

PENINGKATAN KINERJA SIMPANG EMPAT KEPINDON DI KABUPATEN MOJOKERTO

HANY ARDIANATA

Taruna Program Studi D-III
Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jalan Raya Setu Km.3,5,
Cibitung,
Bekasi Jawa Barat 17520
hanyardianata17@gmail.com

EDI SANTOSA, M.M., M.T.

Dosen Politeknik Transportasi
Darat
Indonesia-STTD
Jalan Raya Setu Km.3,5,
Cibitung,
Bekasi Jawa Barat 17520

**FREDDY TAMPUBOLON,
SE., SM**

Dosen Politeknik Transportasi
Darat
Indonesia-STTD
Jalan Raya Setu Km.3,5,
Cibitung,
Bekasi Jawa Barat 17520

ABSTRACT

The Kepindon Intersection in Mojokerto Regency is a strategic junction with the highest accident vulnerability rate in the area. This study aims to analyze the existing intersection performance, propose performance improvements, and compare the performance before and after the intervention. The method used is intersection performance analysis based on the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI), focusing on the signal phase arrangement of the Traffic Signal (APILL). Data collection was conducted through traffic surveys during peak hours. The analysis results show that the existing condition has a degree of saturation of 0.81 and a delay of 13.56 seconds/pcu (Level of Service B). Three improvement proposals were submitted: Proposal I (2 phases), Proposal II (3 phases), and Proposal III (4 phases). Proposal III is recommended as the optimal solution as it provides a significant safety improvement, despite an increase in delay to 40,20 seconds/pcu (Level of Service D). This proposal reduces the degree of saturation to 0.76 and enhances road user safety. The implementation of this proposal is expected to improve safety, comfort, order, and traffic flow at the Kepindon Four-Way Intersection.

Keywords: *Kepindon Intersection, intersection performance, traffic signal, traffic safety, PKJI 2023, signal phase optimization*

ABSTRAK

Simpang Empat Kepindon di Kabupaten Mojokerto merupakan persimpangan strategis dengan tingkat kerawanan kecelakaan tertinggi di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja eksisting simpang, memberikan usulan peningkatan kinerja, dan membandingkan kinerja sebelum dan sesudah penanganan. Metode yang digunakan adalah analisis kinerja simpang berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, dengan fokus pada pengaturan fase sinyal Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Pengumpulan data dilakukan melalui survei lalu lintas pada jam puncak. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi eksisting memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,81 dan tundaan 13,56 detik/smp (Tingkat Pelayanan B). Tiga usulan peningkatan diajukan: Usulan I (2 fase), Usulan II (3 fase), dan Usulan III (4 fase). Usulan III direkomendasikan sebagai solusi optimal karena memberikan peningkatan keselamatan yang signifikan, meskipun terjadi peningkatan tundaan menjadi 40,20 detik/smp (Tingkat Pelayanan D). Usulan ini menurunkan derajat kejenuhan menjadi 0,76 dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan. Implementasi usulan ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan, kenyamanan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas di Simpang Empat Kepindon.

Kata kunci: Simpang Empat Kepindon, kinerja simpang, APILL, keselamatan lalu lintas, PKJI 2023, optimalisasi fase sinyal

PENDAHULUAN

Penyelenggaraan lalu lintas yang efektif merupakan aspek krusial dalam mewujudkan sistem transportasi yang aman, nyaman, dan efisien. Seiring dengan pesatnya perkembangan wilayah

perkotaan, kebutuhan akan infrastruktur transportasi yang memadai semakin meningkat. Namun, pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak diimbangi dengan peningkatan sarana dan prasarana transportasi sering menimbulkan konflik lalu lintas, terutama di persimpangan jalan.

Salah satu lokasi yang menjadi perhatian khusus adalah Simpang Empat Kepindon di Kabupaten Mojokerto. Persimpangan ini terletak di Jalan R.A. Basuni, Kecamatan Sooko, dan tercatat sebagai salah satu wilayah dengan tingkat kerawanan kecelakaan tertinggi di kabupaten tersebut. Data menunjukkan bahwa Jalan R.A. Basuni memiliki tingkat kecelakaan tertinggi dengan 95 kejadian, mengakibatkan 14 korban meninggal dunia, 3 luka berat, dan 99 luka ringan.

Selain masalah keselamatan, kinerja simpang juga mendekati tidak optimal. Kondisi eksisting menunjukkan derajat kejenuhan mencapai 0,81, tundaan simpang sebesar 13,56 det/smp, dan peluang antrian dengan batas bawah 26% serta batas atas 52% dan juga fasilitas Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) telah dipasang, namun belum diaktifkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja Simpang Empat Kepindon melalui analisis dan penyesuaian pengaturan fase sinyal. Fokus utama adalah meningkatkan efisiensi pergerakan arus lalu lintas, mengurangi konflik antar kendaraan, dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan. Dengan mengoptimalkan pengaturan fase sinyal, diharapkan dapat meningkatkan kapasitas simpang, mengurangi tundaan, memperkecil peluang antrian, serta secara signifikan meningkatkan keselamatan tanpa melakukan perubahan besar pada infrastruktur yang ada.

Studi ini akan menganalisis kinerja eksisting simpang tidak bersinyal, memberikan usulan peningkatan kinerja, dan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan solusi yang diusulkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam upaya meningkatkan keselamatan dan efisiensi lalu lintas di Simpang Empat Kepindon, Kabupaten Mojokerto.

METODOLOGI

Metode penelitian dilakukan dari tahapan identifikasi masalah yang terjadi pada wilayah studi, dilanjutkan dengan pengumpulan data primer meliputi foto kondisi eksisting, dan foto simpang tampak atas. Sedangkan data sekunder meliputi peta jaringan jalan, peta administrasi yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Pekalongan serta data volume lalu lintas, data CTMC yang didapat dari laporan umum PKL Kabupaten Mojokerto tahun 2024. Metode yang digunakan dalam menganalisa data yang telah dikumpulkan untuk penelitian tersebut adalah dengan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Eksisting

Tabel. 1 Kondisi Eksisting Simpang Empat Kepindon

	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian	Tundaan
On peak	0,81	39%	13,56

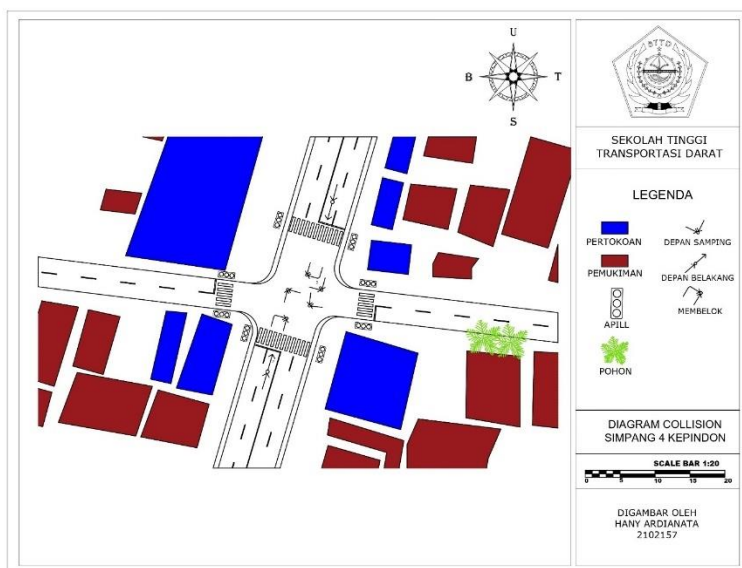
2. Jumlah kecelakaan

Tabel. 2 Jenis kecelakaan di Simpang Empat Kepindon

Jenis Laka	2023
Depan-Belakang	3
Depan-Samping	4
Membelok	2

Simpang Empat Kepindon sendiri menjadi black spot. Berdasarkan data kejadian kecelakaan di simpang tersebut, tipe kecelakaan yang dominan adalah tabrakan depan-belakang dan depan-samping. Faktor-faktor penyebab kecelakaan di simpang ini antara lain perilaku pengendara yang tidak menjaga jarak aman, kecepatan tinggi saat memasuki simpang, kurangnya prioritas terhadap kendaraan dari arah lain, serta visibilitas yang terbatas akibat kurangnya penerangan.

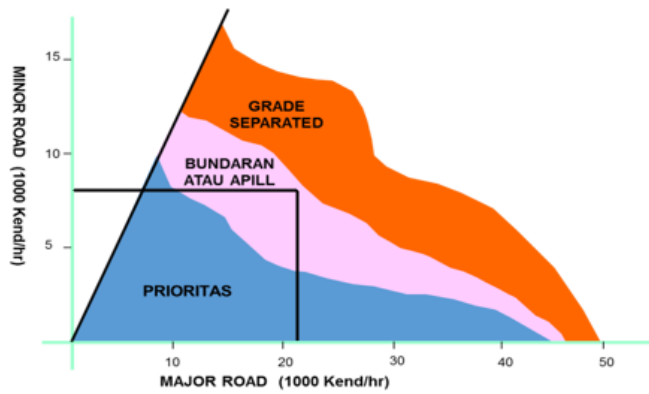
Beberapa kasus kecelakaan yang terjadi di Simpang Empat Kepindon seperti kendaraan yang tidak memberi prioritas saat memasuki simpang dari jalan minor, pengemudi yang tidak menjaga jarak aman saat lalu lintas melambat, serta pengendara yang melakukan manuver menyalip yang berbahaya di area simpang. Kondisi ini diperparah dengan tidak adanya lampu lalu lintas di simpang, yang mengakibatkan kurangnya pengendalian arus kendaraan yang melintas.



Gambar. 1 Diagram collision simpang empat kepindon

3. Penentuan 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 jumlah penduduk Kabupaten Mojokerto 1.134.915 di atas satu juta penduduk dan lokasi simpang yang merupakan jalan-jalan pada daerah komersial. Di dapatkan kendaraan yang melintas di jalan mayor sebanyak 21.385 kend/hr dan pada jalan minor sebanyak 7.995 kend/hr.



Gambar. 2 Diagram tipe pengendalian simpang

4. Kondisi Usulan

Dalam peningkatan kinerja dilakukan beberapa usulan

- i. Penyesuaian waktu siklus dengan pengendalian 2 fase on peak.
- ii. Penyesuaian waktu siklus dengan pengendalian 3 fase on peak.
- iii. Penyesuaian waktu siklus dengan pengendalian 4 fase on peak.

5. Kapasitas

Untuk mendapat nilai kapasitas digunakan rumus

$$C = J \times wH/s$$

Tabel. 3 Kapasitas Simpang Empat Kepindon

Usulan	Utara	Selatan	Timur	Barat
I	0,72	0,73	0,73	0,73
II	0,73	0,76	0,74	0,74
III	0,76	0,76	0,76	0,76

6. Derajat Kejenuhan

Untuk mendapat nilai derajat kejenuhan digunakan rumus

$$DJ = q/C$$

Tabel. 4 Derajat Kejenuhan Simpang Empat Kepindon

Usulan	Utara	Selatan	Timur	Barat
I	0,72	0,73	0,73	0,73
II	0,73	0,76	0,74	0,74
III	0,76	0,76	0,76	0,76

7. Panjang Antrian

Untuk mendapat nilai panjang antrian digunakan rumus

$$PA = Nq \times 20 / LM$$

Tabel. 5 Panjang Antrian Sempang Empat Kepindon

Usulan	Utara	Selatan	Timur	Barat
I	37,04	39,24	35,03	34,55
II	41,78	44,47	46,31	45,67
III	58,58	61,05	48,49	45,08

8. Tundaan

Untuk mendapat nilai tundaan digunakan rumus

$$T_i = TLL + T_g$$

Tabel. 6 Tundaan Sempang Empat Kepindon

Usulan	Utara	Selatan	Timur	Barat
I	12,92	13,09	21,78	21,83
II	26,24	26,89	26,94	26,99
III	35,43	34,85	44,63	45,89

9. Perbandingan

a. Perbandingan kinerja sempang empat kepindon

1) Perbandingan kinerja

Tabel. 7 Perbandingan kinerja sempang kepindon

No	Kode Pendekat	Kondisi Eksisting	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 3
Derajat Kejenuhan					
1	Utara	0,81	0,72	0,73	0,76
2	Selatan		0,73	0,76	0,76
3	Timur		0,73	0,74	0,76
4	Barat		0,73	0,74	0,76
Rata-rata			0,73	0,74	0,76
Panjang Antrian					
1	Utara	39%	37,04	41,78	58,58
2	Selatan		39,24	44,47	61,05
3	Timur		35,03	46,31	48,49
4	Barat		34,55	45,67	45,08
Rata-rata			36,46	44,56	53,30
Tundaan					
1	Utara	13,56	12,92	26,24	35,43
2	Selatan		13,09	26,89	34,85
3	Timur		21,78	26,94	44,63
4	Barat		21,83	26,99	45,89
Rata-rata			17,41	26,77	40,20
Level Of Service		B	C	D	D

Usulan I menerapkan sistem dua fase, menggabungkan pergerakan Utara-Selatan dan Timur-Barat. Sistem ini menurunkan derajat kejenuhan dari 0,81 menjadi 0,73 dan mengurangi panjang antrian menjadi 36,46 meter. Namun, terjadi peningkatan tundaan rata-rata dari 13,56 detik/smp menjadi 17,41 detik/smp, menyebabkan penurunan Level of Service dari B ke C.

Usulan II menghadirkan sistem tiga fase yang memisahkan pergerakan Utara dan Selatan. Sistem ini menurunkan derajat kejenuhan menjadi 0,74 dan panjang antrian menjadi 44,56 meter. Tundaan meningkat menjadi 26,77 detik/smp dengan Level of Service D.

Usulan III menerapkan sistem empat fase, memisahkan pergerakan dari setiap arah. Meskipun paling efektif dalam mengurangi risiko kecelakaan, usulan ini mengakibatkan peningkatan derajat kejenuhan menjadi 0,76 dan panjang antrian menjadi 53,3 meter. Tundaan rata-rata meningkat signifikan menjadi 40,20 detik/smp, dengan Level of Service tetap D.

Setiap usulan menawarkan trade-off antara efisiensi lalu lintas dan keselamatan, memberikan pilihan yang dapat disesuaikan dengan prioritas pengelolaan simpang.

b. Perbandingan resiko kecelakaan

Tabel. 8 Perbandingan resiko kecelakaan

Aspek perbandingan	2 fase	3 fase	4 fase
Depan-Belakang	resiko terjadinya konflik masih ada	resiko terjadinya konflik masih ada	resiko terjadinya konflik masih ada
Membelok	Resiko terjadi konflik masih tinggi tiap berjalannya fase	resiko terjadi konflik masih ada ketika berjalannya fase ke 3 (Timur-Barat)	Konflik teratasi
Depan-Samping	Resiko terjadi konflik masih tinggi tiap berjalannya fase	resiko terjadi konflik masih ada ketika berjalannya fase ke 3 (Timur-Barat)	Konflik teratasi
Keselamatan	Rendah	Menengah	Tinggi
Keunggulan	Kinerja tinggi	Keseimbangan Leselamatan dan efesiensi kinerja	Keselamatan tinggi
Kelemahan	Resiko keselamatan tinggi	Masih ada resiko konflik di fase ke 3 (Timur-Barat)	Memiliki kinerja paling buruk

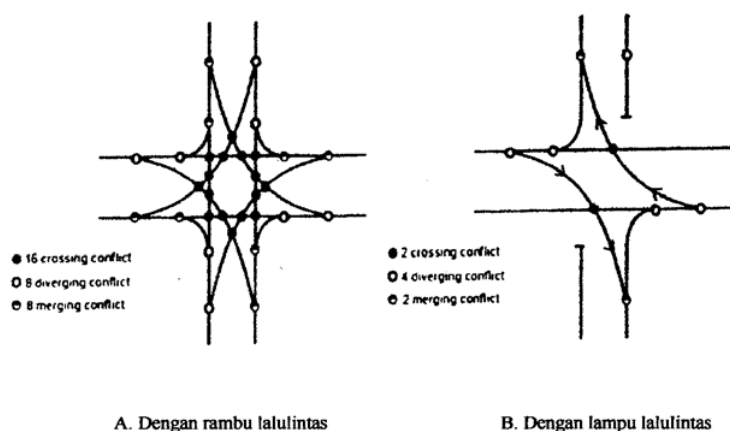
Usulan I menerapkan sistem dua fase dengan penggabungan pergerakan Utara-Selatan dan Timur-Barat. Meskipun efisien dari segi waktu siklus, usulan ini menunjukkan kelemahan signifikan dalam aspek keselamatan. Risiko tabrakan depan-belakang dan tabrakan saat membelok tetap tinggi, terutama untuk arah Utara-Selatan.

Usulan II menghadirkan sistem tiga fase yang memisahkan pergerakan Utara dan Selatan, serta menggabungkan Timur-Barat. Pendekatan ini menawarkan peningkatan keselamatan dibandingkan Usulan I, terutama untuk arah Utara-Selatan. Namun, potensi konflik masih teridentifikasi untuk pergerakan Timur-Barat, khususnya untuk manuver belok kanan.

Usulan III menerapkan sistem empat fase yang memisahkan pergerakan dari setiap arah. Dari sudut pandang keselamatan, usulan ini menunjukkan efektivitas tertinggi dalam mengurangi risiko kecelakaan. Pemisahan antar arah pergerakan secara signifikan

mengurangi potensi konflik, baik untuk tabrakan saat membelok maupun tabrakan depan-samping.

c. Perbandingan titik konflik



Gambar. 3 Gambar konflik lalu lintas pada simpang empat lengan

Tabel. 9 Perbandingan konflik

Pengaturan simpang	Crossing	Diverging	Merging
Tidak bersinyal	16	8	8
2 fase			
Fase 1	2	4	2
Fase 2	2	4	2
3 Fase			
Fase 1	0	2	0
Fase 2	0	2	0
Fase3	2	4	2
4 Fase			
Fase 1	0	2	0
Fase 2	0	2	0
Fase 3	0	2	0
Fase 4	0	2	0

Analisis konflik lalu lintas pada Simpang Empat Kepindon menunjukkan perbedaan signifikan antara berbagai skenario pengaturan simpang. Pada kondisi tidak bersinyal, terdapat potensi konflik yang tinggi dengan 16 titik crossing, 8 titik diverging, dan 8 titik merging.

Penerapan sistem sinyal dua fase berhasil mengurangi titik konflik crossing menjadi 4 (2 pada setiap fase), namun masih mempertahankan 8 titik diverging dan 4 titik merging (terbagi rata pada kedua fase). Sistem tiga fase lebih lanjut mengurangi titik konflik, dengan hanya 2 titik crossing pada fase ketiga, 8 titik diverging (2 pada setiap fase), dan 2 titik merging pada fase ketiga.

Sistem empat fase menunjukkan pengurangan konflik paling signifikan, mengeliminasi seluruh titik crossing. Setiap fase hanya memiliki 2 titik diverging, tanpa adanya titik

merging. Hal ini menggambarkan potensi peningkatan keselamatan yang substansial dibandingkan dengan skenario lainnya.

KESIMPULAN

1. Setelah kinerja kondisi eksisting Simpang Empat Kepindon diketahui dan telah ditentukan jenis pengendalian yang tepat untuk simpang tersebut berdasarkan grafik penentuan pengaturan simpang, didapatkan hasil bahwa tipe pengendalian Simpang Pasar Sarimalaha belum sesuai dengan kondisi saat ini. Maka simpang ini dapat diatur ulang untuk mencari kinerja terbaik dengan kinerja usulan sebagai berikut :
 - a. Usulan I
Penerapan 2 fase pada waktu on-peak menunjukkan rata-rata derajat kejenuhan 0,73, rata-rata panjang antrian 36,46 meter, dan tundaan 17,41 detik/smp. Konflik yang terjadi pada 2 fase meliputi 2 crossing, 4 diverging, dan 2 merging saat fase 1 dan 2 berjalan.
 - b. Usulan II
Penerapan 3 fase pada waktu on-peak menunjukkan rata-rata derajat kejenuhan 0,74, rata-rata panjang antrian 44,56 meter, dan tundaan 26,77 detik/smp. Konflik yang terjadi pada 3 fase meliputi 0 crossing, 2 diverging saat fase 1 dan 2 berjalan, serta 2 crossing, 4 diverging, dan 2 merging saat fase 3 berjalan.
 - c. Usulan III
Penerapan 4 fase pada waktu on-peak menunjukkan rata-rata derajat kejenuhan 0,76, rata-rata panjang antrian 53,30 meter, dan tundaan 40,20 detik/smp. Konflik yang terjadi pada penerapan 4 fase meliputi 0 crossing, 2 diverging, dan 0 merging untuk tiap-tiap fase yang berjalan.
2. Untuk perbandingan risiko kecelakaan dan titik konflik: Analisis risiko kecelakaan dan titik konflik menunjukkan bahwa Usulan III (4 fase) memberikan tingkat keselamatan tertinggi. Usulan ini mengeliminasi seluruh titik konflik crossing dan merging, hanya menyisakan 2 titik diverging per fase. Dibandingkan dengan kondisi tidak bersinyal (16 crossing, 8 diverging, 8 merging), Usulan III secara signifikan mengurangi potensi konflik. Meskipun risiko tabrakan depan-belakang masih ada, Usulan III efektif mengatasi risiko tabrakan saat membelok dan depan-samping.
3. Usulan II dengan sistem 3 fase direkomendasikan untuk Simpang Empat Kepindon. Hal ini dikarenakan nilai derajat kejenuhan menjadi lebih baik dibandingkan dengan kondisi eksisting. Meskipun terjadi peningkatan tundaan yang menjadikan level of service dari B menjadi D saat on peak, penerapan tiga fase ini menawarkan tingkat keselamatan yang cukup tinggi Dimana di fase 1 dan 2 arus mayornya dipisahkan, dan di fase 3 arus minor berjalan bersamaan untuk meminimalkan konflik yang terjadi di simpang tanpa mengesampingkan kinerja simpang.

SARAN

Setelah dilakukan analisis kondisi eksisting dan kondisi usulan pada simpang empat kepindon, maka terdapat beberapa saran yang dapat di usulkan.

1. Diperlukan perubahan tipe pengendali simpang empat Kepindon yang pada kondisi eksisting merupakan simpang tidak bersinyal menjadi simpang bersinyal yang ditentukan berdasarkan grafik penentuan tipe pengendalian simpang.
2. Berdasarkan indikator tingkat kinerja simpang, diperlukan upaya peningkatan kinerja simpang agar menjadi lebih optimal. Untuk melakukan peningkatan pelayanan dan juga

peningkatan keselamatan pada simpang empat kepindon maka diperlukan manajemen rekayasa lalu lintas berupa penyesuaian waktu siklus dengan 4 fase.

3. Perbaikan infrastruktur pendukung: Selain pengaturan fase, pertimbangkan perbaikan dan perencanaan infrastruktur seperti penerangan, marka jalan, dan rambu-rambu untuk meningkatkan visibilitas dan keselamatan, terutama pada malam hari.
4. Pengawasan rutin dan evaluasi perlu dilakukan secara periodik, minimal setahun sekali. Hal ini penting untuk mengantisipasi perubahan volume arus lalu lintas dan memastikan pengaturan APILL tetap sesuai dengan kondisi yang ada.
5. Pemantauan dampak perubahan pengaturan simpang terhadap arus lalu lintas di sekitar area studi perlu juga dilakukan untuk mengantisipasi kemungkinan pergeseran titik kemacetan atau konflik lalu lintas

REFERENSI

- _____, 2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia . Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat ,Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta.
- _____, 2009. Undang-Undang Nomor 22 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- _____,2015. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas.
- _____,2011. Peraturan Pemerintah Nomor 32 tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas.
- Hobbs, F.D. (1995), Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas, Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Morlok, Edward. (1991). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta: Erlangga
- Risdiyanto.(2014). Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi. Yogyakarta: PT Leutika Nouvalitera.
- Ahmad Munawar. (2004). Manajemen Lalu Lintas Perkotaan. Yogyakarta : Penerbit Beta Offset
- Kelompok PKL Kabupaten Mojokerto,2024, Laporan Umum Taruna Sekolah Tinggi Transportasi Darat Program D III Manajemen Transportasi Jalan, Pola Umum Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Kabupaten Mojokerto, Bekasi