

PENGARUH VARIASI INTERVAL JARAK PERJALANAN TERHADAP KARAKTERISTIK FUNGSI HAMBATAN PERJALANAN (STUDI KASUS : KAWASAN PERKOTAAN CEPU)

Hartono Guntur Ristiyanto¹⁾, Andi Rahmanto²⁾

¹⁾Program Studi S1-Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe, Blok B No. 1 Mentul, Cepu ; Telp.0296-422322. Email: gunturhartono@yahoo.com

²⁾Program Studi S1-Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe, Blok B No. 1 Mentul, Cepu ; Telp.0296-422322.

Abstrak

Pola distribusi panjang perjalanan/ *trip length distribution* (TLD) biasanya mengikuti karakteristik : jumlah perjalanan meningkat pada jarak pendek dan secara bertahap semakin berkurang seiring dengan bertambahnya jarak perjalanan. Pola TLD cenderung berubah pada berbagai nilai interval panjang perjalanan (*Trip Length Interval* atau TLI). Perubahan ini juga mempengaruhi fungsi hambatan perjalanan. Berdasarkan uraian tersebut, maka rumusan masalah penelitian adalah : bagaimana pengaruh variasi interval jarak perjalanan terhadap karakteristik fungsi hambatan perjalanan? Tujuan penelitian adalah mengetahui bentuk fungsi hambatan perjalanan yang paling sesuai pada berbagai interval jarak perjalanan. Data primer jumlah perjalanan dan jarak dari asal ke tujuan diperoleh melalui *survei home interview*. Sedangkan analisis data menggunakan analisis regresi. Fungsi hambatan menggunakan bentuk fungsi : pangkat/eksponensial, kombinasi/Tanner, dan Gamma. Hasil analisis menunjukkan bahwa fungsi Gamma lebih konsisten dalam menjelaskan bentuk fungsi hambatan perjalanan dalam berbagai interval jarak dibanding fungsi Tanner dan pangkat/eksponensial. Tetapi, semua fungsi (pangkat, Tanner, dan Gamma) tidak sesuai diterapkan pada interval jarak kurang dari 0,75 km. Sedangkan fungsi pangkat atau eksponen lebih sesuai untuk menjelaskan pola perjalanan pada jarak 0,75–2 km. Sementara fungsi Tanner lebih sesuai pada jarak yang lebih besar dari 2–3 km. Sedangkan fungsi Gamma sesuai diterapkan pada interval jarak lebih besar 0,75–3 km.

Kata kunci: interval panjang perjalanan, fungsi hambatan.

Abstract

Trip length distribution (TLD) patterns usually follow the characteristics : the number of trips increases at short distances and gradually decreases as the distance increases. The TLD pattern tends to change at various trip length interval values (Trip Length Interval or TLI). This change also affects the deterrence function. Based on the description, the formulation of the research problem is: how does the variation of the trip distance interval affect the characteristics of the deterrence function? The purpose of the study was to determine the most appropriate form of the deterrence function at various trip length intervals. Primary data on the number of trips and distance from origin to destination were obtained through a home interview survey. While data analysis used regression analysis. The deterrence function uses the following function forms: power/exponential, combination/Tanner, and Gamma. The results of the analysis show that the Gamma function is more consistent in explaining the form of the deterrence function at various distance intervals than the Tanner and power/exponential functions. However, all functions are not suitable for application at distance intervals of less than 0.75 km. While the power or exponential function is more appropriate for explaining travel patterns at distances of 0.75–2 km and the Tanner function is more appropriate at distances greater than 2–3 km. While the Gamma function is appropriate to be applied at distance intervals greater than 0.75–3 km.

Keywords: *trip length interval, deterrence function.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu kebijakan penting untuk melihat posisi strategis Kota Cepu adalah peraturan terkait Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) di tingkat nasional, propinsi, maupun kabupaten. Kota Cepu merupakan kawasan yang penting dalam konstelasi pertumbuhan ekonomi di wilayah Kabupaten Blora secara khusus

dan Provinsi Jawa Tengah secara umum. Dalam Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 6 Tahun 2010 tentang RTRW Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029, disebutkan bahwa Kawasan Perkotaan Cepu merupakan kawasan strategis dari sudut kepentingan pertumbuhan ekonomi. Sedangkan Peraturan Daerah Kabupaten Blora Nomor 18 Tahun 2011 tentang RTRW Kabupaten Blora Tahun 2011-2031, juga menyebutkan bahwa kawasan perkotaan

Cepu ditetapkan sebagai Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) yakni kawasan perkotaan yang berfungsi melayani kegiatan skala provinsi atau beberapa kabupaten. Selain itu, dalam perda tersebut juga disebutkan bahwa kawasan perkotaan Cepu merupakan kawasan strategis daerah terutama kawasan dengan pertumbuhan yang cepat. Hal ini pula yang menjadikan Kota Cepu mendapatkan prioritas dalam penyediaan fasilitas dibandingkan dengan wilayah lain di Kabupaten Blora, karena kawasan perkotaan Cepu menurut RTRW Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029 termasuk dalam pengembangan kawasan Ratubangnegoro (Blora, Tuban, Rembang, Bojonegoro) dan kerjasama kawasan strategis Cepaka (Cepu – Padangan – Kasiman) dalam kaitannya dengan pengembangan Blok Cepu.

Lokasi Cepu memiliki posisi strategis yang berada pada persilangan jalur perdagangan yang menghubungkan beberapa wilayah penting di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Terletak di antara wilayah Rembang-Blora di Jawa Tengah dan Ngawi-Bojonegoro-Tuban di Jawa Timur, Cepu telah lama menjadi pusat aktivitas ekonomi dan perdagangan di daerah ini. Jalur perdagangan Rembang-Blora adalah jalur yang menghubungkan wilayah pantai utara Jawa Tengah, yang kaya akan potensi perikanan dan pertanian, dengan pusat-pusat ekonomi seperti Semarang dan Surabaya. Di sepanjang jalur ini, barang-barang pertanian seperti hasil panen, ikan, dan produk laut lainnya diperdagangkan, menjadikan Cepu sebagai tempat persinggahan penting bagi pedagang yang ingin menuju ke kota-kota besar di Jawa Tengah.

Sementara itu, jalur perdagangan Ngawi-Bojonegoro-Tuban di Jawa Timur merupakan jalur yang menghubungkan wilayah timur Jawa Timur dengan wilayah tengah dan barat provinsi ini. Jalur ini melintasi daerah-daerah yang dikenal dengan produksi minyak dan gas bumi, serta sektor pertanian yang subur. Kedua jalur perdagangan ini telah memberikan kontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi Cepu, menjadikannya sebagai pusat perdagangan yang vital dalam skema perekonomian regional. Dengan posisinya yang strategis sebagai persimpangan berbagai jalur perdagangan, Cepu terus berkembang sebagai kota yang berperan penting dalam memfasilitasi pergerakan barang dan jasa antara Jawa Tengah dan Jawa Timur.

Pola perjalanan manusia sangat penting dalam perencanaan transportasi perkotaan. Penentuan pola perjalanan yang rutin dari asal menuju tujuan perjalanan penduduk perkotaan dengan menggunakan pemodelan permintaan transportasi berbasis hambatan perjalanan antara titik asal dan tujuan bisa memberikan informasi untuk meningkatkan ketepatan dan efisiensi perencanaan transportasi (Horbachov, P. & Svichynskyi, S, 2014). Estimasi jumlah perjalanan di masa datang dalam perencanaan transportasi

perkotaan meliputi 4 tahap yaitu : model bangkitan perjalanan, model distribusi perjalanan, model pemilihan moda, dan pembebanan rute. Sedangkan distribusi panjang perjalanan (*Trip Length Distribution*/TLD) yang menggambarkan jumlah perjalanan sebagai fungsi dari hambatan perjalanan (jarak, waktu tempuh, atau biaya umum) merupakan bagian penting dalam tahap model distribusi. Oleh karena itu, perbaikan keakuratan model distribusi panjang perjalanan merupakan tahap penting untuk pemodelan transportasi (Horbachov, P. & Svichynskyi, S, 2018).

Analisis distribusi panjang perjalanan (TLD) dibutuhkan untuk menentukan bentuk ataupun koefisien fungsi hambatan yang berguna untuk estimasi distribusi perjalanan. Penentuan fungsi yang dapat diterapkan secara universal dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi pemodelan. Penggunaan fungsi TLD sebagai batasan distribusi perjalanan akan memungkinkan kita mengurangi ambiguitas matriks asal-tujuan (MAT) perjalanan secara signifikan karena TLD merupakan keteraturan statistik stabil yang mencerminkan permintaan transportasi riil (Suprayitno, H. dkk. 2018).

Matriks asal-tujuan perjalanan (MAT) sendiri merupakan hasil operasi matematis dari nilai bangkitan perjalanan dengan matriks nilai hambatan. Sedangkan matriks nilai hambatan merupakan hasil operasi matematis antara matrik biaya perjalanan dengan fungsi hambatan perjalanan. Oleh karena itu, penentuan fungsi hambatan merupakan tahap penting untuk menemukan model yang merepresentasikan pola distribusi panjang perjalanan dari asal ke tujuan (Suprayitno, H. 2018). Bentuk fungsi yang mencerminkan kondisi eksisting perlu dirumuskan dengan benar sehingga bisa digunakan untuk mengkalibrasi matriks asal-tujuan perjalanan dengan akurat sebagai dasar prediksi volume perjalanan

Pola TLD biasanya mengikuti karakteristik umum : jumlah perjalanan yang meningkat pada jarak pendek dan secara bertahap semakin berkurang seiring dengan bertambahnya jarak perjalanan. Pola TLD mempunyai kecenderungan berubah karena berbagai nilai panjang interval perjalanan (*Trip Length Interval* atau TLI) yang digunakan. Oleh karena itu, fungsi hambatan juga berubah. Perubahan ini sangat mempengaruhi hasil MAT. Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami perilaku pola TLD akibat variasi TLI yang digunakan. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut di atas, maka rumusan masalah penelitian adalah : bagaimana pengaruh variasi interval panjang perjalanan terhadap karakteristik fungsi hambatan perjalanan di kawasan perkotaan?.

1.2. Penelitian-penelitian Terdahulu

Bagian penting dari kalibrasi MAT adalah penggunaan fungsi hambatan perjalanan yang diperoleh dari distribusi panjang perjalanan dari asal ke tujuan. Penggunaan fungsi hambatan perjalanan sebagai batasan pada distribusi perjalanan akan memungkinkan kita untuk mengurangi ambiguitas MAT karena fungsi tersebut merupakan keteraturan statistik yang stabil yang mencerminkan permintaan transportasi yang sebenarnya (Horbachov, P. & Svichynskyi, S, 2018).

Pada dasarnya, fungsi hambatan mempunyai 2 tipe, yaitu tipe Inggris dan Amerika. Para peneliti sebelumnya yang menggunakan tipe Inggris (fungsi pangkat, fungsi eksponensial, dan fungsi kombinasi atau Tanner) antara lain : Suprayitno, H (2020), Pramesti, N.D, dkk, (2014), Sutrisni, S, dkk, (2014), Gunawan, (2018), Ristiyanto, H.G, (2022), Chauhan, R, dkk, (2019), Lawrence, O, 2021, Abdel-Aal (2014), Aprilliansyah T dan Herman (2015), Pratiwi, D.A, dkk. (2016), Berliansa, S.B., dkk (2021), Matari, I.A.N, dkk (2023), Goel, R. (2018), Naser, I.H. dkk (2021), Zusanti, F, dkk. (2106).

Sedangkan beberapa penulis lain menggunakan jenis fungsi hambatan tipe Amerika (fungsi Gamma, fungsi Weibull, fungsi Log Normal, fungsi Raleigh antara lain : Minhas, A. dkk (2014), D'Cruz, dkk. (2020), Altaher, dkk. (2019), Jonker, N.J, dkk. (2018), Dai, X. dkk (2018), Yousif, R.A. dkk (2020), Yang, F (2019). [23-29].

Penelitian terkait pengaruh interval panjang perjalanan terhadap karakteristik fungsi hambatan perjalanan sebenarnya pernah dilakukan oleh Suprayitno, H. dkk. (2018) dan Goel, R. (2018). Penelitian oleh Suprayitno, H. dkk. (2018) terbatas hanya pada perjalanan dari rumah ke tempat kerja dengan menggunakan sampel pekerja sebuah bank sebanyak 50 responden. Peneliti memberikan rekomendasi bahwa penelitian perlu dikembangkan menggunakan variasi tujuan perjalanan yang lebih variatif tidak hanya tujuan ke tempat kerja dan pada tingkat skala geografis yang lebih luas.

Sedangkan penelitian oleh Goel, R. (2018) menggunakan data responden yang sangat banyak yaitu hasil sensus negara India. Penulis juga menyatakan bahwa penggunaan data sensus berbasis rumah tangga pada tingkat nasional mempunyai kelemahan yaitu terjadinya bias yang relatif besar karena jawaban survei seringkali tidak dijawab sendiri oleh responden tapi oleh anggota rumah tangga yang lainnya. Oleh karena itu, peneliti merekomendasikan perlunya penelitian pada lingkup wilayah yang lebih kecil seperti kabupaten atau wilayah perkotaan.

Secara teoritis, hubungan antara jumlah perjalanan dan hambatan perjalanan (khususnya panjang perjalanan) adalah : semakin jauh jarak menuju tujuan maka semakin sedikit jumlah perjalanan. Fenomena di wilayah

perkotaan atau urban paling bisa mewakili kondisi tersebut baik tujuan perjalanan pendidikan maupun perjalanan kerja. Fenomena transportasi perkotaan juga merupakan transportasi yang lebih rumit dibanding antar kota.

Oleh karena itu, berdasarkan fenomena tersebut dan rekomendasi penelitian sebelumnya oleh Suprayitno, H. dkk. (2018) dan Goel, R. (2018), penelitian ini menggunakan lingkup wilayah perkotaan daripada lingkup yang lebih kecil dan spesifik seperti perkantoran atau lingkup yang lebih luas seperti negara. Selain itu, yang membedakan dari peneliti-peneliti sebelumnya yaitu akan dilakukan analisis perbandingan dengan uji statistik terkait perbedaan hasil uji regresi hambatan perjalanan model Inggris dan Amerika

2. METODE

Lokasi penelitian yaitu kawasan perkotaan di wilayah Kecamatan Cepu yang terdiri dari 6 kelurahan yang sekaligus menjadi zona penelitian, yaitu kelurahan : Tambakromo, Balun, Cepu, Karangboyo, Ngelo dan Ngroto. Penentuan jumlah sampel dari populasi ke-6 kelurahan tersebut menggunakan rumus Slovin sebagai berikut (Sugiyono, 2018) :

$$n = \frac{N}{1 + N(e^2)} \quad (1)$$

dengan :

n : jumlah sampel

N : populasi

e : nilai presisi atau tingkat kesalahan yang kita asumsikan/inginkan (%)

Variabel yang digunakan adalah jumlah perjalanan berdasar jenis moda sebagai variabel terikat. Sedangkan variabel bebas adalah jarak perjalanan. Data primer berupa jumlah perjalanan serta hambatan perjalanan berupa jarak dari asal ke tujuan diperoleh melalui *survei home interview*. Sedangkan analisis data akan menggunakan pendekatan secara matematika, yaitu analisis regresi, untuk memperoleh model atau fungsi hambatan perjalanan terbaik

Analisis grafik dan regresi fungsi hambatan dilakukan dengan alat bantu bahasa pemrograman *Microsoft Excel* dan *SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows*. Dengan variabel terikat adalah jumlah perjalanan. Sedangkan variabel bebas adalah jarak dari asal ke tujuan. Fungsi hambatan tipe Inggris akan menggunakan bentuk fungsi pangkat, eksponensial, dan fungsi kombinasi/Tanner (Hyman, 1969 dalam Tamin, 2000) :

$$f(C_{ij}) = C_{ij}^{-\alpha} \quad (2)$$

$$f(C_{ij}) = e^{-\beta * C_{ij}} \quad (3)$$

$$f(C_{ij}) = C_{ij}^{-\alpha} * e^{-\beta * C_{ij}} \quad (4)$$

dengan :

$f(C_{ij})$ = bentuk umum fungsi hambatan

C_{ij} = biaya atau jarak dari asal ke tujuan (i)

α, β = koefisien fungsi hambatan

Sedangkan fungsi hambatan tipe Amerika menggunakan fungsi Gamma (Martin, W.A., McGuckin, N.A, 1998) :

$$T_{ij} = a * t_{ij}^b * e^{c * t_{ij}} \tag{5}$$

dengan :

- T_{ij} = hambatan antara asal ke tujuan perjalanan (ij)
- a, b, c = koefisien model
- t_{ij} = lama perjalanan dari i ke j

Metode kuadrat terkecil akan digunakan untuk melakukan analisis regresi dengan bantuan SPSS. Sedangkan pemilihan fungsi terbaik berdasarkan kepada 3 nilai statistik yaitu : koefisien determinasi (R^2), nilai *standard error of estimate* (SEE) atau kesalahan standar estimasi, dan nilai signifikansi. Rumus koefisien determinasi (R^2) adalah sebagai berikut (Gujarati, D., 1997) :

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS} = 1 - \frac{\sum(Y_{obs} - Y_{reg})^2}{\sum(Y_{reg} - \bar{Y}_{reg})^2} \tag{6}$$

dengan :

- RSS = *residual sum of squares* (jumlah sisa kuadrat)
- TSS = *total sum of squares* (jumlah total kuadrat)
- Y_{obs} = nilai Y hasil survei
- Y_{reg} = nilai Y hasil regresi
- \bar{Y}_{reg} = nilai rata-rata Y hasil regresi

Nilai kesalahan standar estimasi merepresentasikan variabilitas nilai Y aktual dari Y prediksi/hasil persamaan. Rumus SEE adalah sebagai berikut :

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum(Y_{obs} - Y_{reg})^2}{n - 2}} \tag{7}$$

dengan :

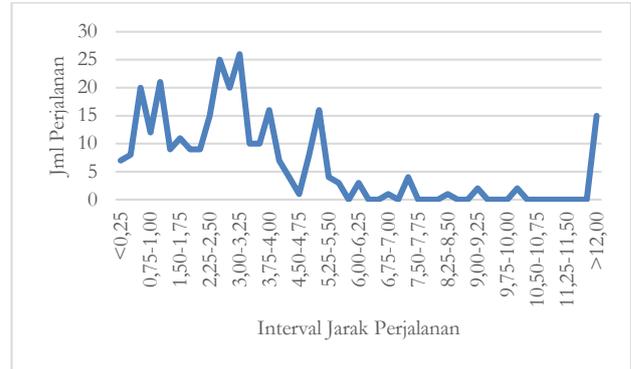
- Y_{obs} = nilai Y hasil survei
- Y_{reg} = nilai Y hasil regresi
- n = jumlah pasangan data

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

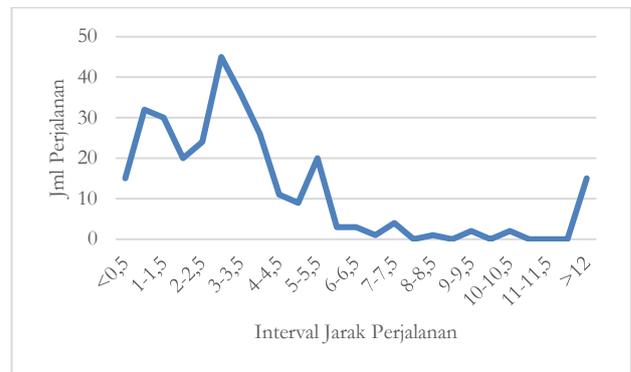
3.1. Grafik Jumlah Perjalanan Hasil Survei

Berdasarkan data dari BPS Blora 2024, diperoleh jumlah kepala keluarga (KK) di ke-6 kelurahan wilayah perkotaan Kecamatan Cepu adalah 16.051 KK. Dengan menggunakan rumus Slovin dan tingkat ketelitian 10%, maka didapat jumlah sampel adalah minimal 99,38 KK atau dibulatkan 100 KK. Hasil survei *home interview* dilakukan secara acak dan diperoleh total perjalanan seluruh responden adalah 299 perjalanan dengan rincian : menggunakan sepeda motor 293 perjalanan dan mobil 6 perjalanan.

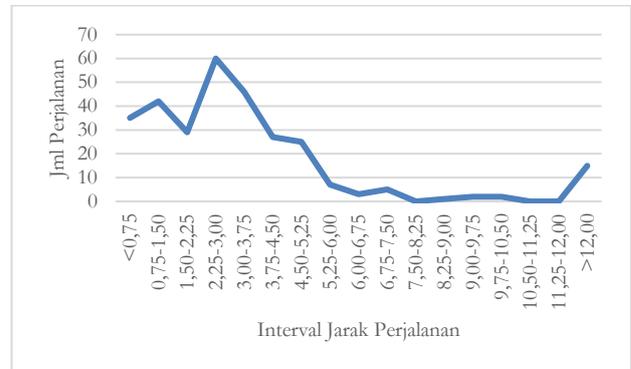
Grafik jumlah perjalanan hasil survei (*observed*) sebagai fungsi dari berbagai interval panjang perjalanan seperti terlihat pada gambar 1 – 12 di bawah ini :



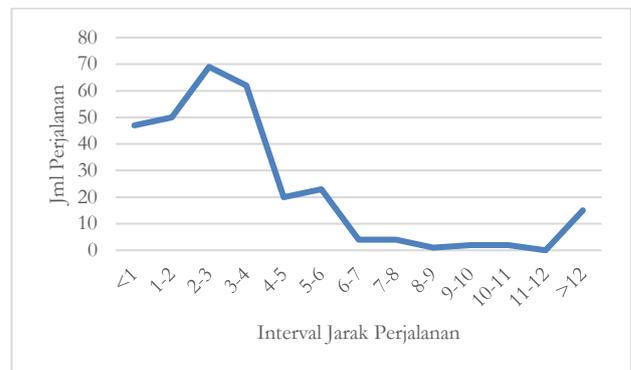
Gambar 1. Jumlah Perjalanan Interval 0,25 km



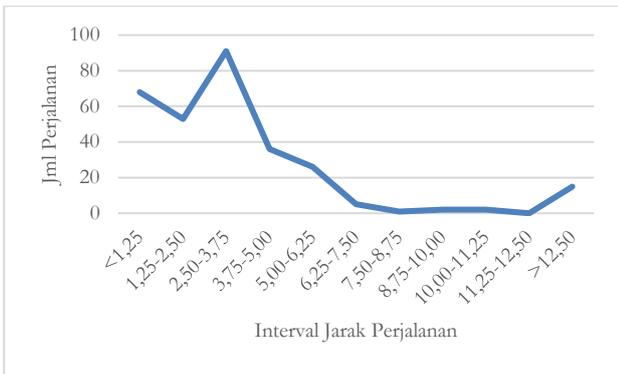
Gambar 2. Jumlah Perjalanan Interval 0,5 km



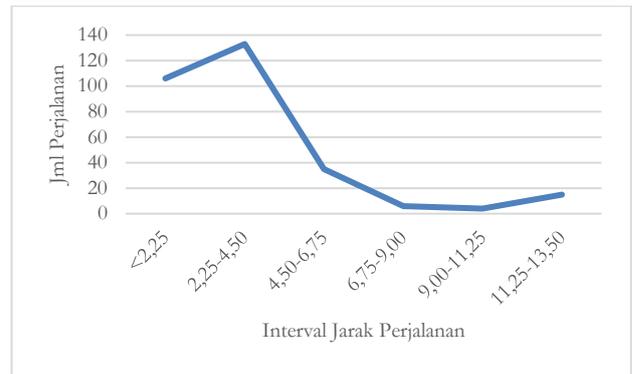
Gambar 3. Jumlah Perjalanan Interval 0,75 km



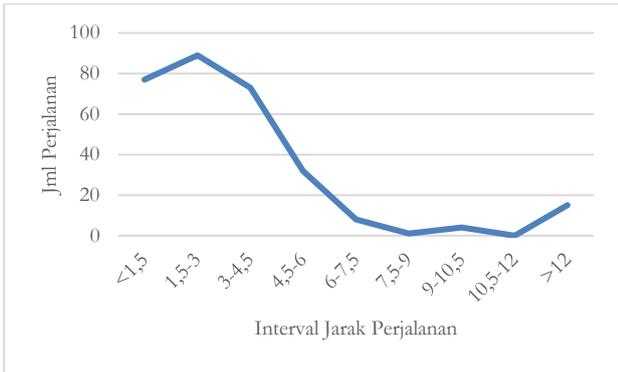
Gambar 4. Jumlah Perjalanan Interval 1 km



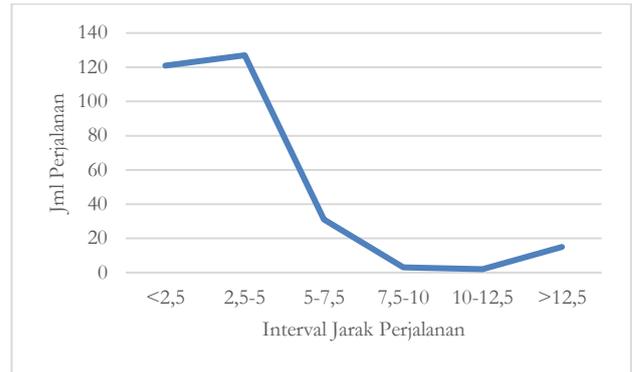
Gambar 5. Jumlah Perjalanan Interval 1,25 km



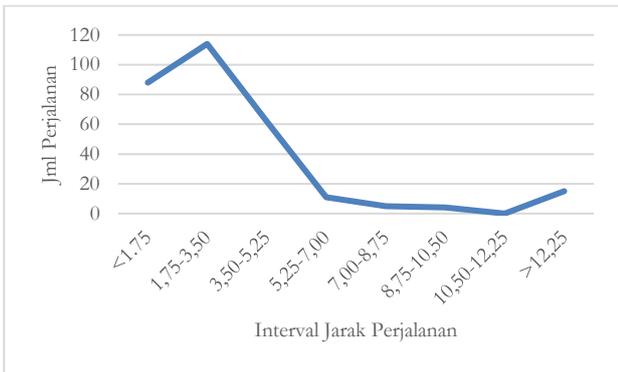
Gambar 9. Jumlah Perjalanan Interval 2,25 km



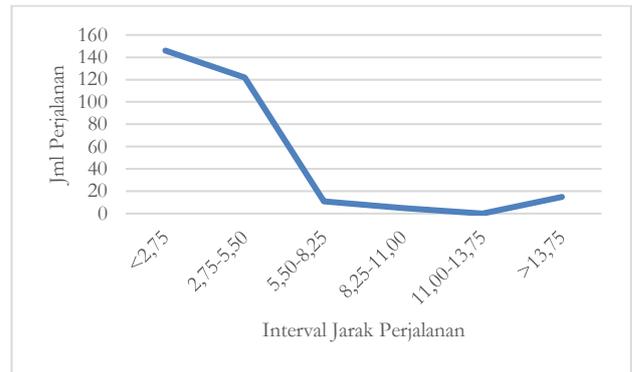
Gambar 6. Jumlah Perjalanan Interval 1,5 km



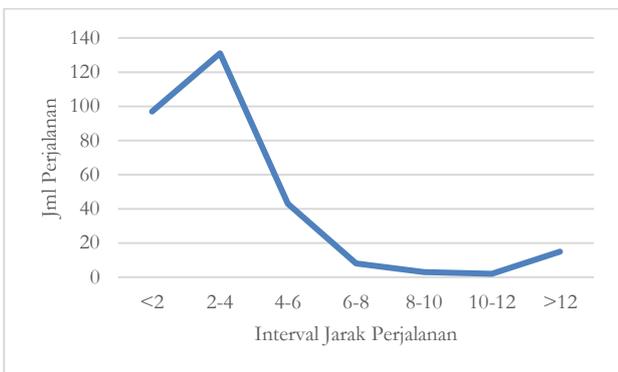
Gambar 10. Jumlah Perjalanan Interval 2,5 km



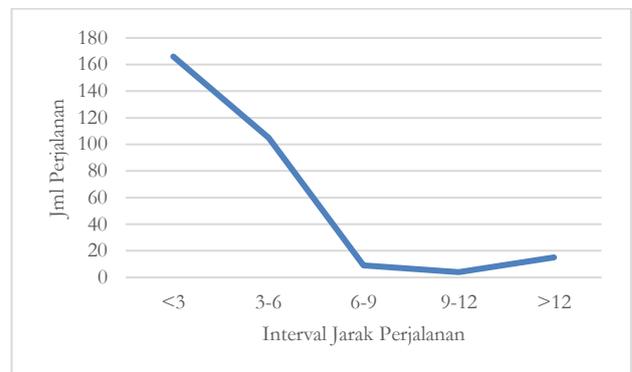
Gambar 7. Jumlah Perjalanan Interval 1,75 km



Gambar 11. Jumlah Perjalanan Interval 2,75 km



Gambar 8. Jumlah Perjalanan Interval 2 km



Gambar 12. Jumlah Perjalanan Interval 3 km

Gambar 1-12 menunjukkan bahwa pengaruh interval jarak perjalanan terhadap kecenderungan bentuk fungsi hambatan terlihat pada perbedaan kecenderungan bentuk kurva dengan data yang sama. Analisis selanjutnya adalah untuk mengetahui

pengaruh interval jarak terhadap parameter-parameter fungsi hambatan menggunakan analisis pencocokan kurva.

3.2. Analisis Pencocokan Kurva (Curve Fitting)

Analisis pencocokan bentuk kurva dilakukan dengan bantuan software *SPSS for windows*. Tahap analisis ini dilakukan untuk memperoleh bentuk kurva atau fungsi kurva yang paling mendekati hasil survei berdasarkan parameter statistik yang ada. Berdasarkan nilai-nilai : R², kesalahan standar estimasi, dan uji signifiknasi hasil analisis pencocokan kurva maka diperoleh persamaan kurva terbaik untuk masing-masing interval jarak perjalanan adalah sebagai berikut :

1. Interval 0,25 km :
 $Y=10,154+4,425X-1,351X^2+0,79X^3$ (8)
2. Interval 0,5 km :
 $Y=8,350e^{-0,041X}$ (9)
3. Interval 0,75 km :
 $Y=9,322e^{-0,031X}$ (10)
4. Interval 1 km :
 $Y=9,830*(0,976^X)$ (11)
5. Interval 1,25 km :
 $Y=10,438*(0,981^X)$ (12)
6. Interval 1,5 km :
 $Y=11,076*(0,983^X)$ (13)
7. Interval 1,75 km :
 $Y=10,950*(0,986^X)$ (14)
8. Interval 2 km :
 $Y=10,872*(0,989^X)$ (15)
9. Interval 2,25 km :
 $Y=11,099*(0,99^X)$ (16)
10. Interval 2,5 km :
 $Y=12,349*(0,99^X)$ (17)
11. Interval 2,75 km :
 $Y=12,963*(0,991^X)$ (18)
12. Interval 3 km :
 $Y=2.016,002X^{-2,139}$ (19)

Berdasarkan hasil analisis pencocokan kurva seperti pada persamaan 8-19, terlihat ada 4 kelompok kecenderungan bentuk fungsi, yaitu :

1. Fungsi pangkat 3 (*cubic*) : persamaan 8
2. Fungsi eksponensial : persamaan 9-18
3. Fungsi pangkat : persamaan 19

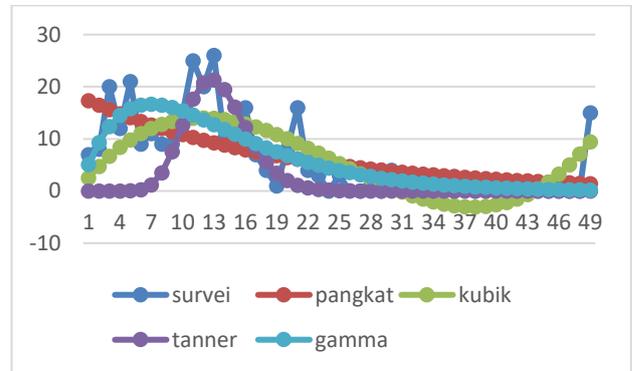
3.3. Analisis Regresi Non Linier Sederhana

Analisis regresi non linier dilakukan pada tahap terakhir untuk mencari bentuk fungsi hambatan terbaik. Pada tahap ini akan dibandingkan bentuk fungsi hambatan tipe Inggris dan Amerika dengan tetap mempertimbangkan hasil analisis pencocokan kurva sebelumnya. Hasil analisis regresi non linier menggunakan bentuk fungsi pangkat atau eksponensial, Tanner, dan Gamma. Perbandingan nilai R² dari ketiga fungsi tersebut untuk tiap interval jarak adalah seperti terlihat pada Tabel 1 :

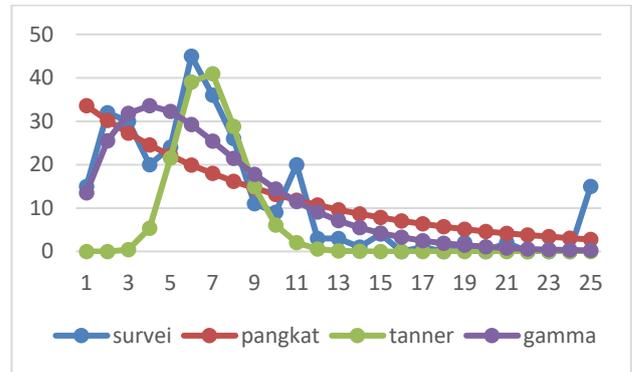
Tabel 1. Nilai Koefisien Determinasi (R²)

Interval Jarak (km)	Pangkat /eksponensial	Tanner	Gamma
0,25	0,438	0,230	0,585
0,5	0,540	0,315	0,742
0,75	0,632	0,358	0,799
1	0,670	0,392	0,870
1,25	0,701	0,432	0,812
1,5	0,795	0,382	0,960
1,75	0,759	0,473	0,977
2	0,717	0,526	0,985
2,25	0,717	0,903	0,985
2,5	0,794	0,931	0,987
2,75	0,851	0,984	0,989
3	0,921	0,986	0,989

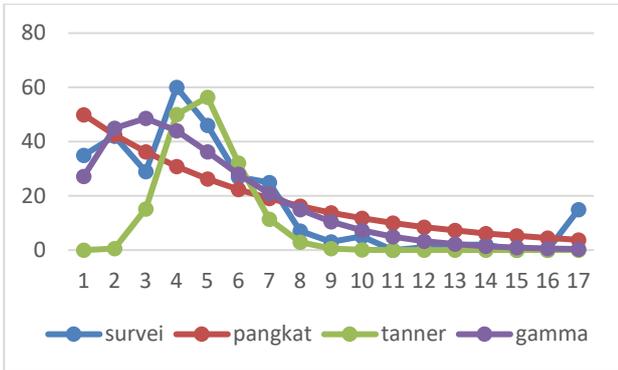
Perbandingan kurva hasil survei dan hasil estimasi dalam berbagai fungsi (Tabel 1) seperti terlihat pada Gambar 13-24.



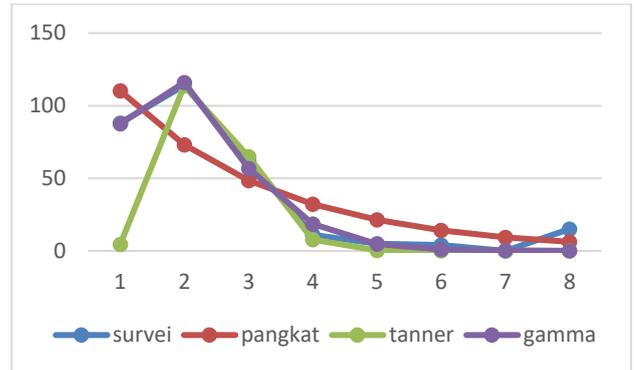
Gambar 13. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 0.25 km



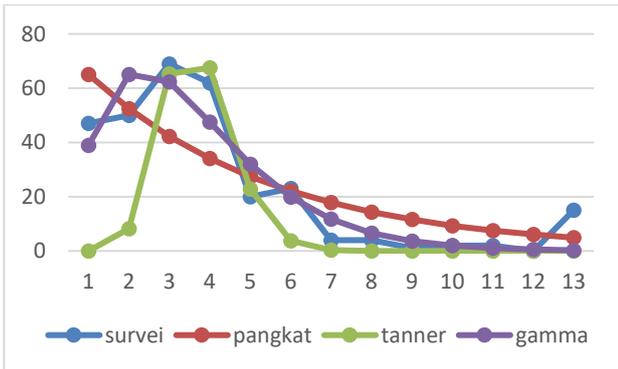
Gambar 14. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 0.5 km



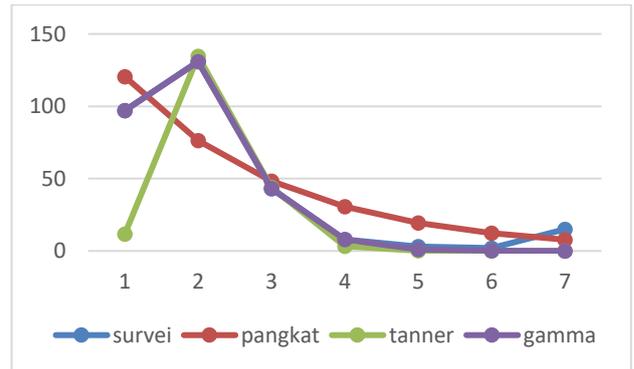
Gambar 15. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 0.75 km



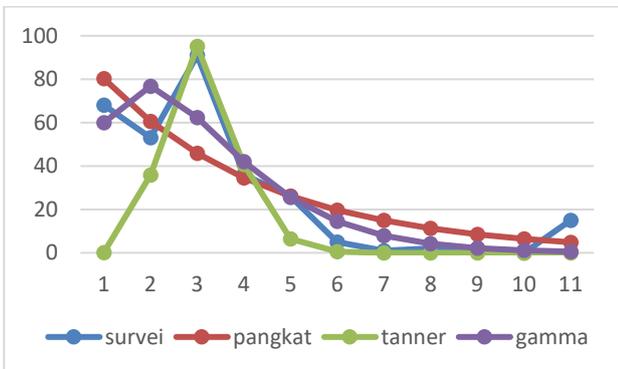
Gambar 19. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 1.75 km



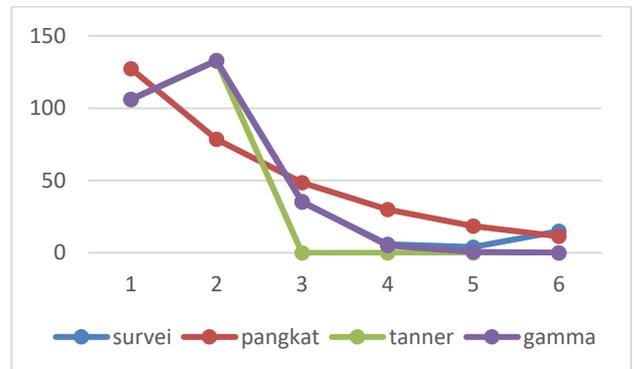
Gambar 16. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 1 km



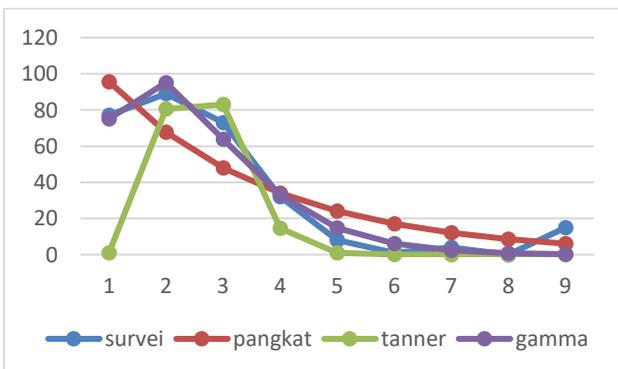
Gambar 20. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 2 km



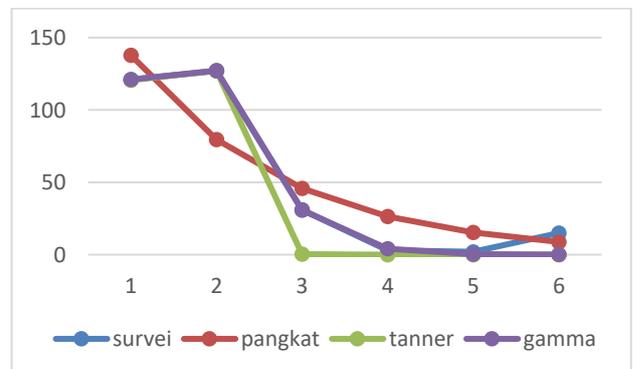
Gambar 17. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 1.25 km



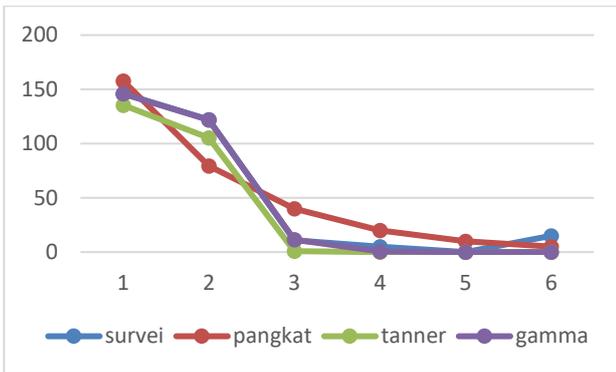
Gambar 21. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 2.25 km



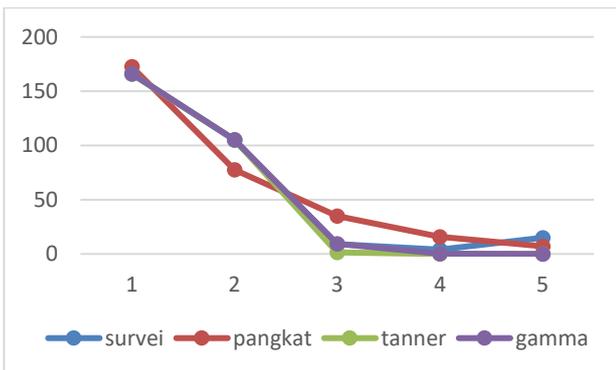
Gambar 18. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 1.5 km



Gambar 22. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 2.5 km



Gambar 23. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 2.75 km



Gambar 24. Perbandingan Hasil Estimasi Fungsi VS Hasil Survei Interval 3 km

3.4. Pembahasan

Hasil analisis pada sub bab 3.1 adalah grafik yang menunjukkan jumlah perjalanan hasil survei sebagai fungsi dari interval jarak perjalanan. Pola grafik menunjukkan bahwa kurva dengan interval jarak 0,25 km mempunyai bentuk yang paling berbeda (Gambar 1). Gambar 1 menunjukkan bahwa pada interval jarak relatif kecil (250 m) jumlah perjalanan sangat bervariasi. Bentuk kurva pada interval jarak ini juga cenderung tidak menentu. Selanjutnya, kurva dengan kecenderungan yang juga berbeda adalah kurva interval jarak 3 km (Gambar 12). Gambar 12 menunjukkan bahwa makin besar jarak maka jumlah perjalanan makin kecil.

Sedangkan sisanya, yaitu Gambar 2-11, mempunyai kemiripan : pada jarak < 2 km mempunyai kecenderungan : makin besar jarak, makin besar jumlah perjalanan. Sedangkan pada jarak perjalanan ≥ 3 km : makin besar jarak, makin kecil jumlah perjalanan (yang mana identik dengan Gambar 12). Gambar 1-12 mengindikasikan bahwa pada jarak yang relatif pendek, atau dalam kasus ini kurang dari 2 km, pola jumlah perjalanan tidak menentu. Tetapi pada jarak yang lebih besar dari 2 km mulai mengikuti pola yang tertentu, yaitu semakin jauh jarak perjalanan, semakin sedikit jumlah perjalanan.

Hasil analisis pada sub bab 3.2 adalah persamaan jumlah perjalanan sebagai fungsi interval jarak hasil

estimasi dengan metode regresi kuadrat terkecil. Penentuan persamaan 8-19 berdasarkan kepada : nilai R^2 , nilai kesalahan standar estimasi, dan uji signifiknasi. Hasil analisis pada sub bab 3.2 tersebut ternyata identik dengan kecenderungan kurva hasil survei pada sub bab 3.1. Gambar 1 mempunyai bentuk fungsi hambatan yang paling berbeda, yaitu persamaan pangkat 3 (persamaan 8). Selanjutnya Gambar 12 dengan bentuk persamaan fungsi pangkat negatif (persamaan 19). Sedangkan Gambar 2-11 mempunyai kecenderungan yang sama, yaitu berbentuk fungsi eksponensial dan atau *compound*.

Hasil analisis regresi non linier pada sub bab 3.3. dilakukan untuk membandingkan fungsi yang paling sesuai antara fungsi pangkat/eksponen, Tanner, dan Gamma. Hasil analisis seperti terlihat pada Tabel 1 dan juga didukung oleh Gambar 13-24 menunjukkan bahwa fungsi Gamma secara umum lebih bisa mewakili dan lebih konsisten dalam menjelaskan bentuk fungsi hambatan perjalanan dalam berbagai interval jarak dibanding fungsi Tanner dan pangkat/eksponensial. Hal tersebut bisa dilihat dari nilai R^2 yang lebih besar dibanding fungsi pangkat dan Tanner di semua interval jarak. Menurut Suprayitno, H. (2018), hasil penelitian di negara-negara berkembang sebaran panjang perjalanan cenderung mempunyai bentuk fungsi tipe Amerika, yaitu fungsi Gamma. Hal ini sesuai dengan hasil temuan pada penelitian ini

Tabel 1 juga mengindikasikan bahwa semua fungsi (pangkat, Tanner, dan Gamma) tidak sesuai diterapkan ada jarak pendek, yaitu kurang dari 0,75 km. Yang ditunjukkan oleh nilai R^2 yang relatif kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa pada perjalanan jarak pendek, jumlah pengguna kendaraan bermotor tidak begitu signifikan. Pengguna kemungkinan lebih banyak berjalan kaki untuk menempuh perjalanan kurang dari 0,75 km.

Fungsi pangkat/eksponen lebih sesuai untuk menjelaskan pola perjalanan pada jarak 0,75 – 2 km (nilai R^2 lebih besar) dibandingkan dengan fungsi Tanner. Sebaliknya, fungsi Tanner lebih sesuai pada jarak yang lebih besar dari 2 km dibandingkan fungsi pangkat/eksponen. Sedangkan fungsi Gamma lebih tepat dalam menjelaskan hubungan interval jarak dengan jumlah perjalanan dibanding fungsi pangkat/eksponensial dan Tanner.

4. SIMPULAN

Penentuan interval jarak perjalanan berpengaruh terhadap jumlah perjalanan sebagai fungsi jarak perjalanan. Pengaruh tersebut berupa : bentuk kurva, jenis fungsi hambatan perjalanan, dan parameter persamaan fungsi hambatan.

Semua fungsi (pangkat, Tanner, dan Gamma) tidak sesuai diterapkan pada jarak pendek, yaitu kurang dari 0,75 km. Fungsi pangkat atau eksponen lebih sesuai

untuk menjelaskan pola perjalanan pada jarak 0,75 – 2 km. Sedangkan fungsi Tanner lebih sesuai pada jarak yang lebih besar dari 2 – 3 km. Sedangkan fungsi Gamma sesuai diterapkan pada interval jarak lebih besar 0,75 – 3 km.

5. REKOMENDASI

Jumlah perjalanan pada penelitian ini menggunakan satuan kendaraan per satuan waktu. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan dengan menggunakan jumlah perjalanan orang per satuan waktu. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan terkait analisis fungsi hambatan perjalanan yang sesuai untuk perjalanan jarak yang lebih kecil dari 0,75 km.

6. 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
- Altaher, M.G.M, Abdallah, A.M, Elsayed, M.A., Mahfouz, A.B.S. 2019. "Investigating The Best Manner For Trip Distribution In Unplanned Cities". *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*. 10 (05) : 571-582.
- Aprilliansyah, T. & Herman. 2015. "Perkiraan Distribusi Pergerakan Penumpang Di Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Asal Tujuan Transportasi Nasional". *Rekaracana*. 1(1) : 29-40
- Berliansa, S.B., Syafi'i., Legowo, S.J. 2021. "Estimasi Parameter Model Gravity Dengan Metode Inferensi-Bayes dan Fungsi Hambatan Eksponensial Negatif (Studi Kasus Kabupaten Sukoharjo)". *Jurnal Matriks Teknik Sipil*. 9(1) : 61-68
- Biro Pusat Statistik. 2024. *Kecamatan Cepu dalam Angka 2024*. BPS. Blora
- 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
- Dai, X., Sun, L., Xu, Y. 2018. "Short-Term Origin-Destination Based Metro Flow Prediction with Probabilistic Model Selection Approach". Diakses dari : <https://doi.org/10.1155/2018/5942763>
- D'Cruz, J.J.M, Alex, A.P., Manju, V.S., Peter, L. 2020. "Impact Assessment Of Short-Term Management Measures On Travel Demand". *Archives of Transport*. 53(1) : 37-52
- Goel, R. 2018. "Distance-decay functions of travel to work trips in India". Diakses dari : <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2017.12.019>
- Gujarati, D, 1997, *Ekonometrika Dasar*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- 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 2018*. p. 47-59
- Horbachov, P. & Svichynskyi, S., 2014. "Dependence Of Trip Length Frequency Distribution On Characteristics Of Route Network Elements". *The Archives of Transport*. 30 (2) : 21-30.
- Horbachov, P. & Svichynskyi, S., 2018. "Theoretical substantiation of trip length distribution for home-based work trips in urban transit system". *The Journal of Transport and Land Use*. 11(1) : 593-632.
- Jonker, N.J., Venter, C.J. 2018. "Modelling the Trip Length Distribution of Shopping Center Trips from GPS Data". Diakses dari : <https://doi.org/10.1061/JTEPBS.0000200>
- 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
- Martin, W.A., McGuckin, N.A. 1998. *Report 365 : Travel Estimation Techniques for Urban Planning*. National Academy Press. USA.
- Matari, I.A.N, Syafi'i., Musthofiah, A. 2023. "Estimasi Distribusi Pergerakan dengan Metode Kemiripan Maksimum dan Fungsi Hambatan Eksponensial Negatif (Studi Kasus Kabupaten Sragen)". *Prosiding Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi 2023*. 10(1) : 431-440
- Minhas, A., Zaki, N.H., Shahid, S., Abdelfatah, A. 2014. "A Comparison of Deterministic and Stochastic Approaches for the Estimation of Trips Rates". *Journal of Transport System Engineering*. 1(1) : 01-11
- Naser, I.H., Mahdi, M.B, Meqtoof, F.H. & Etih, H.A. 2021. "Modelling Trip Distribution Using the Gravity Model and Fratar's Method". *Mathematical Modelling of Engineering Problems*. 8(2) : 230-236
- Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2010. *Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 6 Tahun 2010 Tentang RTRW Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029*. BAPPEDA Prop. Jawa Tengah. Semarang
- Pemerintah Kabupaten Blora 2011. *Peraturan Daerah Kabupaten Blora No.18 Tahun 2011 Tentang RTRW Kabupaten Blora Tahun 2011-2031*. BAPPEDA Kab. Blora. Blora

- 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 2016*. p. 1674-1682
- Ristiyanto, H.G. 2022. “Analisis Karakteristik Perjalanan Menuju Kawasan Perkantoran Jalan Gor Mustika Kabupaten Blera”. *Jurnal Ilmiah Teknosains*. 8(2) : 43-48
- Sugiyono. 2018. *Statistik untuk Penelitian*. Penerbit Alfabeta. Bandung.
- Suprayitno, H., Ratnasari, V., Saraswati, N., 2018. “Behavior of Trip Length Distribution Pattern due to the Variation of Trip Length Interval Determination”. *IPTEK, Journal of Engineering*. 4(1) : 7-12.
- Suprayitno, H., 2018. “Searching the Correct and Appropriate Deterrence Function General Formula for Calculating Gravity Trip Distribution Model”. *IPTEK The Journal of Engineering*. 4(3) : 17-25.
- Suprayitno, H., 2020. “Developing a direct gravity trip distribution model for air passenger demand”. Diakses dari :
- <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*, ITB, Bandung
- Yang, F., Yao, Z., Ding F., Tan, H., Ran, B. 2019. “Understanding Urban Mobility Pattern with Cellular Phone Data: A Case Study of Residents and Travelers in Nanjing”. Diakses dari : <http://dx.doi.org/10.3390/su11195502>
- Yousif, R.A., Tayh, S.A., Jasim, A.F. 2020. “Trip Distribution Gravity Model of Al-Diwaniyah City: A Case Study”. *Proceedings of AICCE'19*. p. 105-117
- Zusanti, F., Syafi'i, Legowo, S.J. 2025. “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