

OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG DI SIMPANG EMPAT VETERAN KOTA PARPERE

AMELIA TRINITA

SUWONDO

Taruna Program Studi Diploma
Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jl. Raya Setu Km 3,5, Cibitung,
Bekasi, Jawa Barat 17520
ameliatrinita30@gmail.com

SUBARTO, ATD, MM

Dosen Program Studi Diploma
Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jl Raya Setu Km 3,5, Cibitung,
Bekasi, Jawa Barat 17520

PROBO YUDHA

PRASETYO, M. Sc

Dosen Program Studi Diploma
Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jl Raya Setu Km 3,5, Cibitung,
Bekasi, Jawa Barat 17520

Abstract

Intersections are nodes in the transportation network at forks of roads on plots and non-plots that meet and experience conflicts. Simpang Empat Veteran has an intersection type 422 using a One-Way System (SSA) on one leg of the intersection. Based on existing conditions, this intersection has a Saturation Degree of 0.62, an average queue length of 41.84 meters, and an average delay of 20.06 sec/smp with a service level of C (Sufficient). Along with the increase in traffic volume every year, this intersection has the potential to cause traffic flow problems at intersections such as congestion and reduced performance indicators at Simpang Empat Veteran in the next few years. The research was conducted to determine the performance and problems of intersections in the next 5 years projections referring to the current traffic flow conditions of Simpang Empat Veteran using the MKJI 1997 method by providing several proposed optimization scenarios as a comparison of existing conditions and selecting proposals with the best intersection performance for Simpang Empat Veteran in the next 5 years projections.

Keywords: *Interchange, Signaling Interchange, Saturation Degree, Queue, Delay, Projection, Optimization, Traffic*

Abstrak

Persimpangan merupakan simpul dalam jaringan transportasi pada percabangan jalan sebidang maupun tidak sebidang yang bertemu dan mengalami konflik. Simpang Empat Veteran memiliki tipe simpang 422 dengan menggunakan Sistem Satu Arah (SSA) pada salah satu kaki simpangnya. Berdasarkan kondisi eksisting simpang ini memiliki Derajat Kejenuhan 0,62, Panjang Antrian rata-rata 41,84 meter, dan tundaan rata-rata 20,06 det/smp dengan tingkat pelayanan C (Cukup). Seiring dengan penambahan volume lalu lintas pada setiap tahunnya simpang ini berpotensi menimbulkan permasalahan arus lalu lintas pada persimpangan seperti kemacetan dan berkurangnya kinerja indikator pada Simpang Empat Veteran pada beberapa tahun yang akan datang. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kinerja dan permasalahan simpang pada proyeksi 5 tahun ke depan mengacu pada kondisi arus lalu lintas Simpang Empat Veteran saat ini menggunakan metode MKJI 1997 dengan memberikan beberapa usulan skenario optimalisasi sebagai perbandingan dari kondisi eksisting dan memilih usulan dengan kinerja simpang terbaik untuk Simpang Empat Veteran pada proyeksi 5 tahun ke depan.

Kata Kunci: Simpang, Simpang Bersinyal, Derajat Kejenuhan, Antrian, Tundaan, Proyeksi, Optimalisasi, lalu lintas

PENDAHULUAN

Persimpangan merupakan simpul dalam jaringan transportasi dimana terjadi percabangan jalan baik sebidang maupun tidak sebidang yang bertemu dan mengalami konflik. Pengaturan simpang ditentukan berdasarkan kepadatan yang terjadi pada simpang. Persimpangan yang memiliki pergerakan lalu lintas tinggi dapat menyebabkan kemacetan. Pengendalian simpang menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) merupakan bagian dari Manajemen Rekayasa Lalu Lintas yang berfungsi untuk mengatur dan mengarahkan pergerakan kendaraan dan pejalan kaki.

Simpang Empat Veteran memiliki Derajat Kejenuhan rata-rata 0,62, Panjang antrian rata-rata 41,84 meter, dan tundaan rata-rata sebesar 20,06 det/smp sehingga dapat diidentifikasi tingkat pelayanan pada simpang tersebut adalah C (Cukup) dengan penjabaran bahwa Simpang Empat Veteran memiliki arus lalu lintas stabil tetapi kecepatan dan gerak kendaraan harus dikendalikan. Kondisi eksisting ini dapat diwaspadai untuk tahun yang akan datang. Kota Parepare memiliki jumlah penduduk sebesar 154.854 jiwa dengan jumlah kendaraan bermotor mencapai 4.353 untuk kendaraan baru dan kendaraan lama mencapai 22.524 pada tahun 2022. Angka jumlah penduduk yang meningkat pada setiap tahunnya menyebabkan permintaan layanan transportasi juga ikut meningkat. Kondisi ini menyebabkan peningkatan jumlah kendaraan dan volume lalu lintas di Kota Parepare. Pertumbuhan tersebut tidak diimbangi dengan pertambahan Panjang, lebar, dan kapasitas jalan yang dapat menyebabkan terjadinya kepadatan pada persimpangan diikuti dengan angka panjang antrian dan tundaan persimpangan juga semakin besar. Penelitian terkait kinerja simpang pada kondisi eksisting dan proyeksi kinerja simpang untuk 5 Tahun Kedepan merujuk pada kondisi eksisting di Simpang Empat Veteran saat ini dimaksud sebagai perbandingan kinerja simpang pada Simpang Empat Veteran saat ini dan di masa yang akan datang untuk melihat permasalahan lalu lintas yang mungkin terjadi pada simpang tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan mendeskripsikan simpang ialah titik bertemunya beberapa jalan yang sebidang maupun tidak sebidang.

Morlok (1991), berpendapat persimpangan merupakan titik bersunya jalan dimana setiap mulut simpang bertemu dengan mulut simpang lainnya.

C. Jotin Khisty, B. Kent Lall, (2015), berpendapat bahwa persimpangan jalan merupakan titik terjadinya konflik dikarenakan bertemunya arus dari beberapa ruas jalan di satu titik.

Persimpangan merupakan tempat yang memiliki resiko tinggi terjadinya kecelakaan, dikarenakan persimpangan titik terjadinya pertemuan arus lalu lintas dari berbagai arah. Konflik yang terjadi di persimpangan adalah konflik dari kendaraan dan kendaraan ataupun kendaraan dengan pejalan kaki (Abubakar I, 1995).

Menurut Flaherty (1997), menerangkan bahwa simpang dibedakan menjadi empat jenis, yaitu:

1. Persimpangan tidak teratur (uncontrolled),
2. persimpangan diatur dengan prioritas (give way, stop),
3. bundaran (roundabout),
4. persimpangan diatur dengan alat pemberi sinyal lalu lintas/pemisahan bertingkat (grade-separated).

Menurut Morlok (1988), jenis simpang berdasarkan pengaturannya dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu:

1. Simpang tak bersinyal (unsignalized intersection), yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
2. Simpang bersinyal (signalized intersection), yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya.

➤ Kinerja Persimpangan APILL

Indikator kinerja pada simpang dinilai berdasarkan derajat kejenuhan, Panjang antrian, dan lamanya tundaan yang terjadi pada simpang. Berdasarkan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)

disajikan teori perhitungan untuk simpang bersinyal dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) sebagai berikut:

1. Analisis Derajat Kejenuhan meliputi:
 - a. Arus Lalu Lintas (Q)
 - b. Arus Jenuh (S)
 - c. Waktu Hijau (g)
 - d. Waktu Siklus (C_0)
 - e. Kapasitas (C)
 - f. Derajat Kejenuhan (DS)
2. Analisis Panjang Antrian
 - a. Antrian yang Tertinggal pada Fase Hijau (NQ1)
 - b. Antrian smp yang Datang pada Waktu Merah (NQ2)
 - c. NQ Maksimum
 - d. Panjang ANtrian (QL)
 - e. Jumlah Kendaraab Henti (N_{sv})
3. Analisis Tundaan
 - a. Tundaan Lalu Lintas
 - b. Tundaan Geometrik
 - c. Tundaan

➤ **Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas**

Penelitian dilakukan untuk memprediksi pertambahan jumlah kendaraan yang melintasi simpang empat veteran agar kinerja jalan pada masa yang akan datang diketahui sehingga bisa dilakukan penanganan awal sebelum kinerja jalan menurun. Prediksi jumlah kendaraan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_n = P_0 (1 + i)^n$$

Keterangan:

i = Pertumbuhan variable rata-rata

P_n = Jumlah arus lalin pada tahun ke – n (smp)

P_0 = jumlah arus lalin pada tahun awal (smp)

N = jumlah tahun yang dihitung

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada di simpang empat veteran yang kemudian dilakukan pengumpulan data terkait data primer dan data sekunder pada simpang tersebut. Setelah data primer dan sekunder diketahui dilanjutkan dengan pengolahan dan analisis data pada kondisi eksisting simpang empat veteran. Hasil analisis kondisi eksisting diolah kembali pada proyeksi simpang 5 tahun kedepan untuk melihat pertumbuhan arus lalu lintas yang terjadi pada simpang empat veteran. Berdasarkan hasil analisis simpang proyeksi untuk 5 tahun kedepan diajukan beberapa usulan seperti:

1. Melakukan pengaturan ulang waktu sinyal APILL yaitu waktu hijau sehingga menghasilkan waktu siklus baru.
2. Pengurangan waktu Amber yang semula 3 detik menjadi 2 detik kemudian mengatur ulang waktu hijau sehingga mendapatkan waktu siklus baru.
3. Melakukan penambahan fase APILL yang semula 2 Fase menjadi 3 fase dimana masing-masing pedekat pada simpang menjadi tipe terilindung.

Berdasarkan hasil analisis pada kinerja usulan dibandingkan dengan kinerja simpang empat veteran kondisi eksisting 5 tahun kedepan. Perbandingan dilakukan agar mengetahui kinerja usulan yang terbaik pada simpang tersebut.

ANALISIS DAN PEMECAH MASALAH

Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang empat veteran pada kondisi eksisting didapatkan bahwa derajat kejenuhan sebesar 0,62, panjang antrian rata-rata 41,84, dan tundaan rata-rata sebesar 20,04 det/smp dengan tundaan terlama terjadi pada pendekat timur.

Tabel 1 Rekapitulasi Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan	Antrian (meter)	Tundaan (det/smp)
1	U	0,42	22,21	14,60
2	T	0,76	48,95	23,16
3	B	0,74	54,36	21,56
Rata-rata		0,62	41,84	20,04
Tingkat Pelayanan Simpang				C

- Analisis Kinerja Proyeksi Simpang Dalam 5 Tahun Kedepan
 Analisis kemampuan simpang dalam jangka 5 tahun kedepan dipengaruhi oleh pertumbuhan jumlah kepemilikan kendaraan bermotor. Hasil analisis yang didapat untuk pertumbuhan penduduk Kota Parepare sebesar 6,1%. Pertumbuhan arus lalu lintas dipengaruhi oleh faktor jumlah kepemilikan kendaraan bermotor yang dianalisis menggunakan persentase pertumbuhan penduduk di Kota Parepare. Menghitung arus lalu lintas untuk kondisi simpang 5 tahun ke depan
 $Q_{tara} = Q_o \times (1 + i)^n$
 $Q_{tara} = 609 \times (1 + 6,1\%)^5$
 $Q_{tara} = 819 \text{ smp/jam}$

Tabel 2 Volume Lalu Lintas Rencana Tahun 2028

Kode Pendekat	Volume Eksisting 2023 (smp/jam)	Volume Rencana 2028 (smp/jam)
U	609	819
T	687	924
B	776	1044

1. Usulan I (Melakukan pengaturan ulang waktu sinyal APILL)

Perhitungan yang dilakukan untuk menemukan waktu hijau dan waktu siklus yang baru.

Waktu Hilang Total (LTI) = 12 detik

$\sum FR_{crit} = FR_{Utara} + FR_{Timur}$

$\sum FR_{crit} = 0,22 + 0,40$

$\sum FR_{crit} = 0,62$

Perhitungan Waktu Siklus Pra Penyesuaian (cua)

$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit})$

$Cua = (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0,62)$

Cua = 60 detik

Perhitungan Waktu Hijau (g)

$g = (Cua - LTI) \times PR_i$

$g = (60 - 12) \times 0,35$

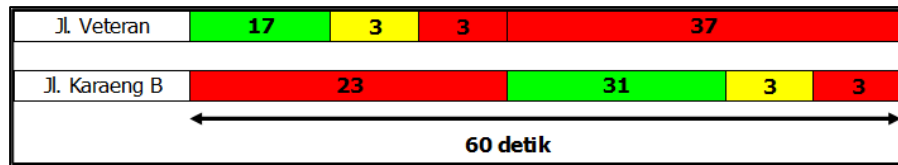
g = 17 detik

Berdasarkan analisis di atas didapatkan waktu hijau terbaru dan perubahan nilai indikator kinerja simpang pada simpang empat veteran, sebagai berikut:

Tabel 3 Waktu Hijau Proyeksi 5 Tahun Kedepan Usulan 1

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Waktu Hijau (g) (detik)
1	U	Jl. Veteran	17
2	T	Jl. Karaeng Burane	31
3	B	Jl. Karaeng Burane	31

Gambar 1 Diagram Fase APILL Proyeksi 5 tahun Ke Depan Usulan 1



Tabel 4 Rekapitulasi Kondisi Proyeksi 5 Tahun Kedepan Usulan 1

Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan	Antrian	Tundaan
U	0,76	44,22	25,73
T	0,78	66,63	20,03
B	0,76	73,70	18,47
Rata-rata simpang	0,77	61,52	21,119
Tingkat Pelayanan Simpang			C

2. Usulan II (Pengurangan waktu Amber yang semula 3 detik menjadi 2 detik)

Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan waktu hijau dan waktu siklus yang baru dengan melakukan pengurangan pada waktu Amber.

Pertumbuhan Waktu Hilang Total (LTI)

Waktu Kuning (Amber) = 2 detik

Waktu Merah (All Red) = 3 detik

Jumlah Fase = 2 Fase

$LTI = (Amber + All Red) \times Jumlah\ Fase$

$LTI = (2 + 3) \times 2$

$LTI = 10\text{ detik}$

Perhitungan Waktu Siklus Pra Penyesuaian (cua)

$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit})$

$Cua = (1,5 \times 10 + 5) / (1 - 0,62)$

$Cua = 52\text{ detik}$

Perhitungan Waktu Hijau (g)

$g = (Cua - LTI) \times PR_i$

$g = (52 - 10) \times 0,35$

$g = 15\text{ detik}$

Perhitungan Waktu Siklus Baru (Co)

$Co = \sum Waktu\ Hijau + LTI$

$Co = (15 + 27) + 10$

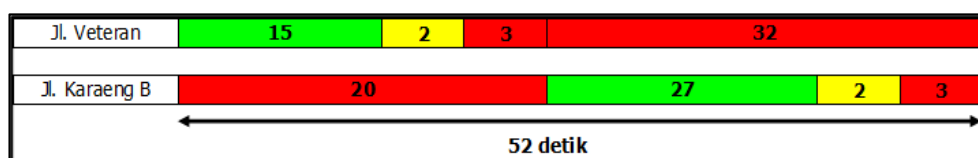
$Co = 52\text{ detik}$

Berdasarkan analisis di atas didapatkan waktu hijau terbaru dan perubahan nilai indikator kinerja simpang pada simpang empat veteran, sebagai berikut:

Tabel 5 Waktu Hijau Proyeksi Simpang 5 Tahun Kedepan Usulan II

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Waktu Hijau (g) (detik)
1	U	Jl. Veteran	15
2	T	Jl. Karaeng Burane	27
3	B	Jl. Karaeng Burane	27

Gambar 2 Diagram Fase APILL Proyeksi 5 tahun Ke Depan Usulan II



Tabel 6 Rekapitulasi Kondisi Proyeksi 5 Tahun Kedepan Usulan II

Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan	Antrian	Tundaan
U	0,76	39,36	23,43
T	0,77	57,55	17,56
B	0,74	63,65	16,21
Rata-rata simpang	0,76	53,51	18,78
Tingkat Pelayanan Simpang			C

3. Usulan III (Melakukan penambahan fase APILL yang semula 2 Fase menjadi 3 fase)

Perhitungan waktu siklus baru dengan menerapkan 3 fase pada APILL Simpang Empat Veteran yang direncanakan pada simpang tersebut adalah perubahan fase APILL yang semula 2 fase menjadi 3 fase. Masing-masing pendekat pada Simpang Empat Veteran diskenariokan menjadi pendekat terlindung.

Perhitungan Waktu Hilang Total (LTI)

Waktu Kuning (Amber) = 3 detik

Waktu Merah (All Red) = 3 detik

Jumlah Fase = 3 Fase

$LTI = (Amber + All Red) \times Jumlah\ Fase$

$LTI = (3 + 3) \times 2$

LTI = 18 detik

Perhitungan Waktu Siklus Pra Penyesuaian (cua)

$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit})$

$Cua = (1,5 \times 18 + 5) / (1 - 0,79)$

Cua = 150 detik

Perhitungan Waktu Hijau (g)

$g = (Cua - LTI) \times PR_i$

$g = (150 - 18) \times 0,28$

g = 36 detik

perhitungan Waktu Siklus Baru (Co)

$Co = \sum Waktu\ Hijau + LTI$

$Co = (36 + 49 + 47) + 18$

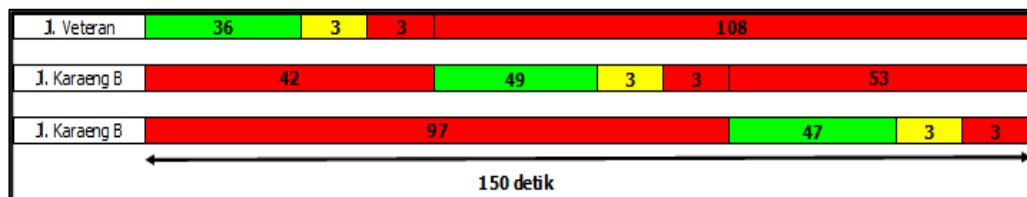
Co = 150 detik

Berdasarkan analisis di atas didapatkan waktu hijau terbaru dan perubahan nilai indikator kinerja simpang pada simpang empat veteran, sebagai berikut:

Tabel 7 Hijau Proyeksi Simpang 5 Tahun Kedepan Usulan III

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Waktu Hijau (g) (detik)
1	U	Jl. Veteran	36
2	T	Jl. Karaeng Burane	49
3	B	Jl. Karaeng Burane	47

Gambar 3 Diagram Fase APILL Proyeksi 5 tahun Ke Depan Usulan III



Tabel 8 Rekapitulasi Kondisi Proyeksi 5 Tahun Kedepan Usulan II

Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan	Antrian	Tundaan
U	0,91	124,07	74,96
T	0,89	145,70	68,13
B	0,89	165,30	67,44
Rata-rata simpang	0,89	145,02	70,39
Peningkatan Kinerja Simpang			F

tingkat pelayanan pada simpang diukur berdasarkan besaran tundaan yang terjadi pada simpang tersebut. Kinerja simpang empat veteran yang telah dianalisis menggunakan beberapa usulan mendapatkan rata-rata tundaan yang berbeda-beda pada setiap usulannya. Berikut perbandingan besaran nilai indikator simpang pada simpang empat veteran dengan beberapa usulan.

Tabel 9 Perbandingan Derajat Kejenuhan Kondisi Proyeksi 5 tahun Ke Depan dan Usulan I, II, III

Nama Jalan	Kode Pendekat	Kondisi Eksisting	Usulan		
			I	II	III
Jl. Veteran	U	0,56	0,76	0,76	0,91
Jl. Karaeng B	T	1,02	0,78	0,77	0,89
Jl. Karaeng B	B	0,99	0,76	0,74	0,89
Rata-Rata DS		0,86	0,77	0,76	0,89
Persentase Peningkatan Simpang			10%	11%	-3%

Tabel 10 Perbandingan Panjang Antrian Kondisi Proyeksi 5 tahun Ke Depan dan Usulan I, II, III

Nama Jalan	Kode Pendekat	Kondisi Eksisting	Usulan		
			I	II	III
Jl. Veteran	U	32,46	44,22	39,36	124,07
Jl. Karaeng B	T	174,37	66,63	57,55	145,70
Jl. Karaeng B	B	147,39	73,70	63,65	165,30
Rata-Rata Antrian		118,07	61,52	53,51	145,02
Persentase Peningkatan Simpang			47%	54%	-22%

Tabel 11 Perbandingan Tundaan Kondisi Proyeksi 5 tahun Ke Depan dan Usulan I, II, III

Nama Jalan	Kode Pendekat	Kondisi Eksisting	Usulan		
			I	II	III
Jl. Veteran	U	15,94	25,73	23,43	74,96
Jl. Karaeng B	T	108,21	20,03	17,56	68,13
Jl. Karaeng B	B	68,95	18,47	16,21	67,44
Rata-Rata Tundaan		66,38	21,12	18,78	70,39
Persentase Peningkatan Simpang			68%	72%	-6%
Tingkat Pelayanan Simpang			C	C	E

Berdasarkan hasil perbandingan tundaan rata-rata simpang di atas, diketahui bahwa tundaan dengan persentase peningkatan kinerja simpang paling besar terjadi pada usulan II. Oleh karena itu penulis menyarankan untuk melakukan pengoptimalan pada Simpang Empat Veteran menggunakan usulan II yaitu Pengurangan waktu Amber yang semula 3 detik menjadi 2 detik kemudian mengatur ulang waktu hijau sehingga mendapatkan waktu siklus baru. Usulan II dapat meningkatkan Kinerja Simpang Empat Veteran yang semula tundaan sebesar 66.38 det/smp menjadi 18,78 det/smp dengan persentase peningkatan 72% dari kondisi eksisting.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan perbandingan kinerja simpang antara proyeksi kondisi eksisting dalam 5 tahun ke depan dengan berbagai usulan yang telah ditentukan, usulan terbaik terjadi pada usulan II yaitu pengaturan waktu sinyal APILL dengan poengurangan waktu Amber. Usulan ini menjadi usulan yang terbaik dikarenakan turunnya derajat kejenuhan sebesar 0,76 dengan persentase peningkatan 11%, antrian rata-rata sepanjang 53,51 dengan persentase peningkatan 54%, dan tundaan yang dialami pengendara menjadi 18,78 det/smp dengan persentase peningkatan sebesar 72% dari kondisi eksisting. Usulan II ini dapat dijadikan acuan sebagai perencanaan, pencegahan, dan peningkatan kinerja pada simpang agar mampu menampung pertambahan volume lalu lintas setiap tahunnya di Kota Parepare

SARAN

1. Melihat dari kondisi eksisting pada tahun 2023 pada simpang empat veteran perlu dilakukan perencanaan upaya optimalisasi kinerja simpang untuk beberapa tahun kedepan sebagai persiapan pada meningkatnya volume lalu lintas di tiap tahunnya pada simpang tersebut dengan pengaturan ulang yang memanfaatkan kondisi eksisting saat ini.
2. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk merealisasikan Usulan II karena pada usulan tersebut terjadi peningkatan kinerja simpang pada besaran indikator simpang yaitu derajat kejenuhan sebesar 11%, antrian 54%, dan tundaan 72% yang semula dengan tingkat pelayanan simpang F (Buruk Sekali) menjadi C (cukup) artinya pada usulan ini adalah solusi terbaik yang dapat diberikan dengan peramalan yang telah dianalisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Pemerintah Indonesia. 2009, *Undang – Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Departemen Perhubungan. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 1993. *Peraturan Perundangan Nomor 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana Dan Lalu Lintas Jalan*. Departemen Perhubungan. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 1996. *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dan Trayek Tetap dan Teratur*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Bina Marga. 1997. *Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. No. 038/T/BM/1997*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga
- Badan Pusat Statistik. 2021. *KOTA PAREPARE DALAM ANGKA 2021*.
- Abubakar, dkk. 1995. *Sistem Transportasi Perkotaan*. Direktorat Jenderal Perhubungan. Departemen Perhubungan. Jakarta.
- Ahmad Munawar. 2004. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset
- Amalia, E. 2017. *Analisis Tingkat Keselamatan dan Kenyamanan Pejalan Kaki untuk Pemeliharaan Fasilitas Penyeberangan Jalan di Kawasan UGM*. Yogyakarta: Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan.
- Ariani, R. N. 2022. *Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang 4 Jonggrangan Di Kabupaten Bantul)*.
- Blunden, W.R., dkk. 1962. *Distribution of Acceptance Gaps for Crossing and Turning Manoeuvres, Australian Road Research Board (ARRB) Conference 1st, Canberra*.
- Khisty, C. Jotin dan B. Kent Lall. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid I Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga
- Dewaangga, Ian. 2022. *Optimalisasi kinerja simpang bersinyal di kabupaten bantul (studi kasus: simpang 4 bakulan) kertas kerja wajib*.
- Hobbs, F. D. 1995. *Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas*, Edisi Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Isro', M. M. Al. 2022. *Optimalisasi Simpang Bersinyal Pada Persimpangan Purut di Kota Pasuruan*.
- Kurniawan, S. 2016. *Analisa Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan Raya (Studi Kasus: Sepanjang 200 M Pada Ruas Jalan Imam Bonjol Kota Metro)*. Metro: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
- Menteri Perhubungan. 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Menteri Perhubungan. Jakarta.
- Morlok, E.K. 1988. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.

- Morlok, Edward. 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- O'Flaherty, C. A. 1997. *Transport Planning And Traffic Engineering*, Arnold. London.
- Pamungkas, W. A. 2022. *Peningkatan kinerja simpang bersinyal bekonang di kabupaten sukoharjo kertas kerja wajib*.
- Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. 2022. *Pedoman Kertas Kerja Wahub Dan Artikel Ilmiah Program Studi Diploma III Tahun 2022*.
- Sabillah, M. F. 2022. *Peningkatan kinerja simpang tidak bersinyal di kabupaten sleman (studi kasus: simpang cebongan) kertas kerja wajib*.
- Wursanto, 1991, *Kearsipan I*, Yogyakarta: Kanisius Yogyakarta.