

## ANALISIS PENINGKATAN KINERJA LALU LINTAS JALAN DENGAN PEMODELAN TRANSPORTASI EMPAT TAHAP GUNA MENAKOMODASI PERTUMBUHAN EKONOMI DI PROVINSI SUMATERA BARAT

**Galih Putra Sri Kasta**

Direktorat Jenderal Tata Ruang  
Kementerian ATR/BPN  
Jalan Raden Patah I Nomor 1  
galihputrasrikasta@gmail.com

**Jachrizal Sumabrata<sup>1</sup>**

Departemen Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok  
rjs@eng.ui.ac.id

**R. Ivan Adwitiya**

Departemen Teknik Sipil  
Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok  
ivanadwitiya@gmail.com

### Abstract

In accommodating the increasing demand for movement of goods as a result of the increasing rate of economic growth, as a consequence of the momentum of the demographic bonus, which is projected to reach its peak in 2045, it is necessary to ensure the reliability of the condition of supporting infrastructure for movement, especially land transportation, roads. Based on traffic performance indicators analysis in West Sumatra Province using the four-step transportation modelling method, it was found that the maximum Volume Capacity Ratio (VCR) for roads in West Sumatra was 0.799 in 2020 (almost-jammed); 0.819 in 2023 (almost-jammed); and 1.103 in 2040 (poor). Optimization results of do-something-scenarios in 2030 and 2040 managed to improve performance conditions from almost-jammed and very bad to stable, so the increasing value of traffic performance indicators will be able to accommodating the growth of economic activity and support the peak momentum of demographic bonus in 2024.

**Keywords:** economic growth, 4 steps transportation modelling, traffic performance, VCR.

### Abstrak

Dalam mengakomodasi kenaikan kebutuhan pergerakan barang akibat peningkatan laju pertumbuhan ekonomi, sebagai konsekuensi dari momentum bonus demografi yang diproyeksi akan mencapai puncaknya pada tahun 2045, perlu dipastikan keandalan dari kondisi prasarana pendukung pergerakan khususnya transportasi darat, yaitu, jalan. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap indikator kinerja lalu lintas pada Provinsi Sumatera Barat menggunakan metode pemodelan transportasi empat langkah, didapati bahwa nilai *Volume Capacity Ratio* (VCR) maksimum ruas jalan di Sumatera Barat sebesar 0.799 pada tahun 2020 (hampir macet); 0.819 pada tahun 2023(hampir macet); dan 1.103 pada tahun 2040 (buruk). Hasil optimalisasi dengan skenario *do something* pada tahun 2030 dan 2040 berhasil meningkatkan kondisi kinerja lalu lintas dari hampir macet dan sangat buruk menjadi stabil sehingga didapatkan peningkatan nilai indikator kinerja lalu lintas yang cukup untuk dapat mengiringi pertumbuhan kegiatan ekonomi dan mendukung momentum puncak bonus demografi pada tahun 2024.

**Kata Kunci:** pertumbuhan ekonomi, pemodelan transportasi empat tahap, kinerja lalu lintas, VCR.

---

<sup>1</sup> Corresponding Author: [rjs@eng.ui.ac.id](mailto:rjs@eng.ui.ac.id)

## PENDAHULUAN

Indonesia diproyeksikan untuk meraih puncak bonus demografi pada tahun 2045. Peningkatan jumlah penduduk usia produktif akan mendorong pertumbuhan produktivitas kegiatan ekonomi. Seiring meningkatnya laju pertumbuhan ekonomi, ekosistem rantai pasok seluruh komoditas dari setiap sektor perlu dipastikan kesetimbangannya, baik dari sisi produksi, distribusi, dan konsumsi.

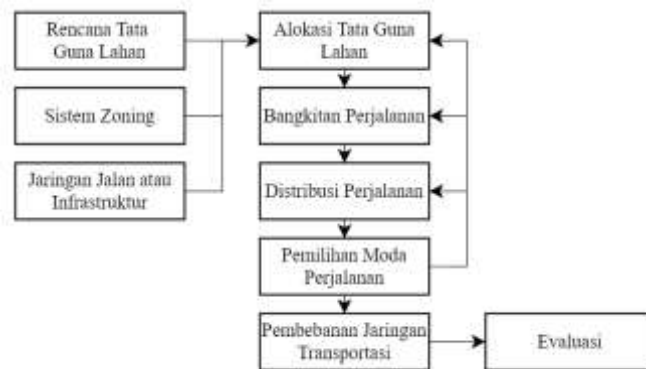
Faktor distribusi menjadi sangat penting untuk dapat memastikan ketersediaan produk sehingga dapat memenuhi permintaan pada waktu yang dibutuhkan. Dalam memastikan kegiatan distribusi agar tidak mengganggu rantai pasok dari siklus produksi-konsumsi, diperlukan sarana dan prasarana pendukung kegiatan distribusi yang memadai, tak terkecuali prasarana transportasi darat, dalam hal ini jalan.

Dengan meningkatnya produktivitas kegiatan ekonomi, kebutuhan terhadap aktivitas pergerakan, khususnya pergerakan barang, akan semakin meningkat. Peningkatan aktivitas pergerakan perlu diiringi dengan dukungan prasarana dan infrastruktur jalan yang andal, baik dari segi kuantitas, kualitas, maupun kelaikannya. Kondisi kinerja lalu lintas perlu dipastikan berada dalam status yang stabil untuk dapat mengiringi peningkatan laju pertumbuhan ekonomi di Indonesia hingga beberapa tahun kedepan, tak terkecuali pada Provinsi Sumatera Barat.

Sumatera Barat menjadi salah satu provinsi di bagian barat Indonesia yang mencetak angka peningkatan laju pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi yaitu sebesar 4.36% (per Triwulan II 2022), dengan besaran PDRB mencapai Rp69.46 Triliun yang didominasi oleh sektor pertanian, perikanan, dan kehutanan sebesar 21.09% (BPS, 2022). Dengan berangsur pulihnya dampak dari pandemi, pertumbuhan ekonomi di Sumatera Barat juga diprediksi akan terus meningkat. Maka dari itu, perlu dilakukan evaluasi dan optimalisasi terhadap kondisi kinerja lalu lintas di Sumatera Barat dengan proyeksi pertumbuhan kegiatan ekonomi yang akan terjadi untuk beberapa tahun ke depan dalam mendukung momentum bonus demografi di Indonesia.

Pembahasan ini melakukan analisis evaluasi kinerja lalu lintas jalan di Provinsi Sumatera Barat berdasarkan proyeksi peningkatan nilai bangkitan akibat pengaruh dari peningkatan kegiatan pergerakan yang diukur dengan parameter sosio-ekonomi dan melakukan analisis optimalisasi dan peningkatan kinerja lalu lintas jalan berdasarkan beberapa skenario tindakan.

Dalam melakukan analisis kinerja lalu lintas, digunakan metode pemodelan empat tahap. Secara garis besar metode ini terdiri dari tahapan *trip generation*/bangkitan pergerakan, *trip distribution*/distribusi perjalanan, dan tahap *trip assignment*/pembebanan lalu lintas. Alur proses analisis pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Analisis

## ANALISIS PEMODELAN EMPAT TAHAP

### *Trip Generation*

*Trip Generation* atau bangkitan pergerakan adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona atau tata guna lahan atau jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona (Tamin, 1997). Penentuan bangkitan dan tarikan dilakukan dengan metode regresi. Regresi sendiri ada berbagai jenis dan yang digunakan dalam tugas besar kali ini adalah regresi multilinear, dengan variabel dependen dinyatakan dalam notasi Y sedangkan variabel independen dinyatakan dalam notasi X. Variabel idependen merupakan bangkitan dan tarikan pada zona tertentu sedangkan variabel independen merupakan data sosio-ekonomi yang diperkirakan berhubungan atau memengaruhi nilai bangkitan dan tarikan pada daerah tertentu.

Proses *Trip Generation* dimulai dengan mengumpulkan data bangkitan dan tarikan pada suatu daerah tertentu. Pada tugas besar kali ini daerah yang didapatkan adalah Sumatera Barat dari data ATTN tahun 2017. Tabel 1 menunjukkan data Bangkitan dan Tarikan yang didapatkan.

Tabel 1. Data Bangkitan Tarikan

| No | Kabupaten/Kota<br>Sumatra Barat | Bangkitan | Tarikan | No | Kabupaten/Kota<br>Sumatra Barat | Bangkitan | Tarikan |
|----|---------------------------------|-----------|---------|----|---------------------------------|-----------|---------|
|    |                                 | smp/jam   | smp/jam |    |                                 | smp/jam   | smp/jam |
|    |                                 | Y1        | Y2      |    |                                 | Y1        | Y2      |
| 1  | MANDAILING NATAL                | 508       | 731     | 22 | INDRAGIRI HULU                  | 878       | 910     |
| 2  | PADANG LAWAS                    | 273       | 403     | 23 | INDRAGIRI HILIR                 | 818       | 1048    |
| 3  | PESISIR SELATAN                 | 2939      | 3790    | 24 | PELALAWAN                       | 957       | 908     |
| 4  | SOLOK                           | 2865      | 3429    | 25 | S I A K                         | 876       | 1178    |
| 5  | SIJUNJUNG                       | 3436      | 3026    | 26 | KAMPAR                          | 2974      | 3075    |
| 6  | TANAH DATAR                     | 1748      | 2233    | 27 | ROKAN HULU                      | 1191      | 1067    |
| 7  | PADANG PARIAMAN                 | 5514      | 6295    | 28 | BENGKALIS                       | 3951      | 1868    |
| 8  | AGAM                            | 5417      | 5815    | 29 | ROKAN HILIR                     | 551       | 567     |
| 9  | LIMA PULUH KOTA                 | 4305      | 4653    | 30 | KOTA PEKANBARU                  | 3038      | 3283    |
| 10 | PASAMAN                         | 5116      | 5225    | 31 | KOTA DUMAI                      | 581       | 772     |
| 11 | SOLOK SELATAN                   | 1063      | 1135    | 32 | KERINCI                         | 825       | 1003    |
| 12 | DHARMASRAYA                     | 1312      | 1553    | 33 | MERANGIN                        | 836       | 672     |
| 13 | PASAMAN BARAT                   | 2645      | 2412    | 34 | BATANG HARI                     | 785       | 720     |
| 14 | KOTA PADANG                     | 8460      | 8254    | 35 | TANJUNG JABUNG TIMUR            | 390       | 414     |
| 15 | KOTA SOLOK                      | 665       | 696     | 36 | TANJUNG JABUNG BARAT            | 655       | 512     |
| 16 | KOTA SAWAH LUNTO                | 639       | 684     | 37 | TEBO                            | 738       | 605     |
| 17 | KOTA PADANG PANJANG             | 949       | 934     | 38 | BUNGO                           | 1195      | 877     |
| 18 | KOTA BUKIT TINGGI               | 2260      | 2072    | 39 | KOTA JAMBI                      | 959       | 769     |
| 19 | KOTA PAYAKUMBUH                 | 2062      | 1913    | 40 | KOTA SUNGAI PENUH               | 273       | 355     |
| 20 | KOTA PARIAMAN                   | 1721      | 1690    | 41 | MUKOMUKO                        | 1342      | 24      |
| 21 | KUANTAN SINGINGI                | 1047      | 1187    |    |                                 |           |         |

Selanjutnya ditentukan variabel independen yang merupakan parameter sosio-ekonomi berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) yang memiliki keterkaitan tinggi terhadap aktivitas pergerakan pada daerah Sumatera Barat.

Data-data yang dipilih adalah data yang memiliki kelengkapan yang cukup baik sehingga dipilih data-data variabel independen seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel Independen

| Parameter Sosio-Ekonomi                 |                                               |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Jumlah Penduduk (X1)                 | 9. Jumlah Sekolah Menengah Atas (X9)          |
| 2. Luas Wilayah (X2)                    | 10. Jumlah Akomodasi Non-Bintang (X10)        |
| 3. PDRB Atas Dasar Harga Berlaku (X3)   | 11. Jumlah Produksi Cabai (X11)               |
| 4. Jumlah Rumah Sakit Umum (X4)         | 12. Jumlah Produksi Telur Ayam Kampung (X12)  |
| 5. Jumlah PNS (X5)                      | 13. Jumlah Produksi Daging Ayam Kampung (X13) |
| 6. Panjang Jalan (X6)                   | 14. Produksi Daging Ternak Kambing (X14)      |
| 7. Jumlah Sekolah Dasar (X7)            | 15. Produksi Daging Ternak Sapi (X15)         |
| 8. Jumlah Sekolah Menengah Pertama (X8) |                                               |

Berdasarkan parameter sosio-ekonomi yang telah ditentukan, dilakukan analisis data untuk menentukan matriks korelasi setiap variabel menggunakan bantuan aplikasi IBM SPSS. Setelah menentukan nilai korelasi berdasarkan nilai *pearson correlation*, didapatkan matriks korelasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Matriks Korelasi

|     | Y1     | Y2     | X1    | X2     | X3     | X4     | X5    | X6    | X7    | X8    | X9     | X10    | X11    | X12    | X13    | X14    | X15    |
|-----|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Y1  | 1      | 0.966  | 0.397 | -0.218 | 0.196  | 0.483  | 0.356 | 0.341 | 0.444 | 0.157 | 0.306  | 0.32   | 0.240  | -0.231 | -0.083 | -0.058 | 0.706  |
| Y2  | 0.966  | 1      | 0.391 | -0.231 | 0.102  | 0.437  | 0.37  | 0.394 | 0.48  | 0.147 | 0.265  | 0.286  | 0.300  | -0.189 | -0.040 | -0.017 | 0.743  |
| X1  | 0.397  | 0.391  | 1     | 0.403  | 0.742  | 0.676  | 0.833 | 0.678 | 0.771 | 0.896 | 0.939  | 0.6    | 0.034  | 0.141  | 0.244  | 0.210  | 0.452  |
| X2  | -0.218 | -0.231 | 0.403 | 1      | -0.463 | -0.213 | 0.103 | 0.44  | 0.553 | 0.668 | 0.416  | -0.041 | -0.077 | 0.298  | 0.128  | 0.169  | -0.382 |
| X3  | 0.196  | 0.102  | 0.742 | 0.463  | 1      | 0.443  | 0.638 | 0.5   | 0.476 | 0.746 | 0.83   | 0.449  | -0.084 | -0.002 | -0.043 | 0.053  | 0.120  |
| X4  | 0.483  | 0.437  | 0.676 | -0.213 | 0.443  | 1      | 0.669 | 0.260 | 0.233 | 0.389 | 0.628  | 0.748  | -0.139 | -0.014 | 0.136  | 0.157  | 0.687  |
| X5  | 0.356  | 0.37   | 0.833 | 0.103  | 0.638  | 0.669  | 1     | 0.537 | 0.536 | 0.673 | 0.731  | 0.53   | 0.107  | 0.087  | 0.209  | 0.184  | 0.513  |
| X6  | 0.341  | 0.394  | 0.678 | 0.44   | 0.5    | 0.260  | 0.537 | 1     | 0.641 | 0.652 | 0.591  | 0.297  | 0.064  | 0.013  | 0.196  | 0.157  | 0.332  |
| X7  | 0.444  | 0.48   | 0.771 | 0.553  | 0.476  | 0.233  | 0.536 | 0.641 | 1     | 0.815 | 0.682  | 0.293  | 0.299  | 0.346  | 0.359  | 0.271  | 0.265  |
| X8  | 0.157  | 0.147  | 0.896 | 0.668  | 0.746  | 0.369  | 0.673 | 0.652 | 0.815 | 1     | 0.883  | 0.4    | 0.052  | 0.247  | 0.287  | 0.244  | 0.153  |
| X9  | 0.306  | 0.265  | 0.939 | 0.416  | 0.83   | 0.628  | 0.731 | 0.591 | 0.682 | 0.883 | 1      | 0.596  | -0.050 | 0.097  | 0.175  | 0.117  | 0.327  |
| X10 | 0.32   | 0.286  | 0.6   | -0.041 | 0.449  | 0.748  | 0.53  | 0.297 | 0.293 | 0.4   | 0.596  | 1      | -0.147 | 0.113  | 0.091  | 0.031  | 0.516  |
| X11 | 0.240  | 0.300  | 0.034 | -0.077 | -0.084 | -0.139 | 0.107 | 0.064 | 0.299 | 0.052 | -0.050 | -0.147 | 1      | -0.151 | -0.070 | 0.048  | 0.205  |
| X12 | -0.231 | -0.189 | 0.141 | 0.298  | -0.002 | -0.014 | 0.087 | 0.013 | 0.346 | 0.247 | 0.097  | 0.113  | -0.151 | 1      | 0.736  | 0.483  | -0.242 |
| X13 | -0.083 | -0.040 | 0.244 | 0.128  | -0.043 | 0.136  | 0.209 | 0.196 | 0.359 | 0.287 | 0.175  | 0.091  | -0.070 | 0.736  | 1      | 0.697  | -0.023 |
| X14 | -0.058 | -0.017 | 0.210 | 0.169  | 0.053  | 0.157  | 0.184 | 0.157 | 0.271 | 0.244 | 0.117  | 0.031  | 0.048  | 0.483  | 0.697  | 1      | 0.023  |
| X15 | 0.706  | 0.743  | 0.452 | -0.382 | 0.120  | 0.687  | 0.513 | 0.332 | 0.265 | 0.153 | 0.327  | 0.516  | 0.205  | -0.242 | -0.023 | 0.023  | 1      |

Selanjutnya, dilakukan analisis regresi multilinear terhadap data bangkitan dan tarikan, untuk menentukan alternatif persamaan terbaik berdasarkan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Tanda nilai korelasi harus sesuai dengan logika hubungan antar variabel;
2. Peubah bebas (X) harus mempunyai korelasi tinggi dengan peubah tidak bebas (Y);
3. Peubah bebas tidak boleh memiliki korelasi yang tinggi antar sesamanya;
4. Peubah bebas yang memiliki korelasi tinggi antar sesamanya tidak boleh berada pada satu persamaan yang sama; dan
5. Sesama peubah dikatakan memiliki korelasi tinggi jika nilai korelasinya lebih besar dari 0.5.

Hasil seleksi kandidat alternatif persamaan berdasarkan matriks korelasi ditunjukkan pada Tabel 4 untuk matriks korelasi hasil seleksi bangkitan dan Tabel 5 untuk matriks korelasi hasil seleksi tarikan.

Tabel 4. Alternatif Persamaan Bangkitan

| <u>Bangkitan</u>                 |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| 1. $y=X1+X3+X6+X7+X8+X9+X11+X15$ | 6. $y=X6+X11+X15$ |
| 2. $y=X15$                       | 7. $y=X7+X11+X15$ |
| 3. $y=X1+X11+X15$                | 8. $y=X8+X11+X15$ |
| 4. $y=X3+X6+X15$                 | 9. $y=X9+X15$     |
| 5. $y=X3+X7+X15$                 |                   |

Tabel 5. Alternatif Persamaan Tarikan

| <u>Tarikan</u>                   |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| 1. $y=X1+X3+X6+X7+X8+X9+X11+X15$ | 6. $y=X6+X11+X15$ |
| 2. $y=X15$                       | 7. $y=X7+X11+X15$ |
| 3. $y=X1+X11+X15$                | 8. $y=X8+X11+X15$ |
| 4. $y=X3+X6+X15$                 | 9. $y=X9+X15$     |
| 5. $y=X3+X7+X15$                 |                   |

Berdasarkan hasil analisis regresi multilinier yang dilakukan menggunakan bantuan aplikasi IBM SPSS, digunakan nilai  $R^2$ , Signifikansi. F, Signifikansi. t, dan koefisien regresi untuk menentukan alternatif persamaan terbaik dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut:

1. Semakin banyak variabel bebas yang digunakan;
  2. Tanda koefisien regresi (+/-) sesuai dengan yang diharapkan;
  3. Nilai konstanta regresi kecil (semakin mendekati nol);
  4. Parameter F hitung > F tabel (signifikansi  $F < 0,05$ );
  5. Parameter t hitung > t tabel (signifikansi  $t < 0,05$ ); dan
  6. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) besar (semakin mendekati satu)
- sehingga ditentukan persamaan yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Bangkitan: } Y_1 = 335.520 + 2.118X_{15} \quad (1)$$

$$\text{Tarikan: } Y_2 = 89.406 + 2.312 X_{15} \quad (2)$$

Setelah didapatkan persamaan pemodelan untuk masing-masing bangkitan dan tarikan, dilakukan *forecasting* untuk memprediksi nilai variabel yang mempengaruhi ( $X_{15}$ ) pada

tahun yang ingin diperoleh, yaitu tahun 2020, 2030, dan 2040 berdasarkan data *series* pada tahun 2013-2017. Variabel yang dipilih merupakan nilai produksi daging ternak sapi sehingga nilai ini akan mempengaruhi nilai bangkitan dan tarikan. Kemudian dihitung nilai bangkitan dan tarikan masing-masing tahun 2020, 2030, dan 2040 dengan persamaan terpilih dan nilai variabel masing-masing tahun. Tabel 5 berikut ini menunjukkan hasil bangkitan dan tarikan tahun 2020, 2030, dan 2040.

Selanjutnya, dilakukan penentuan *extra attributes* berupa *free flow speed* (kecepatan arus bebas) dan kapasitas jalan dilakukan berdasarkan MKJI 1997. Asumsi jalan yang dilakukan pada perhitungan ini adalah sebagai berikut:

1. Jalan luar kota
2. Hambatan samping sedang, dengan bahu jalan 1,5 m
3. 2/2 UD dengan lebar lajur 3,5 m dan separasi arah SP 50%-50%
4. Perbukitan

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai *free flow speed* sebesar 56.73 km/jam dan nilai kapasitas jalan sebesar 2820 smp/jam

Tabel 6. Nilai Bangkitan dan Tarikan 2020, 2030, dan 2040

| No | Kabupaten/Kota<br>Sumatra Barat | 2017                   |                      | 2020                   |                      | 2030                   |                      | 2040                   |                      |
|----|---------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
|    |                                 | Bangkitan<br>(smp/jam) | Tarikan<br>(smp/jam) | Bangkitan<br>(smp/jam) | Tarikan<br>(smp/jam) | Bangkitan<br>(smp/jam) | Tarikan<br>(smp/jam) | Bangkitan<br>(smp/jam) | Tarikan<br>(smp/jam) |
| 1  | MANDAILING NATAL                | 1251.460               | 1089.230             | 1116.177               | 941.558              | 882.448                | 686.423              | 648.718                | 431.287              |
| 2  | PADANG LAWAS                    | 812.690                | 610.276              | 1181.396               | 1012.750             | 2064.460               | 1976.688             | 2947.524               | 2940.626             |
| 3  | PESISIR SELATAN                 | 3398.416               | 3432.812             | 3694.812               | 3756.354             | 3973.345               | 4060.396             | 4251.878               | 4364.438             |
| 4  | SOLOK                           | 2801.705               | 2781.453             | 3136.372               | 3146.770             | 3895.570               | 3975.497             | 4654.767               | 4804.224             |
| 5  | SIJUNJUNG                       | 1831.205               | 1722.071             | 2051.273               | 1962.293             | 2557.216               | 2514.572             | 3063.159               | 3066.851             |
| 6  | TANAH DATAR                     | 3378.210               | 3410.756             | 5530.057               | 5759.676             | 6693.165               | 7029.306             | 7856.273               | 8298.935             |
| 7  | PADANG PARIAMAN                 | 2376.067               | 2316.833             | 2447.021               | 2394.285             | 2761.730               | 2737.817             | 3076.440               | 3081.348             |
| 8  | AGAM                            | 4238.276               | 4349.590             | 6701.991               | 7038.940             | 8930.092               | 9471.098             | 11158.194              | 11903.256            |
| 9  | LIMA PULUH KOTA                 | 2736.894               | 2710.705             | 3477.716               | 3519.375             | 4643.880               | 4792.341             | 5810.045               | 6065.306             |
| 10 | PASAMAN                         | 1536.207               | 1400.056             | 2961.472               | 2955.851             | 4163.835               | 4268.331             | 5366.197               | 5580.810             |
| 11 | SOLOK SELATAN                   | 1145.304               | 973.353              | 1358.651               | 1206.239             | 1717.034               | 1597.443             | 2075.416               | 1988.648             |
| 12 | DHARMASRAYA                     | 2791.348               | 2770.147             | 2990.022               | 2987.016             | 4680.849               | 4832.695             | 6371.676               | 6678.374             |
| 13 | PASAMAN BARAT                   | 1860.752               | 1754.323             | 2649.592               | 2615.409             | 3824.690               | 3898.126             | 4999.788               | 5180.843             |
| 14 | KOTA PADANG                     | 6955.913               | 7316.117             | 12849.484              | 13749.441            | 21125.364              | 22783.254            | 29401.244              | 31817.067            |
| 15 | KOTA SOLOK                      | 2083.674               | 1997.661             | 2566.716               | 2524.942             | 3603.944               | 3657.163             | 4641.173               | 4789.385             |
| 16 | KOTA SAWAH LUNTO                | 1639.376               | 1512.673             | 1979.122               | 1883.534             | 2352.300               | 2290.889             | 2725.478               | 2698.245             |
| 17 | KOTA PADANG<br>PANJANG          | 2087.973               | 2002.355             | 2170.960               | 2092.942             | 1976.357               | 1880.516             | 1781.754               | 1668.090             |
| 18 | KOTA BUKIT TINGGI               | 3424.341               | 3461.111             | 4224.681               | 4334.749             | 3022.452               | 3022.417             | 1820.224               | 1710.084             |
| 19 | KOTA PAYAKUMBUH                 | 2707.347               | 2678.453             | 3779.754               | 3849.074             | 5467.352               | 5691.228             | 7154.949               | 7533.382             |
| 20 | KOTA PARIAMAN                   | 1816.676               | 1706.211             | 1843.314               | 1735.289             | 1536.732               | 1400.629             | 1230.149               | 1065.969             |
| 21 | KUANTAN SINGINGI                | 1080.957               | 903.112              | 1148.789               | 977.157              | 1150.977               | 979.545              | 1153.165               | 981.934              |
| 22 | INDRAGIRI HULU                  | 1609.196               | 1479.730             | 2144.347               | 2063.891             | 3342.084               | 3371.321             | 4539.821               | 4678.751             |
| 23 | INDRAGIRI HILIR                 | 1292.789               | 1134.344             | 1640.461               | 1513.857             | 2436.942               | 2383.283             | 3233.424               | 3252.710             |
| 24 | PELALAWAN                       | 1240.531               | 1077.300             | 1541.517               | 1405.852             | 2223.153               | 2149.915             | 2904.790               | 2893.979             |
| 25 | S I A K                         | 1630.552               | 1503.041             | 2581.083               | 2540.625             | 4525.688               | 4663.323             | 6470.293               | 6786.022             |
| 26 | KAMPAR                          | 2094.310               | 2009.272             | 4096.147               | 4194.444             | 6167.099               | 6455.060             | 8238.050               | 8715.677             |
| 27 | ROKAN HULU                      | 2492.236               | 2443.642             | 2708.950               | 2680.203             | 3689.013               | 3750.023             | 4669.076               | 4819.843             |
| 28 | BENGKALIS                       | 980.141                | 793.063              | 1004.770               | 819.948              | 1125.864               | 952.132              | 1246.958               | 1084.317             |
| 29 | ROKAN HILIR                     | 953.528                | 764.013              | 1192.052               | 1024.382             | 1486.769               | 1346.090             | 1781.486               | 1667.799             |
| 30 | KOTA PEKANBARU                  | 5114.982               | 5306.587             | 6037.924               | 6314.056             | 6212.841               | 6504.992             | 6387.758               | 6695.928             |
| 31 | KOTA DUMAI                      | 1279.341               | 1119.666             | 892.319                | 697.198              | 1068.728               | 889.763              | 1245.137               | 1082.328             |
| 32 | KERINCI                         | 971.330                | 783.445              | 1385.416               | 1235.455             | 1706.974               | 1586.462             | 2028.532               | 1937.469             |
| 33 | MERANGIN                        | 1415.543               | 1268.341             | 1678.406               | 1555.278             | 2114.296               | 2031.089             | 2550.186               | 2506.899             |
| 34 | BATANG HARI                     | 569.329                | 344.628              | 1027.173               | 844.403              | 1310.456               | 1153.629             | 1593.738               | 1462.856             |
| 35 | TANJUNG JABUNG<br>TIMUR         | 722.017                | 511.300              | 837.361                | 637.207              | 1187.580               | 1019.500             | 1537.799               | 1401.794             |
| 36 | TANJUNG JABUNG<br>BARAT         | 928.779                | 736.997              | 1224.204               | 1059.479             | 1675.568               | 1552.180             | 2126.933               | 2044.882             |
| 37 | TEBO                            | 1522.715               | 1385.328             | 1432.629               | 1286.992             | 1554.849               | 1420.405             | 1677.068               | 1553.818             |
| 38 | BUNGO                           | 1830.062               | 1720.823             | 2192.828               | 2116.812             | 3196.894               | 3212.834             | 4200.959               | 4308.855             |
| 39 | KOTA JAMBI                      | 1590.322               | 1459.127             | 2151.787               | 2072.012             | 3233.055               | 3252.307             | 4314.323               | 4432.601             |
| 40 | KOTA SUNGAI PENUH               | 1175.783               | 1006.623             | 1584.303               | 1452.556             | 2379.753               | 2320.857             | 3175.204               | 3189.157             |
| 41 | MUKOMUKO                        | 1174.406               | 1005.120             | 1673.335               | 1549.743             | 2506.287               | 2458.979             | 3339.239               | 3368.215             |

## Trip Distribution

Pada tahapan analisis *trip distribution*, perlu ditentukan terlebih dahulu matriks biaya dengan bantuan aplikasi EMME. Matriks biaya merupakan matriks biaya transportasi berdasarkan jarak antar pusat zona, dengan urutan zona mengacu pada urutan kabupaten/kota yang sesuai dengan urutan pada data ATTN dan urutan zona *network* pada aplikasi Equilibre Multimodal, Multimodal Equilibrium (EMME). Setelah dilakukan pemodelan menggunakan aplikasi EMME, didapatkan matriks biaya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7 di bawah ini.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan *trip distribution* menggunakan *Gravity Model* yaitu *Double Constrained Gravity* (DCGR) yang memperhitungkan kedua nilai tarikan,  $A_i$  dan  $B_d$  menjadi variabel bebas. Matriks biaya yang telah diperoleh menggunakan aplikasi EMME akan digunakan untuk mengetahui distribusi perjalanan OD sebagai faktor yang menentukan persebaran perjalanan. Dilakukan iterasi nilai faktor  $A_i$  dan  $B_d$  hingga diperoleh konvergensi nilai yang digunakan untuk mengetahui *trip distribution* masing-masing OD. Proses iterasi dilakukan secara bergantian untuk nilai  $A_i$  dan  $B_d$  dengan pada langkah pertama nilai  $A_i$  dan  $B_d$  diasumsikan bernilai 1.

Tabel 7. Matriks Biaya (1)

|    | 1   | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       | 16       | 17       | 18       | 19       | 20       | 21       |          |
|----|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|    | 26  | 45       | 60       | 61       | 62       | 63       | 64       | 65       | 66       | 67       | 68       | 69       | 70       | 71       | 72       | 73       | 74       | 75       | 76       | 77       | 79       |          |
| 1  | 26  | 9999999  | 177.1446 | 377.2139 | 245.5426 | 283.3226 | 240.6505 | 195.8638 | 348.8536 | 263.8441 | 244.5035 | 394.6535 | 349.707  | 239.7701 | 219.7167 | 264.429  | 286.2263 | 221.1706 | 237.19   | 234.2125 | 190.7125 | 395.6304 |
| 2  | 45  | 177.1446 | 9999999  | 554.3585 | 422.6872 | 460.4672 | 417.7952 | 373.0085 | 269.8538 | 440.9887 | 421.6481 | 571.7981 | 484.3254 | 416.9147 | 396.8613 | 441.5736 | 463.3709 | 398.3153 | 434.3347 | 411.3571 | 367.8571 | 438.4021 |
| 3  | 60  | 377.2139 | 554.3585 | 9999999  | 181.0532 | 218.8332 | 236.4394 | 191.6528 | 726.0675 | 243.6814 | 240.2924 | 38.00509 | 285.2176 | 235.559  | 157.8377 | 199.9395 | 221.7369 | 216.9595 | 232.9789 | 230.0014 | 186.5014 | 331.141  |
| 4  | 61  | 245.5426 | 422.6872 | 181.0532 | 9999999  | 37.77999 | 87.8819  | 59.98143 | 594.3962 | 112.0101 | 108.6211 | 149.1109 | 104.1645 | 87.00145 | 26.1664  | 18.88639 | 40.68374 | 68.40198 | 84.42139 | 81.44388 | 54.83008 | 150.0878 |
| 5  | 62  | 283.3226 | 460.4672 | 218.8332 | 37.77999 | 9999999  | 87.88911 | 97.76142 | 632.1762 | 149.7901 | 146.4011 | 186.8909 | 66.38448 | 87.00866 | 63.94639 | 18.8936  | 2.90375  | 68.4092  | 84.4286  | 81.45109 | 62.61008 | 112.3078 |
| 6  | 63  | 240.6505 | 417.7952 | 236.4394 | 87.8819  | 87.88911 | 9999999  | 55.08938 | 589.5041 | 123.0696 | 103.729  | 236.9928 | 154.2736 | 11.99559 | 78.94223 | 68.99551 | 90.79286 | 21.60813 | 9.41554  | 6.43802  | 49.93803 | 200.1969 |
| 7  | 64  | 195.8638 | 373.0085 | 191.6528 | 59.98143 | 97.76142 | 55.08938 | 9999999  | 544.7174 | 67.98025 | 48.63965 | 209.0924 | 164.1459 | 54.20892 | 34.15554 | 78.86782 | 100.6652 | 35.60946 | 51.62887 | 48.65136 | 5.15135  | 210.0693 |
| 8  | 65  | 348.8536 | 269.8538 | 726.0675 | 594.3962 | 632.1762 | 589.5041 | 544.7174 | 9999999  | 612.6977 | 593.3571 | 743.5071 | 698.5606 | 588.6237 | 568.5703 | 613.2826 | 635.0799 | 570.0242 | 586.0436 | 583.0661 | 539.5661 | 708.2558 |
| 9  | 66  | 263.8441 | 440.9887 | 243.6814 | 112.0101 | 149.7901 | 123.0696 | 67.98025 | 612.6977 | 9999999  | 19.3406  | 261.121  | 216.1745 | 122.1892 | 85.84366 | 130.8965 | 152.6938 | 103.5897 | 119.6091 | 116.6316 | 73.1316  | 262.0979 |
| 10 | 67  | 244.5035 | 421.6481 | 240.2924 | 108.6211 | 146.4011 | 103.729  | 48.63965 | 593.3571 | 19.3406  | 9999999  | 257.732  | 212.7855 | 102.8486 | 82.79519 | 127.5075 | 149.3048 | 84.24911 | 100.2685 | 97.29101 | 53.791   | 258.7089 |
| 11 | 68  | 394.6535 | 571.7981 | 38.00509 | 149.1109 | 186.8909 | 236.9928 | 209.0924 | 743.5071 | 261.121  | 257.732  | 9999999  | 253.2754 | 236.1124 | 175.2773 | 167.9973 | 189.7947 | 217.5129 | 233.5323 | 230.5548 | 203.941  | 298.1988 |
| 12 | 69  | 349.707  | 484.3254 | 285.2176 | 104.1645 | 66.38448 | 154.2736 | 164.1459 | 698.5606 | 216.1745 | 212.7855 | 253.2754 | 9999999  | 153.3931 | 130.3309 | 85.27808 | 69.28822 | 134.7937 | 150.8131 | 147.8356 | 158.9945 | 45.92336 |
| 13 | 70  | 239.7701 | 416.9147 | 235.559  | 87.00145 | 87.00866 | 11.99559 | 54.20892 | 588.6237 | 122.1892 | 102.8486 | 236.1124 | 153.3931 | 9999999  | 78.06177 | 68.11505 | 89.9124  | 20.72767 | 2.58005  | 5.55757  | 49.05757 | 199.3165 |
| 14 | 71  | 219.7167 | 396.8613 | 157.8377 | 26.1664  | 63.94639 | 78.94223 | 34.15554 | 568.5703 | 85.84366 | 82.79519 | 175.2773 | 130.3309 | 78.06177 | 9999999  | 45.05279 | 66.85014 | 59.4623  | 75.48171 | 72.5042  | 29.00419 | 176.2542 |
| 15 | 72  | 264.429  | 441.5736 | 199.9395 | 18.88639 | 18.8936  | 68.99551 | 78.86782 | 613.2826 | 130.8965 | 127.5075 | 167.9973 | 85.27808 | 68.11505 | 45.05279 | 9999999  | 21.79735 | 49.51599 | 65.535   | 62.55749 | 73.1648  | 131.2014 |
| 16 | 73  | 286.2263 | 463.3709 | 221.7369 | 40.68374 | 2.90375  | 90.79286 | 100.6652 | 635.0799 | 152.6938 | 149.3048 | 189.7947 | 69.28822 | 89.9124  | 66.85014 | 21.79735 | 9999999  | 71.31294 | 87.33234 | 84.35484 | 95.51382 | 115.2116 |
| 17 | 74  | 221.1706 | 398.3153 | 216.9595 | 68.40198 | 68.4092  | 21.60813 | 35.60946 | 570.0242 | 103.5897 | 84.24911 | 217.5129 | 134.7937 | 20.72767 | 59.4623  | 49.51599 | 71.31294 | 9999999  | 18.14762 | 15.1701  | 30.45811 | 180.717  |
| 18 | 75  | 237.19   | 414.3347 | 232.9789 | 84.42139 | 84.4286  | 9.41554  | 51.62887 | 586.0436 | 119.6091 | 100.2685 | 233.5323 | 150.8131 | 2.58005  | 75.48171 | 65.535   | 87.33234 | 18.14762 | 9999999  | 2.97751  | 46.47752 | 196.7364 |
| 19 | 76  | 234.2125 | 411.3571 | 230.0014 | 81.44388 | 81.45109 | 6.43802  | 48.65136 | 583.0661 | 116.6316 | 97.29101 | 230.5548 | 147.8356 | 5.55757  | 72.5042  | 62.55749 | 84.35484 | 15.1701  | 2.97751  | 9999999  | 43.50001 | 194.7589 |
| 20 | 77  | 190.7125 | 367.8571 | 186.5014 | 54.83008 | 62.61008 | 49.93803 | 5.15135  | 539.5661 | 73.1316  | 53.791   | 203.941  | 158.9945 | 49.05757 | 29.00419 | 73.1648  | 95.51382 | 30.45811 | 46.47752 | 43.50001 | 9999999  | 204.9179 |
| 21 | 79  | 395.6304 | 438.4021 | 331.141  | 150.0878 | 112.3078 | 200.1969 | 210.0693 | 708.2558 | 262.0979 | 258.7089 | 299.1988 | 45.92336 | 199.3165 | 176.2542 | 131.2014 | 115.2116 | 180.717  | 196.7364 | 193.7589 | 204.9179 | 9999999  |
| 22 | 80  | 547.4584 | 494.4173 | 435.4063 | 394.6898 | 380.6692 | 319.6839 | 361.8972 | 764.271  | 429.8775 | 410.5369 | 400.7652 | 314.2848 | 312.8484 | 385.7501 | 375.8033 | 383.573  | 328.416  | 310.2683 | 313.2459 | 356.499  | 268.3614 |
| 23 | 81  | 676.6088 | 623.5677 | 477.2815 | 483.6485 | 445.8685 | 448.8343 | 491.0476 | 893.4214 | 559.0279 | 539.6873 | 442.6405 | 379.484  | 441.9988 | 509.8149 | 464.7621 | 448.7722 | 457.5664 | 439.4188 | 442.3963 | 485.8963 | 397.5118 |
| 24 | 82  | 440.5898 | 387.5487 | 436.3787 | 287.8212 | 273.8007 | 212.8153 | 255.0287 | 657.4024 | 323.0069 | 303.6873 | 436.9321 | 207.4162 | 205.9798 | 278.8815 | 268.9348 | 276.7044 | 221.5474 | 230.3998 | 206.3773 | 249.8773 | 161.4928 |
| 25 | 83  | 433.6415 | 380.6004 | 429.4304 | 280.8729 | 266.8524 | 205.867  | 248.0804 | 650.4541 | 316.066  | 296.72   | 429.938  | 200.4679 | 199.0315 | 271.9332 | 261.9865 | 269.7561 | 214.5991 | 196.4515 | 199.429  | 242.929  | 154.5445 |
| 26 | 84  | 377.3989 | 324.3578 | 373.1878 | 224.6303 | 224.6375 | 149.6245 | 191.8378 | 594.2116 | 259.8181 | 240.4775 | 373.7413 | 162.5409 | 142.789  | 215.6907 | 205.7439 | 227.5413 | 158.3565 | 140.2089 | 143.1865 | 186.6865 | 116.6175 |
| 27 | 85  | 376.1123 | 323.0712 | 371.9012 | 223.3437 | 223.3509 | 148.3378 | 190.5512 | 592.9249 | 258.5314 | 239.1908 | 372.4546 | 161.2543 | 141.5023 | 214.404  | 204.4573 | 226.2546 | 157.0699 | 138.9223 | 141.8998 | 185.3998 | 115.3309 |
| 28 | 86  | 406.9528 | 229.8082 | 511.7079 | 363.1503 | 363.1576 | 288.1445 | 330.3578 | 499.6619 | 398.3381 | 378.9975 | 512.2613 | 301.0609 | 281.309  | 354.2107 | 344.2639 | 366.0613 | 296.876  | 278.7289 | 281.7065 | 325.2065 | 255.1375 |
| 29 | 87  | 358.7336 | 181.589  | 513.3835 | 364.8259 | 364.8332 | 289.8201 | 332.0334 | 451.4427 | 400.0137 | 380.6731 | 513.9369 | 302.7365 | 282.9846 | 355.8863 | 345.9395 | 367.7369 | 298.5522 | 280.4045 | 283.3621 | 326.8821 | 256.8131 |
| 30 | 89  | 391.0173 | 337.9763 | 386.8063 | 236.2487 | 224.2282 | 163.2429 | 205.4562 | 607.83   | 273.4365 | 254.0859 | 367.3597 | 157.8437 | 156.4074 | 229.309  | 219.3623 | 227.132  | 171.975  | 153.8273 | 156.8049 | 300.8649 | 111.9204 |
| 31 | 90  | 409.354  | 232.2094 | 524.1915 | 375.6339 | 375.6412 | 300.6281 | 342.8414 | 502.0632 | 410.8217 | 301.4811 | 524.7449 | 313.5445 | 293.7926 | 366.6943 | 356.7475 | 378.5449 | 309.3602 | 291.2125 | 294.1901 | 337.6901 | 267.6211 |
| 32 | 91  | 397.2463 | 574.3909 | 37.2339  | 151.7038 | 189.4838 | 239.5857 | 211.6852 | 746.0999 | 263.7138 | 260.3248 | 2.59281  | 255.8682 | 238.7052 | 177.8702 | 170.5901 | 192.3875 | 220.1057 | 236.1251 | 233.1476 | 206.5338 | 301.7916 |
| 33 | 92  | 494.2935 | 660.4205 | 134.2811 | 248.7509 | 242.4796 | 330.3687 | 308.7324 | 843.1471 | 360.761  | 357.372  | 99.64    | 176.0951 | 329.4882 | 274.9173 | 261.3732 | 245.3833 | 101.8888 | 326.9082 | 323.9307 | 303.581  | 222.0184 |
| 34 | 94  | 575.8635 | 710.4819 | 237.9597 | 330.3209 | 292.541  | 380.4301 | 390.3024 | 924.7171 | 442.331  | 438.942  | 203.3186 | 226.1565 | 379.5496 | 356.4873 | 311.4346 | 295.4447 | 360.9502 | 376.9696 | 372.992  | 385.151  | 272.0798 |
| 35 | 96  | 691.0028 | 762.0107 | 353.099  | 445.4603 | 407.6803 | 495.5694 | 505.4417 | 1031.864 | 557.4703 | 554.0814 | 318.4579 | 341.2958 | 494.6889 | 471.6267 | 426.5739 | 410.584  | 476.095  | 492.1089 | 489.1314 | 500.2903 | 387.2192 |
| 36 | 97  | 565.0834 | 616.6496 | 313.1739 | 319.5408 | 281.7608 | 369.65   | 379.5223 | 886.5034 | 431.5509 | 428.1619 | 278.5328 | 215.3764 | 368.7695 | 345.7073 | 300.6544 | 284.6646 | 350.17   | 366.1894 | 363.2119 | 374.3709 | 261.2997 |
| 37 | 98  | 516.6094 | 651.2279 | 264.6999 | 271.0669 | 233.2869 | 321.176  | 331.0483 | 865.4631 | 383.0769 | 379.688  | 230.0589 | 166.9024 | 320.2955 | 297.2333 | 252.1805 | 236.1906 | 301.6961 | 317.7155 | 314.738  | 325.897  | 212.8258 |
| 38 | 99  | 455.9635 | 590.6148 | 204.0868 | 210.4538 | 172.6738 | 260.5629 | 270.4352 | 804.8499 | 322.4638 | 319.0749 | 169.4458 | 262.4232 | 285.261  | 438.6542 | 415.5919 | 370.5391 | 354.5493 | 420.0547 | 436.0741 | 433.0966 | 444.2556 |
| 39 | 100 | 634.9681 | 705.9759 | 297.0643 | 389.4255 | 351.6455 | 439.5346 | 449.4069 | 975.8296 | 501.4356 | 498.0406 | 259.8703 | 2.13825  | 255.4137 | 238.2506 | 177.4156 | 170.1356 | 191.9329 | 219.6512 | 235.6706 | 232.6931 | 206.0793 |
| 40 | 101 | 396.7918 | 573.9364 | 36.77934 | 154.2492 | 189.0292 | 239.1311 | 211.2306 | 745.6454 | 263.2593 | 259.8703 | 2.13825  | 255.4137 | 238.2506 | 177.4156 | 170.1356 | 191.9329 | 219.6512 | 235.6706 | 232.6931 | 206.0793 | 301.337  |
| 41 | 125 | 111.7645 | 688.991  | 34.7553  | 15.6038  | 35.3838  | 30.199   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

**Tabel 7. Matriks Biaya (2)**

|    | 22  | 23       | 24       | 25       | 26       | 27       | 28       | 29       | 30       | 31       | 32       | 33       | 34       | 35       | 36       | 37       | 38       | 39       | 40       | 41       |          |
|----|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|    | 80  | 81       | 82       | 83       | 84       | 85       | 86       | 87       | 89       | 90       | 91       | 92       | 94       | 96       | 97       | 98       | 99       | 100      | 101      | 125      |          |
| 1  | 26  | 547.4584 | 676.6088 | 440.5898 | 433.6415 | 377.3989 | 376.1123 | 406.9528 | 358.7336 | 391.0173 | 409.354  | 397.2463 | 494.2935 | 575.8635 | 691.0028 | 565.0834 | 516.6094 | 455.9963 | 634.9681 | 396.7918 | 511.7645 |
| 2  | 45  | 494.4173 | 623.5677 | 387.5487 | 380.6004 | 324.3578 | 323.0712 | 229.8082 | 181.589  | 337.9763 | 232.2094 | 574.3909 | 660.4205 | 710.4819 | 762.0107 | 616.6496 | 651.2279 | 590.6148 | 705.9759 | 573.9364 | 688.9091 |
| 3  | 60  | 435.4063 | 477.2815 | 436.3787 | 429.4304 | 373.1878 | 371.9012 | 511.7079 | 513.3835 | 386.8063 | 524.1915 | 37.2339  | 134.2811 | 237.9597 | 353.099  | 313.1739 | 264.6999 | 204.0868 | 297.0643 | 36.77934 | 134.5506 |
| 4  | 61  | 394.6898 | 483.6485 | 287.8212 | 280.8729 | 224.6303 | 223.3437 | 363.1503 | 364.8259 | 238.2487 | 375.6339 | 151.7038 | 248.7509 | 330.3209 | 445.4603 | 319.5408 | 271.0669 | 210.4538 | 389.4255 | 151.2492 | 315.6038 |
| 5  | 62  | 380.6692 | 445.8685 | 273.8007 | 266.8524 | 224.6375 | 223.3509 | 363.1576 | 364.8332 | 224.2282 | 375.6412 | 189.4838 | 242.4796 | 292.541  | 407.6803 | 281.7608 | 233.2869 | 172.6738 | 351.6455 | 189.0292 | 353.3838 |
| 6  | 63  | 319.6839 | 448.8343 | 212.8153 | 205.867  | 149.6245 | 148.3378 | 288.1445 | 289.8201 | 163.2429 | 300.6281 | 239.5857 | 330.3687 | 380.4301 | 495.5694 | 369.65   | 321.176  | 260.5629 | 439.5346 | 239.1311 | 370.99   |
| 7  | 64  | 361.8972 | 491.0476 | 255.0287 | 248.0804 | 191.8378 | 190.5512 | 330.3578 | 332.0334 | 205.4562 | 342.8414 | 211.6852 | 308.7324 | 390.3024 | 505.4417 | 379.5223 | 331.0483 | 270.4352 | 449.4069 | 211.2306 | 326.2033 |
| 8  | 65  | 764.271  | 893.4214 | 657.4024 | 650.4541 | 594.2116 | 592.9429 | 499.6619 | 451.4427 | 607.83   | 502.0632 | 746.0999 | 843.1471 | 924.7171 | 1031.864 | 886.5034 | 865.4631 | 804.8499 | 975.8296 | 745.6454 | 860.6181 |
| 9  | 66  | 429.8775 | 559.0279 | 323.0089 | 316.0606 | 259.8181 | 258.5314 | 398.3381 | 400.0137 | 273.4365 | 410.8217 | 263.7138 | 360.761  | 442.331  | 557.4703 | 431.5509 | 383.0769 | 322.4638 | 501.4356 | 263.2593 | 378.232  |
| 10 | 67  | 410.5369 | 539.6873 | 303.6683 | 296.72   | 240.4775 | 239.1908 | 378.9975 | 380.6731 | 254.0959 | 391.4811 | 260.3248 | 357.372  | 438.942  | 554.0814 | 428.1619 | 379.688  | 319.0749 | 498.0466 | 259.8703 | 374.843  |
| 11 | 68  | 400.7652 | 442.6405 | 436.9321 | 429.9838 | 373.7413 | 372.4546 | 512.2613 | 513.9369 | 387.3597 | 524.7449 | 2.59281  | 99.64    | 203.3186 | 318.4579 | 278.5328 | 230.0589 | 169.4458 | 262.4232 | 2.13825  | 172.5557 |
| 12 | 69  | 314.2848 | 379.484  | 207.4162 | 200.4679 | 162.5409 | 161.2543 | 301.0609 | 302.7365 | 157.8437 | 313.5445 | 255.8682 | 176.0951 | 226.1565 | 341.2958 | 215.3764 | 166.9024 | 106.2893 | 285.261  | 255.4137 | 419.7682 |
| 13 | 70  | 312.8484 | 441.9988 | 205.9798 | 199.0315 | 142.789  | 141.5023 | 281.309  | 282.9846 | 156.4074 | 293.7926 | 328.7052 | 329.4882 | 379.5496 | 494.6889 | 368.7695 | 320.2955 | 259.6824 | 438.6542 | 238.2506 | 370.1096 |
| 14 | 71  | 385.7501 | 509.8149 | 278.8815 | 271.9332 | 215.6907 | 214.404  | 354.2107 | 355.8863 | 229.309  | 366.694  | 177.8072 | 274.9173 | 356.4873 | 471.6267 | 345.7073 | 297.2333 | 236.6202 | 415.5919 | 177.4156 | 292.3883 |
| 15 | 72  | 375.8033 | 464.7621 | 268.9348 | 261.9865 | 205.7439 | 204.4573 | 344.2639 | 345.9399 | 219.3623 | 356.7475 | 170.5901 | 261.3732 | 311.4346 | 426.5739 | 300.6544 | 252.1805 | 191.5674 | 370.5391 | 170.1356 | 334.4902 |
| 16 | 73  | 383.573  | 448.7722 | 276.7044 | 269.7561 | 227.5413 | 226.2546 | 366.0613 | 367.7369 | 227.132  | 378.5449 | 192.3875 | 245.3833 | 295.4447 | 410.584  | 284.6646 | 236.1906 | 175.5775 | 354.5493 | 191.9329 | 356.2875 |
| 17 | 74  | 328.416  | 457.5664 | 221.5474 | 214.5991 | 158.3565 | 157.0609 | 296.8766 | 298.5522 | 171.975  | 309.3602 | 220.1057 | 310.8888 | 360.9502 | 476.0895 | 350.17   | 301.6961 | 241.083  | 420.0547 | 129.6512 | 351.5101 |
| 18 | 75  | 310.2683 | 439.4188 | 203.3998 | 196.4515 | 140.2089 | 138.9223 | 278.7289 | 280.4045 | 153.8273 | 291.2125 | 236.1256 | 326.9082 | 376.9696 | 492.1089 | 366.1894 | 317.7155 | 257.1024 | 436.0741 | 235.6706 | 367.5295 |
| 19 | 76  | 313.2459 | 442.3963 | 206.3773 | 199.429  | 143.1865 | 141.8998 | 281.7065 | 283.3821 | 156.8049 | 294.1901 | 233.1476 | 323.9307 | 373.992  | 489.1314 | 363.2119 | 314.738  | 254.1249 | 433.0966 | 232.6931 | 364.552  |
| 20 | 77  | 356.7459 | 485.8963 | 249.8773 | 242.929  | 186.6865 | 185.3998 | 325.2065 | 326.8821 | 200.3049 | 337.6901 | 206.5338 | 303.581  | 385.151  | 500.2903 | 374.3709 | 325.897  | 265.2839 | 444.2556 | 206.0793 | 321.052  |
| 21 | 79  | 268.3614 | 397.5118 | 161.4928 | 154.5445 | 116.6175 | 115.3309 | 255.1375 | 256.8131 | 111.9204 | 267.6211 | 301.7916 | 222.0184 | 272.0798 | 387.2192 | 261.2997 | 212.8258 | 152.2127 | 331.1844 | 301.337  | 465.6916 |
| 22 | 80  | 99999999 | 129.1504 | 120.7652 | 113.8169 | 172.6327 | 171.346  | 311.1527 | 312.8283 | 161.2947 | 323.6363 | 399.2073 | 301.1252 | 229.9604 | 367.5934 | 122.2324 | 170.7063 | 231.3194 | 211.5587 | 398.6269 | 554.2964 |
| 23 | 81  | 129.1504 | 99999999 | 249.9156 | 242.9673 | 301.7831 | 300.4965 | 440.3031 | 441.9787 | 290.4451 | 216.7867 | 439.5249 | 383.5113 | 350.7256 | 388.3586 | 164.1076 | 212.5816 | 273.1947 | 253.4339 | 440.5022 | 596.1717 |
| 24 | 82  | 120.7652 | 249.9156 | 99999999 | 6.94831  | 65.76414 | 64.4775  | 204.2842 | 205.9598 | 54.42614 | 216.7867 | 439.5249 | 383.5113 | 350.7256 | 388.3586 | 242.9975 | 291.4715 | 313.7055 | 332.3338 | 439.4704 | 570.9293 |
| 25 | 83  | 113.8169 | 242.9673 | 6.94831  | 99999999 | 58.81583 | 57.52919 | 197.3358 | 199.0114 | 47.47783 | 209.8194 | 432.5766 | 376.563  | 343.7773 | 381.4103 | 236.0492 | 284.5232 | 306.7572 | 325.3755 | 432.1221 | 563.981  |
| 26 | 84  | 172.6327 | 301.7831 | 65.76414 | 58.81583 | 99999999 | 1.28664  | 141.0933 | 142.7689 | 16.19168 | 153.5769 | 376.3341 | 338.636  | 388.6974 | 440.2261 | 294.8651 | 329.4433 | 268.8302 | 384.1913 | 375.8795 | 507.7384 |
| 27 | 85  | 171.346  | 300.4965 | 64.4775  | 57.52919 | 1.28664  | 99999999 | 139.8067 | 141.4823 | 14.90504 | 152.2903 | 375.0474 | 337.3493 | 387.4107 | 438.9395 | 293.5784 | 328.1567 | 267.5436 | 382.9047 | 374.5929 | 506.4518 |
| 28 | 86  | 311.1527 | 440.3031 | 204.2842 | 197.3358 | 141.0933 | 139.8067 | 99999999 | 48.21924 | 154.7117 | 12.48359 | 514.8541 | 477.156  | 527.2174 | 578.7461 | 433.3851 | 467.9633 | 407.3502 | 522.7113 | 514.3995 | 646.2584 |
| 29 | 87  | 312.8283 | 441.9787 | 205.9598 | 199.0114 | 142.7689 | 141.4823 | 48.21924 | 99999999 | 156.3873 | 50.62045 | 516.5297 | 478.8316 | 528.893  | 580.4218 | 435.0607 | 469.6389 | 409.0258 | 524.3869 | 516.0751 | 647.9341 |
| 30 | 89  | 161.2947 | 290.4451 | 54.42614 | 47.47783 | 16.19168 | 14.90504 | 154.7117 | 156.3873 | 99999999 | 167.1953 | 389.9525 | 333.9388 | 384.0002 | 428.8881 | 283.5271 | 324.7462 | 264.1331 | 372.8533 | 389.4979 | 521.3568 |
| 31 | 90  | 323.6363 | 452.7867 | 216.7678 | 209.8194 | 153.5769 | 152.2903 | 12.48359 | 50.62045 | 167.1953 | 99999999 | 527.3377 | 489.6396 | 539.701  | 591.2298 | 445.8687 | 480.4469 | 419.8338 | 535.1949 | 526.8831 | 658.7421 |
| 32 | 91  | 399.2073 | 441.0826 | 439.5249 | 432.5766 | 376.3341 | 375.0474 | 514.8541 | 516.5297 | 389.9525 | 527.3377 | 99999999 | 98.08215 | 201.7608 | 316.9001 | 276.975  | 228.501  | 167.8879 | 260.8653 | 0.58041  | 171.7845 |
| 33 | 92  | 301.1252 | 343.0005 | 383.5113 | 376.563  | 338.636  | 337.3493 | 477.156  | 478.8316 | 333.9388 | 489.6396 | 98.08215 | 99999999 | 103.6786 | 218.8179 | 178.8928 | 130.4189 | 69.80577 | 162.7832 | 97.50174 | 268.8317 |
| 34 | 94  | 229.9604 | 271.8357 | 350.7256 | 343.7773 | 388.6974 | 387.4107 | 527.2174 | 528.893  | 384.0002 | 539.701  | 201.7608 | 103.6786 | 99999999 | 115.1393 | 107.728  | 59.25407 | 119.8672 | 59.10454 | 201.1804 | 324.3361 |
| 35 | 96  | 267.5934 | 309.4687 | 388.3586 | 381.4103 | 440.2261 | 38.9395  | 578.7461 | 580.4218 | 428.8881 | 591.2298 | 316.9001 | 218.8179 | 115.1393 | 99999999 | 145.3611 | 174.3934 | 235.0065 | 61.42501 | 316.3197 | 439.4754 |
| 36 | 97  | 122.2324 | 164.1076 | 242.9975 | 236.0492 | 294.8651 | 293.5784 | 433.3851 | 435.0607 | 283.5271 | 445.8687 | 276.975  | 178.8928 | 107.728  | 145.3611 | 99999999 | 48.47396 | 109.0871 | 89.32629 | 276.3946 | 432.0641 |
| 37 | 98  | 170.7063 | 212.5816 | 291.4715 | 284.5232 | 329.4433 | 328.1567 | 467.9633 | 469.6389 | 324.7462 | 480.4469 | 228.501  | 130.4189 | 59.25407 | 174.3934 | 48.47396 | 99999999 | 60.6131  | 118.3586 | 227.9206 | 383.5901 |
| 38 | 99  | 231.3194 | 273.1947 | 313.7055 | 306.7572 | 268.8302 | 267.5436 | 407.3502 | 409.0258 | 264.1331 | 419.8338 | 167.8879 | 69.80577 | 119.8672 | 235.0065 | 109.0871 | 60.6131  | 99999999 | 178.9717 | 167.3075 | 338.6374 |
| 39 | 100 | 211.5587 | 253.4339 | 332.3238 | 325.3755 | 384.1913 | 382.9047 | 522.7113 | 524.3869 | 372.8533 | 355.1949 | 260.8653 | 162.7832 | 59.10454 | 61.42501 | 89.32629 | 118.3586 | 178.9717 | 99999999 | 260.2849 | 383.4406 |
| 40 | 101 | 398.6269 | 440.5022 | 439.0704 | 432.1221 | 375.8795 | 374.5929 | 514.3995 | 516.0751 | 389.4979 | 526.8831 | 0.58041  | 97.50174 | 201.1804 | 316.3197 | 276.3946 | 227.9206 | 167.3075 | 260.2849 | 99999999 | 171.3299 |
| 41 | 125 | 554.2964 | 596.1717 | 570.9293 | 563.981  | 507.7384 | 506.4518 | 646.2584 | 647.9341 | 521.3568 | 658.7421 | 171.7845 | 268.8317 | 324.3361 | 439.4754 | 432.0641 | 383.5901 | 338.6374 | 383.4406 | 171.3299 | 99999999 |

Pada penelitian kali ini, dalam menghitung *trip distribution* tahun 2020, 2030, dan 2040, dilakukan iterasi sebanyak 15 kali untuk kedua nilai  $A_i$  dan  $B_d$  hingga diperoleh nilai yang konvergen. Nilai  $A_i$  dan  $B_d$  yang telah konvergen kemudian digunakan untuk menghitung masing-masing  $T_{id}$  pada setiap sel matriks asal tujuan (MAT) akhir.

$$T_{id} = A_i O_i B_d D_{df}(C_{id}) \quad (3)$$

dengan,

$T_{id}$  = nilai bangkitan dan tarikan

$O_i$  = bangkitan zona asal

$D_d$  = tarikan zona tujuan

### ***Trip Assignment***

Setelah dilakukan tahapan perhitungan beras arus beban dan kapasitas jalan beserta matriks asal tujuan pada tahun 2020, 2030, dan 2040, dilakukan pemodelan jaringan jalan menggunakan bantuan aplikasi EMME untuk menentukan kondisi kinerja lalu lintas terhadap beberapa sk



Dari hasil evaluasi terhadap beberapa skenario tersebut, dilakukan analisis perbandingan antara pengaruh perbaikan/penambahan fasilitas jalan (skenario *do something*) terhadap skenario *do nothing* berdasarkan kinerja lalu lintas untuk setiap tahun yang ditinjau. Nilai kinerja lalu lintas yang ditinjau berupa nilai *Volume Capacity Ratio* (VCR). Analisis kinerja jalan dilakukan dengan mengacu kepada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dengan kategori seperti ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kondisi Jalan dengan Indikator Nilai VCR (MKJI)

| Nilai VCR | Kelas | Kondisi                                                                              | Keterangan    |
|-----------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 0.00-0.20 | A     | Kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah | Sangat stabil |
| 0.20-0.44 | B     | Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas        | Hampir stabil |
| 0.45-0.74 | C     | Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan                       | Stabil        |
| 0.75-0.84 | D     | Arus mendekati stabil, kecepatan masih dikendalikan. V/C masih dapat ditolerir       | Hampir macet  |
| 0.85-1.00 | E     | Arus tidak stabil kecepatan terkadang terhenti, permintaan sudah mendekati kapasitas | Buruk         |
| >1.00     | F     | Arus dipaksakan, kecepatan rencah, volume diatas kapasitas, antrian panjang (macet)  | Sangat buruk  |

## ANALISIS SKENARIO

### Analisis Skenario *Do-nothing*

Nilai parameter VCR maksimum yang didapat untuk tahun 2020 sebesar 0,819; 2030 sebesar 0,779; dan 2040 sebesar 1,103. Hal ini mengindikasikan bahwa jalan scenario tahun 2020 dan 2030 memiliki kinerja lalu lintas yang cukup baik meskipun sudah mulai rentan akan kemacetan. Sedangkan tahun 2040 memiliki nilai VCR lebih dari 1 yaitu memiliki kondisi kinerja lalu lintas yang sangat buruk. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan dengan skenario-skenario tertentu sehingga dapat meningkatkan kualitas kinerja lalu lintas di masa yang akan datang.

### Analisis Skenario Tahun 2030

Setelah dilakukan pemodelan dengan bantuan aplikasi EMME, didapat nilai kinerja lalu lintas untuk skenario tahun 2030 yang dapat dilihat pada Tabel 9. Dapat diamati pada tabel tersebut, nilai VCR pada skenario perbaikan jalan, dengan melebarkan ruas jalan dari 3.5-meter menjadi 5 meter, mengalami penurunan yang cukup signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa opsi pelebaran jalur tersebut dapat diterima. Nilai VCR yang semula sebesar 0.779 dan 0.757 dengan nilai V masing-masing 53.76 dan 54.06 km/jam berubah menjadi 0.644 dan 0.626 dengan V sebesar 58.03 dan 58.18. Kondisi yang semula masuk dalam kategori hampir macet berubah menjadi stabil sehingga skenario ini dapat diterima.

Tabel 9. Perbandingan kecepatan, VDT, VHT dan VCR setelah dilakukan perbaikan

| <i>From</i> | <i>To</i> | <i>Speed</i> | VDT      | VHT      | VCR   | Keterangan   |
|-------------|-----------|--------------|----------|----------|-------|--------------|
| 7725        | 7724      | 53.76        | 10055236 | 187024.2 | 0.779 | Do Nothing   |
| 7725        | 7724      | 58.03        | 10055236 | 173286   | 0.644 | Do Something |
| 7724        | 7725      | 54.06        | 9780503  | 180916.7 | 0.757 | Do Nothing   |
| 7724        | 7725      | 58.18        | 9780503  | 168107.9 | 0.626 | Do Something |

### Analisis Skenario Tahun 2040

Berdasarkan hasil pemodelan skenario *do something* tahun 2040 berupa pelebaran ruas jalan, penambahan jumlah ruas jalan dan menurunkan hambatan samping, didapatkan hasil kinerja lalu lintas yang lebih baik seperti ditunjukkan pada Tabel 10 yaitu nilai kecepatan yang meningkat dari kisaran 40 km/jam menjadi kisaran 60 km/jam pada ruas yang ditinjau. Selain itu nilai VCR juga mengalami penurunan dari sebesar 1,1 menjadi 0,5 yang berarti sudah menunjukkan kualitas kinerja lalu lintas yang baik.

Tabel 10. Perbandingan kecepatan, VDT, VHT dan VCR setelah dilakukan perbaikan

| <i>From</i> | <i>To</i> | <i>Speed</i> | VDT      | VHT      | VCR   | Keterangan   |
|-------------|-----------|--------------|----------|----------|-------|--------------|
| 7715        | 7780      | 46.43        | 1.33E+08 | 2875131  | 1.103 | Do Nothing   |
| 7715        | 7780      | 62.7         | 1.33E+08 | 2875131  | 0.501 | Do Something |
| 7780        | 7715      | 48.05        | 1.27E+08 | 2638649  | 1.048 | Do Nothing   |
| 7780        | 7715      | 62.7         | 1.27E+08 | 2638649  | 0.476 | Do Something |
| <i>From</i> | <i>To</i> | <i>Speed</i> | VDT      | VHT      | VCR   | Keterangan   |
| 7726        | 7725      | 46.73        | 5116780  | 109497.6 | 1.093 | Do Nothing   |
| 7726        | 7725      | 61.61        | 5116780  | 96927.71 | 1.027 | Do Something |
| 7725        | 7726      | 48.21        | 4877709  | 101176.3 | 1.042 | Do Nothing   |
| 7725        | 7726      | 61.61        | 4877709  | 90094.65 | 0.979 | Do Something |

Selain itu, terdapat pemodelan skenario jalan bebas hambatan pada tahun 2040. Berdasarkan Tabel 11 didapatkan hasil perbandingan kinerja lalu lintas yang lebih baik dibandingkan kondisi *do nothing*. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya kecepatan rata-rata pada ruas 7725 ke 7724 dengan besaran kecepatan sebelumnya sebesar 46,73 km/jam menjadi 58,03 km/jam. Selain itu nilai VCR juga mengalami penurunan meskipun tidak terlalu signifikan yaitu dari 1,1 menjadi 0,9. Kedua pemodelan skenario yang dilakukan menjadikan ruas jalan menjadi lebih baik sehingga skenario ini dapat dilakukan.

Tabel 11. Perbandingan *Do Nothing* dan Jalan Bebas Hambatan Tahun 2040

| <i>From</i> | <i>To</i> | <i>Speed</i> | VDT      | VHT      | VCR   | Keterangan           |
|-------------|-----------|--------------|----------|----------|-------|----------------------|
| 7725        | 7724      | 46.73        | 14112130 | 301995.5 | 1.093 | Do Nothing           |
| 7725        | 7724      | 58.03        | 14112130 | 222019.3 | 0.906 | Jalan Bebas Hambatan |
| 7724        | 7725      | 49.02        | 13068144 | 266607.1 | 1.012 | Do Nothing           |
| 7724        | 7725      | 58.18        | 13068144 | 200590.7 | 0.839 | Jalan Bebas Hambatan |

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan transportasi empat tahap dan hasil analisis terhadap skenario-skenario

1. Analisis pemodelan empat tahap menunjukkan bahwa pada tahun 2020 dan 2030, kondisi lalu lintas masuk dalam klasifikasi hampir macet dengan kategori kelas D dan nilai parameter VCR maksimum berturut-turut sebesar 0.819 dan 0.799. Sedangkan pada tahun 2040, kondisi lalu lintas masuk dalam klasifikasi sangat buruk dengan kategori kelas F dan nilai parameter VCR maksimum sebesar 1.103;
2. Hasil pemodelan dengan skenario perbaikan dan pelebaran ruas jalan pada tahun 2030 berhasil menurunkan nilai parameter VCR maksimum menjadi sebesar 0.644 sehingga kondisi lalu lintas termasuk ke dalam klasifikasi stabil dengan kategori kelas C;
3. Hasil pemodelan dengan skenario pelebaran dan penambahan ruas jalan serta penurunan hambatan samping pada tahun 2040, nilai parameter VCR maksimum berhasil direduksi menjadi sebesar 0.501 sehingga kondisi lalu lintas termasuk ke dalam klasifikasi **stabil** dengan kategori kelas C; dan
4. Hasil pemodelan dengan skenario pembangunan jalan bebas hambatan pada tahun 2040 memberikan dampak yang kurang signifikan dengan menurunkan nilai parameter VCR maksimum menjadi 0.906. Meskipun demikian, skenario tersebut mengubah kondisi lalu lintas menjadi klasifikasi buruk dengan kategori kelas E.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UP2M Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Indonesia yang telah memberikan dukungan dana atas penelitian ini

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2022. Statistik Pertumbuhan Ekonomi, Produk Domestik Bruto, dan Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Sumatera Barat 2022. Sumatera Barat: Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat
- Black, J.A. 1981. *Urban Transport Planning: Theory and Practice*. London: Cromm Helm
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). 1997. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum RI
- Morlok, E. K. 1978. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). 2014. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia
- Tamin, Ofyar Z. 1997. Perencanaan dan Permodelan Transportasi. Bandung: Penerbit ITB Bandung