

## ANALISIS KINERJA SIMPANG EMPAT TAK BERSINYAL (STUDI KASUS: SIMPANG EMPAT JL. PARIK PUTUIH)

GUNAWAN AZWAR<sup>1</sup>, MASRIL<sup>2</sup>, DEDDY KURNIAWAN<sup>3</sup>

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat<sup>1,2,3</sup>

Email : gun.widyatama@gmail.com<sup>1</sup>, mril603@gmail.com<sup>2</sup>, deddydkk@gmail.com<sup>3</sup>

**Abstrak:** Bukittinggi merupakan sebuah kota di Provinsi Sumatera Barat yang disebut kota wisata. Bertambahnya pertumbuhan kendaraan berimbas pada jumlah volume lalu lintas melebihi kapasitas ruas jalan yang ada, dampaknya yaitu terjadinya konflik arus lalu lintas pada suatu jaringan jalan. Persimpangan yang mengalami konflik adalah simpang Jl. Parik Putuih yang merupakan simpang tak bersinyal berlegan empat. Simpang Jl. Parik Putuih terletak di perbatasan Kota Bukittinggi dengan Kabupaten Agam yang merupakan Jl. Lintas Sumatera atau Jl. Raya Batusangkar. Ruas jalan ini merupakan jalan keluar masuk lalu lintas dari dan menuju Kota Bukittinggi. Kesibukan lalu lintas ini sering terjadi pada ruas jalan dan persimpangan jalan, terutama pada pagi hari, siang hari dan sore hari dimana pelajar, mahasiswa, pekerja, pedagang, serta wisatawan menuju ketempat tujuannya atau menuju ke tempat aktivitasnya, dengan kata lain saat aktivitas pemakai jalan sangat tinggi, yang akan memperlambat pergerakan kendaraan. Penelitian menggunakan metode kuantitatif yaitu melakukan survey di lapangan. Yang mana dilakukan selama 3 hari kerja. Hasil yang didapatkan jam puncak kendaraan ramai yaitu pada hari Sabtu yang memiliki derajat kejenuhannya  $DS = 3,71$  dengan hambatan samping tinggi dan mengalami tundaan rata-rata di jalan utama  $-1,76$ , di jalan simpang  $-2,75$ . Peluang antriannya juga tinggi yaitu  $855,86\%$  sampai  $2730,14\%$ .

**Kata kunci :** Arus Lalu Lintas, Derajat Kejenuhan, Hambatan Samping, Simpang Tak Bersinyal, Tundaan, Peluang Antrian.

**Abstract:** Bukittinggi is a city in West Sumatra Province which is known as a tourist city. The increasing growth of vehicles has an impact on traffic volume exceeding the capacity of existing roads, which is an incident of traffic flow conflict on a road network. The intersection that is experiencing conflict is the Jl. Parik Putuih which is a four-armed unsignalized intersection. Junction Jl. Parik Putuih is located on the border of Bukittinggi City with Agam Regency which is Jl. Lintas Sumatra or Jl. Kingdom of Batusangkar. This road section is a traffic exit from and to Bukittinggi City. This busy traffic often occurs on roads and crossroads, especially in the morning, afternoon and days when students, students, workers, traders, and tourists go to their destinations. or go to the place of activity, in other words when the activity of road users is very high, which will slow down the movement of vehicles. The research uses quantitative methods, namely conducting surveys in the field. Which is done for 3 working days. The results obtained at the peak of busy vehicles, namely on Saturdays which have a degree of saturation  $DS = 3.71$  with high side resistance and experience an average delay on the main road  $-1.76$ , at intersections  $-2.75$ . The queue probability is also high, namely  $855.86\%$  to  $2730.14\%$ .

**Kata kunci :** Traffic Flow, Degree of Saturation, Side Obstacle, Unsignalized Intersection, Delay, Queue Opportunity

### A. Pendahuluan

Bukittinggi merupakan sebuah kota di Provinsi Sumatera Barat yang disebut kota wisata. Yang mana semua wisatawan-wisatawan banyak perdatangan ke Bukittinggi, baik lokal maupun mancanegara. Oleh sebab itu, kota ini disebut jalur distribusi dan perdagangan yang sangat penting bagi Provinsi Sumatera Barat. Bertambahnya pertumbuhan kendaraan berimbas pada jumlah volume lalu lintas melebihi kapasitas ruas jalan yang ada, dampaknya yaitu terjadinya konflik arus lalu lintas pada suatu jaringan jalan.

Persimpangan yang mengalami konflik adalah simpang Jl. Parik Putuih yang merupakan simpang tak bersinyal berlegan empat. Simpang Jl. Parik Putuih terletak di perbatasan Kota Bukittinggi dengan

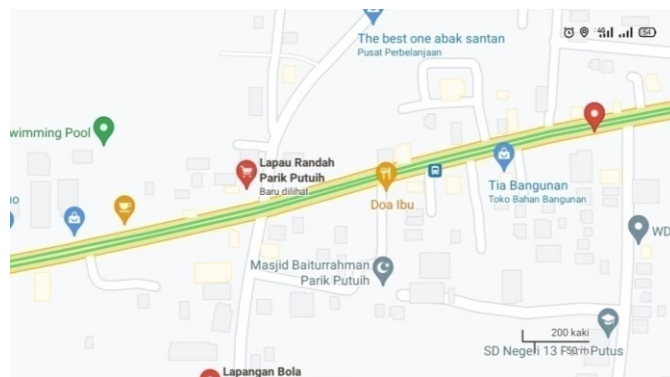
Kabupaten Agam yang merupakan Jl. Lintas Sumatera atau Jl. Raya Bukittinggi - Payakumbuh. Ruas jalan ini merupakan jalan keluar masuk lalu lintas dari dan menuju Kota Bukittinggi. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan yang keluar masuk dan merebut untuk jalan di persimpangan ini, dapat mengakibatkan kecelakaan dan menimbulkan kemacetan lalu lintas yang mempengaruhi kualitas dari pelayanan jalan tersebut. Kesibukan lalu lintas ini sering terjadi pada ruas jalan dan persimpangan jalan, terutama pada pagi hari, siang hari dan sore hari dimana pelajar, mahasiswa, pekerja, pedagang, serta wisatawan menuju ketempat tujuannya atau menuju ke tempat aktivitasnya, dengan kata lain saat aktivitas pemakai jalan sangat tinggi, yang akan memperlambat pergerakan kendaraan. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi pengoperasian sinyal lalu lintas sehingga kinerja simpang jadi optimal.

## B. Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah suatu ilmu pengetahuan yang menjelaskan sistematika penelitian berdasarkan fakta dan gejala yang terjadi secara objektif. Dalam penelitian ini metode penelitian yang dipakai bersifat kualitatif yaitu metode ini mengumpulkan data dari survei lapangan.

### 1. Lokasi Penelitian

Sebagai sumber untuk mendapatkan data-data dalam penulisan skripsi ini, penulis menetapkan salah satu persimpangan dari sekian banyak persimpangan yang ada di perbatasan Kota Bukittinggi – Kabupaten Agam sebagai objek penelitian yaitu persimpangan Jl. Parik Putuih atau Jl. Raya Bukittinggi - Payakumbuh. Lokasi penelitian ini secara umum ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1** Lokasi Penelitian

### 2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut :

#### a. Pengumpulan Data Primer

Pada umumnya data primer didapatkan dari survey-survei yang dilakukan secara langsung di lapangan untuk mendapatkan data persimpangan, yaitu :

#### b. Survey inventarisasi dan geometrik persimpangan

Survey investarisasi persimpangan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi persimpangan eksisting yaitu kondisi fisik persimpangan yang meliputi tipe persimpangan, bahu jalan, median, rambu, dan marka jalan serta perlengkapan persimpangan lainnya.

Adapun peralatan yang digunakan untuk pengambilan data diantaranya adalah:

- Alat tulis
- Formulir data,
- Stopwach* digunakan untuk mengukur pergantian waktu.
- Rollmeter untuk pengukuran.
- Kamera untuk mengambil foto situasi.
- Walking measure* (alat pengukuran jarak)
- Surveyor untuk mengamati arus lalu lintas yang keluar masuk ke persimpangan.

**Tabel 1** Formulir Pencatatan Volume Kendaraan

KODE MP	ARAH	SABTU ( 12 JUNI 2021)					MINGGU ( 13 JUNI 2021)					RABU ( 16 JUNI 2021)			
		HV	LV	MC	UM	TOTAL	HV	LV	MC	UM	TOTAL	HV	LV	MC	UM
A	LT														
	ST														
	RT														
	TOTAL														
C	LT														
	ST														
	RT														
	TOTAL														
B	LT														
	ST														
	RT														
	TOTAL														
D	LT														
	ST														
	RT														
	TOTAL														

3. Pelaksanaan Penelitian

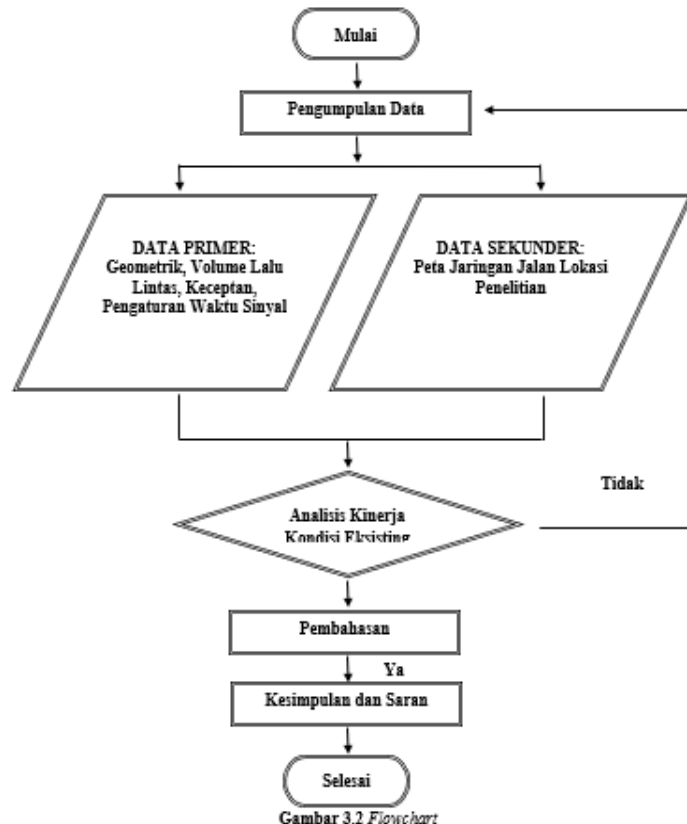
- a. Studi literatur untuk mendapatkan semua teori dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini untuk dijadikan acuan dalam penelitian.
- b. Pengumpulan data. Untuk mengidentifikasi masalah yang ada dan dilakukan pengumpulan data. Pengumpulan data adalah suatu upaya untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam mengidentifikasi permasalahan untuk menganalisa dan dibahas sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian studi ini.
- c. Pengolahan data diperoleh dari hasil survei yang telah dikumpulkan. Data yang telah terkumpul pada penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dilakukan pengolahannya. Analisis dan pembahasan Setelah melakukan serangkaian penelitian, maka dilakukan analisis dan pembahasan dari *output* berupa parameter dari persimpangan tersebut.

4. Waktu dan Jalan Penelitian

Untuk mendapatkan arus lalu lintas pada simpang akan dilakukan pada hari kerja. Perhitungan jumlah kendaraan dilakukan pada jam-jam sibuk atau jam-jam puncak pergerakan masyarakat.

Jam-Jam Puncak atau Jam Sibuk di persimpangan Jl. Parik Putuih :

- a. Rabu
  - Pagi = 07.00 WIB – 09.00 WIB
  - Siang = 12.00 WIB – 14.00 WIB
  - Sore = 16.00 WIB – 18.00 WIB
- b. Sabtu
  - Pagi = 07.00 WIB – 09.00 WIB
  - Siang = 12.00 WIB – 14.00 WIB
  - Sore = 16.00 WIB – 18.00 WIB
- c. Minggu
  - Pagi = 07.00 WIB – 09.00 WIB
  - Siang = 12.00 WIB – 14.00 WIB
  - Sore = 16.00 WIB – 18.00 WIB



### C. Pembahasan dan Analisa

#### 1. Karakteristik Lokasi Wilayah Studi

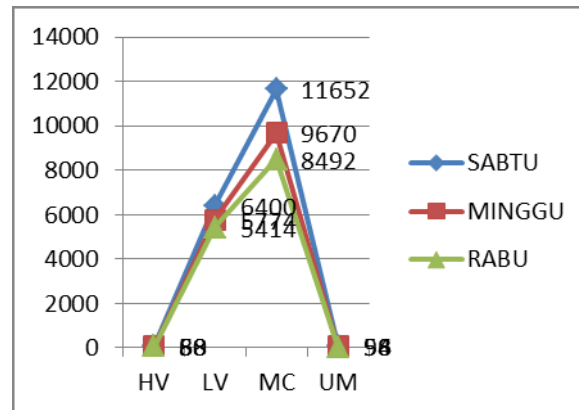
Pengambilan data dilakukan secara serempak ditiap arus jalan pada masing-masing simpang selama jam sibuk pagi, jam sibuk siang, dan jam sibuk sore dengan durasi masing-masing simpang selama 2 jam.

Jumlah kendaraan pada jam sibuk dapat dilihat di tabel :

**Tabel 2** Jumlah Kendaraan pada jam sibuk pada persimpangan Jl. Parik Putuih

KODE MP	ARAH	SABTU ( 12 JUNI 2021)					MINGGU ( 13 JUNI 2021)					RABU ( 16 JUNI 2021)				
		HV	LV	MC	UM	TOTAL	HV	LV	MC	UM	TOTAL	HV	LV	MC	UM	TOTAL
A	LT	2	302	501	1	806	2	298	477	2	779	3	233	476	0	712
	ST	2	141	132	7	282	1	56	149	2	208	0	77	82	4	163
	RT	2	320	348	3	673	3	283	354	1	641	2	299	367	1	669
	TOTAL	6	763	981	11	1761	6	637	980	5	1628	5	609	925	5	1544
C	LT	7	309	521	5	842	1	323	459	4	787	0	330	449	2	781
	ST	3	151	119	9	282	2	74	86	1	163	2	78	118	1	199
	RT	4	272	436	0	712	0	342	460	0	802	4	319	354	3	680
	TOTAL	14	732	1076	14	1836	3	739	1005	5	1752	6	727	921	6	1660
B	LT	5	221	487	6	719	1	231	337	4	573	2	219	329	0	550
	ST	6	422	841	0	1269	7	297	851	0	1155	9	331	483	7	830
	RT	3	218	353	7	581	3	279	250	5	537	0	147	346	1	494
	TOTAL	14	861	1681	13	2569	11	807	1438	9	2265	11	697	1158	8	1874
D	LT	0	217	692	7	916	2	321	267	0	590	4	154	244	0	402
	ST	7	426	948	2	1383	5	132	872	8	1017	3	342	677	2	1024
	RT	3	201	448	1	653	3	251	273	2	529	0	178	321	6	505
	TOTAL	10	844	2088	10	2952	10	704	1412	10	2136	7	674	1242	8	1931

Grafik perbandingan jumlah perhitungan kendaraan pada jam sibuk atau jam puncak terdapat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik Perbandingan Perhitungan Kendaraan

Berdasarkan tabel dan grafik di atas volume puncak kendaraan terjadi pada hari Sabtu.

## 2. Karakteristik Operasional Lalu Lintas

**Tabel 2** Arus Lalu Lintas

Kode Pendekat	Arah	Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (MV)									Kend. Tak Bermotor (UM)
		Kendaraan Berat (HV)		Kendaraan Ringan (LV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Bermotor Total (MV)			
		emp = 1,3		emp = 1,0		emp = 0,5					
		Kend/ jam	smp/jam	Kend/ jam	smp/jam	Kend/ jam	smp/jam	Kend/ jam	smp/jam	Ratio Belok	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(Jl. Simpang A)	LT	2	3	302	302	501	251	805	555	0,46	1
	ST	2	3	141	141	132	66	275	210	-	7
	RT	2	3	320	320	348	174	670	497	0,38	3
	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>763</b>	<b>763</b>	<b>981</b>	<b>491</b>	<b>1750</b>	<b>1261</b>	<b>-</b>	<b>11</b>
(Jl. Simpang C)	LT	7	9	309	309	521	261	837	579	0,46	5
	ST	3	4	151	151	119	60	273	214	-	9
	RT	4	5	272	272	436	218	712	495	0,39	0
	<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>732</b>	<b>732</b>	<b>1076</b>	<b>538</b>	<b>1822</b>	<b>1288</b>	<b>-</b>	<b>14</b>
<b>Total A+C</b>		20	26	1495	1495	2057	1029	3572	2550		25
(Jl. Utama B)	LT	5	7	221	221	487	244	713	471	0,27	6
	ST	6	8	422	422	841	421	1269	850	-	0
	RT	3	4	218	218	353	177	574	398	0,23	7
	<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>861</b>	<b>861</b>	<b>1681</b>	<b>841</b>	<b>2556</b>	<b>1720</b>	<b>-</b>	<b>13</b>
(Jl. Utama D)	LT	0	0	217	217	692	346	909	563	0,3	7
	ST	7	9	426	426	948	474	1381	909	-	2
	RT	3	4	201	201	448	224	652	429	0,23	1
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>844</b>	<b>844</b>	<b>2088</b>	<b>1044</b>	<b>2942</b>	<b>1901</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
<b>TOTAL B+D</b>		24	31	1705	1705	3769	1885	5498	3621		23
Simpang + Utan	LT	14	18	1049	1049	2201	1101	3264	2168	1,49	19
	ST	18	23	1140	1140	2040	1020	3198	2183	-	18
	RT	12	16	1011	1011	1585	793	2608	1819	1,23	11
Tot. Arus L.L.Jl. Utama + Simpang		44	57	3200	3200	5826	2913	9070	6170	-	48
RASIO KENDARAAN TIDAK BERMOTOR DENGAN KENDARAAN BERMOTOR ( UM/MV)											0,0053
RASIO KENDARAAN BELOK KIRI ( PLT % )											35,99%
RASIO KENDARAAN BELOK KANAN ( PRT % )											28,75%
RASIO KENDARAAN JALAN MINOR ( PMI )											0,39

### Derajat Kejuhan (DS)

Derajat kejuhan persimpang Jl. Parik Putuih diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$DS = \frac{q}{c}$$

$$DS = \frac{6170}{1661,25} = 3,71$$

Derajat kejuhan untuk persimpangan Jl. Parik Putuih kondisi sekarang adalah 3,71 > 0,85 derajat kejuhan yang diijinkan MKJI 1997. Sehingga perlu dilakukan pengaturan ulang simpang.

### Tundaan

#### a. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTI)

Persimpangan Jl. Parik Putuih memiliki derajat kejuhan 3,71, untuk DS > 0,85, menggunakan rumus:

$$DTI = \frac{1,0504}{0,2742 - 0,2042 \times DS}$$

$$DTI = \frac{1,0504}{0,2742 - 0,2042 \times 3,71} = -2,17 \text{ det/smp}$$

b. Tundaan Rata-Rata Jalan Utama (Dma)

Persimpangan Jl. Parik Putuih mempunyai derajat kejenuhan sebesar 3,71, untuk DS > 0,6 menggunakan rumus:

$$Dma = \frac{1}{0,346 - 0,246 \cdot DS}$$

$$Dma = \frac{1}{0,346 - 0,246 \times 3,71}$$

$$Dma = -1,76 \text{ det/smp}$$

Jadi tundaan rata-rata jalan utama (Dma) pada persimpangan Jl. Parik Putuih ialah -1,76 det/smp

c. Tundaan Rata-rata Jalan Simpang (Dmi)

$$Dmi = \frac{(Q_{tot} \times D_{t1}) - (Q_{ma} \times D_{ma})}{Q_{mi}}$$

$$Dmi = \frac{6170 \times (-2,17) - (3621 \times (-1,76))}{2550}$$

$$Dmi = -2,75 \text{ det/smp}$$

**Hambatan samping**

Data yang diambil dalam survey hambatan samping yaitu pejalan kaki, pejalan kaki yang menyebrang, parkir kendaraan dan berhenti dan kendaraan keluar + masuk.

**Tabel 3.** Hambatan Samping

Tipe Kendaraan Hambatan Samping	Sabtu	Minggu	Rabu
Pejalan Kaki	879	783	677
Pejalan Kaki Menyeberang	879	783	677
Parkir Kendaraan dan Berhenti	567	512	478
Kendaraan Keluar Masuk	0	0	0
Total	2325	2078	1832

Dari analisis tabel kelas hambatan samping diatas, didapatkan bahwa pada hari Sabtu termasuk kedalam hambatan samping yang tinggi, kemudian didapatkan penilaian besarnya hambatan samping menurut MKJI pada pejalan kaki yaitu > 220 (tinggi), pejalan kaki penyeberang (tinggi), parkir kendaraan dan berhenti (tinggi), dan kendaraan keluar + masuk 0 (rendah).

**Peluang Antrian**

Untuk peluang antrian terdapat 2 rumus yang digunakan yaitu batas atas dan batas bawah:

Rumus batas atas :

$$QP\% = 47,71 \times DS - 24,68DS^2 + 56,47 \times DS^3 \quad (4.10)$$

$$QP\% = 47,71 \times 3,71 - 24,68 \times 3,71^2 + 56,47 \times 3,71^3$$

$$QP\% = 2730,14 \%$$

Batas bawah :

$$QP\% = 9,02 \times DS - 20,65DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

$$QP\% = 9,02 \times 3,71 - 20,65 \times 3,71^2 + 10,49 \times 3,71^3$$

$$QP\% = 855,86 \%$$

Jadi peluang peluang antrian pada persimpangan Jl. Parik Putuih ini adalah 855,86% – 2730,14%. Karena derajat kejenuhan (DS) kondisi sekarang > 0,85, maka untuk meminimalisasikan kemacetan dapat dilakukan pelebaran jalan dan mengubah tipe simpang.

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan pelebaran jalan simpang dari 2,13 menjadi 10,00 m atau 12,00, lengan jalan utama dari 4,35 menjadi 14,00 m dan tipe simpang yang digunakan adalah 424.

### Kinerja Lalu Lintas

**Tabel 4** Kinerja Lalu Lintas

Pilihan	Arus Lalu Lintas Q (smp/jam)	Derajat Kejenuhan DS= Q/C	Tundaan Rata-rata (det/smp)			Peluang antrian Qp %	sasaran
			Total D	Jl. Utama Dma	Jl. Simping Dmi		
0	6170	3,71	-2,17	-1,76	-2,75	855,86-2730,14	DS > 0,85, Tidak memenuhi
1	2832	1,53	-27,74	-33,40	16,61	99,45-216,82	DS > 0,85, Tidak memenuhi
2	2832	1,10	21,57	13,45	4,85	49,72-98,63	DS > 0,85, Tidak memenuhi
3	2832	0,84	10,14	7,12	1,15	28,08-55,58	DS < 0,85, Memenuhi
4	2832	0,80	9,41	6,66	0,99	25,55-50,82	DS < 0,85, Memenuhi

Untuk mengurangi kemacetan pada persimpangan Jl. Parik Putuih, dilakukan perhitungan seperti tabel 8, dan hasil yang didapatkan DS<0,85, agar dapat mengurangi kemacetan. Dan hasil yang didapatkan yaitu DS = 0,84 atau DS = 0,80.

### D. Penutup

Dari hasil perhitungan Kinerja Persimpangan Jl. Parik Putuih Kota dapat diambil kesimpulan:

1. Setelah dilakukan survey selama 3 hari yaitu pada hari Sabtu, 12 Juni 2021, Minggu, 13 Juni 2021, dan Rabu, 16 Juni 2021, maka jam sibuk terjadi pada hari Sabtu, 12 Juni 2021
2. Derajat Kejenuhan (DS) semula tinggi yaitu DS = 3,71.

Kendaraan Bermotor Total (MV)	Kapasitas Sebenarnya (C)	Derajat Kejenuhan (DS)
a	b	c = a : b
6170	1661.25	3.71

3. Hambatan samping tinggi
4. Peluang antrian tinggi yaitu 855,86% - 2730,14%

### Saran

Dari hasil perhitungan Kinerja Persimpangan Jl. Parik Putuih, penulis menyampaikan beberapa saran:

1. Diharapkan melakukan pelebaran lengan jalan utama untuk mengurangi kemacetan dan kecelakaan dari DS = 3,17 menjadi 0,84 atau 0,80. Agar kinerja lalu lintas dapat memenuhi sasaran yaitu DS<0,85
2. Menghilangkan hambatan samping tinggi menjadi rendah dengan cara pelebaran lengan jalan simpang yang semula 2,13 menjadi 10,00 atau 12,00 dan lengan simpang jalan utama semula 4,35 menjadi 14,00
3. Tipe simpang yang digunakan setelah pengujian adalah 424

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. A. (2008). *Rekayasa Lalu Lintas*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang.
- Amal, Andi Syaiful. (2017). Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Empat Taman Dayu Kabupaten Pasuruan). *Jurnal Teknik Sipil*. Malang : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
- Chotimah, Chusnul dan Rachmawati Rosita. (2017). Analisa Kinerja Simpang Tiga Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Imam Bonjol dan Jl. Hasanuddin, Semarang). *Undergraduate Thesis*. Semarang : Fakultas Teknik UNISSULA.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Herbin, F. Betaubun dkk. (2018). Analisis Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Menggunakan Aplikasi Kaji (Studi Kasus: Simpang Seringgu di Kabupaten Merauke). *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol 7 No.3, Desember 2018 ISSN 2089-6697*. Merauke : Jurusan Teknik Sipil, Universitas Musamus Merauke.
- Morlok, Edward. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Munawar, Ahmad. (2006). *Managemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta.
- Ratnasari, S. (2018). *Analisis kinerja simpang empat tak bersinyal pada Simpang Songhin Merawang* (Doctoral dissertation, Universitas Bangka Belitung).
- Saputra, Parada A E. (2018). Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Bersinyal Jlan Sudirman – Jalan Tuanku Tambusai Pekanbaru. *Juitech/ Vol.02/ No.01/ Maret 2018/ p-ISSN: 2580-4057/ e-ISSN: 2597-7261*.
- Siska, Aulia. (2019). Analisis Kinerja Persimpangan pada Kawasan Sekolah SMPN 1 dan SMPN 5 Kabupaten Agam. *Skripsi*. Bukittinggi: Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- SITANGGANG, O. Y. (2019). *ANALISIS KINERJA SIMPANGTAK BERSINYAL (STUDI KASUS SIMPANG 4 UNIMED JALAN WILLIAM ISKANDAR)* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Medan).
- Sugiharti, P., & Widodo, W. (2013). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang 3 Tak Bersinyal Jl. Raya Seturan-Jl. Raya Babarsari-Jl. Kledokan, Depok, Sleman, Yogyakarta), Konferensi Nasional Teknik Sipil 7.