



Pengaruh waktu *gap* terhadap tundaan perjalanan pada simpang tak bersinyal

Diky Andrean Saputra^{a*}, Sasana Putra^b, Rahayu Sulistyorini^c

^a Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^b Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^c Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

HIGHLIGHTS

- Penelitian pada simpang tak bersinyal di lingkungan komersil dengan melihat waktu *gap* dan jumlah kejadian konflik sebagai parameter tundaan perjalanan.
- Penerapan simpang prioritas untuk mengurangi konflik lalu lintas dan tundaan perjalanan

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima 09 Februari 2022

Diterima setelah diperbaiki 08 Maret 2022

Diterima untuk diterbitkan 25 Maret 2022

Tersedia secara *online* 01 April 2022

Kata kunci:

Simpang tak bersinyal,
volume lalu lintas,
waktu *gap*,
tundaan.

ABSTRAK

Aktivitas lalu lintas yang terjadi pada persimpangan Jalan Diponegoro – Jalan Dr. Cipto Mangunkusumo sering menimbulkan permasalahan konflik lalu lintas seperti tundaan perjalanan. Konflik yang terjadi diakibatkan oleh peningkatan volume lalu lintas dan diperburuk oleh perilaku pengendara yang cenderung memaksakan untuk melintasi persimpangan sehingga menimbulkan waktu *gap* pada persimpangan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besar tundaan perjalanan yang terjadi pada simpang Jalan Diponegoro – Jalan Dr. Cipto Mangunkusumo. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data primer berdasarkan pengamatan melalui drone camera lalu dilakukan pengolahan data menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 dan metode *gap acceptance*. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan tundaan perjalanan ketika kendaraan mengalami *gap* akibat konflik *crossing* saat melintasi persimpangan pada sesi pagi dan sore hari permenit adalah sebesar 14,72 detik dan 9,37 detik sehingga tingkat pelayanan pada persimpangan tersebut termasuk ke dalam kategori B.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

1. Pendahuluan

Jalan Diponegoro Kota Bandar Lampung merupakan salah satu jalan nasional yang termasuk kedalam jenis jaringan jalan arteri sekunder yang merupakan penghubung pusat perkotaan dengan wilayah pemukiman di Kota Bandar Lampung. Pangerapan *dkk*. [1] menyatakan bahwa untuk menunjang pembangunan nasional, jalan memiliki peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya, pengembangan wilayah pariwisata, dan pertahanan keamanan. Jalan Diponegoro merupakan suatu kawasan komersil yang banyak terdapat pertokoan, kantor, dan rumah makan di sepanjang ruas jalannya, sedangkan Jalan Dr. Cipto Mangunkusumo merupakan kawasan pemukiman dan pendidikan. Jalan ini merupakan kawasan yang cukup ramai sebagai akses penghubung menuju pusat perekonomian, pemerintahan, pemukiman dan pendidikan, sehingga

menimbulkan dampak volume lalu lintas yang besar, tundaan perjalanan atau kemacetan dan kecelakaan lalu lintas.

Persimpangan merupakan titik pertemuan ruas jalan yang saling berpotongan dimana lalu lintas dapat bergerak didalamnya. Pada persimpangan Jalan Diponegoro – Jalan Dr. Cipto Mangunkusumo termasuk simpang tak bersinyal berlegan tiga yang sering mengalami kepadatan arus lalu lintas. Hal ini disebabkan oleh banyaknya aktivitas yang terjadi disepanjang jalan sehingga muncul permasalahan konflik lalu lintas seperti tundaan perjalanan pada persimpangan tersebut. Menurut Lubis [2] Konflik lalu lintas adalah hal paling utama menjadi penyebab tingkat kecelakaan yang tinggi. Faktor utama yang menyebabkan kecelakaan lalu lintas menurut Firdausi dan Dacosta [3] diakibatkan oleh faktor manusia, faktor kendaraan, serta lingkungan fisik. Terjadinya konflik pada persimpangan Jalan Diponegoro – Jalan Dr. Cipto Mangunkusumo akibat dari peningkatan volume lalu lintas serta perilaku pengendara yang memaksakan untuk melintasi persimpangan yang menyebabkan timbulnya *gap* pada titik tersebut.

Berdasarkan latar belakang diatas untuk mengatasi

* Penulis koresponden.

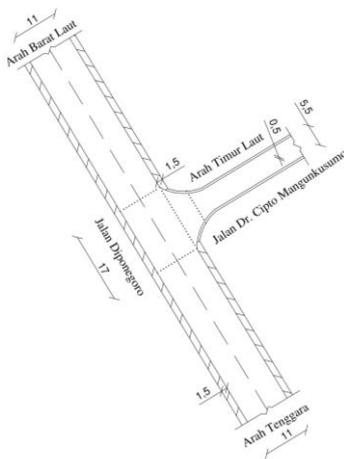
Alamat e-mail: diekyandreaan15a@gmail.com (D.A. Saputra)
Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

<https://doi.org/10.23960/rekrjits.v26i1.61>

permasalahan yang terjadi diperlukan upaya peningkatan kinerja simpang agar tercapai kelancaran lalu lintas yang optimal. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis permasalahan yang terjadi pada persimpangan Jalan Diponegoro – Jalan Dr. Cipto Mangunkusumo ialah metode *gap acceptance*. Menurut Obaidat dan Elayan [4], model *gap acceptance* dapat membantu menjelaskan bagaimana pengemudi memutuskan untuk berbelok.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di simpang tiga Jalan Diponegoro – Jalan Cipto Mangunkusumo, dalam satu hari kerja pengamatan yang terbagi menjadi dua sesi berdasarkan jam sibuk (*peak hour*) yaitu pagi hari pada pukul 06.30 – 08.30 WIB dan sore hari pada pukul 16.00 – 18.00 WIB. Lebar jalan mayor (Jalan Diponegoro) sebesar 11 meter, dan jalan minor (Jalan Cipto Mangunkusumo) sebesar 5,5 meter seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Sketsa ruas persimpangan

Pada persimpangan Jalan Diponegoro – Jalan Cipto Mangunkusumo terdiri atas tiga lengan, yaitu lengan barat laut, timur laut, dan tenggara. Berdasarkan arah pergerakannya, terdapat enam pergerakan yaitu arah barat laut ke timur laut (belok kiri), arah barat laut ke tenggara (lurus), arah timur laut ke barat laut (belok kanan), arah timur laut ke tenggara (belok kiri), arah tenggara ke barat laut (lurus) dan arah tenggara ke timur laut (belok kanan).

Data primer diperoleh berdasarkan hasil survei secara langsung di lapangan dengan melakukan perekaman dan mencatat semua data yang diperlukan untuk keperluan penelitian ini, meliputi data geometri, jumlah kendaraan, dan waktu *gap*.

Setelah data terkumpul kemudian dilakukan perhitungan berdasarkan acuan PKJI 2014. Analisis data pertama yang dihitung ialah volume lalu lintas. Luttinen [5] menyatakan bahwa volume merupakan total kendaraan yang melewati suatu titik pada jalan selama interval waktu tertentu. Untuk menghitung volume dilakukan dengan membagi jumlah kendaraan dengan waktu pengamatan (kendaraan/jam) lalu dikalikan dengan nilai ekr dari masing-masing jenis kendaraan sehingga menjadi satuan skr/jam.

Kemudian menghitung kapasitas simpang berdasarkan PKJI 2014 dengan cara mengalikan kapasitas dasar dengan kapasitas pada kondisi ideal berupa faktor-faktor koreksi pada simpang sesuai dengan kondisi sesungguhnya. Setelah diketahui nilai volume dan kapasitas, langkah selanjutnya

yaitu mencari nilai derajat kejenuhan yang dialami persimpangan. Derajat kejenuhan menjadi faktor utama sebagai penentuan tingkat kinerja dan segmen jalan. Untuk menghitung derajat kejenuhan suatu persimpangan digunakan Persamaan 1.

$$D_j = \frac{Q}{C} \tag{1}$$

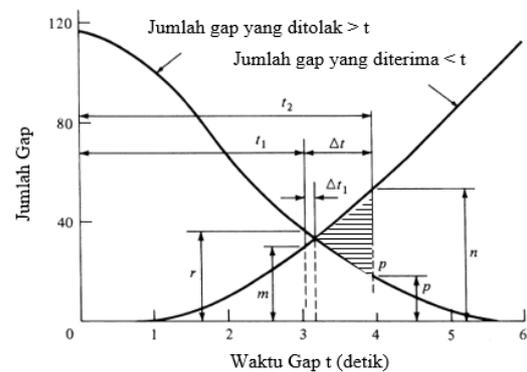
dengan D_j adalah nilai derajat kejenuhan, Q adalah total arus lalu lintas yang dinyatakan dalam satuan skr/jam dan C adalah kapasitas persimpangan.

Selanjutnya dilakukan analisis *gap* yang diamati pada simpang tidak bersinyal diakibatkan oleh konflik *crossing* dengan menghitung menggunakan Persamaan 2.

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum x_i} \tag{2}$$

dengan \bar{X} adalah nilai rata-rata waktu *gap* dalam satuan waktu, f_i adalah jumlah kendaraan yang mengalami *gap*, sedangkan x_i adalah nilai tengah.

Setelah diketahui nilai *gap* diterima dan *gap* ditolak, kemudian menghitung nilai *gap* kritis yang diperoleh dengan Persamaan 3 berdasarkan grafik pada Gambar 2.



Gambar 2 Kurva distribusi kumulatif (Sumber: Garber dan Hoel, 2009)

$$t_c = t_1 + \frac{\Delta t(r-m)}{(n-p)+(r-m)} \tag{3}$$

dengan t_c adalah nilai *gap* kritis, m adalah jumlah *gap* yang diterima $< t_c$, r adalah jumlah *gap* yang ditolak $< t_c$, n adalah jumlah *gap* yang diterima $> t_c$ dan p adalah jumlah *gap* yang ditolak $> t_c$ antara t_1 dan $t_2 = t_1 + \Delta t$.

Pada HCM 2000 [6], *gap* kritis didefinisikan sebagai *headway* minimum arus di jalan utama bagi kendaraan pada jalan minor untuk dapat melakukan pergerakan menyeberang jalan. Dari data *gap* diterima yang telah didapatkan selanjutnya dilakukan perhitungan waktu tundaan. Berdasarkan PKJI 2014, perhitungan tundaan dinyatakan dengan Persamaan 4.

$$T = T_{LL} + T_G \tag{4}$$

dengan T adalah nilai tundaan per skr yang dialami oleh kendaraan (detik), T_{LL} adalah nilai tundaan lalu lintas rata-rata (detik/skr) dan T_G adalah nilai tundaan geometri rata-rata (detik/skr).

Tundaan lalu lintas rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 5 dan Persamaan 6.

$$\text{Untuk } D_j \leq 0,60, T_{LL} = 2 + 8,2078 D_j - (1 - D_j)^2 \tag{5}$$

$$\text{Untuk } D_j > 0,60, T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042D_j)} - (1 - D_j)^2 \quad (6)$$

Tundaan geometri rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 7 dan Persamaan 8.

$$\text{Untuk } D_j < 1, T_G = (1 - D_j) \times (6R_B + 3(1 - R_B)) + 4 D_j \quad (7)$$

$$\text{Untuk } D_j \geq 1, T_G = 4 \quad (8)$$

Sedangkan waktu tundaan yang diakibatkan oleh konflik *crossing* dihitung menggunakan Persamaan 9.

$$T = \bar{X} \times \bar{n} \quad (9)$$

dengan T adalah nilai tundaan per menitnya yang dialami oleh kendaraan (detik), \bar{X} adalah nilai rata-rata waktu gap diterima (detik) dan \bar{n} adalah rata-rata jumlah kejadian gap diterima per menitnya (kejadian).

Setelah dihitung data-data tersebut, selanjutnya dilakukan analisis untuk mengevaluasi persimpangan dan diberikan saran terkait pengaturan dan perengkayaan untuk meningkatkan kinerja simpang.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengumpulan data dengan menghitung jumlah kendaraan, kemudian dilakukan pengolahan data volume berdasarkan PKJI 2014 yang disajikan dalam satuan skr/jam. Hasil perhitungan volume kendaraan, kapasitas dan derajat kejenuhan disajikan pada Tabel 1.

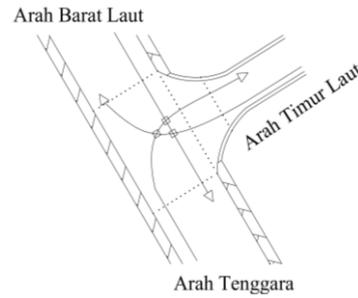
Tabel 1
Volume lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan

| Waktu | Volume lalu-lintas (skr/jam) | Kapasitas (skr/jam) | Derajat kejenuhan |
|-------|------------------------------|---------------------|-------------------|
| Pagi | 2.251,10 | 2.524,14 | 0,89 |
| Sore | 2.104,40 | 2.740,15 | 0,77 |

Berdasarkan tabel tersebut, didapatkan rata-rata total volume lalu lintas gabungan sesi pagi dari tiap lengan simpang sebesar 2251,10 skr/jam dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,89. Sedangkan rata-rata total volume lalu lintas gabungan sesi sore dari tiap lengan simpang sebesar 2104,40 skr/jam dengan derajat kejenuhan sebesar 0,77. Berdasarkan data tersebut maka nilai derajat kejenuhan pada sesi pagi yaitu $0,89 > 0,85$ sehingga melebihi nilai kapasitas desain dan perlu dilakukan desain ulang atau peningkatan pada persimpangan tersebut.

Gap yang diamati terdiri dari *gap* diterima dan *gap* ditolak. Menurut Garber dan Hoel [7], *gap* diterima (*gap acceptance*) adalah keadaan ketika pengemudi merasa dapat melakukan gerakan bergabung ke arus utama dengan aman. Sedangkan *gap* ditolak (*gap rejection*) merupakan keadaan ketika pengemudi memperlambat laju kendaraannya akibat *gap* yang terlalu kecil sehingga harus menunggu untuk dapat bergabung di arus utama. Lord-Attivor dan Jha [8] dalam penelitiannya menyatakan bahwa proses menerima atau menolak *gap* menjadi pilihan bagi pengemudi, sehingga setiap pengemudi memiliki karakteristiknya masing-masing yang berbeda untuk menerima atau menolak suatu *gap*. Waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan untuk melintas dari titik tinjau ke titik konflik *gap* disebut dengan waktu *gap*.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap *gap* yang dialami oleh kendaraan ringan akibat konflik *crossing* seperti pada Gambar 3.



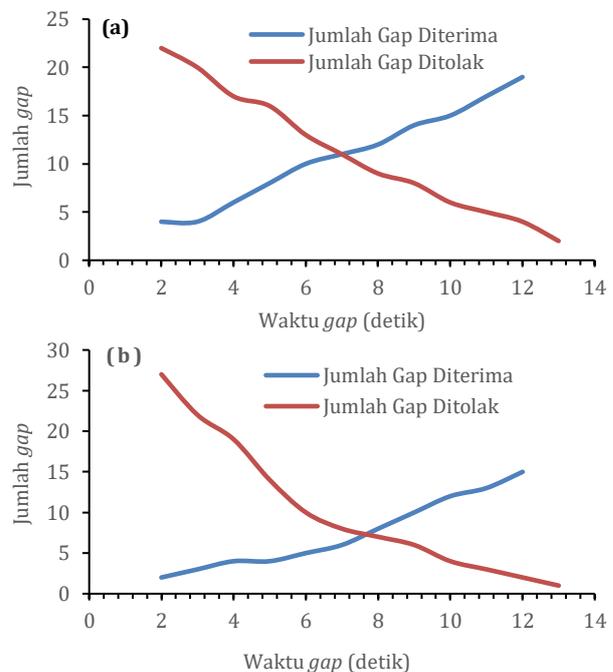
Gambar 3 Sketsa konflik *crossing*

Kejadian *gap* yang diamati ada dua, yaitu ketika kendaraan ringan dipengaruhi oleh kendaraan ringan (KR-KR) dan ketika kendaraan ringan dipengaruhi oleh sepeda motor (KR-SM). Berdasarkan hasil penelitian Suraji [9] diperoleh kesimpulan terhadap titik sela kritis antara kurva model sela tolak dan sela terima di simpang tak bersinyal adalah sebesar 5,0 detik. Tabel 2 dan Gambar 4 menyajikan data pengamatan yang dilakukan terhadap *gap*.

Tabel 2
Rekapitulasi analisis *gap* pada persimpangan

| Waktu | Rata-rata <i>gap</i> diterima (detik) | Rata-rata <i>gap</i> ditolak (detik) | <i>Gap</i> kritis (detik) |
|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Pagi | 14,72 | 8,26 | 7,00 |
| Sore | 13,71 | 10,88 | 7,67 |

Berdasarkan hasil perhitungan data *gap* di atas, didapatkan bahwa nilai rata-rata *gap* diterima lebih besar dari *gap* ditolak yaitu kendaraan yang dipengaruhi di Jalan Diponegoro cenderung mengurangi laju kendaraannya untuk menunggu kendaraan dari Jalan Cipto Mangunkusumo untuk melintasi persimpangan. Untuk waktu *gap* kritis merupakan waktu minimum yang dibutuhkan bagi kendaraan untuk melintasi persimpangan.



Gambar 4 Grafik *gap* kritis kendaraan, (a) sesi pagi hari, (b) sesi sore hari

Menurut PKJI 2014 [10], tundaan disebut sebagai waktu tempuh tambahan yang dibutuhkan bagi kendaraan untuk melewati suatu simpang dibandingkan pada situasi tanpa simpang. Bashar *dkk* [11] menyatakan bahwa waktu tunda disebabkan oleh banyak faktor termasuk rambu lalu lintas, kondisi jalan (misal lubang, *speed bump*, lebar jalan), jenis kendaraan (misal: mobil, bus, becak), jumlah kendaraan dan lain-lain. Purba *dkk* [12] pada penelitiannya didapatkan hasil dari perhitungan tundaan sebesar 49 detik/smp (utara), 39,2 detik/smp (barat), 72,8 detik/smp (selatan) 124 detik/smp (timur). Tabel 3 menyajikan perhitungan waktu tundaan berdasarkan PKJI 2014.

Tabel 3
Nilai waktu tundaan kendaraan per Skr

| Waktu | Tundaan lalu lintas (detik) | Tundaan geometri rata-rata (detik) | Tundaan (detik) |
|-------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Pagi | 11,39 | 0,76 | 12,16 |
| Sore | 8,90 | 1,49 | 10,39 |

Analisis waktu tundaan pada penelitian ini diakibatkan oleh konflik *crossing* yang terjadi pada persimpangan Jalan Diponegoro–Jalan Cipto Mangunkusumo. Untuk menghitung waktu tundaan akibat konflik *crossing* digunakan nilai rata-rata *gap* diterima yang didapatkan dari hasil analisis *gap* yang telah dilakukan sebelumnya, sedangkan nilai rata-rata kejadian konflik *crossing* didapatkan berdasarkan jumlah kejadian *gap* diterima selama waktu pengamatan selama dua jam, lalu dicari nilai rata-rata kejadian konflik per menitnya. Pada penelitian yang dilakukan Rani *dkk* [13], didapatkan nilai *gap* yang berpengaruh pada tundaan perjalanan adalah sebesar 11,37 detik di pagi hari dan 10,94 detik di sore hari. Selanjutnya dilakukan analisis tundaan dan hasilnya disajikan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4
Nilai waktu tundaan kendaraan per menit

| Waktu | Nilai rata-rata <i>gap</i> diterima (detik) | Rata-rata kejadian konflik <i>crossing</i> (kejadian) | Tundaan (detik) |
|-------|---|---|-----------------|
| Pagi | 14,72 | 1,00 | 14,72 |
| Sore | 13,71 | 0,68 | 9,37 |

Setelah didapatkan nilai waktu tundaan berdasarkan perhitungan PKJI 2014 dan metode *gap acceptance*, diketahui bahwa untuk nilai waktu tundaan dengan menggunakan metode *gap acceptance* lebih besar dibandingkan dengan metode PKJI 2014. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa waktu tundaan akibat konflik *crossing* melebihi dari waktu tundaan rencana.

Menurut PM 96 Tahun 2015 [14] tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, untuk jenis jaringan jalan arteri sekunder ditetapkan tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C. Berdasarkan hasil analisis tundaan, untuk tingkat pelayanan pada persimpangan Jalan Diponegoro – Jalan Cipto Mangunkusumo termasuk kedalam tingkat pelayanan B, berdasarkan kondisi tundaan yang terjadi di persimpangan tersebut yaitu lebih dari 5 detik sampai 15 detik per kendaraan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dari penelitian ini disimpulkan sebagai berikut. Nilai rata-rata volume lalu lintas gabungan yang terjadi sebesar 2.251,10 skr/jam pada sesi pagi hari dan 2.104,40 skr/jam pada sesi sore hari. Secara berturut-turut kejadian *gap* diterima pada sesi pagi dan sore hari sebesar 14,72 detik dan 13,71 detik,

sedangkan kejadian *gap* ditolak sebesar 8,26 detik dan 10,88 detik. Sehingga didapatkan waktu minimum yang dibutuhkan bagi kendaraan untuk melintasi persimpangan pada sesi pagi dan sore hari sebesar 7,00 detik dan 7,67 detik. Selanjutnya, tundaan perjalanan ketika kendaraan mengalami *gap* akibat konflik *crossing* saat melintasi persimpangan pada sesi pagi dan sore hari didapatkan per menitnya sebesar 14,72 detik dan 9,37 detik. Berdasarkan kondisi tersebut, maka tingkat pelayanan pada persimpangan tersebut termasuk dalam kategori B.

Waktu tundaan yang dialami oleh persimpangan tersebut yaitu < 30 detik. Menurut PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, persimpangan tersebut belum membutuhkan sistem lampu lalu-lintas (*traffic light*), sehingga manajemen lalu lintas yang dapat diterapkan untuk menunjang kelancaran arus lalu lintas di lokasi tersebut adalah dengan melakukan pengendalian simpang prioritas berupa penambahan rambu *yield*. Sebagai antisipasi untuk jam-jam sibuk (*peak hour*), sebaiknya perlu ditempatkan petugas pengatur lalu lintas di persimpangan jalan tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Pangerapan, M.L., Sendow, T.K., Lintong, E.: Studi perbandingan perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur menurut Metode Pd t-05-2005-b dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (studi kasus: ruas jalan batas Kota Manado-Tomohon). Jurnal Sipil Statik, 6,10, 2018. 823-834.
- [2] Lubis, K.: Analisa arus lalu-lintas di persimpangan tanpa sinyal pada jam puncak. Skripsi. Program Studi Teknik Sipil. Universitas Medan Area. 2008.
- [3] Firdausi, M., Dacosta, A.K.O.: Analisis konflik yang berpotensi menyebabkan kecelakaan pada simpang tak bersinyal (studi kasus: persimpangan jalan raya Rungkut Menanggal – Jalan Kyai Abdul Karim Kota Surabaya). In: Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 2021, 186-192.
- [4] Obaidat, T.A., Elayan, M.S.: Gap acceptance behavior at U-turn median openings: Case study in Jordan. Jordan Journal of Civil Engineering, 7, 3, 2013, 332-341.
- [5] Luttinen, R.T.: Capacity and level of service at Finnish unsignalized intersections. Finnra Traffic Engineering. Helsinki, 2004.
- [6] Highway Capacity Manual. Washington D.C, 2000.
- [7] Garber, N.J., Hoel, L.A.: Traffic and highway engineering. Cengage Learning, Toronto, 2009.
- [8] Lord-Attivor, R., Jha, M.K.: Modeling gap acceptance and driver behavior at stop controlled (priority) intersections in developing countries. In: Proceedings of the 6th WSEAS international conference on Computer Engineering and Applications, and Proceedings of the 2012 American conference on Applied Mathematics, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS). 2012.
- [9] Suraji, A.: Analisis sela kritis (critical gap) arus lalu lintas pada simpang tak bersinyal. Widya Teknika, 19,1, 2011, 5-11.
- [10] Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta, 2014.
- [11] Bashar, T.M.J., Hossain, Md.S., Istiaque, S.: Finding the reasons for the delay time in a highway by analyzing the travel time, delay time and traffic flow data. Journal of Engineering Advancements, 1, 03, 2020, 76-84.
- [12] Purba, A., Herianto, D., Putra, S.: Analisis kinerja simpang tak bersinyal Jalan Suprpto-Jalan S. Parman Bandar Lampung. Prosiding Sinta 2019, 2, 1, 2020, 216-221.
- [13] Rani, H., Putra, S., Sulistyorini, R.: Hambatan Perjalanan pada Simpang Tiga Tak Bersinyal Pasar Tempel Rajabasa (Studi Kasus : Jl. Kapten Abdul Haq – Jl. Indra Bangsawan). Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Lampung. 2021.
- [14] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia: Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Jakarta: Departemen Perhubungan, 2015.