

## PENERAPAN METODE TRIP ASSIGNMENT DAN BUNGA MAJEMUK DALAM PEMBANGUNAN JALAN ALTERNATIF

A Nazil Munjazi<sup>1\*</sup>, M. Oka Mahendra, S.ST., MT<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Serang Raya, Serang, Banten

\*Email: nazilmunjazi17@gmail.com

### Abstrak

Meningkatnya volume lalu lintas di Kabupaten Panimbang menyoroti kebutuhan mendesak untuk menilai kelayakan teknis pembangunan jalan alternatif sebagai solusi jangka panjang terhadap potensi kemacetan. Studi ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan teknis jalan alternatif dengan menerapkan metode penugasan perjalanan dan proyeksi volume lalu lintas menggunakan rumus bunga majemuk. Data primer diperoleh melalui survei lalu lintas dengan metode penghitungan lalu lintas, dan data sekunder dikumpulkan dari geometri jalan, pertumbuhan penduduk, dan statistik Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Hasil analisis menunjukkan bahwa derajat kejenuhan (DS) pada jalan yang ada adalah 0,283, dengan proyeksi peningkatan menjadi 0,401 selama 10 tahun ke depan. Penerapan metode penugasan perjalanan menunjukkan bahwa 42% kendaraan cenderung beralih ke jalan alternatif yang diusulkan, yang dirancang dengan kapasitas 5.100 pcu/jam dan kecepatan operasional 42 km/jam. Simulasi menunjukkan bahwa jalan alternatif dapat mengurangi DS menjadi 0,159 dan mengurangi waktu tempuh dari 42 menit menjadi 28 menit. Selain itu, jalan tersebut menawarkan lebih dari 70% kapasitas cadangan untuk mengakomodasi pertumbuhan lalu lintas di masa mendatang. Berdasarkan parameter jarak tempuh, kecepatan tempuh, dan kapasitas jalan, pembangunan jalan alternatif di Kecamatan Panimbang dinilai layak secara teknis.

**Kata kunci:** Derajat Kejenuhan, Jalan Alternatif, Kapasitas Jalan, Traffic Projection, Trip Assignment

### Abstract

The increasing traffic volume in Panimbang District highlights the urgent need to assess the technical feasibility of constructing an alternative road as a long-term solution to potential congestion. This study aims to analyze the technical feasibility of an alternative road by applying the trip assignment method and traffic volume projection using compound interest formulas. Primary data were obtained through traffic surveys using the traffic counting method, and secondary data were collected from road geometry, population growth, and Gross Regional Domestic Product (GRDP) statistics. The analysis results show that the degree of saturation (DS) on the existing road is 0.283, with a projected increase to 0.401 over the next 10 years. The application of the trip assignment method shows that 42% of vehicles are likely to switch to the proposed alternative road, which is designed with a capacity of 5,100 pcu/hour and an operational speed of 42 km/h. The simulation indicates that the alternative road can reduce DS to 0.159 and decrease travel time from 42 minutes to 28 minutes. Moreover, the road offers more than 70% spare capacity to accommodate future traffic growth. Based on the parameters of DS, travel speed, and road capacity, the construction of an alternative road in Panimbang District is considered technically feasible.

**Keywords:** Alternative Road, Degree of Saturation, Road Capacity, Traffic Projection, Trip Assignment

## 1. PENDAHULUAN

Kemacetan lalu lintas bukan hanya mengganggu kenyamanan berkendara, tetapi juga berdampak luas terhadap efisiensi ekonomi dan kualitas hidup masyarakat. Data dari berbagai wilayah berkembang di Indonesia menunjukkan bahwa peningkatan jumlah kendaraan yang tidak seimbang dengan ketersediaan dan kapasitas jalan telah menjadi penyebab utama penurunan produktivitas harian (Nugroho, Latifa, & Maulani, 2024). Di Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang, permasalahan serupa terus memburuk seiring dengan pertumbuhan sektor pariwisata dan aktivitas ekonomi setempat. Infrastruktur jalan yang terbatas dan belum optimal memperbesar risiko stagnasi ekonomi lokal dan menurunkan kualitas layanan transportasi publik. Dalam konteks

pembangunan berkelanjutan, topik kelayakan teknis pembangunan jalan alternatif menjadi penting untuk diteliti karena secara langsung berkaitan dengan peningkatan aksesibilitas wilayah dan efektivitas distribusi barang dan jasa (Novian, 2024).

Penelitian ini secara khusus berfokus pada penilaian kelayakan teknis pembangunan jalan alternatif di Kecamatan Panimbang. Ruang lingkup kajian mencakup pengumpulan dan analisis data lalu lintas, peramalan pertumbuhan kendaraan, dan evaluasi kondisi geoteknik wilayah yang relevan (Resdiawan, 2022). Meskipun telah terdapat berbagai studi kelayakan jalan di daerah lain, masih terbatas penelitian yang memadukan pendekatan teknis dan ekonomi secara mendalam dengan mempertimbangkan kondisi lokal seperti topografi dan struktur tanah Panimbang (Sari, 2020). Variabel utama dalam penelitian ini adalah kapasitas jalan, derajat kejenuhan lalu lintas, dan dampak waktu tempuh, dengan konteks penelitian pada sektor transportasi darat di wilayah Kabupaten Pandeglang.

Penelitian ini diperlukan karena adanya kesenjangan praktis dalam penyediaan rute alternatif di daerah Panimbang, yang berdampak pada keterbatasan mobilitas masyarakat dan peningkatan biaya operasional transportasi (Widagdo, 2021). Studi sebelumnya cenderung mengabaikan aspek teknis rinci seperti struktur tanah dan potensi gangguan lingkungan (Nuhun, 2024). Selain itu, pendekatan yang tidak menyeluruh terhadap analisis sosial-ekonomi menyebabkan minimnya pemahaman tentang manfaat jalan alternatif bagi kesejahteraan masyarakat (Orbawati, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk menjawab tantangan tersebut dan memberikan rekomendasi berbasis data teknis untuk pengambilan kebijakan infrastruktur yang lebih tepat sasaran.

Meskipun beberapa studi telah dilakukan di bidang serupa, terdapat kekosongan dalam literatur yang mengintegrasikan antara proyeksi lalu lintas berbasis pertumbuhan majemuk, analisis teknis struktur jalan, serta evaluasi dampak ekonomi lokal secara bersamaan (Amanda, Agustin, & Mahmudah, 2024). Belum banyak kajian yang menyoroti keterkaitan langsung antara pembangunan jalan alternatif dan efisiensi waktu tempuh serta pengurangan kemacetan di wilayah pesisir berkembang seperti Panimbang (Shomad, Artiwi, & Sari, 2022). Oleh karena itu, pertanyaan utama penelitian ini adalah: Sejauh mana kelayakan teknis pembangunan jalan alternatif di Kecamatan Panimbang dapat mengatasi kemacetan dan meningkatkan efisiensi transportasi?

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis dengan memperkaya pendekatan multidisipliner dalam studi kelayakan infrastruktur, menggabungkan teknik transportasi, perencanaan wilayah, dan analisis ekonomi. Pertama, secara teoretis, penelitian ini membangun model analisis lalu lintas berbasis proyeksi majemuk yang lebih adaptif terhadap kondisi pertumbuhan wilayah (Napitupulu, 2023). Kedua, secara praktis, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pembangunan jalan alternatif yang lebih efektif dan efisien oleh pemerintah daerah (Ruben, Asnawi, & Oktapani, 2024). Ketiga, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi solusi teknis yang tepat untuk mengurangi beban lalu lintas dan meningkatkan konektivitas antarwilayah di Kabupaten Pandeglang (Romadhani, Hasrul, & Helmy, 2025).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif, untuk menilai kelayakan teknis pembangunan jalan alternatif di Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang. Data diperoleh melalui pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan menggunakan metode *traffic counting* untuk menghitung volume kendaraan pada jam sibuk dan non-sibuk, serta observasi kondisi eksisting jalan. Sedangkan meliputi data jumlah penduduk, PDRB, dan topografi dari instansi pemerintah. Teknik ini penting untuk memastikan data lalu lintas yang representatif (Ramadhana & Widyastuti, 2018).

### 2.1 Analisis Kondisi Jalan Eksisting di Kecamatan Panimbang

Analisis kondisi eksisting meliputi pengolahan data lalu lintas di ruas jalan utama Panimbang. Parameter teknis yang dihitung terdiri dari kapasitas jalan ( $C$ ), derajat kejenuhan ( $DS$ ), dan kecepatan rata-rata kendaraan. Kapasitas jalan dihitung menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), sedangkan derajat kejenuhan diperoleh dengan rumus  $DS = Q/C$ . Kecepatan rata-rata diukur dari hasil *travel time survey* pada segmen jalan eksisting (Kementerian PU, 2014).

### 2.2 Peramalan Lalu Lintas (Traffic Forecasting)

Untuk memproyeksikan volume lalu lintas masa depan di Panimbang, digunakan metode bunga majemuk. Hasil *forecasting* ini menjadi dasar perencanaan kapasitas jalan alternatif.

### 2.3 Trip Assignment (Distribusi Lalu Lintas)

Distribusi pergerakan kendaraan antara jalan eksisting dan alternatif dianalisis dengan metode SMOCK (1962). Proses ini memodelkan proporsi kendaraan yang beralih jalur berdasarkan perbandingan waktu tempuh dan kapasitas masing-masing ruas, sehingga dapat diprediksi seberapa besar beban yang akan mengambil jalan alternatif (Kela, 2019).

### 2.4 Analisis Kondisi Jalan Alternatif

Setelah perancangan geometrik selesai, kondisi teknis jalan alternatif dianalisis dengan menghitung ulang kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS), dan kecepatan rancangan. Perhitungan ini mengikuti prosedur yang sama seperti pada kondisi eksisting, untuk memastikan jalan alternatif mampu menampung proyeksi lalu lintas dan menurunkan DS di bawah batas kritis (PKJI, 2014).

### 2.5 Analisis Perubahan Teknis

Analisis perubahan teknis atau *delta analysis* dilakukan untuk membandingkan kondisi eksisting jalan di Kecamatan Panimbang dengan kondisi rencana setelah pembangunan jalan alternatif. Tujuannya adalah untuk mengukur sejauh mana manfaat teknis yang dapat dihasilkan dari pembangunan tersebut secara kuantitatif. Perbandingan ini menggunakan beberapa parameter kunci yang dihitung sebelum dan sesudah pembangunan (*before and after condition*):

1. Perubahan Derajat Kejenuhan ( $\Delta DS$ )  
Derajat kejenuhan menunjukkan seberapa besar volume kendaraan (Q) mendekati kapasitas jalan (C). Jika  $\Delta DS$  bernilai positif dan signifikan, maka menunjukkan bahwa pembangunan jalan alternatif berhasil mengurangi tekanan lalu lintas pada jaringan jalan utama.
2. Perubahan Kecepatan Tempuh ( $\Delta V$ )  
Kecepatan rata-rata kendaraan sebelum dan sesudah proyek dibandingkan untuk menilai efisiensi pergerakan. Peningkatan  $\Delta V$  menunjukkan bahwa jalan alternatif memberikan pergerakan yang lebih lancar dan cepat.
3. Perubahan Kapasitas Jalan ( $\Delta C$ )  
Dibandingkan kapasitas teknis jalan lama dan jalan baru. Peningkatan kapasitas menunjukkan kemampuan tambahan sistem jalan untuk menampung pertumbuhan kendaraan di masa mendatang.
4. Perubahan Waktu Tempuh ( $\Delta TT$ )  
Waktu tempuh dihitung dari panjang jalan dibagi kecepatan rata-rata kendaraan, dikalikan 60 (menit). Pengurangan waktu tempuh langsung menunjukkan efisiensi transportasi pasca pembangunan jalan alternatif.

### 2.6 Analisis Perubahan Teknis

Analisis kelayakan teknis dilakukan untuk memastikan bahwa jalan alternatif yang direncanakan memenuhi kriteria teknis yang berlaku dan mampu mendukung beban lalu lintas jangka panjang secara aman dan efisien. Kelayakan ini dievaluasi berdasarkan beberapa indikator teknis berikut:

1. Nilai Derajat Kejenuhan (DS) Setelah Proyek  
Jalan dinyatakan layak jika nilai  $DS < 0,85$ , sesuai dengan standar dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014). Jika DS mendekati atau melebihi 1, maka jalan dinyatakan tidak mampu menampung beban lalu lintas.
2. Kecepatan Rata-rata Minimum  
Kecepatan kendaraan dihitung berdasarkan hasil *free flow speed* dan pengaruh DS terhadap kecepatan aktual. Jalan alternatif dinyatakan layak jika kecepatan kendaraan berada di atas ambang batas kecepatan minimum yang ditentukan untuk jalan luar kota (biasanya  $> 30$  km/jam untuk kendaraan ringan).
3. Cadangan Kapasitas  
Jalan dinyatakan aman secara teknis jika memiliki cadangan kapasitas yang cukup untuk menghadapi pertumbuhan lalu lintas selama minimal lima tahun. Ini berarti kapasitas jalan harus mampu menampung pertumbuhan volume kendaraan tanpa menyebabkan kemacetan.

Jika semua parameter di atas menunjukkan hasil yang positif dan sesuai standar, maka jalan alternatif yang direncanakan dapat dikategorikan layak secara teknis dan direkomendasikan untuk dibangun.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kecamatan Panimbang terletak di wilayah pesisir selatan Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten, yang merupakan salah satu daerah penyangga utama kawasan wisata Tanjung Lesung. Aktivitas ekonomi dan pariwisata di kawasan ini mengalami peningkatan signifikan, mendorong lonjakan lalu lintas yang melintasi jalan-jalan utama di Panimbang. Sayangnya, infrastruktur jalan yang ada belum memadai, baik dari sisi kapasitas, kualitas geometrik, maupun distribusi beban lalu lintas. Titik-titik kemacetan utama terletak pada akses utama dari Panimbang ke Citereup, serta simpul pertemuan kendaraan barang dan wisatawan.

Kondisi topografi yang relatif datar serta keberadaan kawasan konservasi juga menjadi pertimbangan dalam perencanaan infrastruktur alternatif. Oleh karena itu, studi ini menyoroti pentingnya penilaian kelayakan teknis untuk pembangunan jalan alternatif sebagai solusi terhadap permasalahan kemacetan dan peningkatan efisiensi transportasi.

#### 3.2 Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui survei volume kendaraan menggunakan metode *traffic counting* selama tujuh hari berturut-turut pada jam sibuk (06.00-09.00 dan 16.00-19.00). Lokasi pengamatan dilakukan di simpang utama Panimbang-Citereup dan ruas jalan Panimbang-Tanjung Lesung. Jenis kendaraan dikategorikan dalam golongan I (sepeda motor dan kendaraan pribadi), II (kendaraan kecil niaga), dan III ke atas (kendaraan berat dan bus). Data sekunder meliputi:

1. Data kependudukan dan PDRB dari BPS Kabupaten Pandeglang 2023;
2. Geometri jalan dari Dinas PU Bina Marga Provinsi Banten;
3. Standar teknis PKJI 2014 dan *forecasting* pertumbuhan kendaraan berdasarkan metode bunga majemuk.

Pengumpulan data dalam studi ini dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu data primer dan data sekunder. Keduanya saling melengkapi untuk menghasilkan analisis kelayakan teknis yang komprehensif. Rincian data yang dikumpulkan disajikan dalam Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Jenis data yang dikumpulkan**

Jenis Data	Sumber Data	Metode Pengumpulan
Volume lalu lintas harian	Survei lapangan	Survei <i>traffic counting</i>
Data geometri jalan	Dinas PU bina marga Banten	Studi dokumen teknis
Jumlah penduduk	BPS Kab. Pandeglang	Data statistik
PDRB per kapita	BPS Kab. Pandeglang	Data statistik
Data topografi dan struktur tanah	Dinas PUPR Provinsi Banten	Laporan geoteknik

1. Volume lalu lintas harian (*Traffic Counting*)  
 Survei dilakukan selama 7 hari pada dua titik utama, yaitu:  
 Ruas Panimbang - Cibaliung (simpang utama)  
 Ruas Panimbang - Tanjung Lesung (akses wisatawan)  
 Waktu pengamatan:  
 Jam sibuk pagi (06.00-09.00)  
 Jam sibuk sore (16.00-19.00)

**Tabel 2. Hasil pengamatan (rata-rata harian)**

Golongan Kendaraan	Rata-rata volume (kend/hari)	Faktor Ekuivalen (skr)	Volume (skr/hari)
Sepeda Motor	12.400	0,25	3.100
Mobil Penumpang	5.200	1,00	5.200
Truk Ringan	900	1,30	1.170
Truk Berat dan Bus	480	1,60	768
Total	18.980		10.238 skr/hari

Rata-rata arus lalu lintas pada jam puncak ( $Q$ ) diperoleh dengan membagi volume harian tersebut berdasarkan faktor jam rencana ( $K$ ) = 10%:

$$Q_{puncak} = 10.238 \times 10\% = 1.023,8 \text{ skr/jam}$$

2. Data geometri jalan

Data teknis digunakan untuk menghitung kapasitas dasar jalan. Sebagai contoh, untuk jalan dua lajur dua arah (2/2 UD), lebar lajur 3,5 m, tanpa median, 1< (sempit), permukaan aspal. Mengacu pada PKJI 2014 maka nilai kapasitas dasar  $C_0$  dihitung sebagai:

$$C_0 = 1900 \text{ skr/jam}$$

Dengan faktor penyesuaian:

$$\text{FCLJ (lebar lajur)} = 1,00$$

$$\text{FCPA (pemisahan arah)} = 1,00$$

$$\text{FCHS (hambatan samping & bahu)} = 0,95$$

Maka kapasitas efektif:

$$C = C_0 \times \text{FCLJ} \times \text{FCPA} \times \text{FCHS}$$

$$C = 1.900 \times 1 \times 1 \times 0,95$$

$$C = 1.805 \text{ skr/jam per lajur}$$

$$C = 3.610 \text{ skr/jam (dua jalur)}$$

3. Jumlah penduduk

**Tabel 3. Jumlah penduduk**

Tahun	Jumlah Penduduk
2020	61.500 jiwa
2021	63.000 jiwa
2022	64.700 jiwa
2023	65.200 jiwa

Rata-rata pertumbuhan penduduk:

$$\frac{(65.200 + 61.500)}{2} \div 3 = 2,0 \%$$

4. PDRB per kapita

PDRB 2023: Rp 2,7 triliun

PDRB per kapita: Rp 42,5 juta

Pertumbuhan tahunan (2020-2023): 4,8%

Estimasi tingkat pertumbuhan kendaraan digunakan dari rata-rata pertumbuhan penduduk dan PDRB:

$$i = \frac{2,0\% + 4,8\%}{2} = 3,4 \%$$

5. PDRB per kapita

Digunakan untuk memvalidasi kemungkinan desain jalan baru. Dari laporan geoteknik yang diperoleh:

Kategori tanah dominan: lempung berpasir

Nilai CBR (*California Bearing Ratio*): 8%-10%

Kemiringan: 0%-5% (relatif datar)

Wilayah ini memungkinkan secara teknis untuk pembangunan jalan arteri kelas II, tanpa memerlukan pemotongan besar atau pembangunan jembatan tinggi.

Derajat Kejenuhan (DS):

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{1.024}{3.610} = 0,283$$

Proyeksi Volume Lalu Lintas 10 Tahun (*Forecasting*):

$$\begin{aligned} V_{10} &= V_0 \times (1 + i)^{10} \\ &= 1.024 \times (1 + 0,034)^{10} \\ &= 1.447 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

DS di Tahun ke-10:

$$DS_{10} = \frac{1.447}{3.610} = 0,40$$

Namun, pada skenario pesimis dengan pertumbuhan 5%:

$$\begin{aligned} V_{10} &= V_0 \times (1 + i)^{10} \\ &= 1.024 \times (1 + 0,05)^{10} \\ &= 1.668 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

$$DS = \frac{1.668}{3.610} = 0,46$$

### 3.3 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi kondisi teknis jalan eksisting, memproyeksikan lalu lintas di masa depan, serta menilai efisiensi dari pembangunan jalan alternatif. Pendekatan yang digunakan meliputi perhitungan kapasitas jalan, derajat kejenuhan (DS), kecepatan tempuh (V), dan proyeksi pertumbuhan volume kendaraan menggunakan metode bunga majemuk.

#### 1. Analisis Kondisi Jalan Eksisting

Dari hasil survei dan pengolahan data, berikut ini adalah kondisi teknis jalan eksisting di Kecamatan Panimbang:

**Tabel 4. Kondisi jalan eksisting**

Parameter	Nilai
Volume rata-rata (Q)	1.024 skr/jam
Kapasitas jalan (C)	3.610 skr/jam
Derajat kejenuhan (DS)	0,283
Kecepatan rata-rata kendaraan	28 km/jam
Panjang ruas jalan utama	4,2 km
Waktu tempuh (rata-rata)	42 menit

DS sebesar 0,283 mengindikasikan bahwa jalan belum jenuh secara teknis saat ini. Namun, rendahnya kecepatan tempuh dan waktu perjalanan yang lama menunjukkan adanya hambatan akibat aktivitas samping jalan (pasar, parkir liar, simpang tanpa lampu).

#### 2. Proyeksi Volume Kendaraan

Proyeksi dilakukan dengan metode bunga majemuk untuk mengetahui kondisi lalu lintas di masa mendatang.

$$\begin{aligned} \text{Volume awal } (V_0) &= 1.024 \text{ skr/jam} \\ \text{Pertumbuhan rata-rata } (i) &= 3,4\%/tahun \\ \text{Periode } (n) &= 10 \text{ tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{10} &= V_0 \times (1 + i)^n \\ &= 1.024 \times (1 + 0,34)^{10} \\ &= 1.447 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

Hasil: Volume lalu lintas pada tahun ke-10 diprediksi naik sebesar 41,3%

DS tahun ke-10

$$DS_{10} = \frac{1.447}{3.610} = 0,40$$

Skenario pertumbuhan maksimum ( $i = 5\%$ ):

$$\begin{aligned} V_{10} &= V_0 \times (1 + i)^{10} \\ &= 1.024 \times (1 + 0,05)^{10} \\ &= 1.668 \text{ skr/jam} \end{aligned}$$

$$DS = \frac{1.668}{3.610} = 0,46$$

Meskipun masih di bawah ambang 0,85, tingkat pertumbuhan tersebut menandakan bahwa dalam 15-20 tahun ke depan, sistem eksisting tidak lagi mampu menampung volume kendaraan yang tumbuh tanpa penambahan infrastruktur baru.

#### 3. Derajat Kejenuhan Tahunan

Proyeksi dilakukan dengan metode bunga majemuk untuk mengetahui kondisi lalu lintas di masa mendatang. Analisis perubahan nilai DS dalam 10 tahun mendatang:

**Tabel 5. Kondisi jalan eksisting**

Tahun	Volume (skr/jam)	Derajat kejenuhan (DS)
2025	1.024	0,283
2026	1.059	0,293
2027	1.095	0,303
2028	1.132	0,313
2029	1.171	0,324
2030	1.211	0,335
2031	1.252	0,347
2032	1.295	0,359
2033	1.339	0,371
2034	1.384	0,383

Dalam waktu 10 tahun, nilai DS meningkat sebesar 39,9%. Jika tidak dilakukan intervensi, maka dalam 20 tahun akan sangat memungkinkan nilai DS mencapai atau melebihi 0,85 indikator jenuh dan kemacetan.

4. Kecepatan Tempuh dan Efisiensi Waktu

Hubungan antara DS dan kecepatan rata-rata kendaraan (PKJI 2014) menunjukkan bahwa peningkatan DS berbanding terbalik dengan kecepatan tempuh:

**Tabel 6. Kecepatan tempuh dan efisiensi waktu**

DS	Kecepatan rata-rata (km/jam)	Waktu tempuh (menit)
0,28	28	42
0,4	24	49
0,5	21	55
0,65	18	62
0,85	14	78

Semakin tinggi nilai DS, maka semakin rendah kecepatan kendaraan dan semakin tinggi waktu tempuh, yang berdampak langsung pada inefisiensi transportasi dan pemborosan biaya operasional kendaraan (BOK) serta nilai waktu (*time value loss*).

**3.4 Pembahasan**

Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun kondisi jalan eksisting di Kecamatan Panimbang saat ini belum mencapai derajat kejenuhan kritis, namun proyeksi pertumbuhan lalu lintas memperlihatkan tren peningkatan signifikan dalam 10 hingga 15 tahun ke depan. Hal ini menunjukkan perlunya penyediaan infrastruktur jalan baru untuk mengantisipasi potensi stagnasi lalu lintas dan menurunnya efisiensi transportasi.

1. Proyeksi Beban Lalu Lintas Jalan Eksisting

Data proyeksi menunjukkan bahwa volume lalu lintas akan meningkat dari 1.024 skr/jam (2025) menjadi ±1.447 skr/jam (2035), dengan pertumbuhan tahunan 3,4%. Nilai DS juga meningkat dari 0,283 menjadi 0,401. Pada skenario pertumbuhan maksimum 5% per tahun, DS dapat menyentuh 0,462 dalam 10 tahun ke depan.

Tren tersebut menunjukkan bahwa tanpa intervensi infrastruktur, kualitas layanan jalan akan terus menurun, menyebabkan peningkatan waktu tempuh hingga lebih dari 70 menit dalam 15 tahun mendatang (PKJI, 2014). Kondisi ini sejalan dengan temuan Putri & Buana (2019) yang menunjukkan bahwa peningkatan volume kendaraan tanpa penambahan kapasitas jalan berdampak langsung pada efisiensi pergerakan.

2. Simulasi Jalan Alternatif

Simulasi teknis dilakukan dengan mengasumsikan pembangunan jalan alternatif sepanjang 4,5 km, kapasitas jalan 5.100 skr/jam, dan kecepatan rencana 42 km/jam. Berdasarkan hasil *trip*

*assignment* metode SMOCK (1962), sebesar 42% dari volume kendaraan eksisting bersedia berpindah ke jalan alternatif, dengan asumsi penghematan waktu tempuh lebih dari 10 menit. Perbandingan teknis kondisi sebelum dan sesudah pembangunan jalan alternatif:

**Tabel 7. Kecepatan tempuh dan efisiensi waktu**

Parameter	Sebelum proyek	Sesudah proyek	Δ (Perubahan)
Derajat kejenuhan (DS)	28	0,159	-0,124
Kecepatan tempuh (km/jam)	24	42	14
Waktu tempuh (menit)	21	28	-14
Kapasitas jalan	18	5.100	+1.490

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembangunan jalan alternatif mampu meningkatkan efisiensi perjalanan secara signifikan. Kecepatan rata-rata meningkat 50% dan waktu tempuh berkurang hingga 14 menit. Ini setara dengan efisiensi bahan bakar, waktu produktif, serta pengurangan emisi kendaraan.

### 3.5 Evaluasi Kelayakan Teknis

Evaluasi kelayakan teknis dilakukan berdasarkan parameter standar teknis yang tercantum dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014), yaitu derajat kejenuhan, kecepatan operasional minimum, dan cadangan kapasitas.

#### 1. Derajat Kejenuhan (DS) Kecepatan Operasional Minimum

Jalan dikategorikan layak secara teknis apabila nilai DS berada di bawah 0,85. Dengan redistribusi beban lalu lintas ke jalan alternatif, nilai DS eksisting turun menjadi 0,159, jauh di bawah batas jenuh. Ini menandakan bahwa ruas jalan memiliki sirkulasi lalu lintas yang lancar dan efisien.

#### 2. Kecepatan Operasional Minimum

Kecepatan minimum yang ditetapkan untuk jalan luar kota adalah 30 km/jam. Dengan kecepatan operasional pasca-proyek mencapai 42 km/jam, maka jalan alternatif melebihi ambang batas ini dan dianggap layak dari sisi kecepatan tempuh.

#### 3. Kecepatan Operasional Minimum

Cadangan kapasitas dihitung sebagai selisih antara kapasitas maksimum dan volume kendaraan rencana. Pada tahun ke-10, volume lalu lintas diproyeksikan sebesar 1.447 skr/jam, sedangkan kapasitas jalan alternatif sebesar 5.100 skr/jam. Maka cadangan kapasitas:

$$\text{Cadangan Kapasitas} = \frac{5.100 - 1.447}{5.100} = 71,6\%$$

Artinya, jalan alternatif masih dapat menampung pertumbuhan lalu lintas untuk kurang lebih 20 tahun ke depan tanpa kemacetan.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, penelitian ini menunjukkan bahwa pembangunan jalan alternatif di Kecamatan Panimbang layak secara teknis dan mampu menjadi solusi atas permasalahan lalu lintas yang kian meningkat. Saat ini, derajat kejenuhan jalan eksisting sebesar 0,283 dengan kecepatan rata-rata hanya 28 km/jam, sedangkan proyeksi selama 10 tahun ke depan menunjukkan peningkatan volume lalu lintas hingga 41,3%, yang berpotensi menaikkan nilai derajat kejenuhan menjadi 0,401.

Dengan penerapan metode bunga majemuk dan *trip assignment*, diperoleh hasil bahwa 42% kendaraan dapat dialihkan ke jalan alternatif yang dirancang memiliki kapasitas 5.100 skr/jam dan kecepatan operasional 42 km/jam. Dampaknya, derajat kejenuhan menurun menjadi 0,159 dan waktu tempuh berkurang menjadi 28 menit. Selain itu, jalan alternatif memberikan cadangan kapasitas lebih dari 70% untuk menampung pertumbuhan lalu lintas jangka panjang.

Temuan ini sejalan dengan tujuan penelitian, yakni mengevaluasi kelayakan teknis pembangunan jalan alternatif sebagai upaya mengatasi kemacetan dan meningkatkan efisiensi transportasi di wilayah Panimbang. Prospek pengembangan dari penelitian ini adalah penerapan

kajian ekonomi dan lingkungan untuk menilai manfaat jalan alternatif secara komprehensif, serta pengintegrasian dengan rencana tata ruang dan pengembangan kawasan strategis pariwisata nasional.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Desembardi, F., Rusmin, M., Fajar, M., & Rini, R. (2024). Analisis dampak lalu lintas pada fasilitas kesehatan Evergreen Medika Kabupaten Sorong. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 43–52. <https://doi.org/10.30822/eternitas.v4i1.4232>
- Amanda, C., Agustin, T., & Mahmudah, A. (2024). Analisis kinerja lalu lintas akibat hambatan samping jalan. *SCBMEJ*, 1(4), 9. <https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i4.3149>
- Aswal, M. (2024). Kebijakan pengembangan infrastruktur dan manajemen umum untuk mengatasi kemacetan di Kota Bandung. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 8(2), 200–216. <https://doi.org/10.26760/jrh.v8i2.200-216>
- Napitupulu, R., Lubis, Y., & Lubis, K. (2023). Analisa kinerja lalu lintas ruas jalan Jamin Ginting Kota Medan Simpang RSU. Siti Hajar – Pancur Batu. *Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi*, 2(1), 19–31. <https://doi.org/10.59086/jti.v2i1.457>
- Novian, F. (2024). Isu strategis tantangan pembangunan infrastruktur nasional dan infrastruktur daerah di Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara. *JIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 9(2), 211–225. <https://doi.org/10.14710/jiip.v9i2.23541>
- Nuhun, R. S., Welendo, L., Almaliki, M. F., Ismayana, I., Herianto, H., & Harmianto, H. (2024). Evaluasi panjang dan kondisi jalan di Kabupaten/Kota Provinsi Sulawesi Tenggara: Implikasi terhadap pengelolaan infrastruktur. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 4(5), 8824–8835. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i5.15831>
- Nugroho, L., Latifa, E. A., & Maulani, E. (2024). Dampak jumlah kendaraan besar terhadap kemacetan lalu lintas di jalan tol. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 5(2). <https://doi.org/10.51988/jtsc.v5i2.154>
- Resdiawan, W., Jatmika, B., Hidayat, M., Siadari, W., & Ivanovich, Z. (2022). Studi kelayakan rencana ruas jalan Parungkuda–Ciambur–Cibadak. *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(1), 47–61. <https://doi.org/10.52005/teslink.v4i1.110>
- Romadhani, N., Hasrul, R., & Helmy, A. (2025, January 31). Analisis dampak lalu lintas akibat pengoperasian Hotel Novotel Makassar. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(4), 1331–1344. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i4.31656>
- Ruben, A., Asnawi, E., & Oktapani, S. (2024). Implementasi tanggung jawab pemerintah terhadap pemeliharaan jalan di Kabupaten Bengkalis berdasarkan Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan. *Collegium Studiosum Journal*, 7(1). <https://doi.org/10.56301/csj.v7i1.1268>
- Shomad, A., Artiwi, N., & Sari, F. (2022). Analisis kondisi eksisting jalan lingkaran selatan Kota Serang (Studi kasus: Segmen depan Indomaret–SPBU Ciracas). *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 4(1). <https://doi.org/10.47080/josce.v4i01.1828>
- Suartawan, E., Suthanaya, P., & Wedagama, D. (2022). Analisis kinerja ruas jalan dengan menggunakan piranti lunak VISSIM (studi kasus pada pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar). *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, 3(1), 51–62. <https://doi.org/10.52920/jttl.v3i1.51>
- Widagdo, D. (2021). Studi kelayakan jalan baru perbatasan Cirebon–Kuningan. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 2(4), 577–594. <https://doi.org/10.36418/jist.v2i4.134>