

# **Analisis Dampak Lalu Lintas (Andalalin) Pembangunan *Underpass* Kentungan**

*The Traffic Impact Analysis of Kentungan Underpass Construction*

**M. Afrizal Zohri Putra, Wahyu Widodo**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Pembangunan jalan lintas bawah (*Underpass*) di Simpang Kentungan merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja jaringan jalan di ruas jalan Provinsi D.I. Yogyakarta serta diharapkan dapat mengurangi kemacetan dan antrian yang sering terjadi. Oleh karena itu untuk mengetahui dampak lalu lintas yang ditimbulkan oleh pembanguan tersebut dan upaya penanganan permasalahan yang terjadi, maka perlu dilakukan studi Analisis Dampak Lalu Lintas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang empat bersinyal kentungan pada kondisi sebelum pembangunan, masa konstruksi dan setelah adanya pembangunan *underpass*. Pengumpulan data dilakukan melalui survei inventarisasi jalan, volume lalu lintas, kecepatan, geometrik simpang, panjang antrian serta waktu siklus tiap fase di simpang kentungan. Analisis kinerja lalu lintas mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil penelitian pada simpang empat kentungan pada saat konstruksi memiliki total volume lalu lintas sebesar 3585 smp/jam dengan nilai derajat kejenuhan 0,707, tundaan rata-rata simpang sebesar 40,92 dan termasuk tingkat pelayanan E; untuk tahap operasional, setelah adanya *underpass* hasil yang diperoleh adalah tingkat pelayanan simpang termasuk dalam kategori C. Solusi penanganan pada saat konstruksi adalah dengan melakukan pengalihan arus lalu lintas pada Simpang Kentungan terutama untuk kendaraan berat dan alternatif pada saat operasional dengan menggunakan perubahan waktu siklus APILL dari arah utara dan selatan.

Kata-Kata kunci: Kapasitas simpang, kinerja lalu lintas, Simpang bersinyal.

**Abstract.** *The construction of Underpass at Kentungan intersection is one of a solution to improve the road network performance on the D.I. Yogyakarta and reduce the frequent congestion and queue length . Therefore, to determine the magnitude of the impact of traffic caused by the development and efforts to deal with the problems that occur, a Traffic Impact Analysis study is needed. This study aims evaluated the performance of Kentungan intersection from the construction of the underpass, especially during construction. Data are collected through surveys of road inventory, traffic volume, spot speed, intersection geometrics, queue length and cycle time of phase of Kentungan intersection. The analysis of traffic performance refers to Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. The results of the study showed that at the construction stage of Kentungan intersection had a total traffic volume is 3585 pcu / hour with a degree of saturation of 0.707, an average delay of the intersection is 40.92 and the level of service is E; for the operational stage of underpass the results obtained are the level of services included in category C. The solution for handling during construction is to divert traffic flow at the Kentungan intersection especially for heavy vehicles and alternatively during operation using the change in APILL cycle time from north and south.*

Keywords: signalized intersection, traffic performance, intersection capacity.

## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat setiap tahunnya membuat kegiatan sehari-hari masyarakat juga semakin bertambah, dan untuk melakukan kegiatan tersebut sangat tergantung dengan sarana dan prasarana transportasi yang tersedia. Moda transportasi darat adalah salah satu moda yang paling banyak digunakan masyarakat untuk melakukan kegiatan mereka sehari-hari. Hal ini tentunya akan memicu bertambahnya jumlah kendaraan yang ada di jalan, sedangkan prasarana yang tidak bertambah akan menyebabkan kelebihan kapasitas jalan yang akan menyebabkan kemacetan.

Kemacetan adalah salah satu masalah yang cukup serius di daerah-daerah di Indonesia termasuk juga di D.I. Yogyakarta, dimana yang kita tahu Yogyakarta disebut juga dengan sebutan kota pelajar dimana akan ada banyak pendatang dari kalangan pelajar yang akan menuntut ilmu di Yogyakarta. Selain itu Yogyakarta juga memiliki tempat-tempat pariwisata yang sangat banyak, sehingga akan ada wisatawan lokal maupun mancanegara yang akan datang ke Yogyakarta setiap tahunnya. Tentunya hal tersebut akan membuat kemacetan, dan kemacetan yang paling sering terjadi adalah pada persimpangan jalan yang memiliki rambu-rambu maupun simpang jalan yang tidak memiliki alat pemberi isyarat lalu lintas.

Persimpangan Kentungan merupakan salah satu simpang pertemuan antara Jalan Ringroad Utara dan Jalan Kaliurang yang pada saat ini mengalami kepadatan atau semakin macet di Yogyakarta. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang tidak seimbang dengan perkembangan infrastruktur jalan. Permasalahan utama di simpang Kentungan adalah besarnya waktu tundaan dan panjang antrian. Salah satu cara untuk mengurangi masalah kemacetan di simpang Kentungan adalah dengan pembangunan infrastruktur jalan, salah satunya pembangunan infrastruktur jalan lintas bawah (*underpass*).

### Simpang

Persimpangan merupakan tempat terjadinya konflik arus lalu lintas. Karena dipersimpangan sering terjadi penumpukan kendaraan terutama pada saat jam puncak, yang dapat menyebabkan kemacetan, kecelakaan akibat bertemunya kendaraan yang satu dengan kendaraan yang lain dari arah yang bertentangan (MKJI,1997).

Berdasarkan penjelasan Hetty Fadriani dan Pebriana Ekawati (2016) dalam F. D. Hobbs (1995) secara umum simpang terbagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu simpang sebidang, simpang tidak sebidang dan kombinasi kedua tipe.

#### a. Simping Sebidang

Simpang sebidang (*at-grade junctions*) merupakan perpotongan jalan pada suatu bidang datar. Demi kesederhanaan dalam perancangan jumlah simpang jalan tidak boleh lebih dari 4 (empat) buah terutama pada simpang yang memiliki gerakan membelok semua.

#### b. Simping tak sebidang

Simpang Tak Sebidang Simping tak sebidang (*grade separated junctions*) merupakan simpang dengan atau tanpa fasilitas persilangan jalan berpotongan. Jalan tak sebidang (*interchange*) yaitu jalan berpotongan melalui atas atau bawah. Simping ini membutuhkan daerah yang luas dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi.

#### c. Kombinasi tipe sebidang dan tidak sebidang

Menurut penjelasan Hetty Fadriani dan Pebriana Ekawati (2016) dalam Edward K. Morlok (1978), dari segi pandang untuk kontrol kendaraan, jenis persimpangan terdiri dari simpang bersinyal dan simpang tidak bersinyal.

### Simpang Bersinyal

Menurut Dwi Bangkit Prakoso, dkk. (2019) dalam Galfi (2012) tingginya arus lalu lintas pada jam puncak memerlukan penanganan lalu lintas yang baik, peningkatan intensitas lalu lintas dapat mengakibatkan simpang jalan tidak lagi mampu memberikan layanan yang baik melalui alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL). Pemberian sinyal lalu lintas menggunakan APILL merupakan metode paling efektif untuk mengantisipasi kepadatan lalu lintas pada simpang.

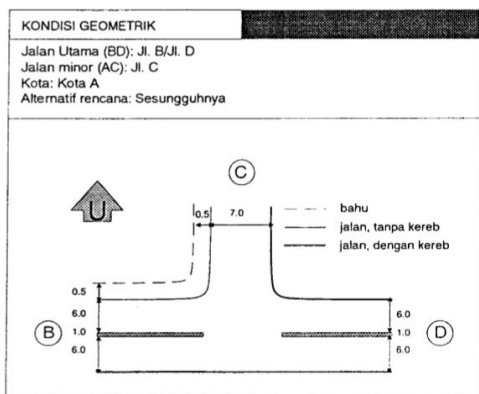
Disebutkan pula oleh Dwi Bangkit Prakoso, dkk. (2019) Hambatan pada simpang bersinyal antara lain waktu tunggu yang lama pada kondisi arus puncak, sehingga meningkatkan panjang antrian kendaraan pada lengan simpang. Perilaku pengguna jalan seperti menunggu penumpang yang mengurangi kecepatan kendaraan pada lengan simpang juga mengakibatkan panjangnya antrian pada simpang. Kemacetan yang terjadi pada persimpangan merupakan indikasi jenuhnya kapasitas simpang pada kondisi arus puncak. Diperkuat pula menurut A.A.N.A Wikrama (2011) Permasalahan pada simpang berupa tundaan yang tinggi dan seringnya terjadi kecelakaan. Pengaturan lampu lalu lintas yang dioperasikan saat ini belum dapat mengatasi kemacetan yang sering terjadi terutama pada jam-jam sibuk (*peak hour*).

### Data Masukan

Data masukan yang digunakan untuk analisis simpang tak bersinyal menurut MKJI (1997) dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

a. Kondisi Geometrik

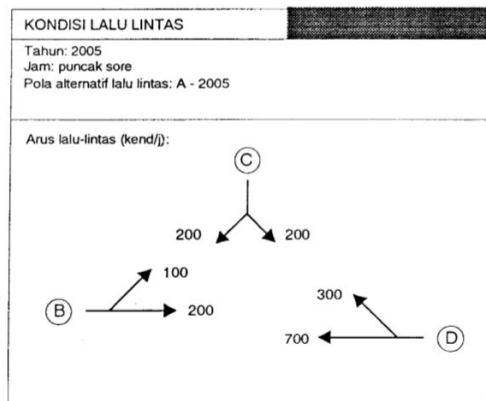
Sketsa kondisi geometrik dibuat untuk memberikan gambaran suatu simpang mengenai tentang kerib, jalur, lajur, lebar, bahu dan median jalan. Jalan utama pada suatu simpang menjadi yang terpenting untuk dipertimbangkan, seperti jalan yang memiliki klasifikasi fungsional tertinggi. Dalam simpang tiga lengan, jalan yang menerus selalu menjadi jalan yang utama. Penentuan notasi pendekatan dibuat searah jarum jam, dengan jalan minor diberi notasi A dan C, dan pendekatan jalan utama diberi notasi B dan D. Sketsa kondisi geometrik lalu lintas dapat memberikan informasi yang lebih rinci yang dapat digunakan unyuk menganalisa simpang tak bersinyal, sketsa tersebut juga dapat digunakan untuk alternatif perencanaan menjadi simpng bersinyal. Sketsa kondisi geometrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Sketsa data masukan geometrik (MKJI,1997)

b. Kondisi Lalu Lintas

Sketsa arus lalu – lintas dapat memberikan informasi yang lebih rinci untuk analisa simpang tak bersinyal dan informasi sketsa lalu – lintas juga bisa digunakan untuk alternatif jika ada pemasangan sinyal pada simpang. Sketsa arus lalu – lintas menunjukkan gerakan dari kendaraan bermotor dan tak bermotor (kend/jam) pada pendekatan ALT (notasi: A, arah: *Left Turn*), AST (notasi: A, arah: *Straight*), ART (notasi: A, arah: *Right Turn*) dan seterusnya. Satuan arus lalu – lintas dapat menggunakan kend/jam atau LHRT (lalu-lintas harian rata-rata), diberitanda dalam formulir, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 dibawah ini. (MKJI,1997).



Gambar 2. Sketsa arus lalu lintas (MKJI,1997)

c. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan suatu jalan dapat dikategorikan menurut tata guna lahan dan aksestabilitas jalan tersebut terhadap aktivitas yang berada disekitar jalan tersebut. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu-lintas seperti komersial yaitu tata guna lahan komersial dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan (misalnya rumah makan, pertokoan, perkantoran), Permukiman yaitu tata guna lahan seperti tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan, akses terbatas yaitu tidak ada jalan masuk langsung atau ada jalan masuk yang terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping, dsb).

Satuan Mobil Penumpang

Setiap jenis kendaraan memiliki karakteristik yang berbeda – beda karena memiliki dimensi, kecepatan dan percepatan yang berbeda. Maka untuk analisis satuan yang digunakan adalah satuan mobil penumpang (smp). Setiap jenis kendaraan harus dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang dengan cara mengkalikan dengan ekuivalen mobil penumpang (emp) setiap jenis kendaraannya yang dapat dilihat dalam Tabel 1 dibawah.

Tabel 1. nilai ekuivalen mobil penumpang (MKJI, 1997)

Jenis Simpang	Nilai emp
Kendaraan Ringan (LV)	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,5

Kapasitas

Kapasitas total simpang disetiap lengannya adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar simpang (Co) untuk kapasitas simpang yang berada dalam kondisi yang ideal dan beberapa

faktor penyesuaian simpang (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi simpang di lapangan terhadap kapasitas (MKJI, 1997). Kapasitas simpang tak bersinyal dihitung dengan Persamaan 1.

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

(smp/jam)

Dengan :

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C<sub>0</sub> = Kapasitas dasar (smp/jam)
- F<sub>W</sub> = Faktor penyesuaian lebar masuk
- F<sub>M</sub> = Faktor penyesuaian tipe median jalan utama
- F<sub>CS</sub> = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F<sub>RSU</sub> = Faktor penyesuaian hambatan samping
- F<sub>LT</sub> = Faktor penyesuaian belok kiri
- F<sub>RT</sub> = Faktor penyesuaian belok kanan
- F<sub>MI</sub> = Faktor penyesuaian arus jalan minor

### Perilaku Lalu Lintas

#### a. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas. Derajat kejenuhan merupakan suatu indikator yang menentukan tingkat kinerja suatu simpang. Suatu simpang mempunyai tingkat kinerja yang baik apabila derajat kejenuhan tidak lebih dari 0,85 pada jam puncak tahun rencana. Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas, dihitung dalam smp/jam.

$$DS = QTOT / C$$

Dengan:

- DS : derajat kejenuhan
- QTOT : arus total (smp/jam)
- C : kapasitas (smp/jam)

#### b. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang, yg terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik, yaitu :

##### 1) Tundaan lalu lintas simpang (DT1)

Tundaan lalu lintas rata-rata DTI (detik/smp) adalah tundaan rata-rata seluruh kendaraan yang memasuki simpang.

##### 2) Tundaan lalu lintas jalan utama (DTMA)

Tundaan lalu lintas rata-rata untuk jalan major merupakan tundaan lalu lintas rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk di simpang melalui jalan major.

##### 3) Tundaan lalu lintas jalan minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas rata-rata jalan minor ditentukan berdasarkan tundaan lalu lintas rata-rata (DTI) dan tundaan lalu lintas rata-rata jalan major (DTMA).

##### 4) Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk pada simpang.

#### c. Peluang antrian

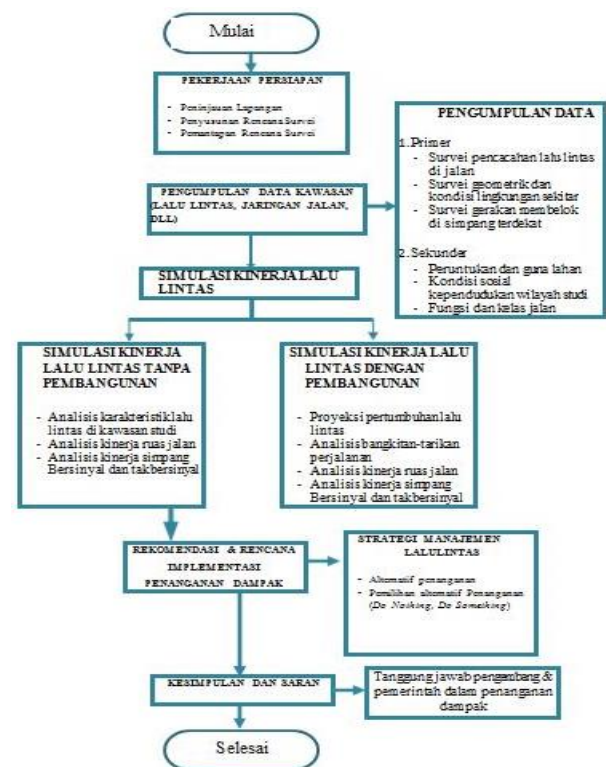
Batas nilai peluang antrian QP% ditentukan dari rumus hubungan empiris antara peluang antrian QP% dan dengan nilai derajat kejenuhan DS.

#### d. Penilaian perilaku lalu lintas

memperkirakan kapasitas dan perilaku lalu lintas dalam kondisi dan situasi tertentu yang berkaitan dengan kondisi lingkungan, geometrik jalan dan arus lalu lintas jalan. Penilaian perilaku lalu lintas dengan memperhatikan nilai derajat kejenuhan dalam kondisi yang diamati, dan dibandingkan dengan pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur yang diinginkan simpang tersebut.

## 2. Metode penelitian

Secara umum tahapan dalam penelitian ini yaitu: Studi literatur, pengamatan dan penentuan lokasi penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, pembahasan, kesimpulan dan saran. Seperti Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

## Lokasi Penelitian

Lokasi pembangunan dan pengoperasian Underpass Kentungan D.I.Yogyakarta berlokasi di Kecamatan Depok terletak antara 7.46'43" LS dan 110.23'21" BT dengan ketinggian kurang lebih

140 meter diatas permukaan laut mempunyai luas wilayah sebesar 2.687,6485 Ha. Rencana Kegiatan Underpass Kentungan D.I.Yogyakarta, berada di wilayah Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman D.I. Yogyakarta dan dapat dilihat seperti pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 3. Lokasi penelitian

### Data Primer

Data primer, data yang diperoleh dengan melakukan pengamatan dilapangan secara langsung, data tersebut dicari dan dikumpulkan oleh penelitian ke objek pengamatan. Data primer yang diperlukan dalam penelitian meliputi :

- Data arus lalu lintas pada masing-masing ruas jalan.
- Data geometrik pada masing-masing ruas jalan.

### Data Sekunder

Data sekunder, data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait yang berkaitan dengan pengamatan yang dilakukan. Data sekunder ini berfungsi sebagai data pendukung dari data primer dalam penelitian ini. Data sekunder meliputi :

- Peta jaringan jalan lokasi penelitian
- Data jumlah penduduk
- Data denah lokasi penelitian

## 3. Hasil dan pembahasan

Berikut adalah tahapan dalam proses pengolahan data lalu lintas simpang :

- Data masukan

### 1) Kondisi geometrik jalan

Fungsi Jalan : Jalan Arteri  
 Status Jalan : Jalan Nasional  
 Tipe Jalan : 6/2 D  
 Lebar Jalan : 25 m  
 Lebar lajur :

Lajur Cepat : 3,25 m  
 Lajur Lambat : 4,5 m

Jumlah Lajur : 6  
 Jumlah Jalur : 2

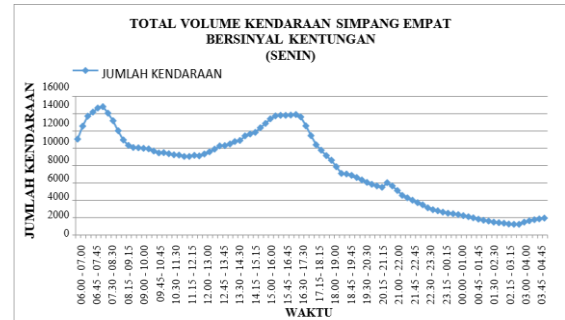
- Jenis Perkerasan : Aspal (Kondisi Baik)
- Tipe Alinyemen : Datar

Data kondisi geometrik:

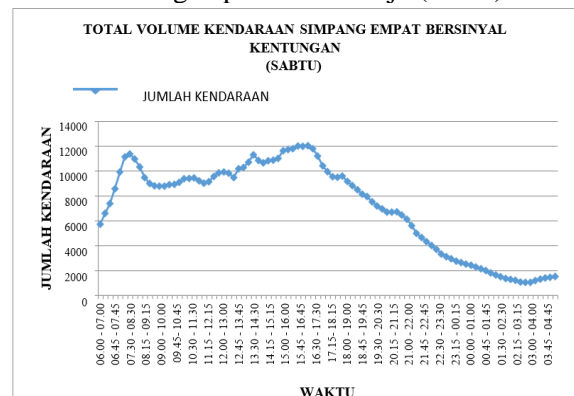
Arah Timur : Jalan Ring Road Utara  
 Arah Selatan: Jalan Kaliurang  
 Arah Barat : Jalan Ring Road Utara  
 Arah Utara : Jalan Kaliurang

### 2) Kondisi lalu lintas

Berdasarkan data hasil survei lalu lintas di lapangan pada hari kerja dan hari libur yang dilakukan pada pukul 06:00 – 04.45 WIB didapatkan volume puncak lalu lintas seperti yang di tampilkan pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut.

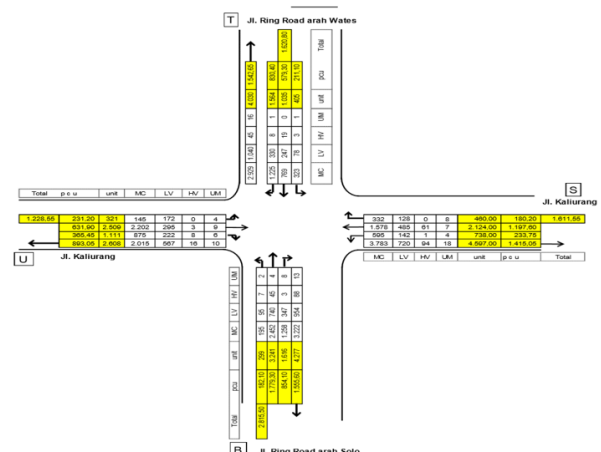


Gambar 5 Grafik Fluktuasi Lalu Lintas Simpang Kentungan pada Hari Kerja (Senin)



Gambar 6 Grafik Volume Lalu Lintas Simpang Kentungan pada Hari Libur ( Sabtu)

Kondisi arus lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Senin pukul 07.30-08.30 WIB. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Kondisi arus lalu lintas pada hari Senin pukul 07.30-08.30 WIB

b. Kapasitas

Nilai kapasitas didapatkan dengan mencari beberapa faktor pengali seperti dibawah ini yaitu :

1) Lebar pendekat (W)

$$W1 = (WA+WC+WB+WD) / \text{jumlah lengan simpang}$$

Dengan :

WA= lebar minor (A)

WC = lebar minor (C)

WB = lebar mayor (B)

WD= lebar mayor (D)

W1 = lebar rata-rata pendekat

2) Jumlah jalur

Jumlah lajur ditentukan berdasarkan data hasil rata-rata lebar pendekat (W1). Jumlah lajur pada jalan utama adalah 2 dengan lebar pendekat sebesar 3,5 m (< 5,5 m) dan untuk jalan minor adalah 2 dengan lebar pendekat sebesar 1,775 m (< 5,5 m).

3) Tipe simpang (IT)

Pada simpang ini jumlah jalur untuk jalan utama dan jalan minor adalah 2, dengan keadaan tersebut maka tipe simpang di wilayah ini adalah 422. Penentuan tipe simpang dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Tipe Simpang

Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan		Tipe Simpang
	Utama	Minor	
4	2	2	422

Sumber : Hasil Penelitian (2019)

4) Kapasitas dasar (CO)

Berdasarkan pada tipe simpang 422, maka menurut MKJI 1997 kapasitas dasar pada simpang ini adalah 2900 smp/jam.

5) Faktor penyesuaian lebar pendekat (FW)

Untuk menghitung faktor penyesuaian lebar pendekat (FW) dengan tipe simpang 422 adalah sebagai berikut:

IT 442 :

$$FW = 0,70 + 0,0866 \times W1$$

6) Faktor penyesuaian median jalan utama (FM)

Untuk simpang yang tidak memiliki median, maka faktor penyesuaian lebar pendekat (FM) ditetapkan nilai sebesar 1.

7) Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)

Lokasi simpang yang diteliti terletak di wilayah Kabupaten Sleman dengan jumlah penduduk sebesar 1.180.479 jiwa menurut data dari kantor Badan Pusat Statistik. Kabupaten Sleman pada tahun 2017. Sesuai dengan ketentuan MKJI 1997, jika suatu wilayah memiliki jumlah

penduduk sebesar 1,0 sampai dengan 3,0 juta jiwa, maka faktor penyesuaian ukuran kota (FCS) ditetapkan sebesar 1,00.

8) Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU)

Untuk mendapatkan nilai dari (FRSU) perlu melakukan interpolasi nilai FRSU dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{y2 - Y}{Y - y1} = \frac{x2 - X}{X - x1}$$

Dengan :

Y = nilai UM/MV

X = nilai FRSU yang sesungguhnya

y1,y2 = rasio kendaraan tak bermotor

x1,x2 = rasio kendaraan tak bermotor

9) Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

Berikut adalah rumus perhitungan untuk mengetahui FLT.

$$FLT = 0,84 + 1,6 \times PLT$$

Dengan :

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

PLT = Rasio kendaraan belok kiri

10) Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan (FRT) untuk simpang yang memiliki jumlah lengan 4 ditetapkan sebesar 1,0.

11) Faktor penyesuaian rasio jalan minor (FMI)

Untuk menghitung nilai FMI dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$FMI = 1,19 \times P^2 - 1,19 \times PMI + 1,19$$

Dengan :

PMI = Rasio arus jalan minor terhadap arus persimpangan total.

12) Kapasitas (C)

Berikut adalah rumus perhitungan untuk mengetahui nilai kapasitas (C).

$$C = Co \times Fw \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI$$

Dengan :

C = Kapasitas (smp/jam)

CO = Kapasitas dasar (smp/jam)

FW = Faktor penyesuaian lebar masuk

FM = Faktor penyesuaian tipe median jalan utama

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota

FRSU= Faktor penyesuaian hambatan samping

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

FMI = Faktor penyesuaian arus jalan

Minor

c. Perilaku lalu lintas

1) Derajat kejenuhan (DS)

Perhitungan DS dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$QC = Q_{total}/C$$

Dengan :

DS = Derajat kejenuhan

Q tot = Arus kendaraan bermotor total

Qp % batas atas =

$$47,71 \times DS + 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$$

Dengan :

Qp = Peluang antrian

DS = Derajat kejenuhan

#### 4. Kesimpulan

a. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis terhadap kinerja lalu lintas dengan standarisasi Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) pada simpang empat tak bersinyal di Daerah Simpang Kentungan, sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Kinerja simpang Kentungan didapatkan nilai kapasitas simpang jam puncak pagi, siang dan sore sebesar 905,25 smp/jam; 901,5 smp/jam dan 900,15 smp/jam, nilai derajat kejenuhan jam puncak pagi, siang dan sore adalah sebesar 0,61; 0,48; dan 0,56, dan nilai tundaan jam puncak pagi, siang dan sore hari sebesar 60,27 detik, 58,51 detik; dan 59,78 detik.
2. Melakukan manajemen dan rekayasa lalu lintas pada tahap konstruksi dengan pertimbangan yang matang agar tidak banyak menimbulkan konflik lalu lintas dan sosial.

#### 5. Daftar Pustaka

- Amal, A. S., 2017, Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal (Studi Kasus Simpang Empat Taman Dayu Kabupaten Pasuruan), Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa, 2(1), 1-9.
- Bahri S., Mawardi., dan Lestarida., 2013, Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Danau Kota Bengkulu, Jurnal Ilmiah Bidang Sain-Teknologi Multi Disiplin dan Antar Disiplin, 2(12), 32-39.
- Binamarga, 2005, Penanganan Tanah Ekspansif Untuk Konstruksi Jalan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Bowoputro, H., Arifin, M. Z., Djakfa, L., Kusumaningrum, R., 2014, Kajian Arus Jenuh Pada Simpang Bersinyal di Kota Malang Bagian Selatan, Jurnal Rekayasa Sipil, 8(2), 152-157.

BPS, 2019, Jumlah Penduduk menurut Kabupaten/Kota di D.I Yogyakarta (Jiwa) 2010-2019,

<https://yogyakarta.bps.go.id/dynamictable/2017/08/02/32/>

jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-d-i-yogyakarta-jiwa-2010-2019.html.

(Diakses pada 24 Oktober 2019 pukul 01.45 WIB)

Cahyono, I., 2013, Analisis Simpang Bersinyal Dengan Metode MKJI 1997 Studi Kasus Simpang Stadion Jombang, Jurnal Intake, 4 (1), 63-74.

Dikun, S. dan Arief, D., 1993, Strategi Pemecahan Masalah Luas Bangunan dan Lalu Lintas, Universitas Taruma Negara Bekerja sama dengan Pemerintah DKI Jakarta. Jakarta.

Djamal, I dan Abimanyu, U. 1993. Pengaruh Pemanfaatan Gedung Tinggi terhadap Dampak Lalu Lintas, Universitas Taruma Negara Bekerja sama dengan Pemerintah DKI Jakarta, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.

Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga, 2014, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.

Felicia N. Z., 2016, Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Perkotaan di Yogyakarta, Studi Kasus Simpang Empat Bersinyal Jlagran Yogyakarta, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Fredlund, D., & Rahardjo, H. (1993). Soils Mechanics For Unsaturated Soils. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Liao, R., Chen, X., Yu L & Sun, X., (2018). Analysis of Emission Effects Related to Drivers' Compliance Rates for Cooperative Vehicle-Infrastructure System at Signalized Intersections, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, MDPI, Switzerland

Lumintang, G. Y. B., Timboeleng, J. A., Manoppo, M. R. E., 2013, Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Walanda Maramis Manado), Jurnal Sipil Statik, 1(3), 202-208.

Madya, B., Achmad, W., dan Anwar, M. R., 2012, Analisis Dampak Perkembangan Terminal Tipe A Bayuangga Kota Probolinggo Terhadap Kinerja Lalu Lintas

- Disekitarnya. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 6(1), 30–41.
- Muchlisin, 2016, Analisis Tarikan dan Bangkitan Perjalanan Akibat Pembangunan Mix-Used Plan (Mix-used JogjaOne Park) dengan Metode Perbandingan, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 19(2), 98–105.
- Munawar, A., 2009, Analisis Dampak Lalu Lintas Pembangunan Pusat Perbelanjaan: Studi Kasus Plaza Ambarukmo, *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 1(1), 27-37.
- Mulizar, 2015, Optimasi Simpang Bersinyal Jalan Merdeka Kota Lhokseumawe, *Teras Jurnal*, 5(1), 32-42.
- Morlok, E. K., 1991, Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Murwono, D., 1999, Perencanaan Lingkungan Transportasi, Magister Sistem dan Teknik Transportasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nelson, J. D., Chao, K. C., Overton, D. D., & Nelson, E. J. (2015). *Foundation Engineering For Expansive Soil*. New Jersey: John Wiley & Son.
- Ismail, M. A., & Shahin, M. A. (2011). Finite Element Modelling of Innovative Shallow Foundation System of Reactive Soils. *International Journal Of Geomate*, 1(1), 78-82.
- Ismiani, N., 2013, Analisis Simpang Bersinyal Di Simpang Ring Road UPN Sleman Yogyakarta, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sriharyani, L., dan Hadijah, I., 2017, Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Diponegoro Sudut Polres Kota Metro, *Tapak*, 7(1), 7-17.
- Oglesby, C.H., and Hick, R.G., 1982, *Highway Engineering*, 4th ed, Willey and Sons, New York.
- Paransa. M. J., dan Lintong, E., 2015, Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan 17 Agustus - Jalan Babe Palar Kota Manado, *Jurnal Sipil Statik*, 3(9), 621-630.
- Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tentang Transportasi Darat.
- Prakoso, B. D., Sutoyo, Sudibyoy, T., 2018, Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Pahlawan – Raden Saleh Sarif Bustaman di Bogor Jawa Barat, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(1), 25-38.
- Subechi, W. A., 2006, Analisis Dampak Lalu Lintas (ANDALALIN) Pada Pusat Perbelanjaan yang Telah Beroperasi Ditinjau Dari Tarikan Perjalanan (Studi Kasus Pada Pasific Mall Tegal), Tesis Magister, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Syahidin. 2005. Analisis Dampak Lalu-Lintas Akibat Pengoperasian Mall Jogjatronik Yogyakarta. Tesis Magister, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tamin, Z, O., Frazila, B. R., 1997. Perencanaan dan Permodelan Transportasi, *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 8(3), 34-52
- Tamin, Z, O., 2000, Perencanaan dan Permodelan Transportasi, Edisi kedua, Penerbit ITB, Bandung.
- Warpani, S., 1990, Merencanakan Sistem Perangkutan. Penerbit ITB. Bandung.



