

# EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL PULAU INDAH DI KOTA KUPANG

Yunia Arintayanti<sup>1</sup> , Yuanda Patria Tama<sup>2</sup> , dan Widorisnomo<sup>3</sup>

Jl. Raya Setu KM. 3,5 Cibuntu Cibitung Bekasi  
Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD  
E-mail: [yuniaarintayanti01@gmail.com](mailto:yuniaarintayanti01@gmail.com)

## ABSTRACTS

*It is necessary to optimize performance at the Pulau Indah intersection in Kupang City. The Pulau Indah signalized intersection is located in West Oesapa Village, Kelapa Lima District, Kupang City. The aim is to analyze the performance of the Pulau Indah intersection in existing conditions and provide alternative solutions so that the performance of the intersection is more optimal. To improve the performance of the Pulau Indah intersection, alternative improvements are carried out by changing the cycle time, changing the phase from 3 phases to 2 phases, changing the phase to 2 phases are accompanied by geometric changes.*

*Keywords: Signalized Intersection, Degree of Saturation, Queue Length, Delay.*

## ABSTRAK

Diperlukan pengoptimalan kinerja pada simpang tiga Pulau Indah di Kota Kupang. Simpang tiga bersinyal Pulau Indah terletak di Kelurahan Oesapa Barat, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang. Tujuannya untuk menganalisa kinerja simpang Pulau Indah dalam kondisi eksisting serta memberikan solusi alternatif agar kinerja simpang tersebut lebih optimal. Untuk meningkatkan kinerja simpang tiga Pulau Indah dilakukan alternatif perbaikan dengan melakukan Perubahan waktu siklus, Perubahan Fase yang tadinya 3 fase menjadi 2 fase, Perubahan fase menjadi 2 fase disertai dengan perubahan geometrik.

Kata Kunci: Simpang Bersinyal, Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, Tundaan.

## PENDAHULUAN

Simpang tiga bersinyal Pulau Indah merupakan simpang yang memiliki tiga fase dengan rata-rata waktu siklus sebesar 77 detik. Simpang ini memiliki 3 kaki simpang dengan jumlah pendekat minor 1 dan jumlah pendekat mayor 2. Simpang tiga bersinyal Pulau Indah memiliki lebar pendekat yang berbeda-beda, tata guna lahan dilahan dipersimpangan merupakan daerah komersial. Dari hasil analisis kinerja pada simpang tiga Pulau Indah memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,75 panjang antrian terpanjang yaitu 157 meter, rata-rata tundaan sebesar 44,19 detik/smp dan kendaraan terhenti sebesar 1,02 dengan *Level of Service* simpang tiga Pulau Indah E dimana simpang tersebut dapat dikategorikan sebagai simpang yang perlu mendapatkan perhatian.

## KAJIAN PUSTAKA

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) menjelaskan bahwa persimpangan dimaknai sebagai semua area dimana setidaknya dua jalan bertemu atau berpotongan, termasuk jalan dan fasilitas lalu lintas (Indonesia 1997).

## METODE

## Metode Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data sekunder dan primer antara lain, yaitu:

### 1. Data Sekunder

Dinas Perhubungan dan Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) untuk memperoleh peta jaringan jalan dan data jaringan jalan Kabupaten Bantaeng, serta Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda). untuk mendapatkan peta tata guna lahan.

### 2. Data Primer

#### 1) Survei Inventarisasi Jalan

Survei ini dilakukan untuk memperoleh data tentang Panjang jalan, lebar dimensi jalan, serta kelengkapan prasarana fasilitas jalan seperti rambu, marka jalan, trotoar, fasilitas penyeberangan, median serta penerangan jalan dan kelengkapan lainnya pada Simpang Empat Polisi Militer. Selain itu, juga untuk mengetahui tata guna lahan disekitar Simpang Empat Polisi Militer yang berguna dalam analisis permasalahannya. Dengan data ini maka dapat diketahui Panjang dan lebar jalan, jumlah dan jenis rambu, kondisi tata guna lahan, serta prasarana jalan lainnya.

#### 2) Survei *Classified Turning Movement Counting* (CTMC)

Tujuan pelaksanaan survei gerakan membelok terklasifikasi ini adalah untuk mendesain geometrik persimpangan, menganalisa sistem pengendalian persimpangan dan kapasitas dengan referensi khusus terhadap lalu lintas yang belok kanan dan studi-studi hambatan.

#### 3) Survei waktu siklus simpang.

Survei waktu siklus dimaksudkan untuk mengetahui dan memperoleh durasi atau lama waktu siklus yang terjadi pada tiap kaki pendekat simpang. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survei ini adalah dengan melakukan pengamatan, pengukuran, serta mencatat lama durasi waktu hijau, waktu antar hijau, dan total waktu siklus. Survei ini dilakukan di simpang yang menjadi wilayah kajian pada hari kerja serta tidak terdapat kegiatan – kegiatan yang bersifat insidental yang dapat mempengaruhi karakteristik pergerakan kendaraan pada simpang yang dikaji.

## Teknik Analisis Data

Analisis Kinerja Persimpangan saat ini

Tahapan analisis ini menggunakan pendekatan dari pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan data yang didapatkan dari hasil analisis Tim PKL Kota Kupang 2023 tepatnya pada simpang tiga Pulau Indah di Kota Kupang.

## Analisis Peningkatan Kinerja Persimpangan Kondisi Usulan

Analisis kondisi usulan ini dilakukan dengan cara mencari kinerja persimpangan dari kondisi saat ini yang kemudian dilakukan pengoptimalisasi yaitu meningkatkan kinerja dari kinerja persimpangan yang memiliki kinerja buruk untuk memberikan usulan-usulan yang tepat dan efektif. Usulan - usulan yang diberikan sebagai berikut:

- Menghitung dan menyesuaikan waktu siklus sesuai dengan volume lalu lintas pada saat ini
- Perubahan Fase yang sebelumnya 3 fase menjadi 2 fase.
- Kombinasi usulan kedua dengan perubahan geometrik simpang untuk mendapatkan hasil yang optimal. Perubahan geometrik dilakukan pada kaki simpang yang memiliki volume tinggi yang tidak sebanding dengan kapasitas pada kaki simpang tersebut sehingga menciptakan permasalahan dalam persimpangan

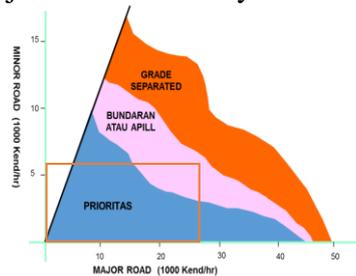
### Analisis Perbandingan Peningkatan Kinerja Persimpangan

Tahapan analisis ini yaitu dengan membandingkan peningkatan kinerja dengan kondisi saat ini untuk mendapatkan pilihan yang paling optimal untuk meningkatkan kinerja persimpangan Pulau Indah Kota Kupang.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Penentuan Tipe Kendali Simpang

Menentukan tipe pengendalian simpang dapat digunakan grafik tipe pengendalian simpang dengan menggunakan jumlah kendaraan yang melintas selama 24 jam atau dengan faktor k dimana faktor k digunakan 8% karena merupakan daerah komersial dan jalan arteri. Didapatkan kendaraan yang melintas di jalan mayor sebanyak 2.347 kend/jam dan pada jalan minor sebanyak 492 kend/jam.



#### Kondisi Usulan

Dalam peningkatan kinerja dilakukan beberapa usulan

- Perubahan Waktu Siklus
- Mengubah fase dari 3 fase menjadi 2 fase.
- Mengubah fase dari 3 fase menjadi 2 fase disertai dengan perubahan geometrik jalan.

#### Perhitungan Kondisi Usulan

##### A. Waktu Siklus

Untuk menghitung waktu siklus dapat digunakan rumus

$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - \sum FR_{crit})}$$

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times Pri$$

**Tabel 1.** Waktu Siklus Kondisi Usulan Simpang Pulau Indah

	<b>Usulan</b>	<b>Timur Raya 2 (T)</b>	<b>Pulau Indah (S)</b>	<b>Timur Raya 3 (B)</b>
<b>I</b>	Waktu Hijau (g)	21	14	6
	Waktu Siklus (c)	57	57	57
<b>II</b>	Waktu Hijau (g)	25	5	25
	Waktu Siklus (c)	40	40	40
<b>III</b>	Waktu Hijau (g)	15	5	15
	Waktu Siklus (c)	31	31	31

### **B. Kapasitas**

Untuk mendapat nilai kapasitas digunakan rumus

$$C = S \times (g/c)$$

**Tabel 2.** Kapasitas Kondisi Usulan Simpang Pulau Indah

	<b>Usulan</b>	<b>Timur Raya 2 (T)</b>	<b>Pulau Indah (S)</b>	<b>Timur Raya 3 (B)</b>
<b>I</b>	Arus Jenuh	5040	4246	4582
	Waktu Hijau (g)	21	14	6
	Waktu Siklus (c)	57	57	57
	Kapasitas	1886	476	1144
<b>II</b>	Arus Jenuh	5040	3665	4581
	Waktu Hijau (g)	25	5	25
	Waktu Siklus (c)	40	40	40
	Kapasitas	3106	497	2824
<b>III</b>	Arus Jenuh	5040	3665	5498
	Waktu Hijau (g)	15	5	15
	Waktu Siklus (c)	31	31	31
	Kapasitas	2493	646	2720

### **C. Derajat Kejenuhan**

Untuk menghitung derajat kejenuhan digunakan rumus

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C}$$

**Tabel 3.** Derajat Kejenuhan Kondisi Usulan Simpang Pulau Indah

	Usulan	Timur Raya 2 (T)	Pulau Indah (S)	Timur Raya 3 (B)
<b>I</b>	Arus	1322	334	802
	Kapasitas	1886	476	1144
	Derajat Kejenuhan	0,70	0,70	0,70
<b>II</b>	Arus	2083	1228	334
	Kapasitas	3106	497	2824
	Derajat Kejenuhan	0,67	0,67	0,43
<b>III</b>	Arus	1286	334	1228
	Kapasitas	2493	646	2720
	Derajat Kejenuhan	0,52	0,52	0,45

**D. Antrian**

Rumus mencari panjang antrian ada 2 meliputi:

$$NQ1 = 0,25 \times C \times (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}}$$

Apabila  $DS < 0,5$  maka  $NQ1 = 0$

$$NQ2 = C \times \frac{1 - GR}{(1 - GR) \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Apabila NQ sudah diketahui maka menggunakan rumus berikut untuk mendapatkan panjang antrian:

$$QL = \frac{(NQ_{max} \times 20)}{W_{masuk}}$$

**Tabel 4.** Panjang Antrian Kondisi Usulan Simpang Pulau Indah

	Usulan	Timur Raya 2 (T)	Pulau Indah (S)	Timur Raya 3 (B)
<b>I</b>	Arus	1322	334	802
	Kapasitas	1886	476	1144
	Derajat Kejenuhan	0,70	0,70	0,70
	Panjang Antrian (smp)	66,82	28,69	48,73

<b>II</b>	Arus	2083	1228	334
	Kapasitas	3106	497	2824
	Derajat Kejenuhan	0,67	0,67	0,43
	Panjang Antrian(smp)	57,35	20,33	28,85
<b>III</b>	Arus	1286	334	1228
	Kapasitas	2493	646	2720
	Derajat Kejenuhan	0,52	0,52	0,45
	Panjang Antrian(smp)	24,90	13,03	22,70

### E. Tundaan

Tundaan di bagi menjadi 2,yaitu:

Tundaan Lalu Lintas

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3.600}{c}$$

Tundaan geometrik

$$DG = (1 - Psv) \times Pt \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk menghitung tundaan rata-rata dapat menggunakan rumus:

$$D = DT + DG$$

**Tabel 5.** Tundaan Kondisi Usulan Simpang Empat Polisi Militer

Usulan		Timur Raya 2 (T)	Pulau Indah (S)	Timur Raya 3 (B)
<b>I</b>	DT	16,36	29,35	21,49
	DG	3,25	4,02	3,54
	D	19,61	33,37	25,03
<b>II</b>	DT	5,66	20,29	4,06
	DG	2,58	4,02	2,18
	D	8,24	24,31	6,23
<b>III</b>	DT	5,31	11,63	5,31
	DG	2,60	4,18	2,57
	D	7,91	15,81	7,61

Perbandingan kondisi eksisting dengan kondisi usulan

## A. Derajat Kejenuhan

Tabel 6. Perbandingan Kinerja Berdasarkan Derajat Kejenuhan

SIMPANG PULAU INDAH	DERAJAT KEJENUHAN EKSISTING	USULAN		
		I	II	III
TIMUR RAYA (2)	0,98	0,70	0,67	0,52
TIMUR RAYA (3)	0,66	0,70	0,43	0,45
PULAU INDAH	0,92	0,70	0,67	0,52

Berdasarkan tabel 7, menunjukkan kinerja Simpang Pulau Indah berdasarkan derajat kejenuhan. Kinerja Simpang yang pada penyesuaian waktu siklus I menunjukkan penurunan rata-rata sebesar 0,05 pada penyesuaian waktu siklus II mengalami penurunan sebesar 0,16 dan pada usulan III derajat kejenuhan simpang Pulau Indah mengalami penurunan sebesar 0,26.

## B. Panjang Antrian

Tabel 7. Perbandingan Kinerja Berdasarkan Panjang Antrian

SIMPANG PULAU INDAH	PANJANG ANTRIAN EKSISTING	PANJANG ANTRIAN USULAN		
		I	II	III
TIMUR RAYA (2)	157 m	66,82 m	57,35 m	24,90 m
TIMUR RAYA (3)	71 m	48,73 m	28,85 m	22,70 m
PULAU INDAH	49 m	28,69 m	20,33 m	13,04 m

Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan kinerja Simpang Pulau Indah berdasarkan panjang antrian. Kinerja Simpang yang mengalami penyesuaian waktu siklus menunjukkan penurunan rata-rata sebesar 2 m pada waktu siklus I, penurunan rata-rata panjang antrian sebesar 12,5 m pada penyesuaian usulan II. Pada kondisi usulan III berdasarkan pada tabel dibawah ini maka rata-rata panjang antrian mengalami penurunan sebesar 37 meter.

## C. Tundaan

Tabel 8. Perbandingan Kinerja Berdasarkan Tundaan Simpang

SIMPANG PULAU INDAH	EKSISTING	TUNDAAN USULAN		
		I	II	III
Tundaan	44,19	21,66	9,04	8,72
Selisih	0	23,24	35,86	36,19
Tingkat Pelayanan	E	C	B	B

Terjadi penurunan tundaan pada kondisi eksisting yaitu 44,19 , mengalami penurunan sebesar 23,24 det/smp pada usulan I, mengalami penurunan sebesar 35,86 det/smp pada usulan II, dan mengalami penurunan sebesar 36,19 det/smp pada penyesuaian waktu siklus III.

## KESIMPULAN

1. Simpang Pulau Indah merupakan Simpang tiga bersinyal, dari hasil analisis kinerja simpang pada kondisi eksisting maka didapatkan nilai tundaan rata-rata 44,19 detik/smp, nilai derjat kejenuhan senilai 0,75, panjang antrian yang masih tinggi dengan panjang antrian terpanjang sejauh 157 m dan tingkat pelayanan pada simpang Pulau Indah yaitu E (buruk).
2. Untuk meningkatkan kinerja persimpangan tersebut maka diusulkan beberapa alternatif untuk memperbaiki kinerja simpang tersebut, dengan cara dilakukannya perhitungan waktu siklus dengan hasil tundaan menjadi 21,66 det/smp, perubahan fase serta menghasilkan tundaan menjadi 9,04 det/smp, perubahan fase dan disertai dengan perubahan geometrik pada simpang menghasilkan penurunan pada tundaan menjadi 8,71 detik/smp.
3. Dari hasil analisis kinerja simpang Pulau Indah dapat ditingkatkan pelayanannya dengan 2 cara yaitu untuk dalam jangka waktu yang pendek dilakukan usulan II yaitu perubahan fase pada persimpangan yang semula dari 3 fase menjadi 2 fase hal tersebut dapat dilihat dari tundaan yang awalnya pada kondisi eksisting yaitu 44 detik/smp mengalami penurunan menjadi 9,04 detik/ smp hal tersebut terjadi karena adanya perubahan waktu siklus yang sudah disesuaikan yang semula dari 77 detik/smp menjadi 31 detik/smp. Dan dalam jangka waktu menengah dilakukan usulan III yaitu perubahan fase dari 3 menjadi 2 fase beserta perubahan geometrik pada simpang yaitu berupa perubahan pada kaki simpang bagian Timur dengan memanfaatkan bahu jalan dengan memanfaatkan jalur belok kiri langsung sehingga dapat melebarkan radius mulut simpang, sedangkan pada kaki simpang bagian Barat dilakukan perubahan geometrik berupa pelebaran jalan arah masuk (wa) yang tadinya 5 meter menjadi 6 meter, saat kondisi usulan III tundaan yang terjadi mengalami penurunan menjadi 8,71 detik/smp.

## SARAN

Saran yang dapat diambil dari hasil analisis dan pembahasan data adalah sebagai berikut:

1. Perlunya dilakukan peningkatan kinerja simpang oleh Dinas Perhubungan Kota Kupang yang semula buruk agar lebih baik berdasarkan indikator tingkat kinerja persimpangan bersinyal. Untuk melakukan peningkatan pelayanan pada Simpang Pulau Indah maka diperlukan manajemen rekayasa lalu lintas berupa perubahan fase dari 3 fase menjadi 2 fase dan perubahan geometrik simpang, dikarenakan apabila menerapkan usulan III akan membutuhkan waktu yang lebih lama dan juga dengan mempertimbangan dari sisi biaya yang lebih mahal dan juga tenaga yang lebih banyak, maka dari itu saran yang diberikan penulis untuk jangka pendek yaitu menerapkan usulan II dengan perubahan fase dari 3 menjadi 2 fase.
2. Perlu dilakukan pengawasan dan evaluasi peningkatan kinerja persimpangan oleh Dinas Perhubungan Kota Kupang, hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi akan terjadinya peningkatan volume arus lalu lintas sehingga pengaturan APILL dapat disesuaikan dengan kondisi lalu lintas yang ada, Pada kondisi tersebut penulis mengusulkan opsi perubahan fase 3 fase menjadi 2 fase disertai dengan perubahan geometrik berupa pelebaran pada lebar masuk pada kaki simpang barat, dan menerapkan LTOR (belok kiri jalan terus) dengan memanfaatkan bahu jalan.

3. Perlu dilakukan suatu kebijakan oleh Dinas Perhubungan Kota Kupang mengenai pembatasan kendaraan berat yang melewati Simpang Pulau Indah pada waktu sibuk yaitu pada saat pergi bekerja dan pulang bekerja. Dikarenakan banyaknya kendaraan sepeda motor yang melewati Simpang Pulau Indah jam sibuk sehingga membutuhkan kapasitas yang cukup untuk menampung kendaraan pada saat fase merah.
4. Perlu adanya perbaikan dan pengadaan fasilitas kelengkapan jalan oleh Dinas Perhubungan dan berkoordinasi dengan Dinas Pekerjaan Umum misalnya saja terkait perbaikan jalan yang terdapat pada ruas Jalan Pulau Indah dan Timur Raya agar pengguna jalan mampu memanfaatkan ruang lalu lintas dan menciptakan ketertiban dan keamanan dalam berkendara.

## REFERENSI

- \_\_\_\_\_, 2009. Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Direktorat Jendral Perhubungan Darat, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2011. Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2006. Peraturan Meteri Perhubungan No. 14 Tahun 2006 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas.
- \_\_\_\_\_, 2014. Peraturan Meteri Perhubungan No. 49 Tahun 2014 Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.
- \_\_\_\_\_, 2014. Peraturan Meteri No. 34 Tahun 2014 Tentang Marka Jalan.
- AASHTO. (2001). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. In *American Association of State Highway and Transportation Officials*. [www.transportation.org](http://www.transportation.org)
- Ahmad Munawar. 2004. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta : Penerbit Beta Offset.
- Ayunda, N., & Elvina, I. (2021). ANALISIS KINERJA SIMPANG APILL DAN RHK DI KOTA PALANGKA RAYA STUDI KASUS: JL. TJILIK RIWUT–JL. KAHAYAN. *NAROTAMA JURNAL TEKNIK SIPIL*, 5(2), 37-44.
- Azizah, A. N., Budiharjo, A., & Maimunah, S. (2022). Kajian Manajemen Lalu Lintas di Kawasan Pasar Bogor. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 23(1), 1-8.
- Badan Pusat Statistik, 2023, Kota Kupang Dalam Angka 2022, Kota Kupang: Badan Pusat Statistik Kota Kupang.
- BARRYANA KINASIH, B. A. R. R. Y. A. N. A. (2022). *OPTIMALISASI KINERJA PADA SIMPANG EMPAT KARTASURA DI KABUPATEN SUKOHARJO* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK TRASPORTASI DARAT INDONESIA-STTD).
- Defitria, M. (2022). *OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL SEMABUNG DI KOTA PANGKALPINANG* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA\_STTD).

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Hartono, H., Wibowo, A. W., & Lestari, F. (2021). Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Pada Kawasan Simpang 3 (Tiga) Jembatan Ngujang-Jalan Raya Ngantru. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 23(2), 204-216.
- Hidayati, N., Nugroho, M. R. A., Mulyono, G. S., & Magfirona, A. (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Bersinyal (Studi Kasus Simpang Universitas Muhammadiyah Surakarta). *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 14(2), 47-51.
- Hobbs, F.D. 1979. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada
- Kelompok PKL Kota Kupang, 2023, Laporan Umum Taruna Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Program D3 Manajemen Transportasi Jalan, Pola Umum Transportasi Darat Kota Kupang, Bekasi.
- NIDYA INGGIS ANJANI, I. N. G. G. I. S. (2022). *OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG BANDAR NGALIM DI KOTA KEDIRI* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD).
- Prasetyo, P. Y., Priyanto, S., & Muthohar, I. (2021). PENGATURAN POLA ARUS LALU LINTAS DI KAWASAN PLTU KARANGKANDRI CILACAP (Studi Kasus: Ruas Jalan Lingkar Timur Cilacap). *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 23(1), 1-17.
- REZEKI ARINI, A. R. I. N. I. (2022). *PENINGKATAN KINERJA SIMPANG 3 BERSINYAL KANTOR POS DI KOTA PANGKALPINANG* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD).
- Risdiyanto. (2014). *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Leutika Nouvalitera.
- Susilo, B. H., & Solihin, Y. (2011). Modification of saturation flow formula by width of road approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 16, 620-629.
- Transportation Research Board, 1994, Highway Capacity Manual (HCM) Special Report 209, Washington, D.C