi MAT 2028

	Uniform	Average	Detroit	Furness
Tarikan terbesar	90.721.656	59.070.262	52.514.039	59.894.624
Bangkitan terbesar	91.119.562	61.090.621	52.991.447	58.156.779
Asal-tujuan terbesar	32.109.100	27.374.913	21.706.484	25.308.048

Hasil analisis tabel 6 memperlihatkan bahwa metode seragam mempunyai hasil yang paling berbeda. Perbedaan hasil metode *uniform* di antara ke-3 metode lain terutama disebabkan oleh asumsi tingkat pertumbuhan global di seluruh daerah kajian berpengaruh sama pada pertumbuhan lalu lintasnya untuk setiap zona. Kemudian disusul metode *detroit*. Hal tersebut juga indentik dengan hasil analisis di tabel 5. Metode *detroit* juga memerlukan proses iterasi lebih lama dibanding metode rata-rata dan *furness*.

4. KESIMPULAN

Variabel sosio-ekonomi yang paling berpengaruh terhadap tarikan dan bangkitan perjalanan berdasarkan hasil analisis adalah : pendapatan domestik regional bruto (PDRB) dan jumlah populasi masing-masing zona.

Hasil analisis menunjukkan bahwa metode seragam yang mempunyai hasil paling berbeda, berikutnya metode *detroit*, sedangkan metode rata-rata dan *furness* mempunyai kemiripan. Sedangkan iterasi terlalu lama mencapai konvergen mendekati nilai 1 adalah metode *detroit*

Metode faktor pertumbuhan mempunyai keuntungan relatif lebih sederhana dalam proses analisis. Namun demikian, penelitian ini mempunyai keterbatasan, yaitu adanya nilai 0 pada : pergerakan antara 2 (dua) buah zona ($t_{id}=0$) pada saat sekarang dan juga pada pergerakan intrazona ($i=d$). Yang mana, pada metode faktor pertumbuhan akan meningkatkan kesalahan hasil dan membutuhkan jumlah pengulangan yang semakin banyak yang selanjutnya memungkinkan terciptanya kesalahan yang semakin besar.

5. REKOMENDASI

1. Pada metode analogi/faktor pertumbuhan, jika ditemukan antara 2 (dua) buah zona pada saat sekarang belum terjadi pergerakan ($t_{id}=0$), diperlukan “manipulasi” data dengan menganggap telah terjadi pergerakan dengan volume yang sangat kecil, misalnya ($t_{id}=1$), untuk meminimalkan kesalahan hasil analisis.
2. Sebaiknya model hasil metode faktor pertumbuhan digunakan untuk peramalan dengan rentang waktu yang tidak terlalu panjang.

3. Perlunya pendekatan yang lebih akurat untuk menghitung proyeksi jumlah perjalanan, selain menggunakan pendekatan proyeksi geometrik.
4. Penelitian dengan menggunakan metode sintetis, misal dengan metode gravitasi, perlu dilakukan untuk mengatasi kelemahan metode analogi atau faktor pertumbuhan, yaitu dengan mempertimbangkan faktor hambatan perjalanan baik jarak maupun biaya antar zona.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Aal, M.M.M. 2014. “Calibrating a trip distribution gravity model stratified by the trip purposes for the city of Alexandria”. *Alexandria Engineering Journal* 53 : 677-689.
- Aprilliansyah, T. & Herman. 2015. “Perkiraan Distribusi Pergerakan Penumpang Di Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Asal Tujuan Transportasi Nasional”. *Rekaracana*. 1(1) : 29-40
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Jawa Tengah. 2008. *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029*. Semarang.
- Badan Pusat Statistik. 2022. “Penduduk, Laju Pertumbuhan Penduduk, Distribusi Persentase Penduduk Kepadatan Penduduk, Rasio Jenis Kelamin Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah, 2022”. Diakses dari : https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_pub/3300/api_pub/WVRITTCySIZDa3lUcFp6czNwbHl4QT09/da_03/1
- Badan Pusat Statistik. 2022. “Laju Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah (Persen), 2020-2022”. Diakses dari : <https://jateng.bps.go.id/indikator/157/1743/1/-seri-2010-laju-pertumbuhan-pdrb-atas-dasar-harga-konstan-2010-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jawa-tengah.html>
- Bruton, M.J. 1981. *Introduction to Transportation Planning*, London : Hutchinson & Co Ltd.
- Casey, H. J. Applications to Traffic Engineering of the Law of Retail Gravitation. 1955. *Traffic Quarterly*. 9(1) : 23–25
- Chauhan, R., Zala, L.B., Amin, A. 2019. “Modelling Of Trip Distribution: A Case Study Of Vadodara City”. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*. 6(4) : 293-299
- Departemen Perhubungan. 2023. “Portal Sistem Database Transportasi Nasional”. Available from : <https://attn-orang.dephub.go.id/site/matSimpul>.

- Evans, A. W. 1970. "Some Properties of Trip Distribution Methods". *Transportation Research*. 4(1) :19–36
- Gujarati, D. 1997. *Ekonometrika Dasar*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Gunawan. 2018. "The Distribution Of Aircraft Passenger Movements On Java Island Using The Gravity Model". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan : Transformasi Teknologi untuk Mendukung Ketahanan Nasional*. p. 47-59
- Hermawati, P., Adisasmita, S.A., Ramli, M.I, Aly, S.A. 2016. "A Study On The Characteristic Of Tourist Trip Distribution In Bali, Indonesia". *Proceeding Of The 2016 Internasional Seminar On Infrastructure Development (ISID)*. p. 223-232
- Heyns, W. & Van Jaarsveld, S. 2017. *Transportation Modelling in Practise : Connecting Basic Theory to Practise: Applications in Developing Countries Transportation, Land Use and Integration*. UK : WIT Press ; p. 3-27.
- Hou, Z.W., Yu, S., Ji, T. 2021. "Modeling the Trip Distributions of Tourists Based on Trip Chain and Entropy-Maximizing Theory". Available from : <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/21/10058>
- Lawrence, O. 2021. "Application of gravity model for trip analysis in transportation and traffic engineering for Owerri Metropolis Nigeria". *Global Journal of Engineering and Technology Advances*. 07(01) : 060–072
- Li, Y., Wang, H., Zhao, Z., Du, B. 2018. "Multisource Data-Driven Modeling Method for Estimation of Intercity Trip Distribution". Available from <https://downloads.hindawi.com/journals/mpe/2018/8948676.pdf>
- Maulia, N., Koestoer, R.H., & Saraswati R. 2019. "Discrepancy of Home-Based School Regulation in West Jakarta : Study Case of Student High School of 78 and 16". *IPTEK Journal of Engineering*. 5(2) : 28-32.
- Miro, F. 2020. "Sebaran Perjalanan Dan Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Di Masa Pandemi Covid-19 Di Empat Kota Atau Kabupaten Di Provinsi Sumatera Barat". *Jurnal Transportasi*. 22 (1): 23–32
- Miro, F. & Mukhtim, V.P. 2022. "Analisis Sebaran Perjalanan pada Empat Zona dalam Wilayah Administrasi Kota Solok". *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*. 19(1) : 1-10
- Mishra, S., Wang, Y., Zhu, X., Moeckel, R., Mahapatra, S. 2013. "Comparison Between Gravity and Destination Choice Models for Trip Distribution in Maryland" Available from : https://www.researchgate.net/publication/293683509_Comparison_Between_Gravity_and_Destination_Choice_Models_for_Trip_Distribution_in_Maryland.
- Naser, I.H., Mahdi, M.B, Meqtoof, F.H. & Etih, H.A. 2021. "Modelling Trip Distribution Using the Gravity Model and Fratar's Method". *Mahematical Modelling of Engineering Problems* 8(2) : 230-236.
- Ortúzar, J., Willumsen. 2001. *Modelling Transport*. USA : John Wiley & Sons.
- Pramesti, N.D, Wulandari, W.L, Riyanto, B. & Basuki, K.H. 2014. "Analisis Distribusi Perjalanan Menggunakan Model Gravitasi Dua Batasan dengan Optimasi Fungsi Hambatan Studi Kasus : Kota Semarang dan Kota Surakarta". *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 3(1): 228-239
- Pratiwi, D.A., Hidayati, N., Sunarjono, S., Mulyono, G.S. 2016. "Model Distribusi Perjalanan Penumpang Domestik Di Bandara Internasional Adi Soemarmo". *Proceedings of the 19th International Symposium of FSTPT Islamic University of Indonesia*. p. 1674-1682
- Rasouli, M. & Nikraz, H. 2013. "Trip Distribution Modelling Using Neural Network". In : *Australasian Transport Research Forum 2013 Proceedings 2 - 4 October 2013, Brisbane, Australia*
- Ristiyo, H.G., & Firdaus, S. 2021. "Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kinerja Jalan dan Biaya Tundaan Lalulintas Koridor Jalan GOR Mustika Kabupaten Blora". *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*. 4(2) : 115-129
- Ristiyo, H.G. 2022. "Analisis Karakteristik Perjalanan Menuju Kawasan Perkantoran Jalan Gor Mustika Kabupaten Blora". *Jurnal Ilmiah Teknosains*. 8(2) : 43-48
- Soni, N., Sugandhi, S., Bhatore, A. 2107. "Transportation Modeling And Analysis Of Trip Generation And Trip Distribution For Indore City". Available from : <https://www.ijtre.com/images/scripts/2017041158.pdf>
- Suprayitno, H. 2020. "Developing a direct gravity trip distribution model for air passenger demand" Available from : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/419/1/012092/pdf>
- Sutrisni, S., Syafi'i, Setiono. 2014. "Estimasi Matriks Asal Tujuan (MAT) Kota Surakarta Tahun 2025". *Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 2(2) : 237-241
- Tamin, O., Z. 2000. *Perencanaan dan Permodelan Transportasi Edisi 2*. Bandung : Penerbit ITB

- Yunita, F., Setiadi, H., Gamal, A. 2019. "Trip Distribution of Urban Worker at Sudirman Station". Available from : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/248/1/012017/pdf>.
- Zusanti, F., Syafi'i, Legowo, S.J. 2016. "Estimasi Distribusi Perjalanan Kota Surakarta Tahun 2025 Menggunakan Model Gravity". *Proceedings of the 19th International Symposium of FSTPT Islamic University of Indonesia*. p. 1510-1519.