

ANALISIS SEBARAN PERGERAKAN DENGAN METODE DOUBLE CONTRAINED GRAVITY MODEL (DCGR) (STUDI KASUS KABUPATEN MOJOKERTO)

Muhammad deny wijaya¹, Meriana wahyu nugroho², Titin sundari³, Totok yulianto⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasyim Asy'ari, Jombang, 61411, Indonesia
¹deny.alafasy@gmail.com, ²rian.sipilunhasy@gmail.com, ³titinsundari1273@gmail.com,
⁴totokunhasy@gmail.com

ABSTRAK

Mojokerto memiliki banyak aktifitas lalu lintas karena jalan propinsi yang menghubungkan banyak daerah disekitarnya. Aktifitas arus lalu lintas disebut bangkitan dan tarikan. kajian penelitian ini untuk mengetahui total besaran bangkitan dan tarikan yang terjadi. Menggunakan metode Double Contrained Gravity Model (DCGR). Data yang digunakan adalah inputan matrik aksesibilitas, data bangkitan dan tarikan zona. Kemudian menentukan input hambatan, faktor penyeimbang. Dengan hasil akhir sebagai matrik akses tujuan. Pengumpulan data dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. data primer melalui wawancara dan kuisioner sedangkan data sekunder adalah data yang exist dan data yang bersifat reusable. Lokasi penelitian pada sepanjang jalan Kabupaten Mojokerto. Penelitian ini mencatat setiap bangkitan dan tarikan. Hasil pergerakan transportasi dengan pendekatan Double Constrain Gravity Model (DCGR) didapatkan hasil pergerakan transportasi 16% kendaraan roda dua terdapat di zona 1 dengan nilai volume lalu lintas harian rata rata 81239 smp/jam. Hasil nilai hambatan pergerakan transportasi mendapatkan Nilai $\beta = 0.0559$ Iterasi ke 813 mencapai konvergensi dan berdasarkan Matriks Asal Tujuan (MAT) pergerakan ditentukan oleh matriks aksesibilitas yang diinput oleh user. Saran penelitian dimasa depan kombinasi MAT dan metode pendekatan Double Constrain Gravity Model (DCGR) dikembangkan pada area yang lebih luas.

Kata kunci: Sebaran pergerakan; bangkitan dan tarikan; MAT; Double Constrain Gravity Model (DCGR)

1. Pendahuluan

Seiring perkembangannya zaman pengguna kendaraan pribadi mendominasi lalu lintas Kab Mojokerto. Wilayah Kab. Mojokerto juga sebagai Jalan Provinsi untuk menghubungkan kota kota disekitar Mojokerto. Jumlah kendaraan yang tercatat melintasi jalan bebas hambatan ini sebesar 40.500 unit. Aktifitas lancar dan berjalan dengan baik karena sarana dan prasarana tersedia sangat baik dan terawat. Kecenderungan masyarakat akan penggunaan kendaraan pribadi dalam berpindah - pindah. Semakin banyaknya lalu lalang kendaraan yang melintas menimbulkan meningkatnya volume lalu lintas [1]. Distribusi pembebanan lalu lintas yang merata disetiap ruas jalan akan mengurangi tingkat kejenuhan, sehingga dapat mereduksi tingkat kemacetan lalu lintas [2].

Terjadinya pergerakan bangkitan dapat dimodelkan untuk lalu lintas di masa saat ini dan masa depan. Implementasi yang dapat dilihat dari pergerakan bangkitan adalah dapat dijadikan landasan dalam pengambilan keputusan dan kebijakan suatu instansi yang terkait [3]. Bangkitan didefinisikan

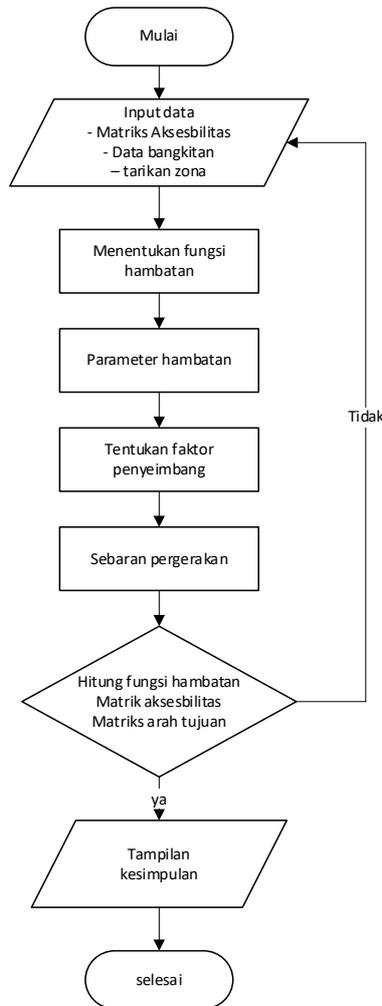
sebagai bangkitan zona awal menuju ke zona akhir. Zona awal merupakan zona mulainya sebuah pergerakan dan zona akhir adalah zona tujuan yang menarik pergerakan [4]. Perjalanan atau pergerakan terjadi dimulai dari orang tersebut keluar rumah. Orang. Aktifitas orang keluar rumah menuju kesuatu tempat membentuk Pola perjalanan. Sederhananya perilaku perjalanan adalah aktifitas manusia melakukan pergerakan dari titik asal ke titik tujuan [5].

Peneliti mengajukan metode DCGR untuk memberikan solusi permasalahan tentang kepadatan lalu lintas transportasi yang terjadi di daerah Kabupaten Mojokerto. Tujuan penelitian ini menawarkan metode alternatif untuk mengolah data hasil survey zona awal hingga akhir untuk menghasilkan Matriks Asal-Tujuan (MAT). Besar harapan peneliti menggunakan metode Double Constrained Gravity Model (DCGR) memberikan alternatif solusi pada saat ini dan dimasa depan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada sepanjang ruas jalan masuk wilayah Kabupaten Mojokerto bagian utara, barat, timur dan selatan menuju wilayah keluar perbatasan Mojokerto [6]. Penelitian ini mencatat aktivitas setiap bangkitan dan tarikan dari setiap masyarakat. Inputan data pada penelitian ini adalah Input Matriks Aksesibilitas (C_{id}), Input nilai bangkitan setiap zona (O_i), dan Input nilai tarikan setiap zona (D_d) [7].

Alur penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1 Flowchart penelitian

2.1. Algoritma penelitian

Algoritma penelitian ini adalah alur dari flowchart penelitian pada gambar 1. Penjelasan flowchart merupakan langkah langkah yang digunakan untuk menemukan nilai dari sebaran pergerakan. Sebagai berikut langkah nya:

Langkah pertama Input Matriks Aksesibilitas (C_{id}), Input nilai bangkitan setiap zona (O_i), Input nilai tarikan setiap zona (D_d), dan Input nilai k . Kemudian langkah kedua Hitung nilai rata-rata C_{id} , kemudian melakukan Analisis nilai parameter hambatan β dengan metode empiris Hyman [8].

$$\beta = \frac{\kappa}{Ave(C_{id})}$$

dimana :

β = Parameter Hambatan

k = konstanta hambatan = 2,5 ($k = 2 \sim 3$)

Ave (C_{id}) = Rata-rata nilai C_{id}

Setelah hambatan ketemu dilakukan Analisis nilai fungsi hambatan (digunakan fungsi eksponensial negatif) [9].

$$fid = e^{(-\beta x C_{id})}$$

kemudian Analisis nilai faktor penyeimbang (A_i dan B_d) dengan menggunakan iterasi. Adapun tahapannya sebagai berikut

$$B_d = \frac{1}{\sum_i (A_i O_i f_{id})} \qquad A_i = \frac{1}{\sum_d (B_d D_d f_{id})}$$

Tahapan iterasi :

- a. Masukkan variabel iterasi $n = 0$
- b. Asumsikan nilai awal $B_{1(0)} = B_{2(0)} = B_{3(0)} = B_{4(0)} = 1$
- c. Analisis nilai $A_{i(0)}$ dengan nilai $B_{d(0)} = 1$
- d. Ubah variabel iterasi $n = n + 1$
- e. Analisis nilai $B_{d(n)}$ dengan nilai $A_{i(n-1)}$ pada iterasi sebelumnya
- f. Analisis nilai $A_{i(n)}$ dengan $B_{d(n-1)}$ pada iterasi sebelumnya
- g. Cek apakah nilai $B_{d(n)} = B_{d(n-1)}$ dan $A_{i(n-1)} = A_{i(n)}$
 - i. jika kondisi belum terpenuhi ke step d
 - ii. jika kondisi telah terpenuhi ke step h
- h. Gunakan nilai $A_i = A_{i(n)}$ dan nilai $B_d = B_{d(n)}$

Kemudian langkah terakhir menganalisis nilai sebaran pergerakan (T_{id})

$$T_{id} = O_i \times D_d \times A_i \times B_d \times f_{id}$$

2.2. Matriks aksesibilitas (C_{id})

Aksesibilitas adalah sebuah alat pengukur sebuah perjalanan yang terjadi apakah dapat terakses dengan mudah atau tidak, sederhananya adalah seberapa mudah dan terjangkau sebuah tempat untuk dilalui [10].

2.3. Bangkitan Zona (Oi)

Bangkitan didefinisikan banyaknya lalu lintas yang terbentuk oleh zona awal dalam satu wilayah dalam satu waktu. Besaran lalu lintas yang terjadi di perkotaan bisa disebabkan oleh adanya kebutuhan masyarakat. Masyarakat membutuhkan aktifitas berhubungan dengan transportasi barang dan manusia. Model dengan penggunaan data berbasis zona wilayah. Keluaran yang didapatkan adalah kuantitas kendaraan, manusia dan barang. Data pergerakan yang diakibatkan pergerakan lahan kosong tanpa diketahui arah dan tujuannya [11].

2.3 Tarikan Zona (Dd)

Tarikan adalah banyaknya lalu lintas yang membawa aktifitas masyarakat dari titik awal ke titik akhir. Tarikan merupakan gaya pendorong masyarakat untuk berpindah ke tempat lain sebagai tujuan mereka. Contoh tarikan pergerakan adalah masyarakat jombang bekerja pabrik diharuskan berangkat ke pabrik yang terletak di Mojokerto [12].

2.4 Matriks Akses Tujuan (MAT)

Pemilihan model berperan penting dalam penelitian ini. Terdapat 4 model perencanaan. Pada penelitian ini menggunakan Matriks Asal Tujuan (MAT). MAT memiliki keunggulan dapat memvisualisasikan jumlah pergerakan yang terjadi [13].

Kebijakan yang diambil harus secara bijak dan tepat sasaran untuk mendukung terciptanya pelayanan yang baik. Dukungan data yang akurat dan dapat dipercaya tentang asal tujuan barang. data asal tujuan transportasi barang digunakan untuk menganalisa pergerakan barang yang lancar (cepat), murah, dan aman. Data asal tujuan transportasi barang juga sebagai landasan stakeholder dalam pengambilan keputusan di berbagai sector [14].

2.5 Double Constrain Model Gravity (DCGR)

Model ini mendefinisikan persebaran perjalanan yang saling terhubung, tidak ada Batasan secara jelas antara zona awal menuju zona akhir. artinya jarak total perjalanan dari zona awal menuju zona tujuan sudah ditentukan [15][16].

3. Hasil dan Pembahasan

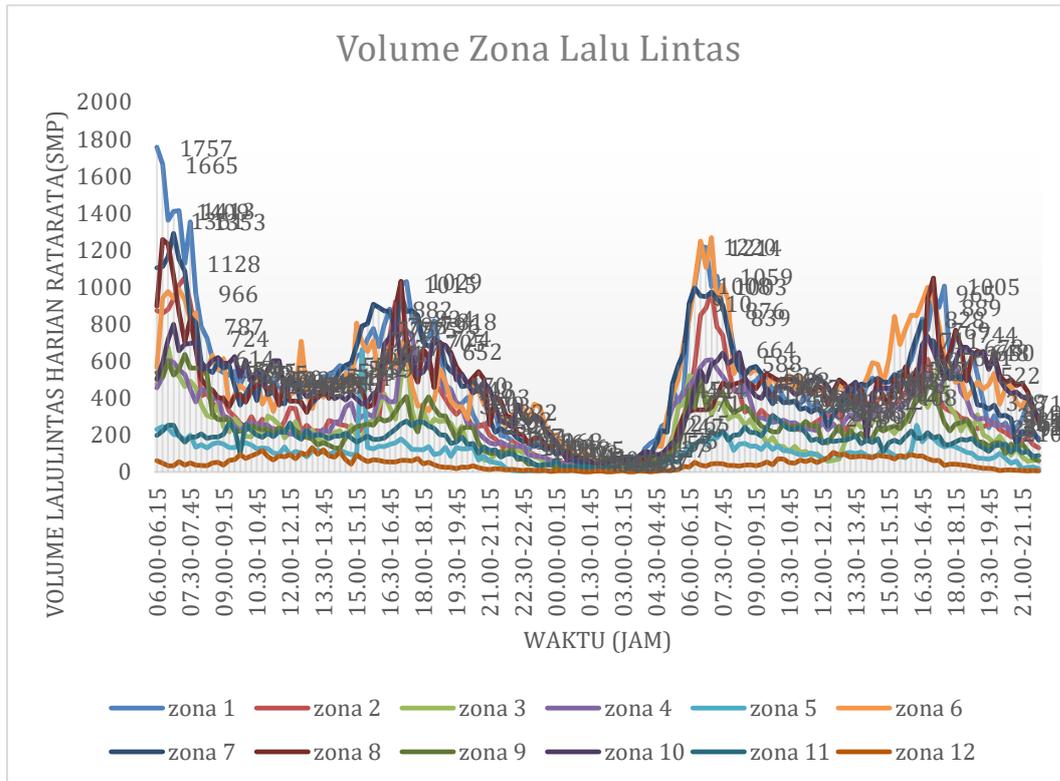
Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi jalan pada zona 1 sampai zona 12 sangat padat dari sejak pukul 06.00 pagi – 22.00 malam wib. Ditampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1 Hasil jumlah kapasitas kepadatan motor

zona	Volume tertinggi	Volume terendah
1	1757 smp/jam	43 smp/jam
2	1053 smp/jam	9 smp/jam
3	692 smp/jam	14 smp/jam
4	768 smp/jam	21 smp/jam
5	661 smp/jam	4 smp/jam
6	1269 smp/jam	43 smp/jam
7	1291 smp/jam	33 smp/jam
8	1257 smp/jam	26 smp/jam
9	636 smp/jam	14 smp/jam
10	813 smp/jam	42 smp/jam
11	306 smp/jam	14 smp/jam

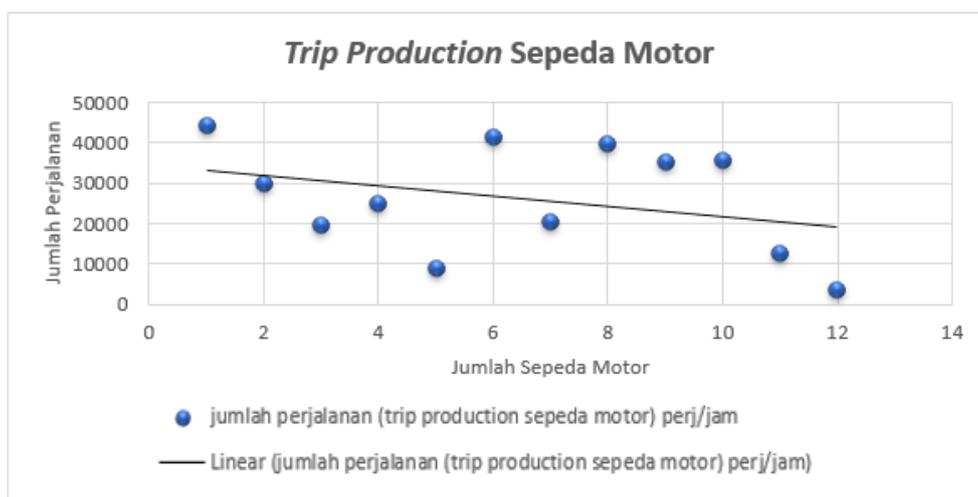
12	132 smp/jam	1 smp/jam
----	-------------	-----------

Data volume kendaraan ditampilkan dalam grafik gambar 2.



Gambar 2 Volume zona lalu lintas

Analisis trip production yang terjadi ditampilkan pada gambar grafik 3.



Gambar 3 Grafik *trip production* sepeda motor

Hasil analisis grafik *Trip Production* sepeda motor adalah didapatkan dapat ditarik kesimpulan jika motor dengan jumlah banyak maka jumlah perjalanan juga banyak yang terjadi. persamaan yang didapat sebagai berikut:

$$TP_{sm} = 0,937sm + 3,398 \quad R^2 = 0,965$$

Rumus diatas adalah perhitungan model trip generation yang terjadi.

Hasil bangkitan perjalanan ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil bangkitan perjalanan

No	Kab/Kota	Nama Ruas	jumlah perjalanan (trip production sepeda motor) perj/jam
1	KAB MOJOKERTO	Jl. Raya Mlirip - Bts. Kab. Mojokerto	44220
2	KAB MOJOKERTO	Jl. Raya Jetis, Canggu, Kec. Jetis, Mojokerto	29882
3	KAB MOJOKERTO	Jl Raya mlirip	19443
4	KAB MOJOKERTO	Jl. Bts Mojokerto-Gedek	24955
5	KAB MOJOKERTO	Jl. Bts. Kab. Lamongan - Gedek	8905
6	KAB MOJOKERTO	Jl. Krian-Mojosari, Ngimbangan, kec.Mojosari, Mojokerto.	41332
7	KAB MOJOKERTO	Jl. Raya Gedek - Ploso	20190
8	KAB MOJOKERTO	Jl. Pemuda, Mojosari	39707
9	KAB MOJOKERTO	Jl Airlangga Mojosari	35017
10	KAB MOJOKERTO	Jl. Hasanudin, Mojosari	35453
11	KAB MOJOKERTO	Jl. Pandanarum - Pacet	12642
12	KAB MOJOKERTO	Bts.Kota Batu (Jbt. Cangar II) - Pacet	3624
		jumlah	315370

Pada tabel 2 dapat dianalisis bahwa hasil bangkitan perjalanan pada Jl. Raya Mlirip - Bts. Kab. Mojokerto memiliki nilai paling tinggi. Dapat disimpulkan bahwa didaerah tersebut terjadi banyak bangkitan sepeda motor yang terjadi.

Hasil Tarikan Perjalanan ditampilkan pada tabel 3

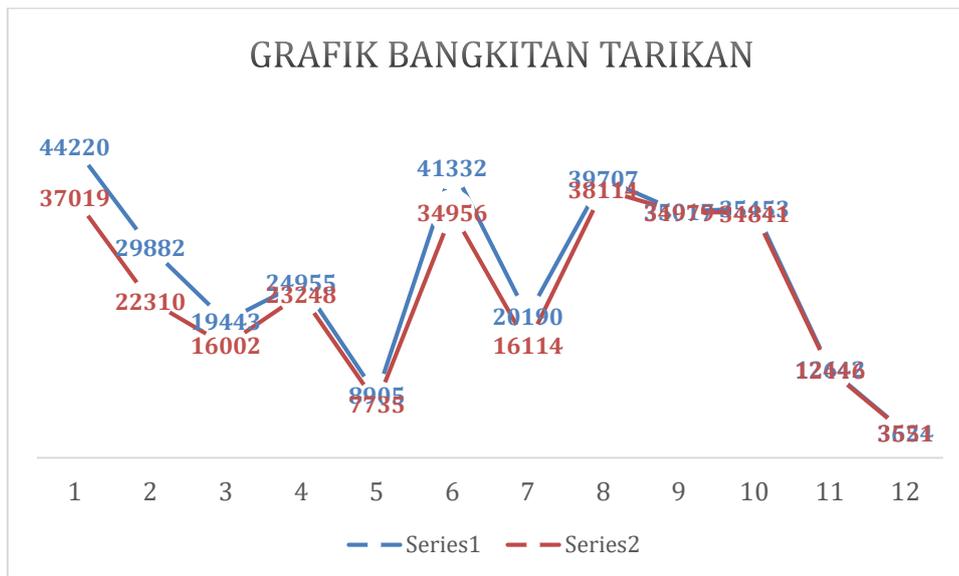
Tabel 3 Tarikan perjalanan

No	Kab/Kota	Nama Ruas	jumlah perjalanan (trip attraction sepeda motor) perj/jam
1	KAB MOJOKERTO	Jl. Raya Mlirip - Bts. Kab. Mojokerto	37019
2	KAB MOJOKERTO	Jl. Raya Jetis, Canggu, Kec. Jetis, Mojokerto	22310
3	KAB MOJOKERTO	Jl Raya mlirip	16002
4	KAB MOJOKERTO	Jl. Bts Mojokerto-Gedek	23248
5	KAB MOJOKERTO	Jl. Bts. Kab. Lamongan - Gedek	7735

6	KAB MOJOKERTO	Jl. Krian-Mojosari, Ngimbangan, kec.Mojosari, Mojokerto.	34956
7	KAB MOJOKERTO	Jl. Raya Gedek - Ploso	16114
8	KAB MOJOKERTO	Jl. Pemuda, Mojosari	38114
9	KAB MOJOKERTO	Jl Airlangga Mojosari	34979
10	KAB MOJOKERTO	Jl. Hasanudin, Mojosari	34841
11	KAB MOJOKERTO	Jl. Pandanarum - Pacet	12446
12	KAB MOJOKERTO	Bts.Kota Batu (Jbt. Cangar II) - Pacet	3551
jumlah			281315

Pada tabel 3 dapat dianalisis bahwa hasil tarikan perjalanan pada jalan pemuda, mojosari memiliki nilai paling tinggi. Dapat disimpulkan bahwa didaerah tersebut terjadi banyak tarikan sepeda motor yang terjadi.

Berdasarkan Survey yang dilaksanakan pada lapangan menunjukkan data sebagai berikut. Data ditampilkan berupa grafik untuk mempermudah memberikan informasi. Ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Bangkitan dan tarikan

Hasil Hambatan Persebaran Pada penelitian ini digunakan data hasil survei lapangan untuk menghitung fungsi hambatan dengan menggunakan matriks Deterance. Waktu tersebut digunakan sebagai parameter fungsi hambatan (Dij) [17].

Tabel 4 Hambatan persebaran

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,51	0,48	0,18	0,29	0,10	0,51	0,46	0,48	0,41	0,08	0,02	0,43
2	0,09	0,09	0,25	0,18	0,08	0,28	0,25	0,05	0,26	0,09	0,28	0,15
3	0,04	0,05	0,17	0,28	0,17	0,25	0,09	0,26	0,18	0,05	0,14	0,05
4	0,1	0,03	0,31	0,09	0,03	0,14	0,17	0,05	0,05	0,05	0,02	0,02
5	0,28	0,46	5	0,1	0,03	0,09	0,03	0,1	0,18	0,25	0,03	0,51
6	0,51	0,48	0,03	0,03	0,18	0,01	0	0,1	0,51	0,03	0,1	0,03

7	0,09	0,31	0,54	0,02	0,01	0,31	0,18	0,01	0,03	0,1	0,14	0,26
8	0,31	0,09	0,17	0,17	0,03	0,09	0,01	0,51	0,05	0,05	0,03	0,01
9	0,09	0,03	0,05	0,51	0,1	0,03	0,02	0,09	0,09	0,03	0,48	0,08
10	0,01	0,31	0,16	0,17	0,48	0,01	0,03	0,05	0,48	0,08	0,01	0,02
11	0,29	0,48	0,02	0	0,05	0,18	0,13	0,03	0,17	0,01	0,41	0,03
12	0,05	0,05	0,1	0,21	0,25	0,02	0,05	0,01	0	0,03	0,54	0,02

Uji ini menggunakan nilai Sum Square Error (SSE). Persamaan fungsi Hambatan:

$$\text{Fungsi Hambatan } fid = e^{(-\beta x Cid)}$$

Jadi, nilai terbaik diambil dari nilai SSE yang mencapai nilai minimum. Fungsi hambatan atau hambatan transportasi ditampilkan dalam bentuk jarak, waktu dan biaya. Lebih sederhana disebut rute terpendek, tercepat, atau termurah, dari zona awal ke zona akhir dengan munculnya segala kemungkinan yang terjadi [18].

Hasil Matrik aksesibilitas penelitian ini ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5 Matrik aksesibilitas

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	12	13	31	22	41	12	55	13	16	45	75	15
2	43	44	25	31	45	23	25	53	24	43	23	34
3	56	53	32	23	32	25	43	24	31	52	35	52
4	76	65	21	43	64	35	32	54	53	53	74	75
5	23	14	55	41	65	43	65	42	31	25	65	12
6	12	13	64	65	31	76	99	76	12	64	77	65
7	43	21	11	66	41	21	31	87	64	43	35	24
8	21	43	32	32	64	43	86	12	53	54	65	77
9	43	64	53	12	41	65	66	43	44	65	13	45
10	77	21	33	32	13	76	65	54	13	45	77	75
11	22	13	66	99	54	31	36	65	32	76	16	65
12	53	55	42	28	25	75	54	76	99	64	11	75

Berdasarkan hasil Tabel Matrik aksesibilitas dilakukan penghitungan untuk menentukan nilai B. nilai B adalah 0,0559. Nilai β merupakan biaya perjalanan rata-rata di wilayah studi, semakin kecil nilai biaya rerata perjalanan.

Dengan mengaplikasikan nilai parameter β dan γ yang telah konvergen, maka selanjutnya dilakukan proses estimasi MAT sesuai dengan tujuan penelitian ini, yaitu membangun MAT sepeda motor yang melalui jalan. Dari pengujian yang telah dilakukan, terlihat bahwa dari pemodelan pada beberapa ruas jalan yang ditinjau dapat menggambarkan tingkat kemiripan atau kesesuaian yang cukup baik [19].

Informasi MAT ini sangat dibutuhkan dan sangat membantu berbagai pihak, misalnya: instansi, departemen, konsultan, pengguna jalan, penentu kebijaksanaan, lembaga baik kelompok maupun

perorangan yang terkait dengan sektor transportasi. Informasi mengenai kebutuhan pergerakan dalam bentuk MAT yang paling terkini dan berpola dinamis (real time) bisa didapatkan dengan biaya yang sangat murah dan waktu yang sangat cepat [20].

Hasil perhitungan Matriks Asal Tujuan ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5 Matrik asal tujuan

d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Oi	Ai
1	5452.7 4	3107.4 3	814.48	1957.4 4	225.0 5	5148.8 7	214.28	5308.67	4119.4 8	810.50	54.08	4683.6 1	4422.0 0	0,00001
2	1138.3 6	648.73	1346.5 6	1398.6 3	212.6 9	3289.6 4	1355.9 8	669.97	3112.7 6	1071.3 8	1171.2 7	1912.9 7	29882. 00	0,00003
3	583.72	416.05	965.80 3521.5	0 1494.8	4 152.6	3120.7 3515.8	525.70 1916.8	3598.36	2232.5 8	687.11 1280.5	635.15	741.64	19443. 00	0,00004
4	375.93 1009.8	419.14 1006.7	1	3	8	9	3	1324.69	6	9	141.35	403.85	1897.8 8905.0	0,00006
5	5 22294.	7 12705.	72.91	231.75	20.15	311.59	41.97	259.28	610.00	849.86	32.41	7	1168.8 41332.	0,00002
6	09 2122.2	61 4377.4	525.96 4=549	722.56	76 495.9	587.26 6858.7	74.80 1807.3	640.32	21066.	1145.1 48	6	197.72	1 6239.0	0,00004
7	7 10066.	9 1772.4	2.70	368.23	2	8	5	186.53	619.61	9	3	3	0 39707.	0,00003
8	00 2093.6	8 389.87	7	8	8	8	8	109.29	171444.	6	4	288.91	446.20 35017.	0,00004
9	813 1264.9	389.87 17470.	517.34	2	4	577.64	251.80	2155.61	1870.7 0	575.74	5	0	0 1437.0	0,00005
10	1 3318.3	18 3308.2	4	0	74	2	1	4713.65	42846.	9	425.27	4	0 12642.	0,00005
11	5 564.60	3	122.45	28.10	0	8	660.18	308.44	1792.3 3	152.41	8	304.33	0 3624.0	0,00004
12	1 37019.	304.25	451.50	1	5	155.77	232.40	160.60	40.72	287.23	3	167.68	0 27606.	0,00008
Dd	00	00	16002.	23248.	00	7735.	34956.	16114.	38114.0	34979.	34841.	12446.	00	315370.00
Bd	0,44	0,4	0,52	0,45	0,56	0,68	1,16	0,6	0,36	1,51	0,57	1,05		

Hasil analisis Matrik Asal Tujuan didapatkan nilai maximal tarikan seluruh zona adalah 38114 dan nilai minimum tarikan adalah 7735, sedangkan nilai maximal bangkitan seluruh zona adalah 41332 dan nilai minimum bangkitan 2495 dengan total iterasi sebanyak 5718 kali.

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil pergerakan transportasi dengan pendekatan Double Constrain Gravity Model (DCGR) didapatkan hasil pergerakan transportasi 16% kendaraan roda dua terdapat di zona 1 dengan nilai volume lalu lintas harian rata-rata 81239 smp/jam. Hasil nilai hambatan pergerakan transportasi mendapatkan Nilai $\beta = 0.0559$ Iterasi ke 813 mencapai konvergensi dan berdasarkan Matriks Asal Tujuan (MAT) pergerakan ditentukan oleh matriks aksesibilitas yang diinput oleh user. Makin besar nilai aksesibilitas yang diinput, pergerakan di zona tersebut cenderung lebih besar dengan persamaan $Y = 3,398 - 0,937 X$. Hasil besaran tingkat validasi dari arus lalu lintas transportasi dengan pendekatan Double Constrain Gravity Model (DCGR) didapatkan nilai bangkitan tertinggi sebesar 41332 dan nilai bangkitan terendah 2495. Dan nilai tarikan tertinggi 38114 dan tarikan terendah 7735 dengan kalibrasi iterasi sebanyak 5718.

Saran Penelitian di masa depan Penggunaan MAT dengan menggunakan metode pendekatan Double Constrain Gravity Model (DCGR) dikembangkan ditempat lain yang lebih luas dan memiliki wilayah yang besar dan penggunaan kombinasi MAT dan DCGR mendapatkan hasil visual yang nyata dengan menggunakan aplikasi GIS.

Ucapan Terima Kasih

Sebagai penulis, saya ucapkan banyak terimakasih banyak terutama kepada Meriana Wahyu Nugroho atas pengumpulan data pada penelitian ini. dan kepada seluruh pihak yang telah membantu saya menyelesaikan penelitian ini. Dengan demikian saya dapat menyusun jurnal ini.

Referensi

- [1] S. Djuniati, "Formulasi Model Gravity Penyebaran Perjalanan Penumpang," *J. Tek. Sipil Univ. Riau*, vol. 3, no. 1, pp. 85–96, 2010.
- [2] E. Hany Fanida, "Strategi Dinas Perhubungan Kota Surabaya Untuk Mengurangi Kemacetan Jalan Raya Kota Surabaya," *J. Mhs.*, p. 7, 2015, [Online]. Available: <http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/publika/article/download/11930/11042>.
- [3] Y. Fataroh, W. Kriswardhana, and N. N. Hayati, "Model Bangkitan Perjalanan Lalu Lintas Pada Zona Pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri Jember," *J. Ilm. MITSU*, vol. 8, no. 1, pp. 42–50, 2020, doi: 10.24929/ft.v8i1.905.
- [4] R. Santosa, H. Afga, and D. Muryanto, "Analisis Dampak Lalu Lintas Pembangunan Gudang Workshop Peti Kemas Terhadap Kinerja Ruas Jl. KH. Syafii Kabupaten Gresik," *Ge-STRAM J. Perenc. dan Rekayasa Sipil*, vol. 1, no. 1, p. 38, 2018, doi: 10.25139/jprs.v1i1.807.
- [5] N. Mahmudah, "Pemodelan Bangkitan Perjalanan Pelajar Di Kabupaten Sleman," *J. Tek. Sipil*, 2017, doi: 10.24002/jts.v13i4.937.
- [6] S. Huntoyungo, "Analisis Model Bangkitan Tarikan Pengaruh pada Zona Jalan Jaksa Agung Soepranto Kota Gorontalo," *RADIAL J. Perad. Sains ...*, vol. 6, no. 2, pp. 134–145, 2018, [Online]. Available: <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/article/view/172>.
- [7] F. Ramdhani and R. Tisnawan, "Analisis Model Bangkitan Dan Tarikan Pergerakan," *J. Rab Constr. Res.*, 2018.
- [8] T. Aprilliansyah and Herman, "Perkiraan Distribusi Pergerakan Penumpang di Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Asal Tujuan Transportasi Nasional," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2014.
- [9] B. A. Yusri(1), M. (2 Pada Lumba, ST, and S. P. M. (3) Khairul Fahmi, "Tinjauan Bangkitan Dan Tarikan Perjalanan Kelurahan Kec Amatan Rambah , Pasir Pengaraian," *Progr. Stud. Strat. I Tek. Sipil, Fak. Tek. Univ. Pasir Pengaraian Email bobystatiz@gmail.com*, 2013.
- [10] S. Niken Puspitasari, Syafi'i, "Estimasi Matriks Asal Tujuan Perjalanan Menggunakan Model Gravity Dengan Fungsi Hambatan Tanner," *e-Jurnal MATRIKS Tek. SIPIL*, vol. 2, no. Juli 2014, p. 6, 2014.
- [11] A. P. Dwi and T. Murtejo, "Analisis Potensi Bangkitan Dan Tarikan (Studi Kasus pada Stasiun LRT Kedunghalang Kota Bogor)," *ASTONJADRO*, 2017, doi: 10.32832/astonjadro.v6i2.2267.
- [12] Z. Idris, "Distribusi Perjalanan Dengan Pendekatan 'Fungsi Power' Model Gravitasi Kendala Ganda (Studi Pustaka)," 2009.
- [13] O. H. Prayoga, "Analisa Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan", 2007.
- [14] Y. Agustina and H. Widyastuti, "Studi Karakteristik dan Pemilihan Rute Pengguna Jalan Tol Surabaya - Mojokerto terhadap Jalan Tol Krian-Legundi-Bunder-Manyar Menggunakan Metode Stated Preference," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 18, no. 2, pp. 191–198, 2020, doi: 10.12962/j2579-891X.v18i2.7390.
- [15] Z. Idris, "Distribusi Perjalanan Dengan Pendekatan 'Fungsi Power' Model Gravitasi Kendala Ganda (Studi Pustaka)," 2009.
- [16] S. Djuniati, "Formulasi Model Gravity Penyebaran Perjalanan Penumpang," *J. Tek. Sipil Univ. Riau*, vol. 3, no. 1, pp. 85–96, 2010.
- [17] H. Pamungkas, "Perjalanan Menggunakan Model Gravity Dengan Fungsi Hambatan Eksponensial-Negatif Di Kota Surakarta," vol. 2, no. 2, pp. 16–20, 2014.
- [18] R. Safitri, "Analisis Pola Pergerakan Berdasarkan Estimasi Matriks Asal Tujuan Menggunakan Data Telepon Seluler (Studi Kasus Provinsi Bali)," vol. 3, pp. 107–115, 2015.
- [19] A. H. J. Syahidan, R. Maulana, B. Riyanto, and K. H. Basuki, "Analisis Kinerja Ruas-Ruas Jalan Lingkungan Dengan Model Pembebanan Lalu Lintas Menggunakan Emme 3.4.1 (Studi Kasus : Kabupaten Sukamara, Kalimantan Tengah)," *J. Karya Tek. Sipil; Vol. 5, Nomor 2, Tahun 2016*, vol. 5, pp. 1–17, 2016, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/12368>.
- [20] Y. Fataroh, W. Kriswardhana, and N. N. Hayati, "Model Bangkitan Perjalanan Lalu Lintas Pada Zona Pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri Jember," *J. Ilm. MITSU*, vol. 8, no. 1,

pp. 42–50, 2020, doi: 10.24929/ft.v8i1.905.