

## Konsumsi Bahan Bakar Akibat Buka Tutup Arus Lalu Lintas pada Jalan. Jl. Bts. Kota Lhokseumawe, Aceh Utara – Lhoksukon Km. 280 Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam

Endang Widjajanti\*<sup>1</sup> Muhammad Iqbal <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil-FTSP- Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta  
e-mail: \*endangwidjajanti@istn.ac.id

Received 08 March 2022; Reviewed 16 March 2022; Accepted 24 August 2022  
Journal Homepage: <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneoengineering>  
Doi: <https://doi.org/10.35334/be.v1i2.2468>

### Abstract

*This study aims to determine the effect of vehicle queues on fuel consumption due to the opening and closing of traffic flows caused by drainage channels project throughout October 2020 on. Jalan. Bts. Lhokseumawe City/North Aceh – Lhoksukon Km. 280. The queue length analysis was calculated based on vehicle traffic flow in locations that have not been affected by the existence of open/close traffic flow activities and analysis of fuel consumption based on the length of delay and the number of vehicle queues using LAPI-ITB formula. The results showed that the queue of vehicles due to opening and closing of vehicle lanes for 6 hours (12.00 – 18.00 WIB) on holidays was 23% larger than the queue on weekdays. Vehicle queues for 6 hours on holidays cause additional vehicle fuel consumption for light vehicles (LV) of 424,15 liters, heavy vehicles (HV) of 53,09 liters, and motorcycles (MC) of 203,24 liters and on weekdays causes additional fuel consumption for light vehicles (LV) as much as 342,66 liters, Heavy vehicles (HV) as much as 35,85 liters, and motorcycles (MC) as much as 203,24 liters. Loss of fuel use due to queues caused by opening and closing roads on Jalan. Bts. Lhokseumawe City/North Aceh – Lhoksukon Km. 280 for 6 hours (12.00 – 18.00 WIB) on weekdays is 4.402.185,00 and on holidays it is Rp. 5.541.065,00.*

**Keywords:** delay, financial loss, fuel consumption, open and close traffic flow, queue

### Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh antrian kendaraan terhadap peningkatan konsumsi bahan bakar akibat buka tutup arus lalu lintas pada proyek saluran drainase di Jl. Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara – Lhoksukon Km. 280 sepanjang bulan Oktober 2020. Analisis panjang antrian dihitung berdasarkan arus lalu lintas kendaraan di lokasi yang belum terpengaruh oleh adanya kegiatan buka/tutup arus lalu lintas dan analisis konsumsi bahan bakar berdasarkan lama tundaan dan jumlah antrian kendaraan menggunakan rumus LAPI-ITB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa antrian kendaraan akibat buka tutup lajur kendaraan selama 6 jam (pukul 12.00 – 18.00 WIB) pada hari libur lebih besar sebesar 23% dibandingkan antrian pada hari kerja. Pada hari libur, antrian tersebut menimbulkan tambahan konsumsi bahan bakar untuk kendaraan Ringan (LV) sebanyak 424,15 liter, kendaraan Berat (HV) sebanyak 53,09 liter, dan Sepeda Motor (MC) sebanyak 203,24 liter, sedangkan pada hari kerja menimbulkan tambahan konsumsi bahan bakar untuk kendaraan Ringan (LV) sebanyak 342,66 liter, kendaraan Berat (HV) sebanyak 35,85 liter, dan Sepeda Motor (MC) sebanyak 162,00 liter. Nilai kerugian akibat tambahan konsumsi bahan bakar karena antrian yang diakibatkan oleh buka tutup ruas jalan pada ruas jalan Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara – Lhoksukon Km. 280 selama 6 jam (pukul 12.00– 18.00 WIB) pada hari kerja adalah Rp. 4.402.185,00 dan pada hari libur adalah Rp. 5.541.065,00.*

**Kata kunci:** tundaan, kerugian finansial, konsumsi bahan bakar, buka tutup arus, antrian

## 1. Pendahuluan

Jalan Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara – Lhoksukon Km. 280 merupakan jalan nasional, dengan fungsi sebagai jalan arteri primer yang menghubungkan Kabupaten Aceh Utara dengan Kota Lhokseumawe. Jalan ini memiliki saluran drainase yang kurang baik dan perlu diperbaiki. Pembangunan saluran box culvert pada bulan September-Oktober tahun 2020 dilaksanakan dengan menutup sebagian badan jalan pada jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) ini, sehingga memerlukan sistem buka tutup arus lalu lintas yang menimbulkan tundaan dan antrian kendaraan yang pada akhirnya menimbulkan peningkatan biaya konsumsi bahan bakar bagi pengguna jalan.

Hardiani (2015) dalam penelitiannya di ruas jalan Kapten A. Bakaruddin kota Jambi menghitung biaya tambahan akibat kemacetan yang terjadi sebesar Rp 638,82 per kendaraan (SMP) per km perjalanan dengan menggunakan metode perhitungan peningkatan Biaya Operasi Kendaraan, diantaranya meliputi bertambahnya konsumsi bahan bakar. Terkait dengan besaran konsumsi bahan bakar, Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri (LAPI) ITB tahun 1996 (dalam Julianto, 2007) telah mengembangkan formulasi konsumsi bahan bakar yang telah dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang, yang dapat digunakan sebagai acuan dalam perhitungan konsumsi bahan bakar dalam berbagai keadaan, baik keadaan konstan, akselerasi maupun diam (idle).

AHE Putra et al (2018), melakukan analisis tundaan akibat buka tutup arus lalu lintas pada proyek perbaikan Jembatan Bantar Jalan Wates km 13 serta dampaknya terhadap konsumsi bahan bakar kendaraan berdasarkan metode ATIS India dan metode LAPI ITB. Perbandingan besaran kerugian yang diperoleh dengan menggunakan perhitungan metode ATIS India dan metode LAPI ITB relative kecil, yaitu dengan selisih sebesar 0,07%. Hasil ini menunjukkan metode LAPI-ITB valid digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar akibat tundaan dan antrian kendaraan.

Penelitian tentang konsumsi bahan bakar akibat tundaan dan antrian kendaraan dengan metode LAPI ITB karena adanya gangguan di ruas jalan, keberadaan simpang dan pintu perlintasan kereta api telah dilakukan oleh beberapa peneliti dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir ini.

Penelitian Mujahidin MI et al (2014) tentang hubungan tundaan dan panjang antrian terhadap konsumsi bahan bakar akibat penyempitan jalan (bottleneck) menghasilkan model regresi linier berganda dengan variabel bebas berupa tundaan dalam satuan detik ( $X_1$ ) dan panjang antrian dalam satuan meter ( $X_2$ ) terhadap variabel tidak bebas yaitu konsumsi bahan bakar dalam satuan cc/smp ( $Y$ ) adalah  $Y = 0.012 + 0.389 X_1 + 0.0008547 X_2$  untuk pagi hari dan  $Y = 0.018 + 0.384 X_1 + 0.007 X_2$  untuk sore hari. Sementara Ameer Asset et al (2021) melakukan studi pada ruas jalan Pucuk-Babat Kabupaten Lamongan sepanjang kurang lebih 8,3 Kilometer yang mengalami pengurangan jumlah lajur (dari tipe 4/2D menjadi 2/2UD) menyimpulkan bahwa biaya kerugian pekerjaan akibat kemacetan ditinjau dari penggunaan bahan bakar (BBM) untuk jenis kendaraan ringan adalah sebesar Rp. 2.445.705/jam pada kondisi macet di jam kerja dan sebesar Rp. 1.673.438/jam pada kondisi macet di luar jam kerja; sedangkan untuk jenis kendaraan berat adalah sebesar Rp. 6.505.738/jam pada kondisi macet di jam kerja dan sebesar Rp. 4.422.820/jam pada kondisi macet di luar jam kerja. Dengan metode LAPI ITB Khafidz et al (2016), Yogama YD (2016), Romadhona & AA Suhanda (2019) dan Basri M & Oktaviani (2021) menyatakan bahwa tambahan konsumsi BBM ( $Y$ , liter) pada simpang bersinyal dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu tundaan ( $X_1$ , detik) dan panjang antrian ( $X_2$ , meter), sedangkan menurut Sinambela TP et al (2021) konsumsi bahan bakar minyak dipengaruhi oleh tundaan, artinya tundaan yang semakin besar mengakibatkan konsumsi bahan bakar minyak juga meningkat (semakin besar).

Pada lokasi perlintasan jalan kereta api, Muttaqin MZ (2014) menyatakan bahwa konsumsi bahan bakar dipengaruhi pada lama tundaan, kecepatan deselerasi dan panjang antrian. Hadis dan A

Sumarsono (2013) dan Narendra et al (2020) menyatakan bahwa konsumsi BBM dipengaruhi oleh tundaan dan panjang antrian, Romadhona & Artistika (2020) menyatakan bahwa konsumsi BBM dipengaruhi oleh derajat kejenuhan dan kecepatan.

Hasil penelitian Mousazadeh Gilandeh M, et al (2021) untuk panjang antrian pada zona kerja (workzone) di ruas jalan, menyimpulkan bahwa panjang antrian sebanding dengan kecepatan dan kepadatan gelombang kejut. Perubahan kecepatan gelombang kejut yang tiba-tiba menyebabkan perubahan kepadatan tiba-tiba dan selanjutnya meningkatnya panjang antrian.

Penelitian ini melengkapi penelitian terdahulu, yaitu menganalisis dampak pertambahan konsumsi bakar akibat buka tutup arus lalu lintas pada zona kerja di jalan arteri primer tipe 2/2 UD dimana prediksi panjang antrian dihitung berdasarkan arus lalu lintas kendaraan yang datang di lokasi yang belum terpengaruh oleh adanya kegiatan buka/tutup arus lalu lintas. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui besaran pertambahan konsumsi bahan bakar serta nilai kerugian yang dialami antrian kendaraan akibat buka tutup arus lalu lintas pada lokasi pembangunan saluran drainase pada ruas Jl. Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara – Lhoksukon km 280. Lokasi penelitian berada di Lokasi penelitian berada di ruas Jalan BTS. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara – Lhoksukon km 279 - km 281, dengan nomor ruas 009-3 (Kabupaten Aceh Utara, Provinsi Aceh).

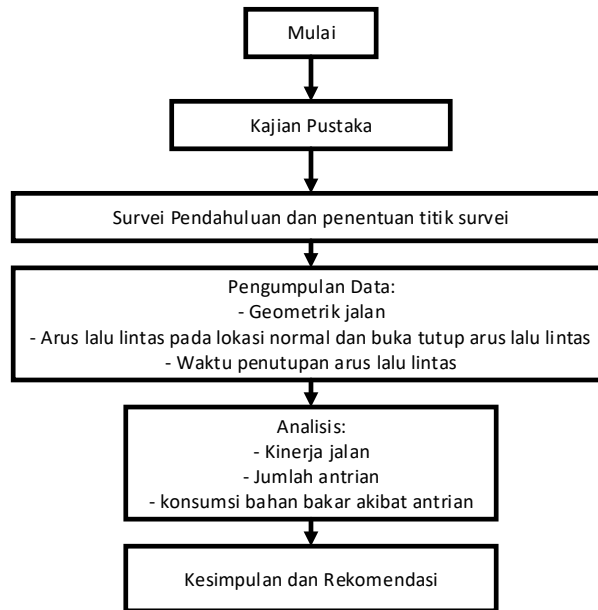


Gambar 1. Lokasi Penelitian

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Tahapan Penelitian

Bagan alir metode penelitian disajikan pada Gambar 2. Survey lalu lintas dilakukan pada hari kerja (Selasa) dan hari libur (Minggu) selama 6 jam pada pukul 12.00 – 18.00 WIB .

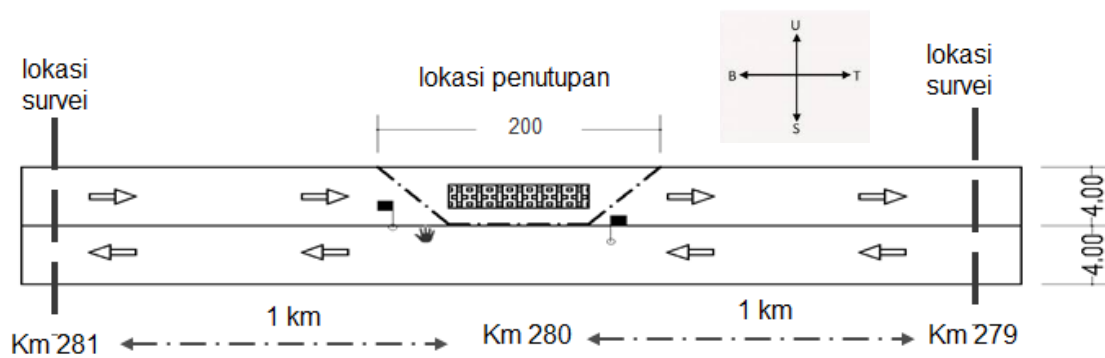


Gambar 2. Metodologi Penelitian

2.2 Volume Lalu Lintas dan Jumlah Antrian Kendaraan

Lokasi pekerjaan drainase berada pada km 280 ruas Jl. Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara – Lhoksukon dengan panjang penutupan sebesar 200 meter,. Analisis kinerja ruas Jl. Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara –Lhoksukon dilakukan pada jarak 1 km sebelum (km. 279) dan sesudah (km. 281) lokasi pembangunan saluran box culvert (km. 280).

Pencacahan lalu lintas dilakukan pada jarak 1 km di sisi Timur dan sisi Barat lokasi pembangunan saluran box culvert (km. 279 dan km. 281). Survei dilakukan pada hari kerja (Selasa) dan hari libur (Minggu) selama 6 jam pada pukul 12.00 – 18.00 WIB, dengan interval waktu 15 menit. Pencacahan volume lalu lintas dilakukan per jenis kendaraan, yaitu kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV) dan sepeda motor (MC). Nilai emp (ekuivalensi mobil penumpang) masing – masing golongan kendaraan ditetapkan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia Jalan Perkotaan (MKJI, 1997). Antrian kendaraan pada lokasi penutupan badan jalan di km 280 ke arah Timur (dari Barat ke Timur) diperhitungkan dari data arus lalu lintas pada km 281 arah timur dan antrian kendaraan ke arah Barat (dari Timur ke Barat) diperhitungkan dari data arus lalu lintas pada km 279 arah Barat. Volume antrian per waktu penutupan adalah volume lalu lintas pada waktu terjadi penutupan badan jalan dikalikan dengan durasi waktu penutupan.



Keterangan : non skala

Gambar 3. Sketsa Lokasi Survei

### 2.3 Konsumsi Bahan Bakar

Formula yang digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar mengacu pada rumus yang diperoleh dari LAPI – ITB sebagai berikut:

$$F1 = A + BV + CV^2 \quad (1)$$

$$F2 = EV^2 \quad (2)$$

$$F2 = D \quad (3)$$

Dimana F1 adalah Konsumsi bahan bakar pada kecepatan konstan (liter/100 smpkm), F2 merupakan Konsumsi bahan bakar pada saat akselerasi/deselerasi (liter/smp), F3 adalah Konsumsi bahan bakar pada saat idling (liter/ smp-jam), V adalah Kecepatan kendaraan (km/jam), dan  $A = 170.10^{-1}$ ;  $B = -455.103$ ;  $C = 490.10^{-5}$ ;  $D = 140.10^{-2}$ ;  $E = 770.10^{-8}$

Karena antrian bersifat diam (idle), perhitungan konsumsi bahan bakar menggunakan rumus (3) yaitu  $F3 = 140.10^{-2}$  liter/ smp-jam.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Volume Lalu Lintas

#### 3.1.1 Volume Lalu Lintas dalam Satuan Kendaraan

Hasil pencacahan lalu lintas selama 6 jam dengan periode waktu per 15 menit di titik km 279 dan km 281 pada hari kerja dan hari libur disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

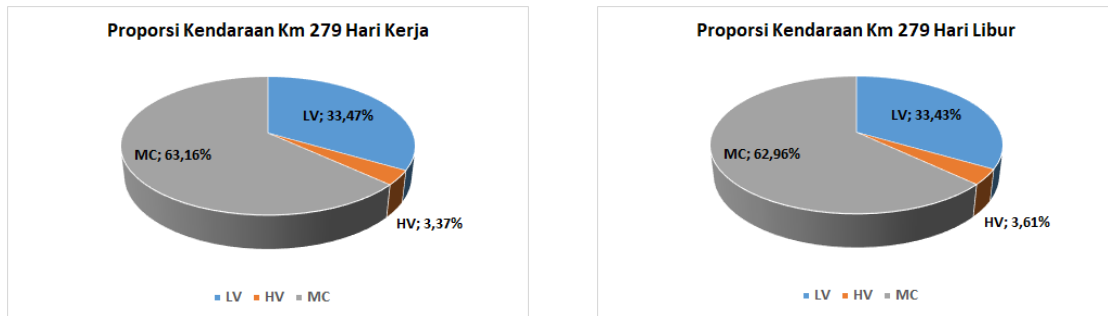
**Tabel 1 Volume Lalu Lintas Km 279 (kendaraan)**

No	periode	Hari Kerja						Hari Libur					
		Arah Timur			Arah Barat			Arah Timur			Arah Barat		
		LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC
1	12.00 - 12.15	76	17	193	80	12	197	75	7	155	72	10	163
2	12.15 - 12.30	73	13	155	83	15	165	73	5	165	73	12	165
3	12.30 - 12.45	78	10	174	86	17	174	78	8	165	78	10	165
4	12.45 - 13.00	76	7	165	83	13	165	83	11	165	85	11	160
5	13.00 - 13.15	73	9	122	86	15	137	85	10	170	85	7	155
6	13.15 - 13.30	83	14	125	90	10	135	87	12	153	89	10	153
7	13.30 - 13.45	89	5	116	75	6	122	95	14	157	90	11	166
8	13.45 - 14.00	85	12	138	85	16	154	97	20	157	91	15	172
9	14.00 - 14.15	85	5	156	87	11	165	97	18	168	95	17	168
10	14.15 - 14.30	83	15	166	93	7	173	90	15	175	95	13	175
11	14.30 - 14.45	94	8	173	98	9	180	98	11	178	93	15	173
12	14.45 - 15.00	95	6	175	98	14	195	98	13	180	98	10	178
13	15.00 - 15.15	98	15	175	101	8	200	108	14	183	105	16	178
14	15.15 - 15.30	99	7	181	108	13	200	121	17	185	118	11	183
15	15.30 - 15.45	101	8	185	112	12	205	128	10	188	122	14	183
16	15.45 - 16.00	109	12	190	113	9	210	133	10	192	125	15	190
17	16.00 - 16.15	109	7	208	118	13	221	136	15	213	135	15	196
18	16.15 - 16.30	127	14	215	123	10	238	142	17	228	140	13	215
19	16.30 - 16.45	127	10	228	132	2	246	155	13	297	145	11	265
20	16.45 - 17.00	139	16	242	145	14	289	167	10	325	145	14	305
21	17.00 - 17.15	145	14	289	152	10	315	172	16	374	180	17	350
22	17.15 - 17.30	165	13	317	168	13	329	188	11	415	183	15	420
23	17.30 - 17.45	173	7	346	175	9	345	196	12	435	195	18	442
24	17.45 - 18.00	195	10	366	198	18	376	213	17	455	215	17	463

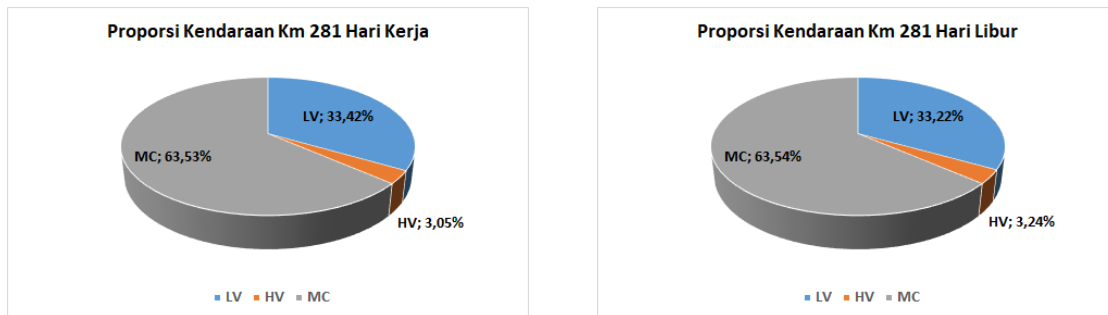
**Tabel 2 Volume Lalu Lintas Km 281 (kendaraan)**

No	periode	Hari Kerja						Hari Libur					
		Arah Timur			Arah Barat			Arah Timur			Arah Barat		
		LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC
1	12.00 - 12.15	74	16	190	73	10	187	70	5	155	70	7	158
2	12.15 - 12.30	69	11	150	76	13	155	68	4	160	70	9	160
3	12.30 - 12.45	73	8	169	79	15	164	73	5	160	75	7	160
4	12.45 - 13.00	72	5	162	76	11	155	78	9	165	80	8	155
5	13.00 - 13.15	70	8	120	79	13	130	80	8	166	81	4	153
6	13.15 - 13.30	78	13	123	83	8	125	82	12	149	88	7	148
7	13.30 - 13.45	84	4	110	68	4	112	90	14	153	87	8	161
8	13.45 - 14.00	83	10	128	78	14	144	92	18	155	91	12	167
9	14.00 - 14.15	80	4	146	80	9	155	92	16	165	91	14	165
10	14.15 - 14.30	78	12	156	86	5	163	85	15	170	94	11	150
11	14.30 - 14.45	89	6	160	92	7	175	93	9	178	88	15	168
12	14.45 - 15.00	90	5	165	92	12	185	93	11	180	93	10	173
13	15.00 - 15.15	93	13	175	95	6	193	103	14	183	103	13	173
14	15.15 - 15.30	94	5	173	102	11	193	116	15	185	114	11	180
15	15.30 - 15.45	98	7	177	106	10	198	123	10	184	117	14	180
16	15.45 - 16.00	105	12	180	107	7	205	128	8	188	120	12	185
17	16.00 - 16.15	109	6	198	112	11	215	131	13	209	133	13	191
18	16.15 - 16.30	122	13	205	117	9	233	137	15	228	135	10	212
19	16.30 - 16.45	125	10	218	128	1	241	150	11	296	142	8	263
20	16.45 - 17.00	134	14	231	141	13	284	167	10	322	145	14	300
21	17.00 - 17.15	142	14	275	148	9	310	167	14	368	175	16	345
22	17.15 - 17.30	160	11	305	164	12	323	183	9	412	180	15	410
23	17.30 - 17.45	170	7	336	170	9	345	191	10	435	193	18	437
24	17.45 - 18.00	192	9	353	195	17	368	208	15	448	210	17	455

Proporsi kendaraan yang melintasi Jl. Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara –Lhoksukon di km 279 dan 281 baik pada hari kerja maupun hari libur relatif sebanding, yaitu Kendaraan Pribadi (LV) 33%, Kendaraan Berat (HV) 3% dan Sepeda Motor (MC) 63%. Proporsi kendaraan yang melintasi Jl. Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara –Lhoksukon di km 279 dan 281 disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut.



**Gambar 3. Proporsi Kendaraan pada km 279**



**Gambar 4. Proporsi Kendaraan pada km 281**

### 3.1.2 Volume Lalu Lintas dalam Satuan Mobil Penumpang

Hasil pencacahan lalu lintas yang telah dikonversikan dalam satuan mobil penumpang (smp) di titik km 279 dan km 281 pada hari kerja dan hari libur disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3 Arus Lalu Lintas per 15 Menit pada Km 279 (smp)**

No	periode	Hari Kerja						Hari Libur					
		Arah Timur			Arah Barat			Arah Timur			Arah Barat		
		LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC
1	12.00 - 12.15	76	20	48	80	14	49	75	8	39	72	12	41
2	12.15 - 12.30	73	16	39	83	18	41	73	6	41	73	14	41
3	12.30 - 12.45	78	12	44	86	20	44	78	10	41	78	12	41
4	12.45 - 13.00	76	8	41	83	16	41	83	13	41	85	13	40
5	13.00 - 13.15	73	11	31	86	18	34	85	12	43	85	8	39
6	13.15 - 13.30	83	17	31	90	12	34	87	14	38	89	12	38
7	13.30 - 13.45	89	6	29	75	7	31	95	17	39	90	13	42
8	13.45 - 14.00	85	14	35	85	19	39	97	24	39	91	18	43
9	14.00 - 14.15	85	6	39	87	13	41	97	22	42	95	20	42
10	14.15 - 14.30	83	18	42	93	8	43	90	18	44	95	16	44
11	14.30 - 14.45	94	10	43	98	11	45	98	13	45	93	18	43
12	14.45 - 15.00	95	7	44	98	17	49	98	16	45	98	12	45
13	15.00 - 15.15	98	18	44	101	10	50	108	17	46	105	19	45
14	15.15 - 15.30	99	8	45	108	16	50	121	20	46	118	13	46
15	15.30 - 15.45	101	10	46	112	14	51	128	12	47	122	17	46
16	15.45 - 16.00	109	14	48	113	11	53	133	12	48	125	18	48
17	16.00 - 16.15	109	8	52	118	16	55	136	18	53	135	18	49
18	16.15 - 16.30	127	17	54	123	12	60	142	20	57	140	16	54
19	16.30 - 16.45	127	12	57	132	2	62	155	16	74	145	13	66
20	16.45 - 17.00	139	19	61	145	17	72	167	12	81	145	17	76
21	17.00 - 17.15	145	17	72	152	12	79	172	19	94	180	20	88
22	17.15 - 17.30	165	16	79	168	16	82	188	13	104	183	18	105
23	17.30 - 17.45	173	8	87	175	11	86	196	14	109	195	22	111
24	17.45 - 18.00	195	12	92	198	22	94	213	20	114	215	20	116

**Tabel 4 Arus Lalu Lintas per 15 Menit pada Km 281 (smp)**

No	periode	Hari Kerja						Hari Libur					
		Arah Timur			Arah Barat			Arah Timur			Arah Barat		
		LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC
1	12.00 - 12.15	74	19	48	73	12	47	70	6	39	70	8	40
2	12.15 - 12.30	69	13	38	76	16	39	68	5	40	70	11	40
3	12.30 - 12.45	73	10	42	79	18	41	73	6	40	75	8	40
4	12.45 - 13.00	72	6	41	76	13	39	78	11	41	80	10	39
5	13.00 - 13.15	70	10	30	79	16	33	80	10	42	81	5	38
6	13.15 - 13.30	78	16	31	83	10	31	82	14	37	88	8	37
7	13.30 - 13.45	84	5	28	68	5	28	90	17	38	87	10	40
8	13.45 - 14.00	83	12	32	78	17	36	92	22	39	91	14	42
9	14.00 - 14.15	80	5	37	80	11	39	92	19	41	91	17	41
10	14.15 - 14.30	78	14	39	86	6	41	85	18	43	94	13	38
11	14.30 - 14.45	89	7	40	92	8	44	93	11	45	88	18	42
12	14.45 - 15.00	90	6	41	92	14	46	93	13	45	93	12	43
13	15.00 - 15.15	93	16	44	95	7	48	103	17	46	103	16	43
14	15.15 - 15.30	94	6	43	102	13	48	116	18	46	114	13	45
15	15.30 - 15.45	98	8	44	106	12	50	123	12	46	117	17	45
16	15.45 - 16.00	105	14	45	107	8	51	128	10	47	120	14	46
17	16.00 - 16.15	109	7	50	112	13	54	131	16	52	133	16	48
18	16.15 - 16.30	122	16	51	117	11	58	137	18	57	135	12	53
19	16.30 - 16.45	125	12	55	128	1	60	150	13	74	142	10	66
20	16.45 - 17.00	134	17	58	141	16	71	167	12	81	145	17	75
21	17.00 - 17.15	142	17	69	148	11	78	167	17	92	175	19	86
22	17.15 - 17.30	160	13	76	164	14	81	183	11	103	180	18	103
23	17.30 - 17.45	170	8	84	170	11	86	191	12	109	193	22	109
24	17.45 - 18.00	192	11	88	195	20	92	208	18	112	210	20	114

Volume lalu lintas semakin meningkat seiring meningkatnya waktu, ditandai dengan nilai Derajat Kejenuhan (DS) yang semakin meningkat, hal ini terjadi pada kedua lokasi survei. Periode jam sibuk pada kedua lokasi survei adalah pada pukul 16.00-18.00 ( $DS > 0,5$ ) dengan jam puncak pukul 17.00-18.00. Di atas pukul 13.00 volume lalu lintas pada hari libur relatif lebih tinggi 10-18% dibandingkan dengan volume pada hari kerja. Derajat kejenuhan yang terjadi pada periode jam puncak relative tinggi, yaitu 0,91 pada km 279 dan 0,89 pada km 281. Pada kedua lokasi ini, perbandingan volume per arah juga relatif seimbang. Volume lalu lintas per jam dalam satuan smp disajikan pada Tabel 5 dan 6.

**Tabel 5 Volume Lalu Lintas Per Jam Km 279 (smp)**

Periode	Hari Kerja				Hari Libur				volume hari libur/kerja
	Timur	Barat	Total	DS	Timur	Barat	Total	DS	
12.00 - 13.00	531	576	1107	0,40	509	523	1032	0,37	0,93
13.00 - 14.00	503	529	1033	0,37	590	568	1159	0,42	1,12
14.00 - 15.00	565	603	1169	0,42	627	621	1247	0,45	1,07
15.00 - 16.00	640	688	1328	0,48	738	721	1459	0,53	1,10
16.00 - 17.00	782	813	1595	0,58	932	874	1806	0,65	1,13
17.00 - 18.00	1060	1094	2155	0,78	1256	1272	2528	0,91	1,17

**Tabel 6 Volume Lalu Lintas Per Jam Km 281 (smp)**

Periode	Hari Kerja				Hari Libur				volume hari libur/kerja
	Timur	Barat	Total	DS	Timur	Barat	Total	DS	
12.00 - 13.00	504	528	1032	0,37	477	490	967	0,35	0,94
13.00 - 14.00	477	483	960	0,35	562	541	1104	0,40	1,15
14.00 - 15.00	526	559	1085	0,39	597	590	1187	0,43	1,09
15.00 - 16.00	611	648	1259	0,46	711	694	1405	0,51	1,12
16.00 - 17.00	755	782	1537	0,56	908	851	1758	0,64	1,14
17.00 - 18.00	1030	1070	2100	0,76	1222	1249	2471	0,89	1,18

### 3.2 Antrian Kendaraan

Antrian kendaraan pada lokasi penutupan badan jalan di km 280 ke arah Timur (dari Barat ke Timur) diperhitungkan dari data arus lalu lintas pada km 281 arah timur dan antrian kendaraan ke arah Barat (dari Timur ke Barat) diperhitungkan dari data arus lalu lintas pada km 279 arah Barat. Banyaknya antrian kendaraan per waktu penutupan diperhitungkan dari data arus lalu lintas per jenis kendaraan dalam satuan mobil penumpang di lokasi yang belum terganggu buka/tutup arus lalu lintas yaitu arus lalu lintas pada km 279 dan km 281. (Tabel 3 dan Tabel 4) dikalikan dengan durasi waktu penutupan. Hasil perhitungan jumlah kendaraan yang antri selama penutupan jalan pukul 12.00-18.00 WIB pada hari kerja dan hari libur disajikan pada Tabel 7 dan Tabel 8. Durasi buka tutup arus lalu lintas pada Jl. Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara – Lhoksukon Km. 280 berada pada rentang 240 detik sampai 480 detik dengan frekuensi yang cukup tinggi. Rata-rata jarak waktu antar penutupan selama 6 jam adalah 11 menit.

**Tabel 7 Antrian Kendaraan Pada Hari Kerja**



Waktu	Durasi tutup (detik)	Ke Arah Timur						Waktu	Ke Arah Barat					
		Arus (smp/15 menit)			Jumlah antrian (smp)				Arus (smp/15 menit)			Jumlah antrian (smp)		
		LV	HV	MC	LV	HV	MC		LV	HV	MC	LV	HV	MC
12:11	300	74	19	48	25	6	16	12:06	80	14	49	27	5	16
12:21	300	69	13	38	23	4	13	12:16	83	18	41	28	6	14
12:32	360	73	10	42	29	4	17	12:26	83	18	41	33	7	17
12:45	420	72	6	41	34	3	19	12:38	86	20	44	40	10	20
12:57	300	72	6	41	24	2	14	12:52	83	16	41	28	5	14
13:08	360	70	10	30	28	4	12	13:02	86	18	34	34	7	14
13:21	420	78	16	31	36	7	14	13:14	86	18	34	40	8	16
13:33	300	84	5	28	28	2	9	13:28	90	12	34	30	4	11
13:45	420	84	5	28	39	2	13	13:38	75	7	31	35	3	14
13:59	420	83	12	32	39	6	15	13:52	85	19	39	40	9	18
14:12	480	80	5	37	43	3	19	14:06	87	13	41	46	7	22
14:22	240	78	14	39	21	4	10	14:18	93	8	43	25	2	12
14:32	360	89	7	40	36	3	16	14:26	93	8	43	37	3	17
14:43	300	89	7	40	30	2	13	14:38	98	11	45	33	4	15
14:54	360	90	6	41	36	2	17	14:48	98	17	49	39	7	20
15:04	240	93	16	44	25	4	12	14:60	98	17	49	26	4	13
15:14	360	93	16	44	37	6	18	15:08	101	10	50	40	4	20
15:23	180	94	6	43	19	1	9	15:20	108	16	50	22	3	10
15:31	300	98	8	44	33	3	15	15:26	108	16	50	36	5	17
15:41	300	98	8	44	33	3	15	15:36	112	14	51	37	5	17
15:50	240	105	14	45	28	4	12	15:46	113	11	53	30	3	14
15:58	240	105	14	45	28	4	12	15:54	113	11	53	30	3	14
16:06	240	109	7	50	29	2	13	16:02	118	16	55	31	4	15
16:19	420	122	16	51	57	7	24	16:12	118	16	55	55	7	26
16:32	360	125	12	55	50	5	22	16:26	123	12	60	49	5	24
16:42	360	125	12	55	50	5	22	16:38	132	2	62	53	1	25
16:53	300	134	17	58	45	6	19	16:48	145	17	72	48	6	24
17:04	360	142	17	69	57	7	28	16:58	145	17	72	58	7	29
17:18	480	160	13	76	85	7	41	17:10	152	12	79	81	6	42
17:44	480	170	8	84	91	4	45	17:36	175	11	86	93	6	46
17:56	240	192	11	88	51	3	24	17:52	198	22	94	53	6	25
18:00	300	192	11	88	64	4	29	17:55	198	22	94	66	7	31
	10740	3342	347	1535	1250	128	574		3563	457	1693	1325	169	630

Total kendaraan yang antri selama penutupan jalan pukul 12.00-18.00 WIB pada hari libur rata-rata lebih tinggi 23% dibandingkan hari kerja. Total antrian kendaraan selama penutupan jalan disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 8 Total Antrian Kendaraan Selama Penutupan (Pk.12.00-18.00)**

Hari	Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan antri (smp)			Hari libur/kerja
		ke Arah Timur	ke Arah Barat	Total	
Kerja (Selasa)	LV	1250	1325	2553	
	HV	128	169	297	
	MC	574	630	1210	
Libur (Minggu)	LV	1430	1425	2996	1,17
	HV	161	193	386	1,30
	MC	697	673	1406	1,16
Rata-rata perbandingan hari libur/hari kerja : 1,23					

**Tabel 9 Antrian Kendaraan Pada Hari Libur**

Waktu	Durasi tutup (detik)	Arah Timur						Waktu	Arah Barat					
		Arus (smp/15 menit)			Jumlah antrian (smp)				Arus (smp/15 menit)			Jumlah antrian (smp)		
		LV	HV	MC	LV	HV	MC		LV	HV	MC	LV	HV	MC
12:05	300	70	6	39	23	2	13	12:00	72	12	41	24	4	14
12:18	480	68	5	40	36	3	21	12:10	72	12	41	38	6	22
12:32	360	73	6	40	29	2	16	12:26	73	14	41	29	6	17
12:44	360	73	6	40	29	2	16	12:38	78	12	41	31	5	17
12:57	420	78	11	41	36	5	19	12:50	85	13	40	40	6	19
13:11	420	80	10	42	37	4	19	13:04	85	8	39	40	4	18
13:26	480	82	14	37	44	8	20	13:18	89	12	38	47	6	20
13:40	360	90	17	38	36	7	15	13:34	90	13	42	36	5	17
13:52	360	92	22	39	37	9	16	13:46	91	18	43	36	7	17
14:04	360	92	19	41	37	8	17	13:58	91	18	43	36	7	17
14:18	480	85	18	43	45	10	23	14:10	95	20	42	51	11	22
14:32	360	93	11	45	37	4	18	14:26	95	16	44	38	6	18
14:44	360	93	11	45	37	4	18	14:38	93	18	43	37	7	17
14:56	360	93	13	45	37	5	18	14:50	98	12	45	39	5	18
15:07	300	103	17	46	34	6	15	15:02	105	19	45	35	6	15
15:19	420	116	18	46	54	8	22	15:12	105	19	45	49	9	21
15:31	300	123	12	46	41	4	15	15:26	118	13	46	39	4	15
15:44	480	123	12	46	66	6	25	15:36	122	17	46	65	9	24
15:58	360	128	10	47	51	4	19	15:52	125	18	48	50	7	19
16:11	420	131	16	52	61	7	24	16:04	135	18	49	63	8	23
16:23	300	137	18	57	46	6	19	16:18	140	16	54	47	5	18
16:35	420	150	13	74	70	6	35	16:28	140	16	54	65	7	25
16:47	300	167	12	81	56	4	27	16:42	145	13	66	48	4	22
16:57	360	167	17	92	67	7	37	16:52	145	17	76	58	7	31
17:09	360	167	17	92	67	7	37	17:03	180	20	88	72	8	35
17:20	300	183	11	103	61	4	34	17:15	183	18	105	61	6	35
17:33	480	191	12	109	102	6	58	17:25	183	18	105	98	10	56
17:46	300	208	18	112	69	6	37	17:41	195	22	111	65	7	37
17:57	360	208	18	112	83	7	45	17:51	215	20	116	86	8	46
	10920	3464	388	1688	1430	161	697		3443	463	1633	1425	193	673

### 3.3 Konsumsi Bahan Bakar

Persamaan konsumsi bahan bakar pada antrian adalah persamaan  $F_3 = D$ , yaitu konsumsi bahan bakar pada saat *idle* sebesar  $140.10^{-2}$  liter/ smp-jam.

Berikut contoh perhitungan konsumsi bahan bakar arah Timur hari Selasa pada penutupan pk 12.11 WIB dengan lama penutupan selama 300 detik.

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Bahan Bakar} &= 140.10^{-2} \text{ liter/smp-jam} \\ &= 3,889.10^{-4} \text{ liter/smp-detik} \times 300 \text{ detik} \\ &= 0,117 \text{ liter/smp} \end{aligned}$$

Variasi durasi penutupan adalah pada rentang 180-480 detik. Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar (liter/smp) untuk berbagai durasi penutupan disajikan pada Tabel 10

**Tabel 10 Konsumsi Bahan Bakar Menurut Durasi Penutupan**

Durasi tutup (detik)	konsumsi BBM (liter/smp)
180	0,070
240	0,093
300	0,117
360	0,140
420	0,163
480	0,187

Asumsi BBM yang digunakan untuk kendaraan ringan dan sepeda motor adalah “Pertalite” sedangkan untuk kendaraan berat menggunakan “Solar” dengan harga pada saat studi berlangsung adalah Pertalite dengan harga Rp. 7.650, -/liter dan Solar dengan harga Rp. 9.300, -/liter. Konsumsi bahan bakar menurut durasi penutupan seperti telah diuraikan pada Tabel 10, didapatkan hasil perhitungan total konsumsi bahan bakar pada hari Selasa dan hari Minggu disajikan pada Tabel 11. Tabel 11 menunjukkan bahwa jumlah kerugian selama 6 jam (pukul 12.00 WIB-18.00 WIB) yang diakibatkan buka tutup arus lalu lintas pada Jl. Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara-Lhoksukon Km.280 pada hari libur lebih besar sebesar 25,87% dibandingkan antrian pada hari kerja, dimana total kerugian untuk hari kerja adalah sebesar Rp. 4.402.185,00 dan hari libur sebesar Rp. 5.541.065,00. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan total waktu buka/tutup yang lebih panjang, rata-rata kerugian akibat buka tutup jalan pada hari libur per jam

**Tabel 11 Konsumsi Bahan Bakar dan Kerugian Akibat Penutupan**

Hari	Jenis Kendaraan	Jumlah konsumsi BBM (liter)			Kerugian (Rp.)		
		Timur	Barat	Total	Total 6 jam	Per jam	
Kerja (Selasa)	LV	170,54	172,12	342,66	2.621.345	4.402.185	733.698
	HV	17,04	18,80	35,85	274.222		
	MC	78,30	83,70	162,00	1.506.618		
Libur (Minggu)	LV	212,17	211,98	424,15	3.244.723	5.541.065	923.511
	HV	24,13	28,96	53,09	406.163		
	MC	103,38	99,86	203,24	1.890.178		

Konsumsi bahan bakar tambahan yang diperlukan akibat buka/tutup arus lalu lintas di lokasi studi lebih kecil bila dibandingkan dengan hasil penelitian Mujahidin MI et al (2014), konsumsi bahan bakar dalam satuan cc/smp akibat penyempitan jalan (bottleneck) dari 3 lajur menjadi 1 lajur adalah  $Y = 0.012 + 0.389 X_1 + 0.0008547 X_2$  untuk pagi hari dan  $Y = 0.018 + 0.384 X_1 + 0.007 X_2$  untuk sore hari. ) dengan variabel bebas berupa tundaan dalam satuan detik ( $X_1$ ) dan panjang antrian dalam satuan meter ( $X_2$ ). Hal ini disebabkan oleh jumlah lajur yang ditutup pada lokasi penelitian lebih kecil (2 lajur menjadi 1 lajur bergantian).

Konsumsi bahan bakar tambahan yang diperlukan akibat buka/tutup arus lalu lintas di lokasi studi juga lebih kecil bila dibandingkan dengan hasil penelitian Ameer Asset et al (2021) yang melakukan studi pada ruas jalan Pucuk-Babat Kabupaten Lamongan sepanjang kurang lebih 8,3 Kilometer. yang mengalami pengurangan jumlah lajur (dari tipe 4/2D menjadi 2/2UD) menyimpulkan bahwa biaya kerugian pekerjaan akibat kemacetan ditinjau dari penggunaan bahan bakar (BBM) untuk jenis kendaraan ringan adalah sebesar Rp. 2.445.705/jam pada kondisi macet di jam kerja dan sebesar Rp. 1.673.438/jam pada kondisi macet di luar jam kerja; sedangkan untuk jenis kendaraan berat adalah sebesar Rp. 6.505.738/jam pada kondisi macet di jam kerja dan sebesar Rp. 4.422.820/jam pada kondisi macet di luar jam kerja. Hal ini disebabkan oleh panjang segmen yang terganggu pada lokasi penelitian jauh lebih kecil (hanya 200 meter) dan jumlah lajur yang ditutup pada lokasi penelitian lebih kecil (2 lajur menjadi 1 lajur bergantian).

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Hasil pencacahan lalu lintas pada lokasi yang tidak terganggu buka tutup arus lalu lintas yaitu pada km 279 dan km 281 Jl. Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara – Lhoksukon, selama periode pengamatan buka tutup arus lalu lintas (pukul 12.00-18.00) menunjukkan bahwa proporsi kendaraan yang melintas didominasi oleh sepeda motor dengan proporsi Kendaraan Pribadi (LV) 33%, Kendaraan Berat (HV) 3% dan Sepeda Motor (MC) 63% dan Derajat Kejenuhan (DS) tertinggi terjadi pada sore hari (pukul 17.00-18.00), dimana DS pada hari libur lebih tinggi sebesar 10%-18%

dibandingkan dengan hari kerja. Antrian kendaraan akibat buka tutup lajur kendaraan selama 6 jam (pukul 12.00 – 18.00 WIB) pada hari libur lebih besar sebesar 23% dibandingkan antrian pada hari kerja. Antrian kendaraan selama 6 jam pada hari kerja menimbulkan tambahan konsumsi bahan bakar kendaraan untuk kendaraan Ringan (LV) sebanyak 342,66 liter, kendaraan Berat (HV) sebanyak 35,85 liter, dan Sepeda Motor (MC) sebanyak 162,00 liter dan pada hari libur menimbulkan tambahan konsumsi bahan bakar untuk kendaraan Ringan (LV) sebanyak 424,15 liter, kendaraan Berat (HV) sebanyak 53,09 liter, dan Sepeda Motor (MC) sebanyak 203,24 liter. Kerugian pemakaian bahan bakar karena antrian yang diakibatkan oleh buka tutup ruas jalan pada ruas jalan Bts. Kota Lhokseumawe/Aceh Utara – Lhoksukon Km. 280 selama 6 jam (pukul 12.00– 18.00 WIB) pada hari libur lebih besar sebesar 25,87% dibandingkan antrian pada hari kerja, dimana kerugian pada hari Selasa (hari kerja) adalah Rp. 4.402.185,00 dan pada hari Minggu (hari libur) adalah Rp. 5.541.065,00.

## 4.2 Saran

Agar kerugian konsumsi bahan bakar dapat diminimalkan, diperlukan inventarisasi kondisi arus dan kecepatan lalu lintas sebelum pengambilan keputusan buka tutup arus lalu lintas yang diakibatkan oleh pekerjaan di badan jalan atau zona kerja.

## Daftar Pustaka

- AHE Putra et al, 2018, Analisis Tundaan Akibat Buka Tutup Arus Lalu Lintas Pada Proyek Perbaikan Jembatan Bantar Jalan Wates Km 13 Serta Dampaknya Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan, naskah publikasi UII Yogyakarta, <https://123dok.com/document/qmkm7pwz-ahmad-hamid-endarta-putra-1-berlian-kushari-2.html>
- Basri, M., & Oktaviani, 2021, Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penyempitan Jalan (Bottleneck) (Studi Kasus Proyek Jembatan Linggarjati Jalan Adinegoro, Kota Padang). *Jurnal Applied Science In Civil Engineering*, 2(1), 44-49. <https://doi.org/10.24036/asce.v2i1.98566>
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Direktorat Jendral Bina Marga, Direktorat Bina Jalan Kota, Jakarta
- Hadis CS & Agus Sumarsono, 2013, Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Pada Perlintasan Kereta Api Di Surakarta). *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL/ JUNI 2013/38*
- Hardiani, 2015, Analisis Derajat Kejenuhan dan Biaya Kemacetan pada Ruas Jalan Utama di Kota Jambi, *Jurnal Perspektif Pembiayaan dan Pembangunan Daerah Vol. 2 No. 4, April-Juni 2015* halaman 181-192, ISSN: 2338- 4603
- Julianto, 2007, Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Bangkong dan Simpang Milo Semarang Berdasarkan Konsumsi Bahan bakar, Tesis, Universitas Diponegoro Semarang, Semarang,
- Khafidz et al, 2016, Hubungan Tundaan dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Pada Lajur Pendekat Simpang (Studi Kasus pada Jalan Arteri Kota Surakarta), e-

Jurnal Matriks Teknik Sipil. Universitas Sebelas Maret. Surakarta September 2016 halaman 774-780.

- M. Ameer Asset & Sugiyanto (2021), Analisa Biaya Kerugian Karena Mengalami Kondisi Kemacetan Akibat Perbaikan Jalan Ditinjau Dari Waktu Tunda Perjalanan Dan Kenaikan Bahan Bakar Minyak (BBM) Kendaraan, Rang Teknik Journal Vol. 4 No.1 Januari 2021 halaman 143-163, <http://jurnal.umsb.ac.id/index.php/RANGTEKNIKJOURNAL>, ISSN 2599-2081, e-ISSN 2599-2090
- Mousazadeh Gilandeh M, et al, 2021, Modelling of Queue Length in Freeway Work Zones – Case Study Karaj-Tehran Freeway, *Promet – Traffic&Transportation*, Vol. 33, 2021, No. 1, 49-59.
- Mujahidin MI et al, 2014, Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penyempitan Jalan (Bottleneck) Pada Pembangunan Flyover Palur (Studi Kasus : Jalan Raya Palur Km 7.5), *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil/Desember 2014/649* halaman 649-656
- Muttaqin MZ et al, 2014, Pengaruh Tundaan Dan Antrian Panjang Kendaraan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Akibat Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api (Studi Kasus Pada Perlintasan Kereta Api Purwosari), *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil/September 2014/344* halaman 344-350
- Narendra DB et al, 2020, Evaluasi Perlintasan Sebidang Jalan Rel dengan Jalan Raya di Kota Semarang (Studi Kasus: Perlintasan di Jalan Anjasmoro Raya, Jalan Madukoro Raya dan Jalan Kokrosono), *G-SMART Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata Semarang Volume 4 Nomor 1 Juni 2020* halaman 13-26, ISSN : 2620-5297 (online)
- Pemerintah Indonesia, 2009, Undang-Undang No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 96.
- Romadhona PJ & Shafira Artistika, 2020, Pengaruh Penutupan Perlintasan Sebidang Kereta Api Di Jalan H.O.S. Cokroaminoto, Yogyakarta, *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND) Vol. 15 No.2, Juli 2020* halaman 119-131, ISSN (Print) : 1858-2133, ISSN (Online) : 2477-3484
- Romadhona PJ dan Andrean Arif Suhanda , 2019, Hubungan Antara Kinerja Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak Di Gondomanan, Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil · A Scientific Journal Of Civil Engineering· Vol. 23 No. 1 · Januari 2019*, ISSN: 1411-1292 E-ISSN: 2541-5484
- Sinambela TP et al, 2021, Analisa Hubungan Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Konsumsi Bahan Bakar (Studi Kasus: Simpang Jl. A. A. Maramis – Jl. Ringroad II), *Jurnal TEKNO – Volume 19 Nomor 78 – Agustus 2021* halaman 159-170, ISSN: 0215-9617, <https://ejournal.unsrat.ac.id/>
- Yogama DY et al, 2016, Hubungan Antara Tundaan dan Panjang Antrian dengan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Pada Pendekat Simpang di Surakarta, *e-jurnal Matriks Teknik Sipil*, hal. 230-237, Maret 2016.

