

## ANALISIS EKONOMI PADA SISTEM JARINGAN JALAN RAYA DENGAN JALUR TREM

**Kami Hari Basuki<sup>1</sup>**

Prodi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto No. 13, Tembalang, Kec.  
Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

**Djoko Purwanto**

Prodi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto No. 13, Tembalang, Kec.  
Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

**Amelia Kusuma Indriastuti**

Prodi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto No. 13, Tembalang, Kec.  
Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

**Dimas Imam Dermawan**

Prodi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto No. 13, Tembalang, Kec.  
Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

### Abstract

This study aims to analyze the economic value of travel costs using vehicle-kilometers traveled (VKT) and vehicle-hours traveled (VHT) as inputs from the previous research. Vehicle travel costs include vehicle operating costs (VOC) and the value of time calculated using the PCI empirical formula method and the income approach method with the GDRP value. The results show that travel costs under existing conditions were Rp 337,460,866, while with the addition of the tram line, it increased to Rp 393,363,787, indicating a 16.57% increase from existing conditions. To mitigate the increased travel costs, traffic management measures such as implementing a one-way system and optimizing traffic signals (mitigation 2) were selected, resulting in a travel cost of Rp 347,928,230, representing 3.10% of the existing conditions. This study supports the development of the tram line in the Kota Lama Semarang to boost tourism while considering its impact on the road network's performance.

**Keywords:** economic analysis, travel cost, vehicle operating cost, value of time, road network performance

### Abstrak

Rencana pengembangan jalur trem di kawasan Kota Lama Semarang dimaksudkan untuk mendukung wisata di wilayah ini, penempatan jalur trem yang sebidang dengan jalan eksisting akan memiliki dampak pada kinerja jaringan jalan di sekitarnya. Salah satu perubahan kinerja jaringan jalan yang terjadi adalah biaya perjalanan. Studi ini akan berfokus untuk menganalisis nilai ekonomi yaitu biaya perjalanan dengan menggunakan *input* panjang perjalanan total dan tundaan total dalam penelitian sebelumnya. Biaya perjalanan dari kendaraan meliputi BOK dan nilai waktu menggunakan metode rumus empiris *PCI*, serta metode *income approach* dengan nilai PDRB. Hasil biaya perjalanan dengan kondisi eksisting didapatkan sebesar Rp 337.460.866, dan untuk kondisi dengan jalur trem didapatkan sebesar Rp 393.363.787, terdapat peningkatan sebesar 16,57% dari kondisi eksisting. Untuk meminimalisir kenaikan biaya perjalanan dipilih manajemen lalu lintas berupa penggunaan sistem satu arah dan optimasi sinyal (mitigasi 2) dengan biaya perjalanan sebesar Rp 347.928.230 yaitu 3,10% dari kondisi eksisting.

**Kata Kunci:** analisis ekonomi, biaya perjalanan, BOK, nilai waktu, kinerja jaringan jalan

## PENDAHULUAN

Dalam mendukung perkembangan yang berkelanjutan, pemerintah Kota Semarang merencanakan pengadaan jalur trem di kawasan Kota Lama Semarang dengan pemilihan trem sebagai moda transportasi. Moda transportasi trem dipilih karena selain memiliki nilai daya tarik wisata, juga tidak memerlukan biaya pembebasan lahan yang besar karena menggunakan jalan eksisting. Tetapi kerugian dari keberadaan jalur trem pada jalan eksisting

---

<sup>1</sup> Corresponding author: kamiharibasuki@lecturer.undip.ac.id

dapat berpotensi mengubah kinerja jaringan jalan seperti, penambahan waktu tempuh, berkurangnya *space* di ruas jalan, serta bertambahnya biaya perjalanan akibat panjang perjalanan total dan tundaan total yang meningkat. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian penelitian mengenai dampak pembangunan jalan trem terhadap kinerja jaringan jalan di kawasan Kota Lama Semarang.

Studi ini lebih berfokus dalam menganalisis nilai ekonomi kinerja jaringan jalan yaitu nilai biaya perjalanan total kendaraan yang berada dalam jaringan jalan yang dikaji. Panjang perjalanan total dan tundaan total yang merupakan variabel dalam menentukan kinerja jaringan jalan memiliki kaitan dengan biaya perjalanan total, biaya perjalanan total adalah jumlah dari biaya operasional kendaraan yang dipengaruhi langsung oleh panjang perjalanan total, dan dari nilai waktu yang dipengaruhi langsung oleh tundaan total. (Pacific Consultant International: 2022).

Studi ini dilaksanakan dengan maksud untuk melakukan analisis terhadap nilai ekonomi akibat perubahan kinerja jaringan jalan di kawasan Kota Lama Semarang yang terdampak Jalur Trem dengan menggunakan variabel panjang perjalanan total dan tundaan total. Tujuan penelitian yaitu melakukan analisis ekonomi dengan menghitung biaya perjalanan terhadap kondisi eksisting dan kondisi akibat dari pembangunan jalur trem, dan menentukan manajemen lalu lintas berupa mitigasi yang memiliki dampak ekonomi lebih rendah dari kondisi dengan jalur trem. Ruang lingkup studi ini adalah analisis nilai ekonomi berupa perhitungan biaya perjalanan yang mencakup Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan nilai waktu dengan variabel yang digunakan, yaitu panjang perjalanan total dan tundaan total pada jalan raya yang terdampak oleh jalur trem, variabel ini merupakan hasil simulasi kinerja jaringan jalan menggunakan aplikasi PTV Vissim. Demikian nilai ekonomi yang didapat akan dijadikan acuan untuk menentukan kelayakan dari pembangunan jalur trem pada kawasan tersebut. Sehingga diharapkan dari penelitian ini dapat menjadi dasar pertimbangan dalam penetapan kebijakan transportasi yang efisien dan efektif terkait pengembangan jaringan trem di Kota Semarang.

## METODE

### Kecepatan Rata-rata

Kecepatan rata-rata diperlukan sebagai *input* dari perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) yang menggunakan metode dari *Pacific Consultant International* (PCI), di mana kecepatan rata-rata sebagai kecepatan optimum kendaraan digunakan menjadi variabel untuk menghitung rumus empiris.

Data kecepatan kendaraan yang diambil adalah data *Running Speed* yang didapat dengan melakukan survei perekaman dari ketinggian 100 m menggunakan *drone* di ruas-ruas jalan di jaringan jalan yang terpengaruh. Rekapitulasi data dilakukan dengan menggunakan metode *Time Mean Speed* (TMS), diambil maksimum 15 sampel per tipe kendaraan selama 15 menit dengan jarak per 100 m. Perhitungan kecepatan rata-rata gabungan dapat dilihat pada Tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Kecepatan rata-rata gabungan

| No              | Kecepatan<br>(km/jam) | Jumlah Data Kendaraan     |                               |                              |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                 |                       | Sepeda<br>Motor<br>(kend) | Kendaraan<br>Ringan<br>(kend) | Kendaraan<br>Berat<br>(kend) |
| 1               | 18                    | 3                         | 21                            | 5                            |
| 2               | 24                    | 17                        | 26                            | 6                            |
| 3               | 30                    | 64                        | 60                            | 14                           |
| 4               | 36                    | 29                        | 17                            | 21                           |
| 5               | 42                    | 17                        | 12                            | 4                            |
| 6               | 48                    | 15                        | 3                             | 6                            |
| 7               | 54                    | 1                         | 0                             | 0                            |
| 8               | 60                    | 4                         | 1                             | 3                            |
| Total           | (kend)                | 150                       | 140                           | 59                           |
| Rata-rata       | (km/jam)              | 34,360                    | 29,443                        | 34,678                       |
| Total Rata-rata | (km/jam)              |                           | 33                            |                              |

### Produk Domestik Regional Bruto

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan nilai yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan nilai waktu menggunakan metode *income approach*, nilai ini ditetapkan berdasarkan jumlah pendapatan per tenaga kerja dengan satuan rupiah per waktu (Rp/jam) (Caesariawan et al., 2015)

Untuk mengetahui nilai dari PDRB per satu orang penduduk, maka digunakan PDRB per kapita atas dasar harga berlaku. Berikut merupakan PDRB per kapita Kota Semarang dan besaran jumlah penduduk usia produktif selama lima tahun terakhir yang dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Jumlah Penduduk dan PDRB Per Kapita Periode Tahun 2018 - 2022

| Tahun | Jumlah Penduduk<br>(Ribu Jiwa) | PDRB Per Kapita Atas Dasar Harga Berlaku<br>(Juta Rupiah) |
|-------|--------------------------------|---|
| 2018  | 1,786                          | 98,103  |
| 2019  | 1,814                          | 105,487   |
| 2020  | 1,653                          | 114,18  |
| 2021  | 1,657                          | 123,67  |
| 2022  | 1,66                           | 137,12  |

Sumber : BPS Kota Semarang (2021)

Dalam menentukan nilai PDRB per kapita Kota Semarang tahun-tahun selanjutnya dapat digunakan persamaan regresi linier dari hasil analisis grafik hubungan antara nilai PDRB per kapita Kota Semarang dengan nilai jumlah penduduk Kota Semarang seperti pada Gambar 1 di bawah ini.

Grafik Gambar 1 hanya menggunakan data 2020-2022 disebabkan pengaruh pandemi *Covid-19* yang menyebabkan penurunan penduduk yang signifikan. Perhitungan nilai PDRB per kapita Kota Semarang untuk tahun 2023 didapatkan dengan mengkalibrasikan data dengan persamaan regresi linier dari grafik hubungan tersebut yaitu:

$$y = 3228,2x - 5223,1 \quad (1)$$

dimana,

y = PDRB Per Kapita (Juta Rupiah)

x = Jumlah Penduduk (Ribuk Jiwa)



Gambar 1. Grafik hubungan PDRB Per Kapita dan jumlah penduduk tahun 2020 - 2022

Dari persamaan (1) di dapat proyeksi PDRB per kapita untuk tahun-tahun selanjutnya seperti pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Proyeksi jumlah penduduk dan PDRB Per Kapita periode tahun 2023-2027

| Tahun | Jumlah Penduduk (Ribuk Jiwa) | PDRB Per Kapita Atas Dasar Harga Berlaku (Juta Rupiah) |
|-------|------------------------------|--|
| 2023  | 1,664                        | 147,656  |
| 2024  | 1,667                        | 158,955  |
| 2025  | 1,671                        | 170,254  |
| 2026  | 1,674                        | 181,552  |
| 2027  | 1,678                        | 192,851  |

### Harga Satuan Komponen Kendaraan

Dalam perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada kendaraan menggunakan metode PCI dibutuhkan harga satuan dari komponen kendaraan tersebut. Data ini didapatkan melalui asumsi kendaraan yang paling banyak digunakan warga Kota Semarang lalu dengan survei harga pasar untuk harga satuan komponen yang digunakan. Berikut contoh dari harga satuan komponen untuk kendaraan ringan yang terlihat pada Tabel 4. Di bawah ini.

Tabel 4. Daftar harga satuan komponen kendaraan

| No | Komponen                    | Tipe          | Satuan | Harga Satuan   |
|----|-----------------------------|---------------|--------|----------------|
| 1  | Kendaraan (Mobil Penumpang) | Honda Brio    | Unit   | Rp 244.000.000 |
| 2  | Bahan Bakar Bensin          | Pertalite     | Liter  | Rp 10.000      |
| 3  | Oli Mobil                   | Fastron Gold  | Liter  | Rp 107.000     |
| 4  | Ban Mobil (4 ban)           | Accelera Eco+ | Unit   | Rp 1.900.000   |
| 5  | Suku Cadang                 | Honda         | Unit   | Rp 250.000     |
| 6  | Mekanik                     | Honda         | Jam    | Rp 20.000      |

### **Operational Expenditure (OpEx)**

Menurut Institute for Transportation and Development Policy (2022), dalam pengoperasian kendaraan, terdapat parameter input perusahaan pengoperasian kendaraan yang terbagi menjadi 2 antara *operational expenditure* yang meliputi segala macam pengeluaran operasional selama moda transportasi beroperasi dan *capital expenditure* yang meliputi modal yang harus dikeluarkan sebelum operasi dimulai. *Operational expenditure* digunakan karena hasil dari analisis ekonomi ini ditunjukkan untuk merencanakan kelayakan dari biaya operasional yang mungkin harus ditanggung penyedia layanan transportasi.

Biaya operasional untuk trem dapat diperhitungkan menggunakan biaya operasional kendaraan untuk kereta api dengan beberapa penyesuaian. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan RI (2014) tentang Pedoman Perhitungan dan Penetapan Tarif Angkutan Orang dengan Kereta Api sebagai dasar analisis didapat biaya operasional yang terdiri dari biaya modal, biaya produksi dan biaya perawatan sarana yang terbagi lagi ke beberapa sub-biaya. Rencana perhitungan untuk biaya operasional atau *operational expenditure* untuk trem dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Rencana anggaran biaya operasional jalur trem

| No. | Uraian                                       | Jumlah       |
|-----|--|--------------|
| A   | Biaya Modal                                  |              |
| 1.  | Biaya Penyusutan Sarana per lintas           | Rp 440.818   |
| B.  | Biaya Operasi                                |              |
| 1.  | Biaya Langsung Tetap                         |              |
| a.  | Biaya Awak Sarana per lintas                 | Rp 19.229    |
| b.  | Biaya Penggunaan Infrastruktur per lintas    | Rp 1.585.545 |
| c.  | Biaya Penggunaan halte per lintas            | Rp 41.507    |
| d.  | Biaya Asuransi per lintas                    | Rp 41.507    |
| 2.  | Biaya Langsung Tidak Tetap                   |              |
| a.  | Biaya Bahan Bakar Listrik per lintas         | Rp 254.930   |
| b.  | Biaya Cuci Sarana per lintas                 | Rp 10.000    |
| c.  | Biaya <i>On Train Cleaning</i>               | Rp 7.250     |
| d.  | Biaya TKO Awak per lintas                    | Rp 961       |
| 3.  | Biaya Tidak Langsung Tetap                   |              |
| a.  | Biaya Non Awak Sarana per lintas             | Rp 20.503    |
| b.  | Biaya TKO Non Awak per lintas                | Rp 1.025     |
| c.  | Biaya Umum Kantor per lintas                 | Rp 20.139    |
| d.  | Biaya Pelayanan Penumpang per lintas         | Rp 33.333    |
| 4.  | Biaya Tidak Langsung Tidak Tetap             |              |
| a.  | Biaya Pemasaran per lintas                   | Rp 22.222    |
| b.  | Biaya Penelitian dan Pengembangan per lintas | Rp 46.296    |
| c.  | Biaya Pengembangan SDM per lintas            | Rp 23.148    |
| C.  | Biaya Perawatan                              |              |
| 1.  | Biaya Perawatan Trem per lintas              | Rp 75.319    |
|     | Total  | Rp 2.643.732 |
| D.  | Keuntungan (10% Total Biaya Produk)          | Rp 264.373   |
|     | Total  | Rp 2.908.106 |
| E.  | Tarif (220 Penumpang & 0,7 Load Factor)      | Rp 18.884    |

### **Panjang Perjalanan Total dan Tundaan Total**

Data untuk panjang perjalanan total dan tundaan total didapat dari penelitian sebelumnya, di mana untuk mendapatkan nilai kinerja jaringan tersebut dilakukan dengan menyimulasikan

pemodelan menggunakan aplikasi berbasis komputer yaitu PTV Vissim. Terdapat 4 kondisi simulasi yang dilakukan yaitu:

1. Kondisi eksisting (kendaraan)
2. Kondisi dengan jalur trem (kendaraan dan trem)
3. Mitigasi 1: sistem satu arah (kendaraan dan trem)
4. Mitigasi 2: sistem satu arah + optimasi sinyal (kendaraan dan trem)

Panjang perjalanan total terbagi menjadi 2, yaitu untuk seluruh kendaraan yang melalui seluruh rute di jaringan jalan dikalikan dengan panjang rutenya, serta moda trem yang melalui rencana lajur trem dikalikan dengan panjang rutenya. Hasil data panjang perjalanan total dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Komparasi nilai panjang perjalanan total

| No. | Kondisi Simulasi  | Panjang Perjalanan Total |             |                  |
|-----|-------------------|--------------------------|-------------|------------------|
|     |                   | Kendaraan<br>(X)         | Trem<br>(Y) | Total<br>(X + Y) |
|     |                   | (kend.km)                |             |                  |
| 1   | Eksisting         | 20331,204                |             | 20331,204        |
| 2   | Dengan Jalur Trem | 17736,332                | 11,056      | 17747,388        |
| 3   | Mitigasi 1        | 17664,475                | 11,056      | 17675,531        |
| 4   | Mitigasi 2        | 16756,462                | 11,056      | 16767,518        |

Sumber : Hasil Analisis

Tundaan total terbagi menjadi 2, yaitu untuk seluruh kendaraan yang melalui seluruh rute di jaringan jalan dikalikan dengan tundaan untuk melalui rute tersebut, serta moda trem yang melalui rencana lajur tremnya dikalikan tundaan yang terjadi. Hasil data tundaan total dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Komparasi nilai tundaan total

| No. | Kondisi Simulasi  | Tundaan Total    |             |                  |
|-----|-------------------|------------------|-------------|------------------|
|     |                   | Kendaraan<br>(X) | Trem<br>(Y) | Total<br>(X + Y) |
|     |                   | (kend.jam)       |             |                  |
| 1   | Eksisting         | 1661,015         |             | 1661,015         |
| 2   | Dengan Jalur Trem | 1836,016         | 0,851       | 1836,867         |
| 3   | Mitigasi 1        | 1650,144         | 0,600       | 1650,744         |
| 4   | Mitigasi 2        | 1579,091         | 0,582       | 1579,673         |

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Gemilang dan Puspasari (2020) menyatakan bahwa biaya operasional kendaraan (BOK) merupakan suatu lintasan biaya yang dihitung berdasarkan pemakaian dan pemanfaatan kendaraan dalam suatu perjalanan yang terdiri dari biaya tetap, biaya tidak tetap dan biaya *overhead*. Dalam memperhitungkan suatu manfaat dan biaya (*benefit-cost*), biaya operasional kendaraan merupakan komponen utama yang diperlukan dalam menganalisis

kinerja jaringan jalan yang dapat digunakan sebagai tolak ukur penyaringan proyek jalan perkotaan. (Salim, 2009).

BOK per kendaraan dihitung dengan menggunakan persamaan metode PCI dikalikan dengan harga satuan komponennya. Unsur biaya PCI didapat dengan rumus empiris menggunakan variabel kecepatan rata-rata yang sudah didapatkan pada Tabel 1, sedangkan untuk komponen BOK didapatkan dari daftar harga satuan kendaraan pada Tabel 4. Hasil perhitungan BOK per kendaraan yang ditunjukkan pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Hasil Perhitungan BOK Per Kendaraan

| No. | Jenis Biaya              | Unsur Biaya<br>PCI<br>(Y)       | Harga Satuan<br>Komponen<br>BOK<br>(X) | Hasil<br>(Y' = Y x X) |
|-----|--------------------------|---------------------------------|--|-----------------------|
| A   | Biaya Tetap              |                                 |  |                       |
| 1   | Depresiasi               | 0,004813478                     |  | Rp 1.174.489          |
| 2   | Suku Bunga Modal         | 0,007250755                     | Rp244.000.000                          | Rp 1.769.184          |
| 3   | Asuransi                 | 0,001057402                     |  | Rp 258.006            |
| B   | Biaya Tidak Tetap        |                                 |  |                       |
| 1   | Bahan Bakar              | 77,7280899                      | Rp 10.000                              | Rp 777.281            |
| 2   | Oli Mobil                | 0,8098285                       | Rp 107.000                             | Rp 86.652             |
| 3   | Ban Mobil                | 0,02475358                      | Rp 1.900.000                           | Rp 47.032             |
| 4   | Suku Cadang              | 0,00076854                      | Rp 250.000                             | Rp 192                |
| 5   | Mekanik                  | 0,482492                        | Rp 20.000                              | Rp 9.650              |
|     | Total                    | (Rp./Kend.1000 Km)              |  | Rp 4.122.485          |
|     | Total                    | (Rp./Kend. Km)                  |  | Rp 4.122              |
|     |                          | Biaya <i>Overhead</i> (PPN) 10% |  | Rp 412                |
|     | <b>BOK per kendaraan</b> |                                 | <b>Rp</b>                              | <b>4.535</b>          |

Untuk menghitung BOK kendaraan, hasil nilai total BOK per kendaraan yang telah didapatkan dikalikan dengan Panjang perjalanan total dari hasil simulasi. Berikut adalah contoh perhitungan BOK kendaraan ringan pada kondisi eksisting.

1. BOK per kendaraan = Rp 4.535/kend.km
2. Panjang perjalanan total kendaraan = 20331,204 kend.km
3. BOK kendaraan total = 20331,204 x Rp 4.535 = **Rp 92.202.012**

Untuk nilai BOK trem di analisis dengan mengalikan hasil dari *Operational Expenditure* (OpEx) trem dengan panjang perjalanan total yang dilalui trem sesuai hasil simulasi lalu lintas kondisi dengan jalur trem. Berikut adalah contoh hasil perhitungan BOK trem pada kondisi dengan jalur trem.

1. Total OpEx trem = Rp 2.908.105,74 / kend km
2. Panjang perjalanan total trem = 11,056 kend km
3. BOK trem = 11,056 x Rp 2.908.105,74 = **Rp 32.152.923**

### Nilai Waktu

Analisis nilai waktu dapat dilakukan dengan menggunakan metode *income approach*, berdasarkan pada nilai PDRB Kota Semarang tahun 2023 yang diperoleh nilai sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{\text{PDRB per kapita}}{\text{Waktu kerja tahunan}} \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{147,656 \text{ juta}}{40 \text{ jam kerja} \times 50 \text{ minggu kerja efektif}}$$

$$\lambda = \text{Rp } 0,07382 \text{ juta/jam/orang}$$

$$\lambda = \text{Rp } 73.828/\text{jam orang}$$

dimana

$\lambda$  = nilai waktu

Dengan menggunakan asumsi bahwa kendaraan digunakan oleh rata-rata 2 orang maka diperoleh nilai waktu per kendaraan sebagai berikut.

$$\lambda = \text{Rp } 73.828/(\text{jam/orang}) \times 2 \text{ orang/kend} = \text{Rp } 147.656 /\text{kend.jam}$$

Untuk menghitung nilai waktu kendaraan, hasil nilai waktu per kendaraan yang telah didapatkan dikalikan dengan tundaan total dari hasil simulasi. Berikut adalah contoh perhitungan BOK kendaraan ringan pada kondisi eksisting.

1. Nilai waktu per kendaraan = Rp 147.656 /kend.jam
2. Tundaan total kendaraan = 1661,015 kend.km
3. BOK kendaraan total = 1661,015 x Rp 147.656 = **Rp 245.258.854**

Untuk mendapatkan jumlah efisien penumpang didapatkan dari hasil perkalian kapasitas penumpang di dalam trem sebanyak 220 orang dengan standar efisien faktor muat (*load factor*) sebesar 70% berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor SK.687/AJ.206/DRJD/2002 (Evendy dkk., 2022).

Hasil dari jumlah penumpang efisien dikalikan dengan nilai waktu per orang yang didapatkan dari metode *income approach* maka diperoleh nilai waktu per trem sebagai berikut.

$$\lambda = \text{Rp } 73.828/(\text{jam/orang}) \times 220 \text{ orang/kend} \times 0,7 = \text{Rp } 11.369.512 /\text{kend.jam}$$

Untuk menghitung nilai waktu trem total, hasil nilai waktu per trem yang telah didapatkan dikalikan dengan tundaan total dari hasil simulasi. Berikut adalah contoh perhitungan BOK kendaraan ringan pada kondisi dengan jalur trem.

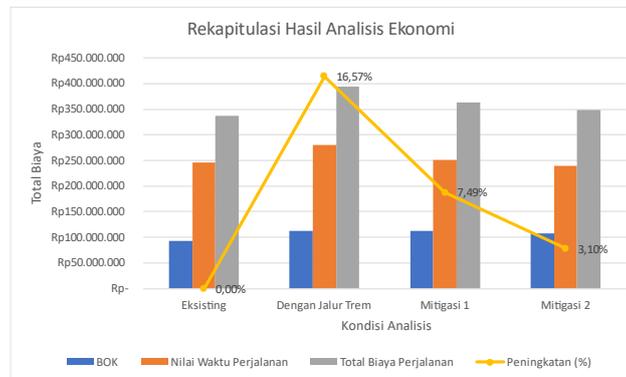
1. Nilai waktu per trem = Rp 11.369.512 /kend.jam
2. Tundaan total kendaraan = 0,851 kend.km
3. BOK kendaraan total = 0,851 x Rp 11.369.512 = **Rp 9.677.796,70**

### Hasil Analisis Ekonomi

Dengan menggunakan cara yang sama untuk memperhitungkan biaya operasional kendaraan dan nilai waktu terhadap ke 4 simulasi yang didapat dari simulasi lalu lintas. Didapat hasil komparasi untuk total biaya perjalanan dari ke 4 simulasi terlihat pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Komparasi hasil analisis ekonomi

| No. | Kondisi Analisis  | BOK Total<br>(Rp) | Nilai Waktu<br>Total<br>(Rp) | Total Biaya<br>Perjalanan<br>(Rp) | Peningkatan<br>(%) |
|-----|-------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 1   | Eksisting         | Rp 92.202.012     | Rp 245.258.854               | Rp 337.460.866                    | 0,00%              |
| 2   | Dengan Jalur Trem | Rp 112.587.188    | Rp 280.776.599               | Rp 393.363.787                    | 16,57%             |
| 3   | Mitigasi 1        | Rp 112.261.317    | Rp 250.472.698               | Rp 362.734.014                    | 7,49%              |
| 4   | Mitigasi 2        | Rp 108.143.480    | Rp 239.784.750               | Rp 347.928.230                    | 3,10%              |



Gambar 2. Grafik komparasi hasil analisis ekonomi

Pada komparasi data di atas didapatkan bahwa dengan adanya jalur trem nilai dari total biaya perjalanan mengalami peningkatan sebanyak 16,57%. Mitigasi 1 dilakukan mengakibatkan nilai dari total biaya perjalanan menurun -7,787% menjadi 7,49% dari kondisi eksisting. Mitigasi 2 dilakukan mengakibatkan nilai dari total biaya perjalanan kembali mengalami penurunan -4,082% menjadi 3,10% dari kondisi eksisting.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis di atas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Dari analisis ekonomi yang dilakukan pada pembangunan jalur trem didapatkan biaya perjalanan sebesar Rp393.363.787 yaitu meningkat sebesar 16,57% dari kondisi eksistingnya.
2. Mitigasi dilakukan untuk meminimalisir dampak akibat pembangunan jalur trem yang mengalami penurunan performa, dari kedua mitigasi dipilih mitigasi 2 yang lebih baik dimana biaya perjalanan yang menurun hingga 13,47% dari kondisi dengan jalur trem menjadi sebesar 3,10% dari kondisi eksistingnya. Karena itu direkomendasikan untuk melakukan mitigasi 2 (Sistem Satu Arah + Optimasi Sinyal).

Berikut adalah saran yang dapat diberikan dari studi ini:

1. Untuk analisis ekonomi yang lebih akurat, sebaiknya dilakukan analisis dan survei preferensi untuk mengetahui profitabilitas pembangunan jalur trem.
2. Apabila rencana pembangunan jalur trem disetujui, sistem satu arah sebaiknya diterapkan pada ruas jalan yang telah dianalisis pada Tugas Akhir ini karena berpengaruh signifikan terhadap biaya perjalanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Caesariawan, I., Devisanti, R., Ismiyati, dan Yulipriyono, E. 2015. Pengaruh Nilai Waktu pada Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Mobil Penumpang dalam Pemilihan Rute Jalan Eksisting dan Jalan Lingkar Ambarawa. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. Volume 4. Nomor 4. Halaman 304-312. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>.
- Evendy, Y., Asrizal, dan Hutabarat, T., 2022, Penataan Jaringan Trayek Angkutan Perkotaan Di Wilayah Kabupaten Jepara. Tesis untuk derajat Diploma IV Transportasi Darat, Politeknik Transportasi darat Indonesia-STTD (tidak dipublikasikan).
- Gemilang, M. P., dan Puspasari, N. 2020. Analisa Biaya Operasional Kendaraan Bus Angkutan Kota Jurusan Palangka Raya-Pangkalan Bun. *Media Ilmiah Teknik Sipil*. Volume 8. Nomor 1. Halaman 96-103. <https://doi.org/10.33084/mits.v8i2.1407>.
- Institute for Transportation and Development Policy. 2022. The BRT Planning Guide. Volume 4. Nomor 4. Halaman 479-493. <https://github.com/ITDP/the-online-brt-planning-guide>.
- Peraturan Menteri Perhubungan RI. 2014. Peraturan Menteri Perhubungan RI No. 69 Tahun 2014 Tentang Pedoman Perhitungan dan Penetapan Tarif Angkutan Orang Dengan Kereta Api.
- Salim, N. 2009. Analisis Biaya Operasional Kendaraan Pada Pembangunan Jalan. *Jurnal Ektasi*. Volume 6. Nomor 3. Halaman 30-41. ISSN 1829-5444.