

Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Empat Penceng Di Kabupaten Pacitan)

ZAKIA AZZAHRA Diploma III Manajemen Transportasi Jalan Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Jl. Raya Setu No.58, Mekarwangi, Kec. Setu, Bekasi, Jawa Barat 17530 zakiaazzahraa@gmail.com	ARIEF APRIYANTO, M.Sc. Dosen Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Jl. Raya Setu No.58, Mekarwangi, Kec. Setu, Bekasi, Jawa Barat 17530	GIRI HAPSARI, S.ST. (TD). M.Sc Dosen Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Jl. Raya Setu No.58, Mekarwangi, Kec. Setu, Bekasi, Jawa Barat 17530
--	---	---

Abstract

Intersection 4 Penceng is an intersection located in a strategic location. At peak times this intersection experiences quite long delays and queues even though it has been controlled with APILL but has not worked optimally so it requires optimization of performance at this intersection. The calculation method used uses the Indonesian Road Classification Guidelines (PKJI) to measure the appropriate intersection performance at the intersection. The analysis carried out is an analysis of the intersection capacity, degree of saturation, queue length and delay in existing conditions. From the results of the analysis of existing conditions, an improvement in intersection performance will be carried out by providing proposals such as changes in cycle time, phase, and comparing existing conditions with proposed conditions. Improved intersection performance by selecting the best proposal. .

Keywords : Intersection Optimization, Degree Saturation, Queue Length, Delay.

Abstrak

Simpang Empat Penceng merupakan persimpangan yang terletak pada lokasi strategis. Pada waktu sibuk di Simpang ini mengalami tundaan dan antrian yang cukup panjang walaupun sudah dikendalikan dengan APILL tetapi belum bekerja secara maksimal sehingga memerlukan optimalisasi kinerja pada simpang ini. Metode perhitungan yang digunakan menggunakan Pedoman Kapasis Jalan Indonesia (PKJI) untuk mengukur kinerja simpang yang sesuai pada persimpangan. Analisis yang dilakukan adalah analisis terhadap kapasitas persimpangan, derajat kejenuhan, panjang antrian serta tundaan pada kondisi eksisting. Dari hasil analisis kondisi eksisting akan dilakukan peningkatan kinerja simpang dengan memberikan usulan-usulan seperti perubahan waktu siklus, fase, dan melakukan perbandingan kondisi eksisting dengan kondisi usulan. Dilakukan peningkatan kinerja persimpangan dengan memilih usulan yang terbaik.

Kata kunci : Optimalisasi Simpang, Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, Tundaan.

PENDAHULUAN

Kabupaten Pacitan terletak di Provinsi Jawa Timur, berbatasan dengan Jawa Tengah, dengan luas wilayah 1.389,87 km² dan populasi 592.916 jiwa, sehingga memiliki kepadatan 427 jiwa/km² (BPS Kabupaten Pacitan 2023). Lokasi geografisnya berbatasan dengan Kabupaten Ponorogo, Wonogiri, Trenggalek, Samudera Indonesia, dan Wonogiri. Persimpangan adalah titik pertemuan arus lalu lintas dari berbagai arah yang dapat menyebabkan kemacetan dan potensi kecelakaan. Oleh karena itu, persimpangan memerlukan pengendalian berdasarkan karakteristiknya seperti volume lalu lintas dan kapasitas. Simpang Empat Penceng adalah persimpangan strategis di Pacitan dengan arus lalu lintas yang tinggi, menjadi akses utama menuju perkantoran, sekolah, dan pasar. Berdasarkan survei Tim PKL Kab. Pacitan tahun 2024, Simpang Penceng memiliki derajat kejenuhan

0,45, panjang antrian rata-rata 28 m, dan rata-rata tundaan 43,1 det/smp, dengan tingkat pelayanan E.

TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Lalu Lintas

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Pasal 3, tujuan diselenggarakannya Lalu Lintas dan Angkutan Jalan adalah untuk mewujudkan pelayanan yang aman, selamat, tertib, lancar, dan terpadu dengan moda angkutan lain. Hal ini bertujuan untuk mendorong perekonomian nasional, memajukan kesejahteraan umum, memperkuat persatuan dan kesatuan bangsa, serta mewujudkan etika berlalu lintas dan budaya bangsa. Selain itu, undang-undang ini juga menekankan pentingnya penegakan hukum dan kepastian hukum bagi masyarakat (Anonim, 2009).

Rekayasa lalu lintas

Rekayasa lalu lintas adalah fase Teknik transportasi yang erat kaitannya dengan perencanaan, perancangan geometrik serta pengoperasian lalu lintas jalan, jaringan jalan, terminal, daerah yang berdampingan dengannya, dalam hubungan dengan moda transportasi untuk menghasilkan keselamatan, kenyamanan serta efisiensi dalam pergerakan orang atau barang (Risdiyanto, 2014).

Persimpangan

Menurut Abubakar (1995) persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan- jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan-persimpangan adalah merupakan faktor-faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan , khususnya wilayah perkotaan.

Persimpangan Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan suatu persimpangan yang terdiri atas beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) yang bertujuan guna membantu ketertiban lalu lintas bagi pengguna jalan.

Penentuan Pengendalian Simpang

Pengendalian lalu lintas di persimpangan disesuaikan dengan jenisnya berdasarkan grafik yang memperhitungkan volume lalu lintas harian rata-rata (LHRT) di setiap kaki simpang. Menurut PM No 96 Tahun 2015, persimpangan dapat dikendalikan dengan APILL apabila memenuhi persyaratan :

1. Volume lalu lintas yang memasuki persimpangan rata-rata di atas 750 kendaraan/jam selama 8 jam.
2. Waktu menunggu (*delay*) rata-rata kendaraan di persimpangan di atas 30 detik
3. Rata-rata jumlah pejalan kaki yang menyeberang di atas 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam/hari
4. Jumlah kecelakaan di atas 5 kecelakaan/tahun

Volume jam perencanaan (*design hourly volume*) adalah parameter penting dalam perancangan jaringan jalan dan diukur dalam satuan smp/jam (Narendra 2022). Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan adalah jumlah arus lalu lintas dalam satu tahun dibagi 365 hari, diukur dalam satuan mobil penumpang (smp)/hari. Nilai VJP dihitung dengan mengalikan LHRT dengan faktor k.

Tabel 1. Nilai Normal Faktor-K

Lingkungan	Faktor K – Ukuran kota	
	> 1 juta	< 1 juta
Jalan di daerah komersial dan jalan arteri	7% - 8%	8% - 10%
Jalan di daerah permukiman	8% - 9%	9% - 12%

Sumber : PKJI 2023

Perhitungan Simpang Bersinyal

Arus Jenuh

Arus jenuh merupakan besarnya keberangkatan antrian dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan :

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKI} \times F_{BKA} \quad (1)$$

Kapasitas simpang

Kapasitas tiap pendekat untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya :

$$c = J \times \frac{W_H}{S} \quad (2)$$

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas pada simpang. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan rumus :

$$D_J = \frac{q}{c} \quad (3)$$

Antrian

Hasil perhitungan derajat kejenuhan digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (Nq1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dan jumlah smp yang datang selama fase merah(Nq2). Untuk derajat kejenuhan, $DS > 0,5$.

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \quad (4)$$

Tundaan Simpang

Setiap pendekat tundaan lalulintas rata – rata ditimbulkan akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan – gerakan lainnya pada simpang

$$T = T_L + T_G \quad (5)$$

Tingkat Pelayanan Simpang

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No 96 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas (2015), disebutkan bahwa tingkat pelayanan pada simpang digunakan untuk memperhitungkan faktor tundaan dan kapasitas simpang.

Tabel 2. Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik/smp)
A	< 5
B	5 – 15
C	15 – 25
D	25 – 40
E	40 – 60
F	> 60

Sumber : Peraturan Menteri perhubungan No 96 Tahun 2015

METODOLOGI

Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait dalam penelitian ini mencakup:

- Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Pacitan untuk mendapatkan peta dan data jaringan jalan yang ada di Kabupaten Pacitan.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Pacitan untuk mendapatkan data jumlah di Kabupaten Pacitan
- Pengolahan data Laporan Umum Tim PKL Kabupaten Pacitan tahun 2024 untuk mendapatkan data kondisi simpang saat ini.

2. Pengumpulan Data Primer

Metode untuk memperoleh data primer melalui pengamatan langsung di lokasi kajian untuk kinerja lalu lintas yang akurat pada wilayah kajian dapat dilakukan dengan beberapa survei berikut:

- Survei Inventarisasi Simpang
Survei ini bertujuan untuk mengumpulkan data kondisi jalan dan fasilitas prasarana di Simpang 4 Penceng. Selain itu, survei juga akan memahami tata guna lahan di sekitar Simpang 4 Penceng untuk analisis permasalahan yang relevan.
- Survei Gerakan Membelok
Mengukur volume lalu lintas selama jam sibuk, memisahkan arah belokan di simpang. Hasilnya digunakan untuk analisis pengendalian persimpangan.

Teknik Analisis Data

1. Evaluasi Kinerja Simpang Eksisting

Evaluasi mencakup derajat kejenuhan, peluang antrian, dan tundaan untuk menentukan tingkat pelayanan simpang tersebut.

2. Rancangan Ulang Simpang

Alternatif pertama adalah merancang simpang untuk meningkatkan kapasitas dan mengurangi Derajat Kejenuhan (DJ). Hal ini bertujuan untuk memperbaiki kinerja simpang agar lalu lintas dapat berjalan lebih lancar dan efisien.

3. Analisis Kinerja Simpang Setelah Ditentukan Usulan Peningkatan

Membandingkan kinerja simpang sebelum dan setelah diterapkan usulan peningkatan. Hasilnya digunakan untuk menentukan alternatif terbaik untuk menyelesaikan permasalahan pada simpang tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting

Kondisi eksisting simpang 4 Penceng adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Lebar Pendekat Simpang 4 Penceng

Pendekat	Nama Jalan	Tipe	Lebar	Status	Ling.	Hambatan
U	Jl. Basuki Rahmat	2/2 TT	4,9	Minor	Kom	Sedang
S	Jl. Gatot Subroto	2/2 TT	4,5	Minor	Kom	Sedang
T	Jl. Jend Sudirman	2/2 TT	6,5	Mayor	Kom	Sedang
B	Jl. Ahmad Yani	2/2 TT	5,3	Mayor	Kom	Sedang

Tabel 4. Kapasitas Simpang 4 Penceng (smp/jam)

Kaki	Jo	FUK	FHS	FG	FP	FBKA	FBKI	J
U	2940	0,94	0,92	1,0	1,0	1,07	0,98	2671
S	2700	0,94	0,92	1,0	1,0	1,12	1,00	2600
T	3870	0,94	0,92	1,0	1,0	1,04	0,98	3399
B	3150	0,94	0,92	1,0	1,0	1,02	0,97	2403

Tabel 5. Tabel Kinerja Simpang

Kaki	DJ	PA	T
U	0,22	13,3	3886
S	0,50	21,8	8909
T	0,57	48,1	14913
B	0,50	27,3	8851

Tabel 6. Tabel Proyeksi Simpang 5 Tahun Kedepan

Kaki	DJ	PA	T
U	0,28	12,2	42,1
S	0,64	32,4	48,0
T	0,73	38,7	48,7
B	0,64	28,4	46,3

Berdasarkan perhitungan kapasitas simpang dengan nilai faktor penyesuaian seperti pada tabel diatas, didapatkan kapasitas terbesar simpang 4 Penceng yaitu pada kaki timur sebesar 594 smp/jam. Diketahui tundaan total dari keempat kaki simpang pada simpang 4 Penceng adalah 171,1 det/smp dengan total arus sebesar 850 smp/jam.

Didapatkan hasil perhitungan terkait tundaan simpang, maka tundaan simpang 4 Penceng adalah sebesar 43,1 det/smp. Dari kondisi ini berdasarkan PM No. 96 Tahun 2015 tingkat pelayanan Simpang 4 Penceng adalah E.

Kondisi Usulan I

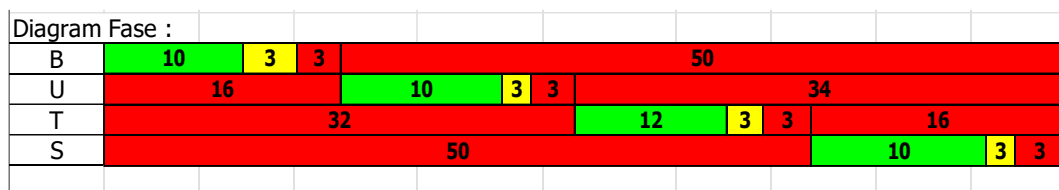
Kondisi usulan I untuk simpang 4 Penceng meliputi pengaturan waktu siklus.

Tabel 7. Waktu Hijau dan Waktu Siklus Usulan I

Pendekat	Nama Jalan	Waktu Hijau (WH) (detik)	Waktu Siklus (s) (detik)
U	Jl. Basuki Rahmat	10	66
S	Jl. Gatot Subroto	10	66
T	Jl. Jend Sudirman	12	66
B	Jl. Ahmad Yani	10	66

Tabel 8. Arus Lalu Lintas, Kapasitas, Panjang Antiran, Derajat Kejenuhan, dan Tundaan per kaki simpang

Pendekat	q (smp/jam)	c (smp/jam)	PA (m)	DJ	T (det/smp)	WH (detik)	s (detik)
U	93	407	6,1	0,23	28,1	10	66
S	204	396	15,3	0,51	29,7	10	66
T	342	599	18,2	0,57	29,4	12	66
B	211	369	14,2	0,57	31,1	10	66

**Gambar 1.** Diagram Waktu Siklus Usulan I

Perhitungan kapasitas simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut:

Tabel 9. Kinerja Simpang Usulan I

Pendekat	DJ	PA	T	Tundaan Simpang
U	0,23	6,1 m	28,1 det/smp	29,7 det/smp
S	0,51	15,3 m	29,7 det/smp	
T	0,57	18,2 m	29,4 det/smp	
B	0,57	14,2 m	31,1 det/smp	

Berdasarkan tabel diatas jika dikaitkan dengan PM No 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan simpang adalah D.

Kondisi Usulan II

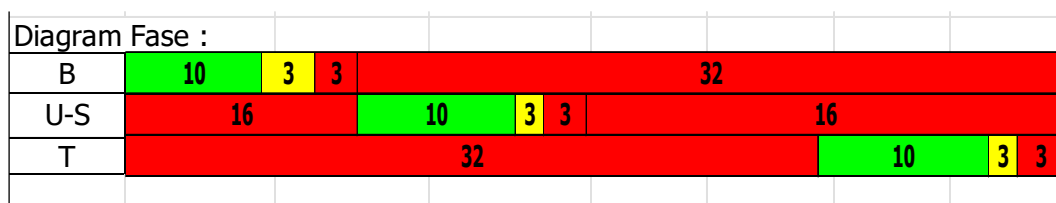
Kondisi usulan II untuk simpang 4 Penceng meliputi perubahan fase.

Tabel 10. Waktu Hijau dan Waktu Siklus Usulan II

Pendekat	Nama Jalan	Waktu Hijau (WH) (detik)	Waktu Siklus (s) (detik)
U	Jl. Basuki Rahmat	10	48
S	Jl. Gatot Subroto	10	48
T	Jl. Jend Sudirman	10	48
B	Jl. Ahmad Yani	10	48

Tabel 11. Arus Lalu Lintas, Kapasitas, Panjang Antiran, Derajat Kejenuhan, dan Tundaan per kaki simpang

Pendekat	q (smp/jam)	c (smp/jam)	PA (m)	DJ	T (det/smp)	WH (detik)	s (detik)
U	93	322	5,1	0,29	19,8	10	48
S	204	390	12,4	0,52	21,2	10	48
T	342	704	14,2	0,49	20,6	10	48
B	211	498	10,8	0,42	20,4	10	48



Gambar 2. Diagram Waktu Siklus Usulan II

Perhitungan kapasitas simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut:

Tabel 12. Kinerja Simpang Usulan II

Pendekat	DJ	PA	T	Tundaan Simpang
U	0,29	5,1 m	19,8 det/smp	20,6 det/smp
S	0,52	12,4 m	21,2 det/smp	
T	0,49	14,2 m	20,6 det/smp	
B	0,42	10,8 m	20,4 det/smp	

Berdasarkan Tabel 6 diatas jika dikaitkan dengan PM No 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan simpang adalah C.

Perbandingan Kinerja Eksisting dan Usulan

Berikut merupakan perbandingan derajat kejenuhan pada simpang 4 Penceng dari eksisting dengan kondisi usulan I-III :

Tabel 13. Perbandingan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II
U	0,22	0,23	0,29
S	0,50	0,51	0,52
T	0,57	0,57	0,49
B	0,50	0,57	0,42

Berikut merupakan perbandingan Panjang antrian pada simpang 4 Penceng dari eksisting dengan kondisi usulan I-III :

Tabel 14. Perbandingan Panjang Antrian

Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II
U	13,3 m	6,1 m	5,1 m
S	21,8 m	15,3 m	12,4 m
T	48,1 m	18,2 m	14,2 m
B	27,3 m	14,2 m	10,8 m

Berikut merupakan perbandingan tundaan pada simpang 4 Penceng dari eksisting dengan kondisi usulan I-III :

Tabel 15. Perbandingan Tundaan

Kondisi	Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan
Eksisting	43,1	E
Usulan I	29,7	D
Usulan II	20,6	C

Perubahan Tundaan Rata-Rata Simpang yang paling efektif terjadi pada usulan ke 2 (Perubahan Fase).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja Simpang Penceng yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu :

1. Simpang Penceng merupakan simpang APILL, dari hasil analisis kinerja pada kondisi eksisting maka di dapatkan nilai tundaan rata-rata pada simpang yaitu 43,1 det/smp, derajat kejenuhan rata-rata 0,45 dan untuk panjang antrian rata-rata yaitu 28 m, dengan penyesuaian tundaan rata-rata pada simpang maka didapatkan tingkat pelayanan simpang adalah E.
2. Proyeksi simpang untuk 5 tahun kedepan dilakukan untuk meramalkan permasalahan yang mungkin terjadi pada Simpang Penceng. Proyeksi ini dilakukan mengacu pada data dan kondisi eksisting Simpang Penceng (2024). Berdasarkan hasil analisis derajat kejenuhan yang mungkin terjadi pada 5 tahun ke depan sebesar 0,58, antrian rata-rata sepanjang 28 meter, dan tundaan rata-rata selama 47,2 det/smp. Kondisi ini menyebabkan Simpang Penceng di tahun 2028 tetap dengan tingkat pelayanan E, dimana perlu dilakukannya optimalisasi untuk merencanakan pencegahan permasalahan yang mungkin terjadi.
3. Untuk meningkatkan kinerja persimpangan tersebut maka diusulkan beberapa alternatif, seperti menghitung ulang waktu siklus dan perubahan fase.

Dari hasil analisis kinerja Simpang Penceng didapatkan usulan terbaik yaitu dengan melakukan perubahan fase dari 4 fase menjadi 3 fase. Rekomendasi ini dapat menurunkan tundaan rata-rata dari 43,1 det/smp (E) menjadi 24,4 det/smp (C). Menurunkan derajat kejenuhan rata-rata dari 0,45 menjadi 0,43, dan untuk panjang antrian rata-rata menurun dari 28 m menjadi 11 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariesta, M. A., Waloejo, B. S., & Agustin, I. W. (2020). Evaluasi Kinerja Persimpangan Bersinyal JL. Jend. Ahmad Yani Kota Bekasi. *Planning for Urban Region and Environment*, 9 (2), 139–146.
- Bina, Direktorat, and Sistem Lalu Lintas Dan Angkutan Kota. 1999. "Teknik Pengumpulan Dan Pengolahan Data Angkutan Umum."
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2023. "Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia." Kementerian PUPR 2(21): 352.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 1996. "Pedoman Teknis Pengaturan Lalu Lintas Di Persimpangan Berdiri Sendiri dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas."
- Hasanuddin, H. A., Halim, H., Hanafie, I. M., & . T. (2021). Analisis Kapasitas dan Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Abdullah Dg. Sirua. *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, 1(1), 72. <https://doi.org/10.31963/jacee.v1i1.2700>
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Transportation Engineering an Introduction 3rd Edition* Terj. Fidel Miro (Dasar-dasar Rekayasa Transportasi).
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia 49. (2014). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 49 tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas. Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 1–27.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2015. "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas."
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32, XI Jurnal Manusia dan Lingkungan 64 (2011).
- PM RI No 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan. (2001). PM RI No 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan. Peraturan Pemerintah No 43 Tahun 1993, 2003.
- Syaikhu, M., & Widodo, E. (2016). Analisa Kapasitas Dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Purwosari Kabupaten Pasuruan). *Jurnal Reka Buana*, 1(1), 1–8.
- Tamin. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22, 2 255 (2009).
- Badan Pusat Statistik. Kabupaten Pacitan Dalam Angka 2023. Pacitan : Badan Pusat Statistik, 2022.
- Tim PKL Kabupaten Pacitan Angkatan XLIII. Laporan Umum Manajemen Transportasi Jalan Dan Identifikasi Permasalahannya. Bekasi : Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, 2024.