

## PROYEKSI KINERJA TUNDAAN PADA BUNDARAN MONUMEN SELAMAT DATANG, JAKARTA

Andika Setiawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta, 10510

Email korespondensi : andika.setiawan@umj.ac.id

### ABSTRAK

Kepadatan atau kemacetan di DKI Jakarta merupakan isu yang sampai saat ini belum terselesaikan. Penelitian ini dilakukan untuk melihat tundaan yang terjadi di bundaran tersebut. PTV VISSIM melakukan simulasi dengan memasukkan data volume kendaraan dan lainnya. Program tersebut dapat digunakan juga untuk memproyeksikan sampai 5 tahun kedepan untuk mengetahui dampak dari lalu lintas di bundaran tersebut. Nilai pertumbuhan lalu lintas persetiap tahun nya sebesar 1%. Dalam menganalisis pada kondisi eksisting dengan menggunakan PTV VISSIM, perlu dilakukan kalibrasi dan validasi. Pada bundaran di monumen selamat datang didapat tundaan rata-rata sebesar 102,15 detik. Setelah menganalisa kondisi eksisting maka selanjutnya dilakukan proyeksi sampai 5 tahun ke depan dengan nilai pertumbuhan sebesar 1% pertahun. Proyeksi dan alternatif yang dibuat yaitu pelebaran dan *underpass*. Berdasarkan proyeksi dan alternatif yang dilakukan maka di dapat tundaan. Hasil analisa dengan proyeksi dan alternatif tersebut maka dengan alternatif *underpass* untuk tundaan rata-rata sebesar 34,47 detik dan tundaan pada alternatif pelebaran jalan sebesar 177,29 detik.

**Kata kunci:** bundaran, tundaan, proyeksi, PTV VISSIM

### ABSTRACT

*Density or congestion in DKI Jakarta is an issue that has not yet been resolved. This research was conducted to see the delays that occurred at the roundabout. PTV VISSIM performs simulations by entering vehicle volume data and others. The program can also be used to project up to 5 years into the future to determine the impact of traffic on the roundabout. The value of traffic growth per year is 1%. In analyzing the existing conditions using PTV VISSIM, it is necessary to carry out calibration and validation. At the roundabout at the monumen selamat datang, an average delay of 102.15 seconds was obtained. After analyzing the existing conditions, then projections are made for the next 5 years with a growth value of 1% per year. Projections and alternatives made are widening and underpassing. Based on the projections and alternatives made, a delay can be obtained. The results of the analysis with these projections and alternatives, the underpass alternative for the average delay is 34.47 seconds and the delay in the road widening alternative is 177.29 seconds.*

**Keywords:** roundabout, delay, projections, PTV VISSIM

### 1. PENDAHULUAN

Lalu lintas merupakan suatu bidang transportasi yang tidak terpisahkan dalam suatu kajian pada ruas jalan atau daerah tertentu. Permasalahan yang serius khususnya di DKI Jakarta yaitu kemacetan atau kepadatan lalu lintas yang dikarenakan banyaknya kendaraan pribadi yang

melakukan kegiatan. Kepadatan atau kemacetan di DKI Jakarta harus segera mendapat penanganan yang memadai. Kemacetan lalu lintas itu sendiri adalah kondisi dimana volume lalu lintas lebih besar daripada kapasitas jalan. Kemacetan lalu lintas terjadi biasanya pada ruas jalan yang menjadi akses utama dari aktivitas

masyarakat suatu kota. Meningkatnya jumlah penduduk mengakibatkan semakin tingginya tingkat kegiatan dan secara langsung akan meningkatkan pergerakan pada suatu daerah [4]. Kepadatan yang selalu terjadi yaitu di bundaran monumen selamat datang. Kemacetan ini terjadi karena konflik yang kritis terhadap rute kendaraan sehingga membuat antrean dan tundaan yang cukup tinggi. Pada bundaran terjadi konflik antara kendaraan yang berbeda kepentingan, asal maupun tujuan. Berkaitan dengan hal tersebut perencanaan bundaran harus direncanakan dengan cermat, sehingga tidak menimbulkan akses yang lebih buruk, misalnya antrean pada lalu lintas [3]. Pada kajian ini, dilakukan analisa kemacetan dengan melihat tundaan yang terjadi di bundaran tersebut. Tundaan ialah waktu hambatan yang terjadi saat kendaraan melewati suatu simpang. Tundaan terjadi secara teknis ialah waktu kendaraan yang akan masuk ke simpang atau bundaran. Waktu tersebut yang dihitung seberapa lama kendaraan bisa masuk ke simpang atau bundaran tersebut. Dengan melihat dari tundaan tersebut bisa menjadi indikator kemacetan dan diperlu dibuat manajemen atau rekayasa untuk menurunkan tundaan pada jalan tersebut. Untuk melihat tundaan dan kapasitas bundaran sesungguhnya maka digunakan program PTV VISSIM. PTV VISSIM melakukan simulasi dengan memasukkan data volume kendaraan dan perangkat lainnya untuk melihat hasil simulasi, baik berupa tundaan, panjang antrean, kecepatan bahkan sampai tingkat emisi disuatu wilayah yang akan ditinjau. Untuk analisa eksisting dapat menterjemahkan dan mensandingkan antara hasil simulasi dengan kondisi di lapangan dengan metode validasi dan kalibrasi. Dengan metode tersebut maka dapat menuju tahap selanjutnya seperti langkah manajemen lalu lintas atau lainnya. Dengan program tersebut juga dapat melihat hasil proyeksi sampai 5 tahun kedepan untuk mengetahui dampak dari lalu lintas di bundaran tersebut.

## 2. ARUS LALU LINTAS

Menurut (MKJI, 1997) menyatakan bahwa arus lalu lintas ialah jumlah unsur lalu-lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu, pendekat per satuan waktu (sbg. contoh: kebutuhan lalu-lintas kend./jam; smp/jam). Untuk perhitungan arus lalu lintas dengan menggunakan MKJI dapat dilakukan dengan per satuan jam untuk satu atau lebih periode. Contoh, didasarkan pada kondisi arus lalu lintas ( $Q$ ) untuk setiap gerakan baik untuk belok kiri, belok kanan dan lurus dilakukan konversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan. Dalam penelitian ini tinjauan yang dilakukan yaitu pada tundaan dan panjang antrean. Tundaan ialah waktu tunggu kendaraan yang disebabkan adanya interaksi lalu lintas yang dapat berupa persilangan, perpotongan atau yang bertentangan. Panjang antrean merupakan panjangnya kemacetan akibat volume kendaraan yang tinggi sehingga kecepatan berkurang atau sampai berhenti pada ruas jalan tersebut.

## 3. BUNDARAN

Bagian jalinan atau bundaran merupakan suatu aturan lalu lintas di Indonesia dengan kondisi memberikan jalan pada yang kiri. Bundaran digunakan sebagai alternatif untuk rekayasa lalu lintas atau membuat suatu monumen di daerah. Persimpangan antara jalan yang lebih besar, penutupan daerah jalinan mudah terjadi dan keselamatan bundaran menurun [7]. Desain pada bundaran yang dapat dilakukan dengan sesuai karakteristik dan juga volume kendaraan yang akan melintasi bundaran tersebut. Dengan adanya bundaran tersebut diharapkan dapat meningkatkan kapasitas dari suatu simpang di jalan tersebut. Untuk definisi setiap bundaran yang digunakan dalam MKJI ditampilkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 1. Definisi Tipe Bundaran yang Digunakan

| Tipe Bundaran | Jari-Jari Bundaran (m) | Jumlah Lajur Masuk | Lebar Lajur Masuk $W_1$ (m) | Panjang Jalinan $L_w$ (m) | Lebar Jalinan $W_w$ (m) |
|---------------|------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| R10<br>11     | - 10                   | 1                  | 3,5                         | 23                        | 7                       |
| R10<br>22     | - 10                   | 2                  | 7,0                         | 27                        | 9                       |
| R14<br>22     | - 14                   | 2                  | 7,0                         | 31                        | 9                       |
| R20<br>22     | - 20                   | 2                  | 7,0                         | 43                        | 9                       |

Sumber : MKJI, 1997 : 4-14

#### 4. STRATEGI DAN MANAJEMEN LALU LINTAS

Menurut [8] dalam hubungan yang sangat luas, manajemen lalu lintas digambarkan sebagai proses penerapan teknik-teknik sistem jalan untuk memenuhi tujuan tertentu dengan perbaikan, pengaturan atau perubahan penggunaan sistem jalan yang ada bagi beberapa atau semua pemakai jalan, tanpa harus bergantung pada keberadaan pembangunan jalan baru. Penerapan untuk strategi dan manajemen dibuat beberapa skenario untuk melihat kondisi terbaik pada ruas atau bundaran tersebut. Skenario yang digunakan ialah memanfaatkan kondisi eksisting sehingga dalam menganalisa harus melihat pada jaringan jalan ataupun kondisi lainnya. Salah satu contoh manajemen lalu lintas seperti cara untuk mengurangi volume kendaraan dengan menggunakan kebijakan daerah atau meningkatkan transportasi publik.

#### 5. FAKTOR PERTUMBUHAN

Dalam Keputusan Direktur Jenderal (KEPDIRJEN) Bina Marga tahun 2012 menjelaskan bahwa faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data

pertumbuhan historis atau formularitas korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka dapat menggunakan perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas sebagai berikut:

1. Jalan Arteri dan perkotaan dengan pertumbuhan 5% untuk tahun 2011-2020 dan 4% untuk tahun 2021-2030;
2. Jalan Rural dengan pertumbuhan 3,5% untuk tahun 2011-2020 dan 2,5% untuk tahun 2021-2030.

Berdasarkan KEPDIRJEN tersebut di atas, maka volume kendaraan rata-rata yang sudah dihitung akan diproyeksikan hingga 5 tahun ke depan dengan pertumbuhan lalu lintas sebesar 5%.

#### 6. PTV VISSIM

Menurut [1] dalam prosiding yang berjudul Penggunaan Software Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta) VISSIM adalah software yang bisa melakukan simulasi untuk lalu lintas multi-modal mikroskopik, transportasi umum dan pejalan kaki, dikembangkan oleh PTV Planung Transport Verkehr AG di Karlsruhe, Jerman. PTV merupakan perangkat lunak yang digunakan di bidang transportasi untuk mensimulasikan kondisi arus lalu lintas dan juga alternatif lalu lintas yang dalam dilihat dalam bentuk 2D dan 3D. Secara prinsip PTV VISSIM yang digunakan pada penelitian ini merupakan program analisa di bidang transportasi moda darat yang berhubungan dengan lalu lintas dengan tinjauan mikroskopik baik untuk melihat dari lalu lintas, pejalan kaki dan transportasi umum. Dengan program PTV VISSIM ini dapat menggambarkan dengan mudah langkah rekayasa yang akan dilakukan dalam mengatasi masalah di lokasi yang ditinjau.

#### 7. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan berbagai literatur dan data yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Penelitian ini meninjau pada

kinerja bundaran di monumen selamat datang dengan melihat pada jam sibuk yang selalu mengalami kemacetan. Tujuan pada penelitian ini ialah untuk melihat tundaan dari Bundaran HI serta dengan proyeksi ke depan untuk melihat kinerja pada bundaran di monumen selamat datang.

Survei yang dilakukan ialah meliputi survei geometri pada bundaran, survei volume kendaraan dan survei jenis kendaraan. Untuk data sekunder yang digunakan ialah peta satelit dari *google earth* dan data pendukung yang dibutuhkan. Dalam pengumpulan data primer yang diambil yaitu geometrik pada bundaran. Data primer lainnya ialah volume lalu lintas dan jenis kendaraan yang melintas di bundaran tersebut. Berikut ialah peta lokasi penelitian dan titik survei pengambilan volume kendaraan.



### Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber : Google maps dan analisis, 2021

Pada gambar diatas merupakan lokasi tim dalam menghitung volume kendaraan dan juga meninjau jenis kendaraan yang melintas. Teknis pengambilan data ialah setiap 15 menit dengan menghitung volume dan tipe kendaraan yang melintas. Untuk kendaraan yang ditinjau ialah kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor. Tinjauan untuk volume kendaraan di bundaran melihat arah kendaraan dari masuk sampai keluar dari bundaran.

Survei volume lalu lintas yang telah dilakukan selanjutnya diolah untuk mencari jam puncak pada setiap lengan yang masuk ke bundaran. Pengolahan ini untuk melakukan pendataan pada volume kendaraan yang tertinggi dalam satu waktu survei tersebut. Volume puncak pada satu jam tersebut dimasukkan ke program PTV VISSIM untuk di analisa pada kondisi eksisting. Input data tersebut dilakukan analisis untuk membandingkan kondisi eksisting dengan kondisi yang dikeluarkan dari PTV VISSIM. Kondisi tersebut sering diistilahkan sebagai validasi dan kalibrasi. Validasi dan kalibrasi pada penelitian ini menggunakan metode regresi menggunakan excel dengan tinjauan pada volumenya. Setelah validasi dan kalibrasi dilakukan maka tahapan selanjutnya bisa melakukan rekayasa atau proyeksi. Pada penelitian ini dilakukan proyeksi hingga 5 tahun kedepan. Kondisi eksisting yang diproyeksikan dapat memberikan gambaran volume yang akan terjadi kedepan dan langkah-langkah yang perlu dilakukan. Untuk tinjauan alternatif proyeksi ke depan dengan melihat pada tundaan kendaraan.

## 8. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam pemodelan VISSIM ialah data primer. Data yang digunakan merupakan data pada satu jam puncak yang telah dilakukan survei dan diolah untuk mengetahui jam puncak. Geometrik pada bundaran HI yaitu berupa ukuran lebar jalan pada bundaran termasuk jalan yang masuk ke bundaran dan yang keluar bundaran. Untuk geometrik yang didapat dari pengamatan langsung di lapangan. Geometrik yang ada di bundaran monumen selamat datang diperlukan untuk analisis dengan menggunakan VISSIM. Berikut ialah gambar geometrik untuk dimasukkan ke dalam PTV VISSIM.



Gambar 2. Geometrik jalan di Bundaran HI  
Sumber : Modeling VISSIM, 2021

### Analisis eksisting

Kondisi eksisting yang dilakukan ialah untuk melihat perilaku dan hasil output dari program VISSIM agar dapat disandingkan dengan kondisi eksisting. Secara prinsip kondisi eksisting yang ditampilkan berupa volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Dalam penerapan program PTV VISSIM pada kondisi eksisting dibutuhkan untuk kalibrasi dan validasi. Dalam melakukan kalibrasi dan validasi, komponen yang dilakukan ialah mengubah *driving behavior* pada program PTV VISSIM. Adapun perubahan ditampilkan pada tabel berikut.

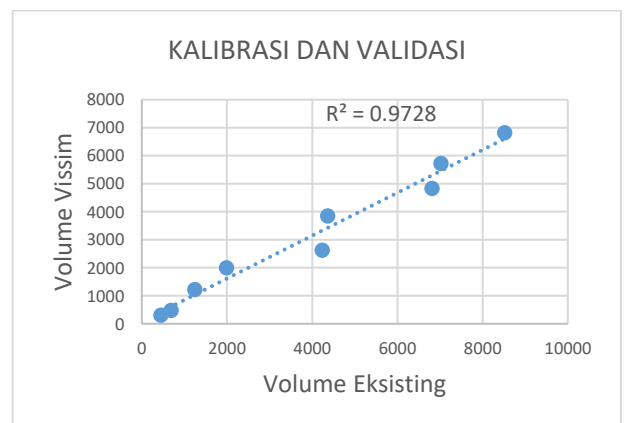
Tabel 2. Nilai kalibrasi yang digunakan di VISSIM

| No. | Jenis <i>Driving Behavior</i> | Parameter <i>Driving Behavior</i>             | Nilai          |                       |
|-----|-------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|-----------------------|
|     |                               |                                               | Default VISSIM | Kalibrasi Penyesuaian |
| 1   |                               | <i>Average standsill distance</i>             | 2 m            | 0.45 m                |
| 2   | <i>Car Following</i>          | <i>Additive part of safety distance</i>       | 2 m            | 0.45 m                |
| 3   |                               | <i>Multiplicative part of safety distance</i> | 3 m            | 1 m                   |

| No. | Jenis <i>Driving Behavior</i> | Parameter <i>Driving Behavior</i>    | Nilai                 |                       |
|-----|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|     |                               |                                      | Default VISSIM        | Kalibrasi Penyesuaian |
| 4   |                               | <i>Desired position at free flow</i> | <i>Middle of Lane</i> | <i>Any</i>            |
| 5   | <i>Lateral</i>                | <i>Distance standing</i>             | 1 m                   | 0.3 m                 |
| 6   |                               | <i>Distance driving</i>              | 1 m                   | 0.5 m                 |

Sumber: Analisis, 2021

*Driving behavior* ialah untuk menyesuaikan antara program PTV VISSIM dengan karakteristik pengemudi yang ada di Indonesia. Dengan karakteristik tersebut maka diharapkan hasil yang diperoleh mendekati dengan kondisi yang terjadi di lapangan. Setelah melakukan perubahan pada *Driving behavior* maka diperlukan validasi untuk mengetahui validitas dari output yang dikeluarkan oleh PTV VISSIM. Validasi yang ditinjau melihat pada volume lalu lintas hasil survei yang dibandingkan dengan volume yang dikeluarkan oleh PTV VISSIM. Validasi dilakukan dalam bentuk regresi menggunakan *software excel* yang ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 3. Validasi Model VISSIM dengan Regresi ( $r^2$ )

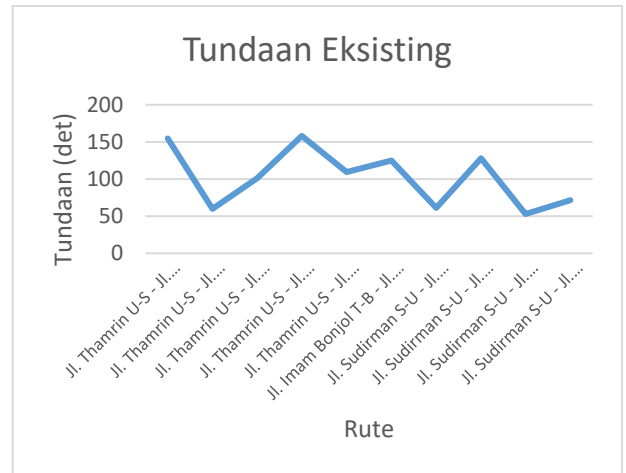
Sumber: Analisis, 2021

Setelah melakukan validasi dan kalibrasi maka tahapan selanjutnya dapat mengeluarkan hasil yang dibutuhkan pada penelitian. Berdasarkan hasil keluaran pada kondisi eksisting maka ditampilkan untuk hasil tundaan pada tabel dan grafik sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil tundaan dari PTV VISSIM

| No.         | Rute                                    | Tundaan (det) |
|-------------|-----------------------------------------|---------------|
|             |                                         | Eksisting     |
| 1           | Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U       | 154.77        |
| 2           | Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir      | 59.76         |
| 3           | Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T   | 101.06        |
| 4           | Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B  | 158.1         |
| 5           | Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S      | 109.4         |
| 6           | Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S  | 124.74        |
| 7           | Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U      | 61.02         |
| 8           | Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T  | 127.99        |
| 9           | Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B | 52.95         |
| 10          | Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S     | 71.71         |
| Rata - rata |                                         | 102.15        |

Sumber : Analisis, 2021



Gambar 4. Grafik Tundaan pada Kondisi Eksisting

Sumber : Analisis, 2021

Berdasarkan data tersebut maka dapat dilihat tundaan terbesar terjadi pada rute dari Jl. Thamrin U-S menuju Jl. Kebon Kacang. Tundaan ini terjadi akibat adanya perpotongan, persilangan, bergabung dan berpisahanya kendaraan di bundaran tersebut. Dengan 4 konflik tersebut dapat dilihat bahwa tundaan kendaraan semakin besar karena terjadi kemacetan yang panjang dari rute Jl. Jend. Sudirman S-U ke Jl. Imam Bonjol. Pada kondisi eksisting tersebut dapat disimpulkan bahwa pada bundaran HI tersebut mengalami kepadatan lalu lintas yang tinggi.

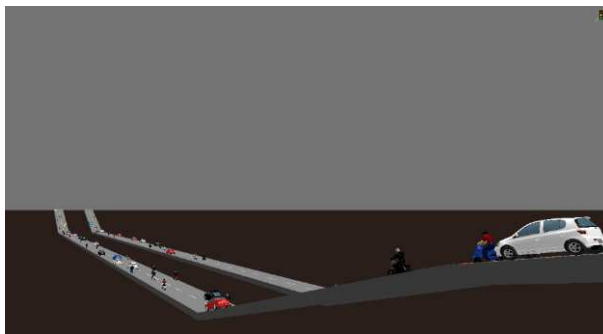
### Analisis alternatif proyeksi

Berdasarkan pada tundaan yang tinggi pada kondisi eksisting, maka pada penelitian ini akan melihat hasil proyeksi sampai 5 tahun kedepan dengan menggunakan beberapa alternatif. Untuk alternatif yang akan digunakan berupa pelebaran dan *underpass* pada bundaran di monumen selamat datang.

Dengan memberikan solusi dan gambaran dari proyeksi beserta alternatif yang akan dilakukan analisis, maka diharapkan memberikan perbandingan dari kedua alternatif tersebut. Berikut gambar hasil alternatif berupa pelebaran dan *underpass* dengan menggunakan PTV VISSIM.



Gambar 5. Pelebaran Jalan dengan Menggunakan PTV VISSIM



Gambar 6. Underpass Jalan dengan Menggunakan PTV VISSIM

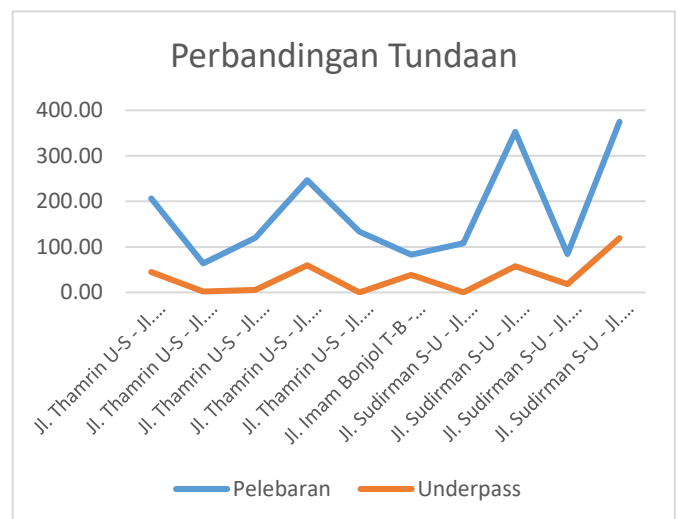
Analisa proyeksi sampai 5 tahun kedepan dilakukan dengan mengasumsikan bahwa pertumbuhan lalu lintas sebesar 1% pertahunnya dan dilakukan proyeksi untuk 5 tahun kedepan. Alternatif yang diajukan ialah berupa pelebaran dan *underpass*. Hasil dari alternatif berdasarkan proyeksi lima tahun kedepan ditampilkan pada tabel dan grafik tundaan sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Tundaan dari PTV VISSIM Berdasarkan Alternatif dan Proyeksi

| No. | Rute                                        | Tundaan (det) |           |
|-----|---------------------------------------------|---------------|-----------|
|     |                                             | Pelebaran     | Underpass |
| 1   | Jl. Thamrin U-S -<br>Jl. Thamrin S-U        | 206.42        | 44.90     |
| 2   | Jl. Thamrin U-S -<br>Jl. Sutan Syarir       | 63.68         | 1.92      |
| 3   | Jl. Thamrin U-S -<br>Jl. Imam Bonjol<br>B-T | 120.18        | 5.36      |

| No.         | Rute                                          | Tundaan (det) |           |
|-------------|-----------------------------------------------|---------------|-----------|
|             |                                               | Pelebaran     | Underpass |
| 4           | Jl. Thamrin U-S -<br>Jl. Kebon<br>Kacang T-B  | 246.54        | 59.62     |
| 5           | Jl. Thamrin U-S -<br>Jl. Sudirman U-S         | 133.60        | 0.00      |
| 6           | Jl. Imam Bonjol<br>T-B - Jl.<br>Sudirman U-S  | 82.54         | 38.16     |
| 7           | Jl. Sudirman S-U<br>- Jl. Thamrin S-U         | 108.32        | 0.00      |
| 8           | Jl. Sudirman S-U<br>- Jl. Imam Bonjol<br>B-T  | 352.61        | 57.34     |
| 9           | Jl. Sudirman S-U<br>- Jl. Kebon<br>Kacang T-B | 84.19         | 18.14     |
| 10          | Jl. Sudirman S-U<br>- Jl. Sudirman U-S        | 374.87        | 119.23    |
| Rata - rata |                                               | 177.29        | 34.47     |

Sumber : Analisis, 2021



Gambar 5. Grafik Tundaan dari PTV VISSIM Berdasarkan Alternatif dan Proyeksi

Sumber : Analisis, 2021

Untuk tundaan antara pelebaran dan *underpass* dengan pertumbuhannya 1% dengan proyeksi sampai lima tahun kedepan maka didapat rata-rata tundaan yang lebih

baik dengan *underpass*. Pada tabel terlihat bahwa ada dua ruas jalan dengan menggunakan *underpass* yang tidak mengalami tundaan. Hal ini dikarenakan kendaraan langsung melewati *underpass* sehingga tidak ada tundaan.

Untuk alternatif dengan pelebaran dengan proyeksi sampai lima tahun kedepan dapat dilihat bahwa rata-rata nilai tundaan mencapai 177,29 detik. Data tersebut jika dibandingkan dengan kondisi eksisting maka lebih tinggi kondisi pelebaran dengan proyeksi sampai lima tahun mendatang. Hal tersebut terjadi karena proyeksi volume sebesar 1% pertahun yang menyebabkan tundaan dapat meningkat meskipun telah dilakukan pelebaran pada bundaran tersebut.

## 9. KESIMPULAN

1. Tundaan pada kondisi eksisting pada bundaran di monumen selamat datang didapat rata-rata tundaan sebesar 102,15 detik dengan tundaan tertinggi terjadi pada ruas Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B sebesar 158,10 detik.
2. Proyeksi dengan menggunakan alternatif *underpass* didapat tundaan rata-rata di bundaran sebesar 34,47 detik.
3. Proyeksi dengan menggunakan alternatif pelebaran didapat tundaan rata-rata di bundaran sebesar 177,29 detik.
4. Alternatif dengan menggunakan *underpass* lebih baik dibanding pelebaran pada bundaran.
5. Diperlukan kajian lebih lanjut untuk alternatif dengan *underpass* berkaitan pada kondisi eksisting.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aryandi, R. D., & Munawar, A. (2014). Penggunaan Software Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta). The 17th FSTPT International Symposium, 2(1), 338-347.

- [2] Direktorat Jenderal Bina Marga. No. 22.2/KPTS/Db/2012. Tentang Manual Desain Perkerasan Jalan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- [3] Kartika, S. W., Syafaruddin, & Sumiyattinah. (2016). Analisis Dan Evaluasi Kinerja Bundaran SMP Negeri 1 Pontianak. Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura, 1(1), 1-10.
- [4] Misdalena, F. (2019). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Jakabaring Menggunakan Program Microsimulator Vissim 8.00. Jurnal Desiminasi Teknologi, 7(1), 35-41.
- [5] Priyatmoko, T. N., Kadarini, S. N., & Sumiyattinah. (2018). Analisis Dan Evaluasi Kinerja Bundaran Tugu Jam Di Kota Sintang. Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura, 5(3), 1-14.
- [6] Said, Mayuni, S., & Sulandari, E. (2016). Kinerja Bundaran Bersinyal Digulis Kota Pontianak. Jurnal Transportasi, 16(1), 31-40.
- [7] Sumina. (2015). Analisis Simpang Tak Bersinyal Dengan Bundaran. Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur, 17(21), 1-12.
- [8] Susilo, B. H. (2015). Buku Rekayasa Lalu Lintas (Edisi Revisi). Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti.
- [9] Pratama, O. (2012). Analisis Rencana Penerapan Electronic Road Pricing (ERP) Pada Sektor Transportasi Terhadap Kota Jakarta Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis. Universitas Indonesia. 1-109.
- [10] Setiawan, A., & Susilo, B. H. (2020). Evaluasi Kinerja Bundaran HI Dengan Menggunakan Program PTV VISSIM. Universitas Trisakti.

