



## Seminar Nasional Keinsinyuran (SNIP)

Alamat Prosiding: snip.eng.unila.ac.id



### Karakteristik Lokasi Putar Balik Km. 8,7 Terhadap Jalan Zainal Abidin Pagar Alam Kota Bandar Lampung

M. A. Sjaheru<sup>a,\*</sup>, H. Wardono<sup>a</sup>, I. Kustiani<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Profesi Insinyur, Universitas Lampung, JL. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

#### INFORMASI ARTIKEL

#### ABSTRAK

##### Riwayat artikel:

Diterima 30 Agustus 2021  
Direvisi 18 November 2021  
Diterbitkan 24 Desember 2021

##### Kata kunci:

Putar Balik (*U-Turn*)  
Gap Acceptance  
Follow Up Time

Jalan Z.A. Pagar Alam dengan tingkat kemacetan yang sangat tinggi terutama pada saat jam sibuk. Kemacetan juga terjadi akibat adanya beberapa lembaga pendidikan di dekat lokasi penelitian yaitu : Sekolah Darma Bangsa, IBI Darmajaya, Universitas Muhammadiyah, UBL, dan lembaga-lembaga lainnya seperti SPBU, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan dan berbagai warung makan yang berdiri di ruas jalan. Tujuan dari penelitian pada jalan Z.A. Pagar Alam adalah peneliti dapat Mengetahui volume dan kecepatan kendaraan yang melintas di jalan ZA. Pagar Alam, Menghitung nilai waktu Gap Acceptance yang terjadi pada *U-Turn*, Mencari nilai waktu Follow Up Time yang terjadi pada *U-Turn* dan Menghitung besarnya antrian yang terjadi. Berdasarkan analisis dan perhitungan yang telah dilakukan pada Bukaan Median (*U-Turn*) di KM. 8,7 dapat disimpulkan bahwa pengaruh *U-Turn* pada hari Senin pagi dari Tanjung Karang menuju Rajabasa dan sebaliknya merupakan pengaruh terbesar terhadap kinerja lalu-lintas, yaitu *gap* yang terjadi sebanyak 439 kendaraan dan antrian akibat *gap* sebanyak 899 kendaraan, *follow up time* yang terjadi sebanyak 309 kendaraan dan antrian akibat *follow up time* sebanyak 1449 kendaraan.

## 1. Pendahuluan

Pergerakan lalu lintas tentunya mengutamakan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan tersebut. Akan tetapi, terdapat beberapa permasalahan dalam pergerakan lalu lintas seperti kemacetan yang mengganggu kelancaran pergerakan lalu lintas. Kemacetan terjadi karena meningkatnya pertumbuhan jumlah kendaraan dan aktivitas pergerakan lalu lintas yang tidak diimbangi dengan penambahan kapasitas jalan.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung 2017 jumlah kependudukan adalah 1.015.910 jiwa, dengan angka kependudukan tersebut perkembangan dari berbagai aspek kehidupan meningkat terutama dalam aktivitas pergerakan masyarakat. Hal tersebut berdampak pada perkembangan sarana dan prasarana transportasi yang memfasilitasi pergerakan yang terjadi di jalan ZA. Pagar Alam..

Pada ruas jalan ZA. Pagar Alam tingkat kemacetan yang terjadi sangat tinggi terutama pada saat jam sibuk. Kemacetan juga terjadi akibat adanya beberapa lembaga pendidikan di dekat lokasi penelitian yaitu : Sekolah Darma Bangsa, IBI Darmajaya, Universitas Muhammadiyah, UBL, dan lembaga-lembaga lainnya seperti SPBU, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan dan berbagai warung makan yang berdiri di ruas jalan. Kemacetan juga banyak terjadi dikarenakan bertambahnya angkutan online seperti GO-JEK, GRAB dan lainnya.

Salah satu usaha manajemen lalu lintas yang bertujuan untuk meminimalkan permasalahan lalu lintas yaitu dengan pembuatan median jalan. Median jalan merupakan suatu pemisah fisik jalur lalu lintas yang berfungsi menghilangkan konflik lalu lintas dari arah yang berlawanan. Dalam perencanaan median jalan disediakan pula bukaan median yang berfungsi untuk merubah arah dengan melakukan putar balik 180° (*U-Turn*). Salah satu pengaruh dari gerakan *U-Turn* adalah melambat atau berhentinya kendaraan. Hal tersebut akan mempengaruhi pergerakan kendaraan lain yang terdapat pada jalan utama. Selain itu banyak juga terdapat kasus, di mana kendaraan tidak dapat berputar langsung karena radius perputaran yang tidak cukup.

Berdasarkan kasus di atas, penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh bukaan (*U-Turn*) yang ada di depan IBI Darmajaya terhadap kinerja jalan yang ada.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Tinjauan Umum Mengenai Putar Balik (*U-Turn*)

#### 1) Pengertian Putar Balik (*U-Turn*)

Guna tetap mempertahankan tingkat pelayanan jalan secara keseluruhan pada daerah perputaran balik arah, secara proporsional kapasitas jalan yang terganggu akibat sejumlah arus lalu-lintas yang melakukan gerakan putar arah (*U-Turn*) perlu diperhitungkan.

\*Penulis korespondensi.

E-mail: xxx@... (P Pertama).

Fasilitas median yang merupakan area pemisahan antara kendaraan arus lurus dan kendaraan arus balik arah perlu disesuaikan dengan kondisi arus lalu-lintas, kondisi geometrik jalan dan komposisi arus lalu-lintas (Heddy R. Agah, 2007).

### 2) Karakteristik Pengguna Jalan

Pengguna jalan didefinisikan sebagai pengemudi, penumpang, pengendara sepeda dan pejalan kaki yang menggunakan jalan. Bersama-sama semuanya membentuk elemen yang paling kompleks dalam sistem lalu lintas dan disebut sebagai manusia. Sejumlah karakteristik pengguna jalan dapat diukur dan dapat diperhitungkan dalam keputusan-keputusan rekayasa lalu lintas. Hal ini meliputi waktu persepsi dan reaksi serta ketajaman pandangan yang dapat diukur dan dapat dikaitkan pada analisis lalu lintas. Karakteristik penting lain, seperti faktor-faktor kekuatan fisik, keterampilan, pendengaran dan fisiologi kurang dapat diukur. Meskipun demikian, ahli lalu lintas harus memperhitungkan dengan cara yang lebih umum dalam perencanaan dan perancangan sistem lalu lintas (Titi Liliani Soedirdjo, 2002).

### 3) Karakteristik Kendaraan

Sama seperti karakteristik pengemudi yang sangat bervariasi, begitu juga karakteristik kendaraan yang akan menggunakan jalan. Sistem jaringan jalan mengakomodir kendaraan dengan jenis dan ukuran yang bervariasi, dari mobil penumpang yang paling kecil sampai truk gandengan. Karakter operasional dan kinerja dari kendaraan tersebut bervariasi sebanding dengan ukuran dan berat, faktor ini harus dipertimbangkan secara eksplisit dalam perencanaan dan analisis fasilitas jalan.

### 4) Karakteristik Jalan

Jalan mempunyai dua fungsi yang sangat berbeda, yaitu pergerakan menerus atau mobilitas dan akses ke tata guna lahan. Kedua fungsi tersebut adalah penting dan tidak ada perjalanan dibuat tanpa keduanya. Pengemudi akan secara cepat mencari fasilitas yang menyenangkan ketika masuk ke dalam sistem jaringan jalan. Fasilitas tersebut yang dalam perancangan atau peraturan adalah tidak terpengaruh oleh pergerakan akses ke tata guna lahan. Perancangan memungkinkan untuk arus menerus pada jarak yang cukup jauh dengan kecepatan yang relatif tinggi. Pengemudi akan menggunakan suatu fasilitas untuk bagian terbesar dari perjalanan dalam hal meminimumkan waktu perjalanan total. Segmen jalan yang didefinisikan sebagai jalan perkotaan adalah jika pada sepanjang atau hampir sepanjang sisi jalan mempunyai perkembangan tata guna lahan secara permanen dan menerus. Kinerja suatu ruas jalan akan tergantung pada karakteristik utama suatu jalan yaitu kapasitas, kecepatan perjalanan rata-rata dan tingkat pelayanannya ketika dibebani lalu lintas (MKJI, 1997).

## 2.2 Tinjauan Umum Mengenai Gap Acceptance

### 1) Gap Acceptance

Penjelasan Heddy Agah (2007) tentang bagaimana proses pergerakan memutar kendaraan menunjukkan bagaimana rumitnya proses yang harus dilalui

pengendara. Agah juga mengatakan penting untuk memperhitungkan kapasitas dari bukaan median sebagai putaran balik untuk mengetahui bagaimana pengaruh bukaan median tersebut. Banyak peneliti yang sudah melakukan penelitian terhadap kapasitas bukaan median. Penelitian terdahulu tersebut mengikuti konsep teori *gap acceptance*. Teori tersebut banyak dijumpai pada simpang tidak bersinyal atau bisa dikatakan simpang prioritas. Di Indonesia sendiri sudah diatur di dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahap untuk menghitung nilai kapasitas simpang tak bersinyal. Hanya dalam MKJI untuk menghitung nilai kapasitas simpang tak bersinyal mengacu pada kondisi geometrik jalan, bukan dengan teori *gap acceptance*. Sedangkan pergerakan memutar jauh lebih kompleks dibanding dengan pergerakan pada simpang tak bersinyal.

Teori *gap acceptance* berdasar pada konsep bagaimana sebuah kendaraan yang akan melakukan gerakan menyeberang atau menyatu pada arus utama menunggu untuk *gap* yang memenuhi kebutuhan pengendara.

### 2) Follow Up Time

*Follow up time* (tf) adalah rentang waktu antara kedatangan satu kendaraan dan kedatangan kendaraan lainnya dalam kondisi antrian yang kontinu (Brilon, Troutbeck, Koenig, 1997).

*Follow-up* terjadi karena ada 2 kendaraan atau lebih yang mengantri untuk menunggu *gap* yang aman untuk bergerak. Maka dapat dikatakan *follow-up* dapat terjadi pada dua kendaraan yang memanfaatkan satu nilai *gap* yang tersedia pada arus mayor.

### 3) Antrian Kendaraan

Antrian Kendaraan di dalam suatu antrian dikenal istilah Disiplin Antrian. Yang dimaksud dengan disiplin antrian adalah aturan pelayanan yang mengacu kepada pemberian pelayanan. Apabila panjang antrian di lajur lalu lintas dinyatakan dalam smp (satuan mobil penumpang), maka dimensi kendaraan yang menjadi pengukuran acuan adalah dimensi kendaraan penumpang rencana. Adapun cara pengukuran panjang antrian adalah dengan cara mengalikan jumlah kendaraan yang berhenti dengan panjang dari masing-masing kendaraan.

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Lokasi dan Sampel Penelitian

Lokasi yang dipilih pada penelitian ini adalah lokasi putar balik (*U-Turn*) yang terletak di depan IBI Darmajaya, pemilihan lokasi ini didasarkan karena kerap terjadi kemacetan di ruas jalan diakibatkan oleh kawasan pendidikan dan pengaruh adanya (*U-Turn*).

### 3.2 Jenis Penelitian dan Sifat Penelitian

Penelitian ini jenis penelitian lapangan (*field research*) yaitu penelitian yang menitikberatkan pada hasil pengumpulan (Despa, 2015) data informan atau narasumber yang telah ditentukan. Dan juga jenis penelitian ini adalah hukum sosiologis yakni penelitian terhadap efektifitas hukum yang sedang berlaku. Sifat penelitian yang akan diambil oleh peneliti adalah bersifat deskriptif (Nama, 2019), yaitu para peneliti berusaha menggambarkan kegiatan penelitian yang dilakukan pada objek tertentu secara jelas dan sistematis (Sulistiono, 2021).

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilapangan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Survei Pendahuluan  
 Survei pendahuluan dilakukan guna mendapatkan informasi lebih awal mengenai kondisi aktual di lapangan. Langkah-langkah Survei Pendahuluan adalah:
  - a) Pada survey ini dilakukan pengenalan dan penentuan batasan penelitian di ruas Jalan ZA. Pagar Alam Kota Bandar Lampung.
  - b) Mendapatkan informasi kondisi jalan eksisting dan penandaan titik-titik yang perlu mendapatkan perlakuan khusus.
  - c) Dari hasil survei pendahuluan ini dikumpulkan informasi yang selanjutnya akan digunakan sebagai acuan pelaksanaan survei lapangan selanjutnya.
- 2) Survei Kondisi Lalu - Lintas  
 Survei Kondisi Lalu-lintas dilakukan manual dengan menggunakan dengan *camera digital* dan form data. Interval waktu yang digunakan adalah pada saat jam-jam puncak. Langkah-langkah survei kondisi arus lalu-lintas adalah meletakkan *camera digital* di titik yang telah ditentukan, yaitu tepat di tengah-tengah *U-Turn* untuk mendapatkan kondisi arus lalu-lintas di sekitar Bukaan yang akan diteliti. Setelah mengetahui kondisi arus lalu-lintas di sekitar *U-Turn* selanjutnya mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian.

## 4. Hasil Dan Pembahasan

### 4.1 Analisis Data Karakteristik Lokasi Putar Balik Km. 8,7 Terhadap Jalan Zainal Abidin Pagar Alam Kota Bandar Lampung

#### 1) Gap Acceptance

*Gap acceptance* adalah bagaimana sebuah kendaraan yang akan melakukan gerakan menyatu dengan arus utama menunggu untuk *gap* yang memenuhi kebutuhan pengemudi. Pengamatan waktu *gap* dilakukan dua hari yang di mana hari Senin mewakili hari kerja dan hari Sabtu mewakili hari libur kerja. Data yang diamati yaitu pada pagi hari dan sore hari. Hasil pengamatan *gap acceptance* dari rekaman video di hari Senin pagi terdapat pada tabel-tabel di bawah. Data yang ada pada tabel tersebut akan di masukkan ke dalam grafik untuk mempermudah mendapatkan nilai *gap acceptance* maksimal dan minimal.

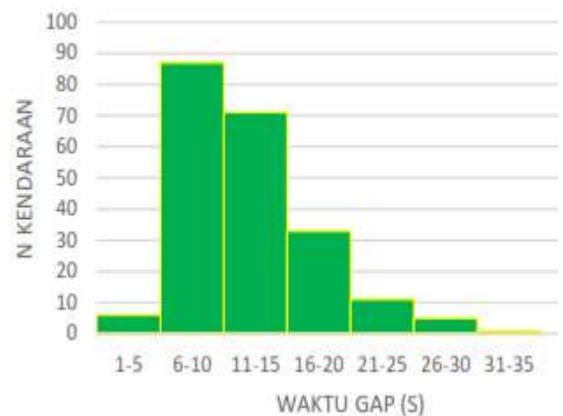
#### a) Gap Hari Senin pagi dari Tanjung Karang-Rajabasa

Data waktu *gap* pada hari Senin dari Tanjung Karang menuju Rajabasa yang telah didapat dan terlampir, kemudian dimasukkan ke dalam tabel distribusi frekuensi dan diolah dengan metode rata-rata. Berdasarkan tabel distribusi frekuensi waktu *gap* yang diperoleh seperti berikut ini :

**Tabel 1.** Distribusi Frekuensi waktu *gap* Tanjung Karang-Rajabasa

Interval	Frekuensi (fi)	Nilai Tengah (xi)	fi.xi
1-5	6	3	18
6-10	87	8	696
11-15	71	13	923
16-20	33	18	594
21-25	11	23	253
26-30	5	28	140
31-35	1	33	33
	214		2657

Setelah mendapatkan data distribusi frekuensi waktu *gap* senin pagi dari Tanjung Karang menuju Rajabasa, selanjutnya diplot kedalam grafik frekuensi agar lebih mudah dipahami. Berikut grafik distribusi frekuensi waktu *gap* dari Tanjung Karang menuju Rajabasa ;



**Gambar 1.** Grafik Distribusi Frekuensi Waktu Gap Dari Tanjung Karang Menuju Rajabasa

Dari data tabel dan grafik di atas menunjukkan bahwa frekuensi kendaraan yang didapat adalah 214 kendaraan. Dari hasil frekuensi kendaraan yang paling mempengaruhi kinerja arus lalu-lintas yaitu pada waktu 16 detik hingga 35 detik sebanyak 50 kendaraan (25% dari frekuensi kendaraan), karena pada waktu *gap* tersebut kendaraan yang tertunda dan mengantri terlihat banyak di lapangan berjumlah 141 kendaraan.

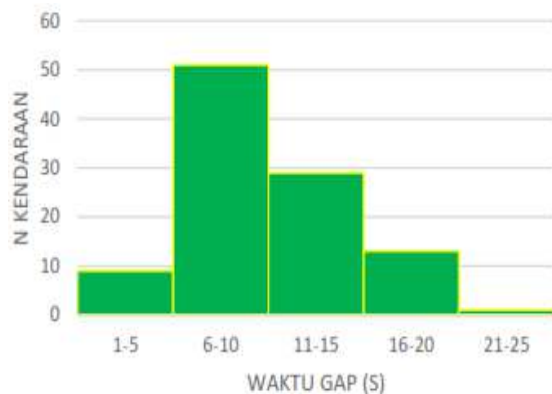
#### b) Gap Hari Senin pagi dari Rajabasa Tanjung Karang

Sama seperti data dan perhitungan *gap* dari Tanjung Karang-Rajabasa di atas. Dilakukan pengolahan dari data tabel kemudian dirata-ratakan dan diplot kedalam grafik. Berdasarkan frekuensi waktu *gap* diperoleh data seperti berikut ini.

**Tabel 2.** Distribusi Frekuensi Waktu *gap* Rajabasa- Tanjung Karang

Interval	Fi	Nilai Tengah	fi.xi
1-5	9	3	27
6-10	51	8	408
11-15	29	13	377
16-20	13	18	234
21-25	1	23	23
	103		1069

Dari tabel diatas, Distribusi Frekuensi yang didapat, selanjutnya diplot ke dalam grafik distribusi frekuensi :



**Gambar 3.** Grafik Distribusi Frekuensi

Dari data tabel dan grafik di atas menunjukkan bahwa frekuensi kendaraan yang didapat adalah 103 kendaraan. Dari hasil frekuensi kendaraan yang paling mempengaruhi kinerja arus lalu-lintas yaitu pada waktu 16 detik hingga 25 detik sebanyak 14 kendaraan (13% dari frekuensi kendaraan), karena pada waktu *gap* tersebut kendaraan yang tertunda dan mengantri terlihat banyak di lapangan berjumlah 36 kendaraan.

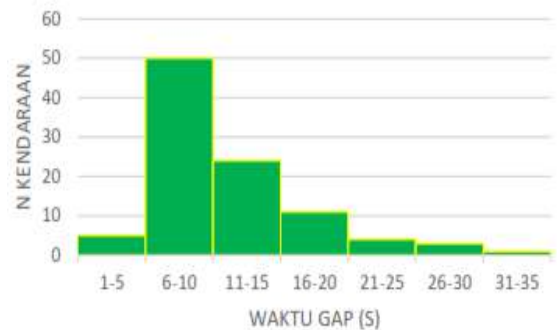
c) *Gap* Hari Sabtu Pagi dari Tanjung Karang-Rajabasa

Data waktu *gap* pada hari sabtu dari Tanjung Karang menuju Rajabasa yang telah didapat dan terlampir, kemudian dimasukkan ke dalam tabel distribusi frekuensi dan diolah dengan metode rata-rata. Berdasarkan tabel distribusi frekuensi waktu *gap* yang diperoleh seperti berikut ini:

**Tabel 3.** Frekuensi waktu *gap* Tanjung Karang-Rajabasa

Interval	Fi	nilai tengah (xi)	fi.xi
1-5	5	3	15
6-10	50	8	400
11-15	24	13	312
16-20	11	18	198
21-25	4	23	92
26-30	3	28	84
31-35	1	33	33
	98		1134

Setelah mendapat data frekuensi waktu *gap*, kemudian diplotkan ke dalam grafik agar lebih mudah dipahami. Grafik waktu *gap* seperti berikut:



**Gambar 3.** Grafik Data *Gap Acceptance* Sabtu Pagi Sore dari Rajabasa-Tanjung Karang

Dari data tabel dan grafik di atas menunjukkan bahwa frekuensi kendaraan yang didapat adalah 98 kendaraan. Dari hasil frekuensi kendaraan yang paling mempengaruhi kinerja arus lalu-lintas yaitu pada waktu 16 detik hingga 35 detik sebanyak 19 kendaraan (20% dari frekuensi kendaraan), karena pada waktu *gap* tersebut kendaraan yang tertunda dan mengantri terlihat banyak di lapangan berjumlah 62 kendaraan.

2) *Follow Up Time* (tf)

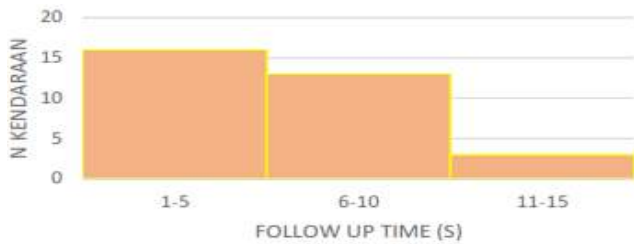
*Follow up time* (tf) adalah rentang waktu antara kedatangan satu kendaraan dan kedatangan kendaraan lainnya dalam kondisi antrian yang kontinu (Brilon, Troutbeck, Koenig, 1997). *Follow-up* terjadi karena ada 1 kendaraan atau lebih yang mengantri untuk menunggu *gap* yang aman untuk bergerak. Mendapatkan nilai *Follow-up Time* sama seperti nilai Waktu *Gap* yaitu mengolah hasil dari rekaman video di lapangan.

a) *Follow Up Time* Hari Senin Pagi dari Tanjung Karang- Rajabasa

**Tabel 4.** Frekuensi *follow up time* dari Tanjung Karang- Rajabasa

Interval	Fi	nilai tengah (xi)	fi.xi
1-5	16	3	48
6-10	13	8	104
11-15	3	13	39
	32		191

Data *follow up time* yang sudah didapatkan selanjutnya diplot kedalam grafik frekuensi untuk melihat *follow up time* yang dominan dan rata-ratanya.



**Gambar 4.** Grafik Frekuensi Untuk Melihat *Follow Up Time* Yang Dominan Dan Rata-Ratanya

Dari data tabel dan grafik di atas menunjukkan bahwa frekuensi *follow up time* yang didapat adalah 32 kendaraan. Pada kejadian *follow up time* tersebut kendaraan yang mengantri di lapangan berjumlah 44 kendaraan.

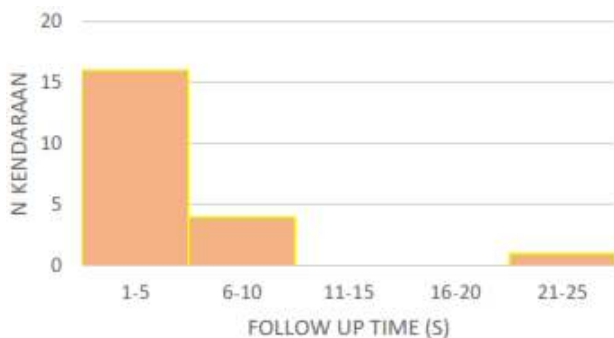
b) *Follow Up Time* Hari Sabtu Pagi dari Tanjung Karang-Rajabasa

Sama seperti perhitungan waktu *gap* sebelumnya, mencari nilai distribusi frekuensi kemudian di rata-ratakan dan diplot kedalam grafik frekuensi. Berikut hasil distribusi frekuensi *follow up time* yang diperoleh;

**Tabel 5.** Frekuensi *follow up time* dari Tanjung Karang-Rajabasa

interval	Fi	nilai tengah (xi)	fi.xi
1-5	16	3	48
6-10	4	8	32
21-25	1	13	13
	21		93

Kemudian data *follow up time* diplot ke dalam grafik frekuensi berikut:



Dari data tabel dan grafik di atas menunjukkan bahwa frekuensi *follow up time* yang didapat adalah 21 kendaraan. Pada kejadian *follow up time* tersebut kendaraan yang mengantri di lapangan berjumlah 23 kendaraan.

**5. Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan perhitungan yang telah dilakukan pada Buka Median (*U-Turn*) di depan Wisma Bandar Lampung dapat disimpulkan bahwa pengaruh *U-Turn* pada hari Senin pagi dari Tanjung Karang menuju Rajabasa dan

sebaliknya merupakan pengaruh terbesar terhadap kinerja lalu-lintas, yaitu *gap* yang terjadi sebanyak 439 kendaraan dan antrian akibat *gap* sebanyak 899 kendaraan, *follow up time* yang terjadi sebanyak 309 kendaraan dan antrian akibat *follow up time* sebanyak 1449 kendaraan.

**Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih kepada Program Studi – Program Profesi Insinyur (PPI) Universitas Lampung atas dukungan dalam penulisan dan presentasi artikel ini.

**Daftar Pustaka**

Anonim, 1990. Tata Cara Perencanaan Pemisah, No.014/T/BNTK/1990, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerja Umum, Jakarta.

Anonim, 2004. Perencanaan Median Jalan, Pd. T-17-2004-B, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.

Despa, D., Kurniawan, A., Komarudin, M., & Nama, G. F. (2015, October). Smart monitoring of electrical quantities based on single board computer BCM2835. In 2015 2nd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) (pp. 315-320). IEEE.

Erick A. Purba, Joni Harianto. Pengaruh Gerak U-Turn Pada Buka Median Terhadap Karakteristik Arus Lalu lintas di Ruas Jalan Kota (Studi Kasus : Jalan Sisingamangaraja Medan).

Heizer, Jay & Render, Barry. 2011. Operation Management. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall.

Hobbs, F. D. 1995. Perencanaan dan Teknik Lalu lintas (2 ed.). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Ir. Yusri, M.T. Pelayanan Pada Putaran Arus Lalu lintas (U-Turn) di Jalan Achmad Yani Palembang.

May, Adolf. 1990. Traffic Flow Fundamental. New Jersey : Prentice Hall, Enlewood Cliffs.

Morlok, Edwar K. (1991). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Erlangga. Jakarta.

Nama, G. F., Pamungkas, A. D., Mardiana, M., & Septama, H. D. (2019). Rancang Bangun Aplikasi Game Edukasi Koleksi Permainan Aksara Lampung (Koper Apung) Berbasis Android Menggunakan Metode Scrum. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 6(4), 420-429.

Oglesby, Clarkson H., (1999). Teknik Jalan Raya, Jilid 1. Erlangga. Jakarta.

Siagian, P. (1987). Penelitian Operasional Teknik dan Praktek. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Subagyo, Pangestu, dkk. 1985. Dasar-dasar Operasional Research (Twoth Edition). BPFE. Yogyakarta.

Sukirman, S. (1994). Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. NOVA. Bandung.

Sulistiono, W. E., Muhammad, M. A., Andrian, R., Nama, G. F., Rezaldhy, S. G., Annisa, R., ... & Djausal, A. N. (2021, October). Virtual Reality as Learning Media for Lampung Historical Heritage. In 2021 International Conference on Converging Technology in Electrical and Information Engineering (ICCTEIE) (pp. 14-18). IEEE.

Wells, G.R. (1993). Rekayasa Lalu lintas. Bhartara. Jakarta