ANALISIS GELOMBANG KEJUT (*SHOCKWAVE*) JALAN DR DJUNDJUNAN PADA SEGMEN PENYEMPITAN JALAN AKIBAT ANGKUT MUATAN SAMPAH MENGGUNAKAN METODE *GREENSHIELD*

MISFAT NAWAL[1], HERMAN[2]

Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia
Email: misfatnawal@gmail.com

ABSTRAK

Penyempitan jalan di Jalan Dr. Djundjunan akibat angkut muatan sampah sering menimbulkan antrian kendaraan pada jam kerja. Panjang antrian ini diakibatkan oleh penyempitan yang menyebabkan terbentuknya gelombang kejut. Hubungan antarparameter volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan kepadatan lalu lintas merupakan unsur-unsur lalu lintas. Greenshield merumuskan bahwa hubungan matematis antara kecepatan dan kepadatan diasumsikan liniear yang menyatakan bahwa apabila kepadatan lalu lintas meningkat maka kecepatan akan menurun. Model Greenshield kemudian digunakan untuk menganalisis nilai gelombang kejut yang terbentuk sehingga didapatkan hasil panjang antrian maksimum dan waktu penormalan yang dibutuhkan. Aktivitas angkut muatan sampah mempengaruhi nilai kapasitas ruas jalan dan mengakibatkan penurunan kinerja ruas jalan. Alternatif waktu yang efektif untuk aktivitas angkut muatan sampah perlu dilakukan agar arus lalu lintas pada ruas jalan tersebut tidak mengalami kemacetan dengan antrian yang panjang.
***Kata kunci**: Penyempitan, Greenshield, gelombang kejut, kinerja ruas jalan*

ABSTRACT

The bottleneck of the road on Dr. Djundjunan Street due to garbage hauling often creates queues of vehicles during working hours. The length of the queue is caused by the bottleneck that causes the formation of shock waves. The relationship between traffic volume, vehicle speed, and traffic density are elements of traffic. Greenshield formulates that the mathematical relationship between speed and density is maintained linearly stating that if traffic density increases then the speed will decrease. The Greenshield model is then used to calculate the value of the shock wave formed so that the maximum queue length and normalization time are obtained. Garbage hauling activities affect the capacity value of road sections and result in a decrease in road performance.An effective time alternative for garbage hauling activities needs to be done so that the traffic flow on the road does not experience congestion with long queues.
***Keywords**: Bottleneck, Greenshield, shock wave, road performance*

[1] Alumnus Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional
[2] Dosen Tetap, Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional

1. PENDAHULUAN

Kota Bandung merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia dengan jumlah penduduk mencapai 2,507.888 jiwa pada tahun 2019.[3] Berdarkan data Dinas Perhubungan Kota Bandung, jumlah kendaraan di Kota Bandung meningkat sebanyak 11% setiap tahunnya. Tingginya angka pertumbuhan jumlah kendaraan tersebut mengakibatkan kepadatan di sejumlah ruas jalan di Kota Bandung terutama pada jam-jam tertentu. Salah satu ruas jalan yang mengalami kepadatan adalah ruas Jalan Dr. H. Djundjunan. Kemacetan lalu lintas terjadi karena ada banyak aktivitas masyarakat diantaranya berangkat kerja, berangkat sekolah, angkut muatan sampah, dan aktivitas lainnya. Salah satu aktivitas yang menjadi permasalahan adalah angkut muatan sampah di Tempat Pembuangan Sampah Terusan Pasteur. TPS Terusan Pasteur menampung sementara sampah dari masyarakat di sekitaran pemukiman Kecamatan Sukajadi. Setiap harinya truk akan mengangkut sampah tersebut menuju tujuan akhir yaitu TPA Sarimukti. Selama kegiatan angkut muatan sampah kondisi lalulintas akan mengalami gangguan yang pada akhirnya menyebabkan antrian kendaraan. Sehubungan dengan hal tersebut, perlu dianalisa berapa panjang antrian yang ditimbulkan akibat proses angkut muatan sampah yang dilakukan.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini berada di ruas Jl. Dr. Djundjunan Kota Bandung dimana berdasarkan Keputusan Menteri PUPR No. 2248/KPTS/M/2015, ruas Jl. Dr. Djunjunan sepanjang 2,77 km merupakan ruas jalan arteri primer. Lokasi penelitian disampaikan pada **Gambar 1**.

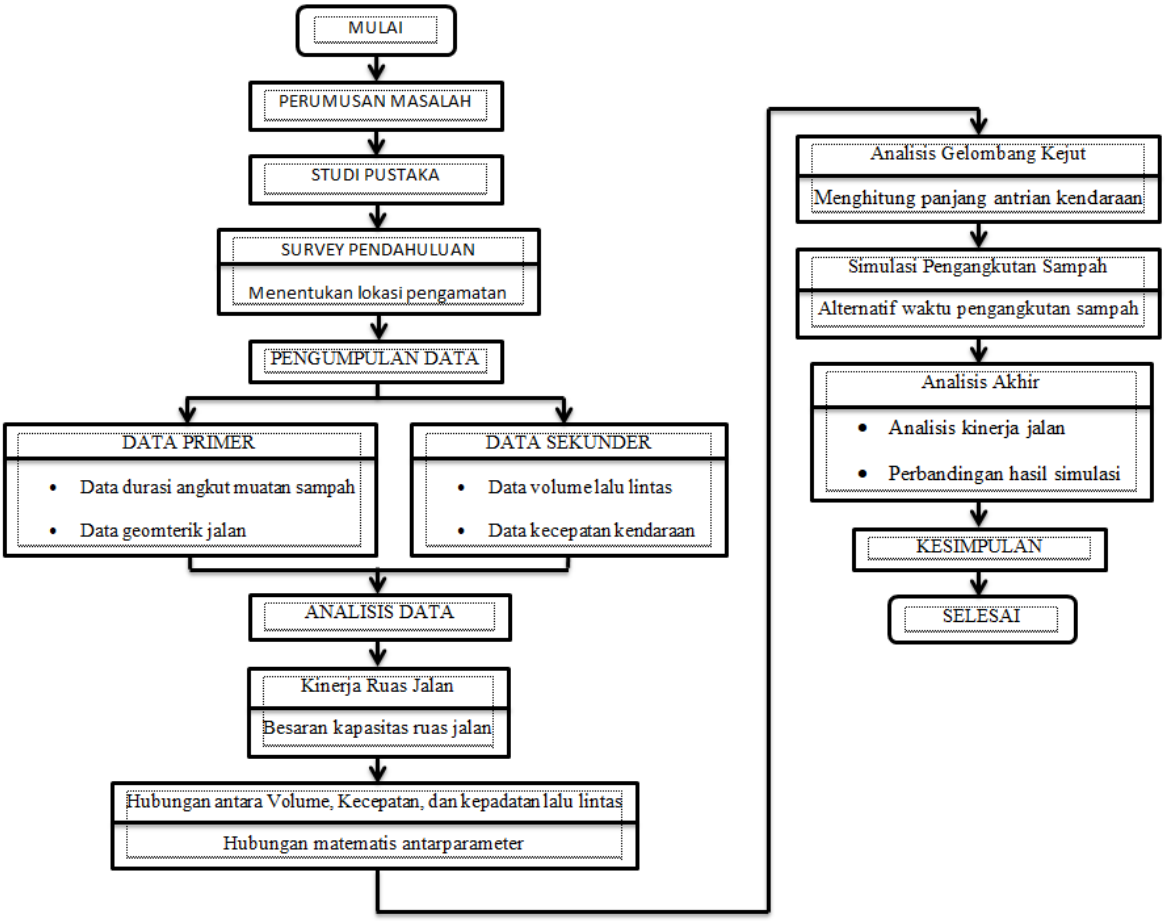
Gambar 1. Lokasi penelitan (Sumber : Google Maps, 2020)

2.2 Pengumpulan Data Primer dan Sekunder

Data primer yang digunakan pada penelitian ini berupa data durasi angkut muatan sampah dan data geomteri badan jalan. Pengambilan data durasi angkut muatan sampah dilakukan dengan menggunakan alat *stopwatch*, dan data geomteri badan jalan dilakukan dengan cara mengukur di lapangan menggunakan meteran.

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini berupa data volume lalu lintas dan data kecepatan kendaraan. Pengambilan data volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan dilakukan pengamatan dengan cara menggunakan CCTV.

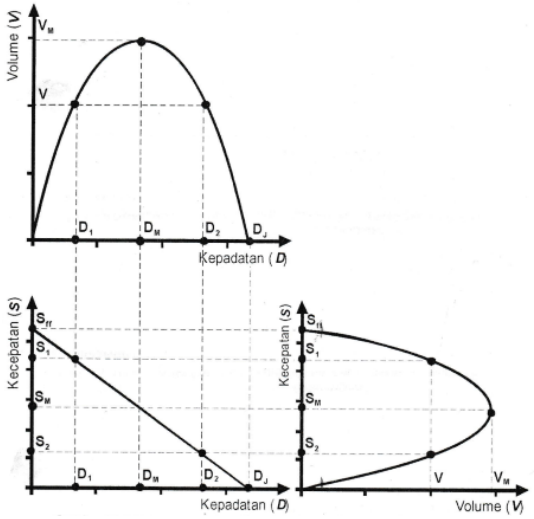
[3] BPS Kota Bandung



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

2.2 *Greenshield*

Greenshield merumuskan bahwa hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan (S-D) diasumsikan linear. Hubungan S-D adalah monoton ke bawah yang menyatakan bahwa apabila kepadatan lalulintas meningkat maka kecepatan akan menurun. Secara umum, hubungan matematis antara parameter lalulintas disampaikan pada **Gambar 3.**



Gambar 3. Hubungan matematis antara kecepatan, arus, dan kepadatan (Sumber : Tamin 2008)

Greenshield memodelkan hubungan yang linear antara kecepatan rata-rata ruang dan kepadatan dengan bentuk umum sebagai berikut:

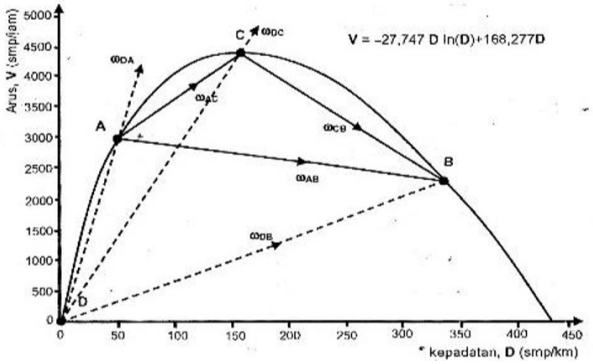
Tabel 1. Rangkuman persamaan dari model *Greenshields*

Hubungan	Persamaan yang dihasilkan	Hubungan	Persamaan yang dihasilkan
S-D	$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \text{ x } D$	V_M	$V_M = \frac{D_j \text{ x } S_{ff}}{4}$
V-D	$V = D \text{ x } S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \text{ x } D^2$	S_M	$S_M = \frac{S_{ff}}{2}$
V-S	$V = D_j \text{ x } S - \frac{D_j}{S_{ff}} \text{ x } S^2$	D_M	$D_M = \frac{D_j}{2}$

Sumber: Tamin (2008)

2.3 Gelombang kejut (*Shockwave*)

Gelombang kejut dapat digambarkan sebagai gerakan pada arus lalu lintas akibat adanya perubahan nilai kepadatan dan arus lalu lintas. Gelombang kejut pada penyempitan (*bottleneck*) sehingga mengakibatkan terjadi antrian dan proses pemulihannya setelah arus lalu lintas tidak mengalami hambatan.[4]



Gambar 4. Contoh kurva arus-kepadatan dengan titik tinjauan A, B, C, dan D (Sumber : Tamin 2008)

Kondisi A merupakan arus lalulintas ketika akan memasuki kondisi B yang merupakan kondisi arus lalulintas yang sedang mengalami hambatan. Kondisi C adalah arus lalulintas maksimum yang melalui ruas tinjauan, yang diperoleh sesuai dengan kurva arus-kepadatan. Ada tiga gelombang kejut yang terjadi, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

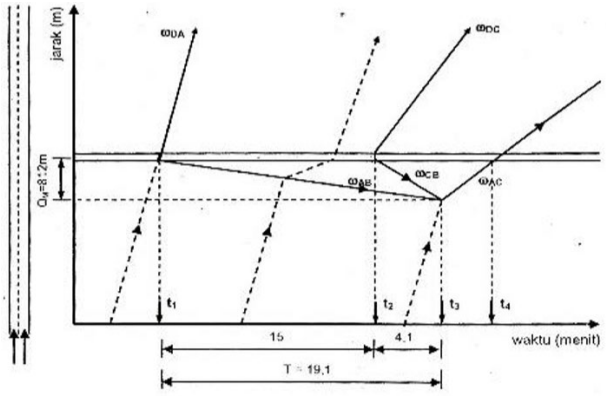
$$\omega_{AB} = \frac{V_B - V_A}{D_B - D_A} \quad (2)$$

$$\omega_{CB} = \frac{V_B - V_C}{D_B - D_C} \quad (3)$$

$$\omega_{AC} = \frac{V_C - V_A}{D_C - D_A} \quad (4)$$

Selama waktu $t_0 - t_1$, tidak terjadi hambatan pada arus lalulintas sehingga arus lalulintas bergerak ke arah hilir dengan arus kondisi A. Pada waktu $t_1 - t_2$, terjadi hambatan yang menyebabkan penyempitan atau efek leher botol (bottleneck) dan kondisi arus lalu lintas berubah menjadi kondisi B. $t_3 - t_2$ menunjukkan total waktu dari kondisi normal ke waktu kendaraan terakhir yang masuk ke kondisi macet. $t_4 - t_2$ adalah waktu total dari kondisi macet ke kondisi normal.

[4] Tamin 2008



Gambar 5. Gelombang kejut pada kondisi jalan ditutup 1 lajur selama 15 menit, untuk nilai V = 3000 smp/jam (Sumber : Tamin 2008)

Q_M adalah panjang antrian dengan r adalah durasi efektif (detik) terjadinya hambatan. $(t_4 - t_2) = T$ disebut dengan waktu penormalan, yaitu total waktu sejak dilakukan penormalan lajur hingga antrian berakhir.

$$t_3 - t_2 = r \text{ x } \left|\frac{\omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}}\right| \quad (5)$$

$$Q_M = \frac{r}{3600} \text{ x } \left|\frac{\omega_{CB} . \omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}}\right| \quad (6)$$

$$T = t_4 - t_2 = \frac{r \text{ x } \omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \text{ x } \left|\frac{\omega_{CB}}{\omega_{AC}} + 1\right| \quad (7)$$

3. ANALISIS

3.1 Perhitungan Kinerja Ruas Jalan

Perhitungan kapasitas ruas jalan di lokasi pengamatan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).

kapasitas jalan untuk satu arah

C_o = 1650 smp/jam perlajur

faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalulintas dimana jalan satu arah dan lebar jalur lalulintas efektif (Wc) = 3,5 m

FC_W = 1,00

faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota dimana jumlah penduduk kota 1-3 juta penduduk

FC_{CS} = 1,00

faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dimana jalan satu arah, hambatan samping bisa dikategorikan dalam M (*Medium*) atau sedang dengan jarak kerb 2,2 m

FC_{SF} = 0,97

Sehingga besarnya kapasitas adalah :

$$C = C_o x FC_W x FC_{SP} x FC_{CS} x FC_{SF} \quad (8)$$

C = 1650 x 1,00 x 1,00 x 1,00 x 0,97

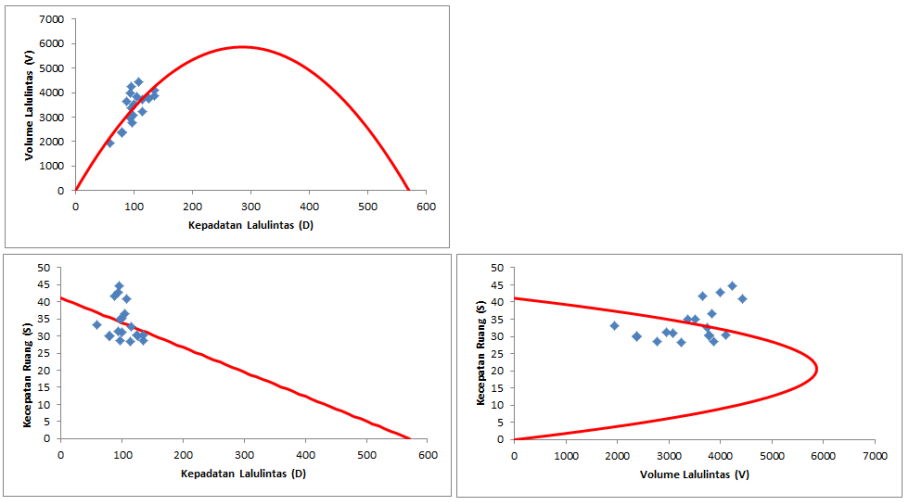
C = 1600,5 smp/jam perlajur

3.2 Model Hubungan Antara Volume Lalu lintas, Kecepataan, dan Kepadatan Lalu lintas

Tabel 2. Hubungan matematis antarparameter model *Greenshield*

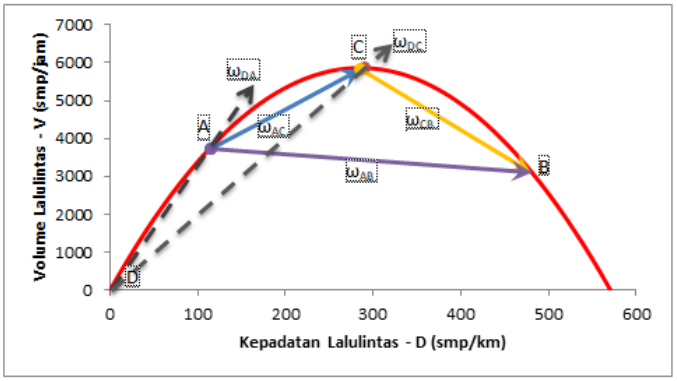
Model Hubungan		
S – D	V – D	V - S
S = 41,097 – 0,072 D	V = 41,097 D – 0,072 D^2	570,822 S – 13,89 S^2

Dari hasil analisis model *Greenshield*, selanjutnya dilakukan penggambaran model untuk hubungan V – S – D pada jalan yang ditinjau.

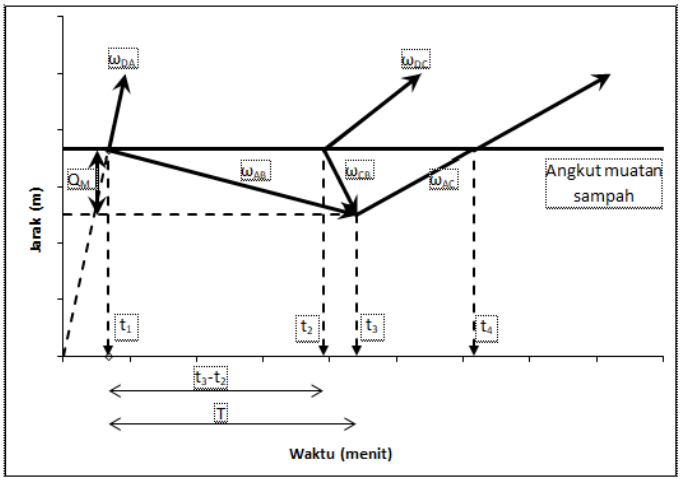


Gambar 6. Model Hubungan antar Parameter pada Jalan Dr. Djundjunan

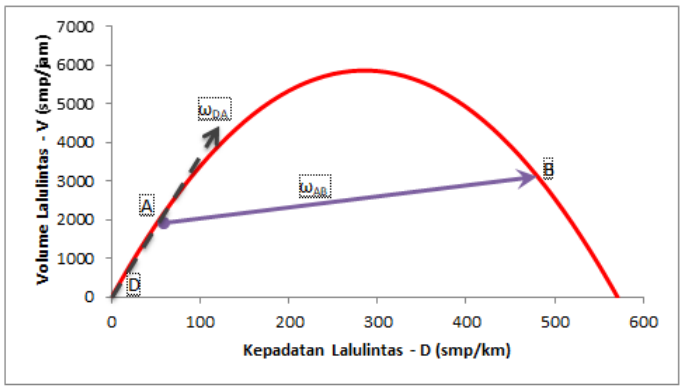
3.3 Analisis Gelombang Kejut



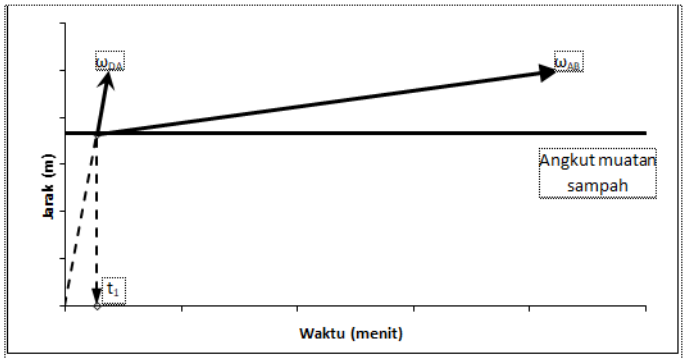
Gambar 7. Gelombang kejut pada kondisi jalan ditutup 1 lajur selama 7,5 menit, untuk nilai V = 3735 smp/jam



Gambar 8. Waktu yang dibutuhkan dari awal pernormalan lajur hingga antrian berhenti



Gambar 9. Gelombang kejut pada kondisi jalan ditutup 1 lajur selama 7,5 menit, untuk nilai V = 1943 smp/jam



Gambar 10. Waktu yang dibutuhkan kendaraan ketika angkut muatan sampah berlangsung

Titik A menunjukkan volume dan kepadatan lalu lintas pada saat angkut muatan sampah berlangsung karena kapasitas jalur berkurang yang dinamakan Titik B. Titik C menunjukkan arus volume dan kepadatan pada kondisi kapasitas jalan maksimum.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa volume lalu lintas dari hasil pengamatan pada saat angkut muatan berlangsung pada periode waktu pukul 11.00 – 12.00 WIB diperoleh sebesar 3735 smp/jam. Sedangkan volume lalu lintas pada waktu efektif untuk angkut muatan sampah periode waktu 07.00 – 08.00 WIB sebesar 1943 smp/jam. Kecepatan rata-rata ruang pada periode waktu pukul 11.00 – 12.00 WIB sebesar 32,66 km/jam sedangkan kecepatan rata-rata ruang pada periode waktu pukul 07.00 – 08.00 WIB sebesar 33,16 km/jam. Panjang antrian yang terjadi pada periode waktu pukul 11.00 – 12.00 WIB sebesar 231,232 m, waktu yang dibutuhkan untuk normalisasi antrian kendaraan setelah kegiatan angkut muatan sampah adalah 7,45 menit. Pada periode waktu pukul 07.00 - 08.00 WIB tidak terjadi antrian kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

Tamin, Ofyar Z., 2008. *Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi*, Bandung, Penerbit ITB.

Departemen Pekerjaan Umum dan PT. Bina Karya., 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia* (MKJI), Jakarta.

Kasenda, Natalia Diane., 2013. *Analisa Gelombang Kejut dan Pengaruhnya terhadap Arus Lalu Lintas di Jalan Sarapung Manado*, Sulawesi Utara, Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi.

Ali, Nur dan Muhammad I R., 2006. *Studi Model Hubungan Volume-Kecepatan-Kepadatan Pada Jalan Perkotaan Tipe 2 Lajur dan 4 Lajur Tak Terbagi (2UD dan 4UD)*, Makassar, Sulawesi Selatan, Universitas Hasanudin.

Malau, Rikki H,. 2013. *Aplikasi Shcok Wave Analysis dan Queueing Analysis untuk Menghitung Panjang Antrian pada Perlintasan Sebidang*, Sumatera Utara, Universitas Sumatera Utara.

Pemayun, Cokorda I M., 2015. *Analisis Kinerja Ruas Jalan Dipenogoro Akibat Bangkitan Perjalanan SDN 5 Pedungan*, Universitas Udayana.

Ramadhan, Luthfi., 2017. *Studi Gelombang Kejut Pada Segmen Penyempitan Jalan dengan Menggunakan EMP Atas Dasar Analisis Rasio Headway*, Surakarta, Universitas Sebelas Maret.

Efendi, Indra Rachman., 2007. *Evaluasi Kinerja Jalan Jendral Ahmad Yani Depan Pasar Kosambi Bandung*, Bandung, Universitas Kristen Maranatha.

Kurniawan, Septyanto., 2015. *Analisis Hambatan Samping Akibat Aktivitas Perdagangan Modern (Studi Kasus : Pada Jalan Brigjen Katamso di Bandar Lampung)*, Bandar Lampung, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro.

Abdi, Grisela N, Sigit P, dan Siti M. 2019. *Hubungan Volume Kecepatan dan Kepadatan Lalu lintas Pada Ruas Jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman,* Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.