

TESIS

DAMPAK PEMBANGUNAN JALAN REL KERETA API LAYANG DI RUAS PERSIMPANGAN PALANG JOGLO SURAKARTA

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik



Oleh:
SONDANG KUNCORO
NIM. 20202000063

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN TESIS

DAMPAK PEMBANGUNAN JALAN REL KERETA API LAYANG DI RUAS PERSIMPANGAN PALANG JOGLO SURAKARTA

Disusun oleh:

SONDANG KUNCORO

NIK: 20202000063

Telah diperiksa dan disetujui oleh

UNISSULA

Tanggal, 31 Agustus 2023

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Ir. H. Rachmat Mudiyo MT., Ph.D

NIK.210293018



Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si

NIK.210288011

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

DAMPAK PEMBANGUNAN JALAN REL KERETA API LAYANG DI RUAS PERSIMPANGAN PALANG JOGLO SURAKARTA

Disusun oleh:
SONDANG KUNCORO
NIM: 20202000063

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal:
(30 Agustus 2023)

Tim Penguji

1. Ketua 
(Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Sc.)
2. Anggota 
(Prof. Dr. Ir. Antonius, MT)
3. Anggota 
(Ir. H. Prabawa Setiawan, MT, Ph.D)

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

Semarang, 31 Agustus 2023

Menghormati,

جاستمطان بنجى سالىمة




Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

UNISSULA NIK.210202033

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik


Ir. H. Rachmat Mulyono MT., Ph.D

NIK.210293018

MOTO

كُنتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَتْلُونَ كِتَابَ اللَّهِ وَيُنَادُونَ فِي الْمُنْكَرِ وَالنُّهْيِ وَأَقَامُوا الصَّلَاةَ
وَأَتَوْا بِمَالِهِمْ ذِكْرًا لَهُمْ وَأَنَّهُمْ قَالُوا لَوْ كُنَّا نَفْقَهُونَ كَلَامَ رَبِّهِ لَكُنَّا مِنَ الْخَائِبِينَ

Artinya: Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik. (Qs. Ali Imron:110)

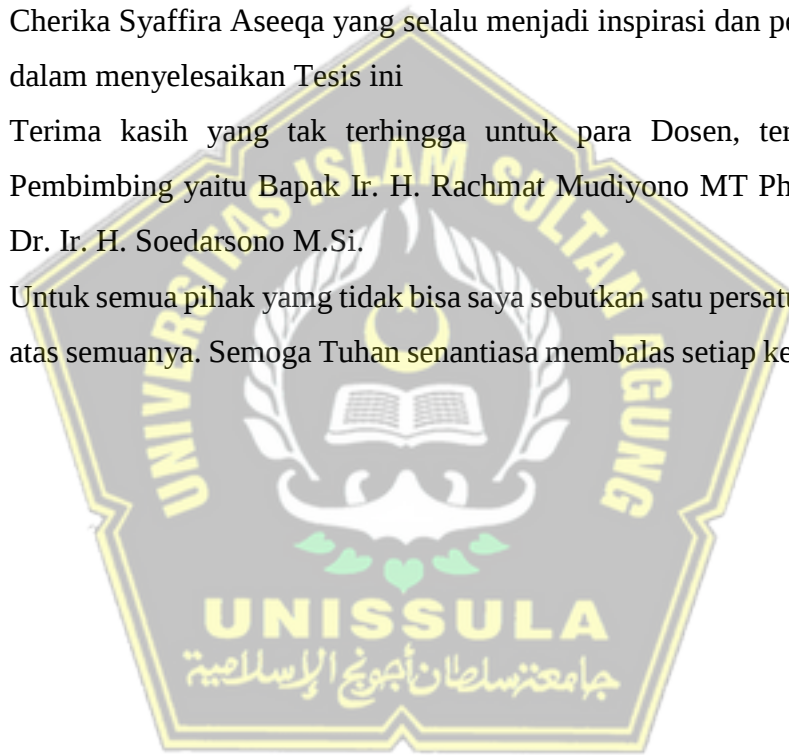
يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَتَسَاءَلُونَ فِي الْحُدُودِ فَقُلُوا مَا نَسَخَ اللَّهُ مِنْ شَيْءٍ أَحَدًا مِنْ حُدُودِهِ فَإِنْ كُنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ فَسْأَلُوا اللَّهَ عِلْمًا وَاعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ يَدْعُوَكُمْ إِلَى حُدُودِهِ لِيُخْرِجَكُم مِّنَ الظُّلُمَاتِ إِلَى النُّورِ بِإِذْنِهِ فَكُلُوا وَشَرُّوا حَسْبَ الْعَالَمِينَ

Artinya: Hai orang-orang beriman apabila dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majlis", maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu", maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan. (Qs. Al Mujadalah:11)

PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati, ingin kupersembahkan sebuah karya kecil yang telah berhasil kuselesaikan ini kepada:

1. Ayahnda Subur Sritomo dan Ibunda Selamah yang selalu tidak henti – hentinya mendoakan untuk keberhasilanku
2. Istriku tercinta Citra Sulistyaningtyas yang selalu memberikan support serta perhatian yang luar biasa
3. Putraku yaitu Erlangga Nadyantoro, Zavier Abdillah Abimanyu dan Putriku Cherika Syaffira Aseeqa yang selalu menjadi inspirasi dan penyemangatku dalam menyelesaikan Tesis ini
4. Terima kasih yang tak terhingga untuk para Dosen, terutama Dosen Pembimbing yaitu Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono MT Ph.D dan Bapak Dr. Ir. H. Soedarsono M.Si.
5. Untuk semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas semuanya. Semoga Tuhan senantiasa membalas setiap kebaikan kalian.



ABSTRAK

Simpang Joglo merupakan pertemuan dua jalan nasional, yakni Jl. Ki Mangunsarkoro dan Jl. Sumpah Pemuda. Kemudian dua jalan Provinsi yakni Jl. Kolonel Sugiono yang menuju arah Purwodadi dan Jl. Pierre Tendean. Arus lalu lintas di simpang Joglo semakin padat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pelayanan persimpangan sebidang di palang joglo.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara survey langsung di persimpangan ruas palang joglo tersebut pada jam puncak pagi, siang dan sore hari dari jam 06.00 – 18.00 WIB. Dari hasil survey kemudian dilakukan pengelompokan pada masing – masing ruas pada simpang dan disajikan dalam bentuk tabel kendaraan. Dalam perhitungan analisis simpang menggunakan acuan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

Hasil kinerja simpang palang joglo Surakarta sebelum konstruksi menunjukkan bahwa derajat kejenuhan pagi hari sebesar 0,56, derajat kejenuhan siang hari sebesar 0,46 yang menunjukkan tingkat pelayanan jalan kelas C. Derajat kejenuhan sore hari sebesar 0,92 yang menunjukkan tingkat pelayanan jalan kelas E, sedangkan derajat kejenuhan pada saat konstruksi menunjukkan pagi hari sebesar 0,57, derajat kejenuhan siang hari sebesar 0,62 yang menunjukkan tingkat pelayanan jalan kelas C. Derajat kejenuhan sore hari sebesar 1 yang menunjukkan tingkat pelayanan jalan kelas F. Pada Proyek Pembangunan Jalur KA Elevated akan mengalami penyempitan pada ruas – ruas tertentu akibat adanya pembangunan tersebut, maka dari itu dilakukan manajemen rekayasa lalu lintas saat konstruksi sedang berlangsung. Kendaraan berat golongan 3 dan 4 yang akan melintas di simpang joglo di alihkann lewat tol kebak kramat, tol gondangrejo dan tol colomadu, tol ngemplak. Dari arah Boyolali dan Yogyakarta yang akan melintas palang joglo akan dialihkan masuk ke pintu tol colomadu dan bisa keluar dipintu tol gondangrejo yang akan mengarah ke purwodadi atau pintu tol kebak kramat yang menuju ke surabaya.

Kata Kunci: Palang Joglo, Derajat Kejenuhan, Tingkat Pelayanan Jalan

ABSTRACT

The Joglo intersection is a confluence of two national roads, namely Jl. Ki Mangunsarkoro and Jl. Youth Pledge. Then two provincial roads namely Jl. Colonel Sugiono who headed towards Purwodadi and Jl. Pierre Tendean. The traffic flow at the Joglo intersection is getting denser. This study aims to determine the level of service at level crossings at Joglo Crossings.

Data collection was carried out by means of a direct survey at the intersection of the joglo cross section during peak hours in the morning, afternoon and evening from 06.00 - 18.00 WIB. From the survey results, grouping was carried out on each segment at the intersection and presented in the form of a vehicle table. In calculating the intersection analysis using the 1997 Indonesian Road Capacity Manual.

The performance results of the Surakarta joglo intersection before construction showed that the degree of saturation in the morning was 0.56, the degree of saturation during the day was 0.46 indicating the level of class C road service. The degree of saturation in the afternoon was 0.92 indicating the level of class E road service, while the degree of saturation at construction shows the morning of 0.57, the degree of saturation during the day is 0.62 which indicates the level of class C road service. The degree of saturation in the afternoon is 1 which indicates the level of class F road service. In the Elevated Railway Development Project there will be narrowing on certain sections due to With this development, traffic engineering management was carried out while construction was in progress. Class 3 and 4 heavy vehicles that will pass at the Joglo intersection will be diverted via the Kebak Kramat toll road, Gondanrejo toll road and Colomadu toll road, Ngemplak toll road. Those from Boyolali and Yogyakarta who will pass the joglo cross will be diverted to enter the Colomadu toll gate and can exit at the Gondangrejo toll gate which will lead to Purwodadi or the Kebak Kramat toll gate which leads to Surabaya.

Kata Kunci: Palang Joglo, Degree of Saturation, Road Service Level

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sondang Kuncoro

NIM : 20202000063

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul

**DAMPAK PEMBANGUNAN JALAN REL KERETA API LAYANG DI RUAS
PERSIMPANGAN PALANG JOGLO SURAKARTA**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa Saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.



Semarang, Agustus 2023



(Sondang Kuncoro)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah Penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penyusun dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul "DAMPAK PEMBANGUNAN JALAN REL KERETA API LAYANG DI RUAS PERSIMPANGAN PALANG JOGLO SURAKARTA" dengan baik.

Penyusun menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tesis ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, kerjasama dari berbagai pihak dan berkat Allah SWT, kendala – kendala yang dihadapi dapat diatasi, oleh karena itu Penyusun menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo MT., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang ;
2. Prof. Dr. Ir. Antonius, MT, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
3. Dosen Pembimbing yang telah sabar dan tulus ikhlas meluangkan waktu dan saran – saran yang sangat berharga dalam penyusunan tesis ini;
4. Bapak dan Ibu Dosen Magister Teknik Sipil yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan sehingga Penyusun dapat menyelesaikan studi dan menyelesaikan penyusunan tesis;
5. Kedua Orang Tua dan Sekeluarga kami yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan doa untuk kuliah dan menyusun Tesis ini;
6. Semua pihak yang telah membantu sehingga Penyusun dapat menyelesaikan Tesis ini dengan baik.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Tesis ini masih jauh dari sempurna, untuk itu Penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan Tesis ini.

Semarang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TESIS	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Pentingnya Penelitian ini dilakukan serta Dampaknya	4
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Jalan	6
2.2. Ruas Jalan	6
2.3. Tipe – Tipe Kendaraan	8
2.4. Persimpangan	8
2.5. Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal	12
2.6. Volume Lalu Lintas	15
2.7. Lampu Lalu Lintas	15
2.8. Pertumbuhan Penduduk	16
2.9. Pertumbuhan Lalu Lintas	17
2.10. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan	18
2.11. Tundaan (<i>Delay</i>)	19

2.12.	Kendaraan Berhenti	20
2.13.	Perlintasan Sebidang Jalan dengan Rel Kereta Api.....	20
2.14.	Dampak adanya Pembangunan Rel Layang	21
2.15.	Penelitian Terdahulu	22
BAB III METODE PENELITIAN.....		31
3.1.	Diagram Alir Penelitian	31
3.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian	32
3.3.	Teknik Pengumpulan Data.....	33
3.3.1.1.	Survei Pendahuluan	33
3.3.2.1.	Survei Kondisi Eksisting	34
3.4.	Metode Analisis Data.....	35
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		38
4.1.	Kondisi Wilayah Studi.....	38
4.2.	Analisa Volume Lalu Lintas	39
4.3.	Kapasitas.....	47
4.4.	Derajat Kejenuhan	52
4.5.	Tundaan (D).....	53
4.6.	Peluang Antrian (QP%)	56
4.7.	Tingkat Pelayanan.....	56
4.8.	Rekayasa Lalu Lintas Saat Konstruksi berlangsung.....	58
BAB V PENUTUP.....		61
5.1.	Kesimpulan	61
5.2.	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN.....		66

DAFTAR TABEL

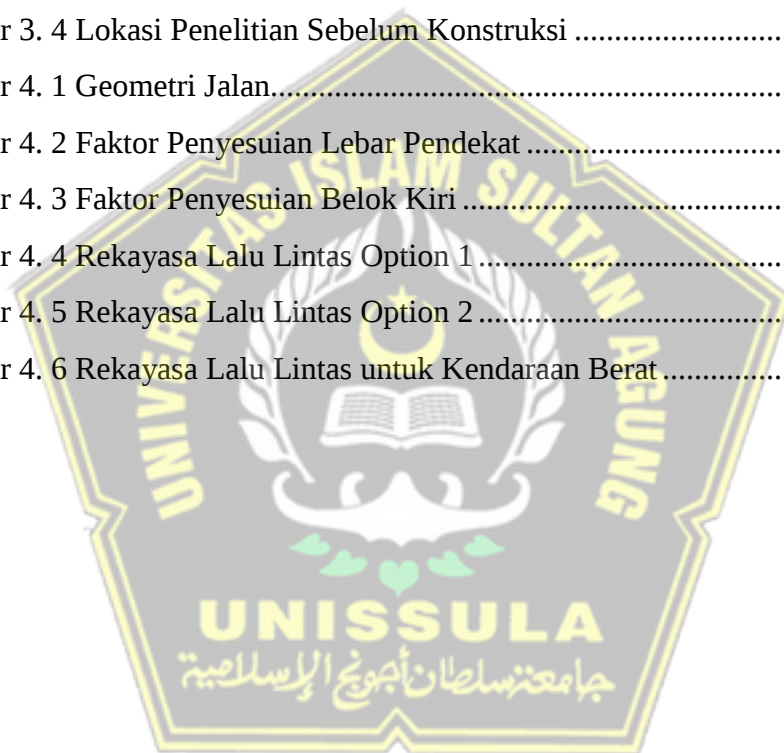
Tabel	Halaman
Tabel 2. 1 Ekvivalen Mobil Penumpang (EMP) Masing – masing Pendekat.....	13
Tabel 2. 2 Prosentase Arus Rencana Perjam dari LHRT	13
Tabel 2. 3 Nilai - nilai Normal Untuk Komposisi Lalu-Lintas	14
Tabel 2. 4 Ringkasan Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3. 1 Tabel Keterangan Nilai EMP	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Jam Puncak Pagi Sebelum Konstruksi.....	39
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Jam Puncak Pagi Saat Konstruksi.....	40
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Jam Puncak Siang Sebelum Konstruksi.....	41
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Jam Puncak Siang Saat Konstruksi.....	41
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Jam Puncak Sore Sebelum Konstruksi	42
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Jam Puncak Sore Saat Konstruksi.....	42
Tabel 4. 7 Bobot Pengaruh Hambatan Samping	43
Tabel 4. 8 Bobot Pengaruh Hambatan Samping	44
Tabel 4. 9 Hasil Survei Hambatan Samping pada Jalan Kapten P. Tendean (Sebelum Konstruksi)	45
Tabel 4. 10 Hasil Survei Hambatan Samping pada Jalan Kapten P. Tendean (Saat Konstruksi).....	46
Tabel 4. 11 Nilai Kapasitas Dasar.....	47
Tabel 4. 12 Faktor Penyesuaian Median Jalur Utama.....	49
Tabel 4. 13 Hasil Faktor Penyesuaian Belok Kiri.....	50
Tabel 4. 14 Faktor Penyesuaian Median Jalur Utama.....	50
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Kapasitas	52
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Kapasitas	52
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Tundaan Rata – Rata Seluruh Simpang.....	53
Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Tundaan Rata – Rata Jalan Utama	54
Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Tundaan Rata – Rata Jalan Minor	55
Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Tundaan Simpang.....	55
Tabel 4. 21 Hasil Peluang Antrian	56

Tabel 4. 22 Tingkat Pelayanan.....	57
Tabel 4. 23 Hasil Tingkat Pelayanan Jalan	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Jenis Simpang Tiga Lengan	11
Gambar 2. 2 Tipe Simpang	11
Gambar 2. 3 Tipe-tipe Pertemuan Arus	12
Gambar 3. 1 Jenis Bagan Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Studi.....	32
Gambar 3. 3 Foto Citra Satelit Lokasi Penelitian	32
Gambar 3. 4 Lokasi Penelitian Sebelum Konstruksi	32
Gambar 4. 1 Geometri Jalan.....	38
Gambar 4. 2 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat	48
Gambar 4. 3 Faktor Penyesuaian Belok Kiri	50
Gambar 4. 4 Rekayasa Lalu Lintas Option 1	59
Gambar 4. 5 Rekayasa Lalu Lintas Option 2	60
Gambar 4. 6 Rekayasa Lalu Lintas untuk Kendaraan Berat	60



BAB I

PENDAHULUAN

1.2. Latar Belakang

Transportasi merupakan perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin (Morlock, 1984). Kondisi sosial dan tingkat kepadatan penduduk suatu wilayah akan memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja transportasi (Jatmiko & Windy, 2020).

Menurut laporan statistik Dishub Darat, Surakarta sudah dapat dikelompokkan ke dalam kota besar (Kementerian Perhubungan, 2017). Kota ini memiliki beragam fasilitas umum dan sosial yang memadai. Perkembangan pembangunan yang sedang berlangsung berpotensi menjadikan Surakarta sebagai destinasi yang dapat memberikan dampak positif pada perekonomian kota. Namun, pertumbuhan ini juga berdampak pada meningkatnya aktivitas mobilitas manusia, baik menggunakan kendaraan pribadi maupun transportasi umum. Jika lonjakan mobilitas ini tidak diimbangi oleh peningkatan infrastruktur, maka dapat menimbulkan sejumlah masalah, satu diantaranya yaitu masalah kemacetan.

Pemerintah Kota Solo telah mencoba berbagai upaya untuk mengatasi permasalahan kemacetan ini. Salah satu solusinya adalah penerapan sistem satu arah (SSA) yang telah diimplementasikan di sepanjang Jl. Agus Salim di Kota Surakarta. Namun, terdapat beberapa kendala dalam menangani masalah lalu lintas di jalan yang dikelola dengan sistem ini, dan hal ini belum sepenuhnya terselesaikan (Febriana et al., 2020).

Seiring dengan pertumbuhan arus penduduk dan pergerakan barang, serta perkembangan yang terjadi di Kota Surakarta sebagai salah satu pusat kebudayaan dan perdagangan di Indonesia, tentunya juga meningkatkan kebutuhan akan layanan transportasi. Namun, kenyataannya saat ini, lonjakan aktivitas manusia dan barang serta pertumbuhan Kota Surakarta tidak diimbangi dengan penyediaan fasilitas transportasi yang memadai. Akibatnya, pergerakan yang terjadi tidak mendapatkan dukungan optimal,

baik dalam hal kuantitas maupun kualitas. Fakta ini terbukti dari masih seringnya terjadinya kemacetan lalu lintas di beberapa ruas jalan tertentu, terutama pada jam sibuk.

Salah satu titik yang mengalami masalah adalah persimpangan lima yang terdiri dari Jalan Letnan Kolonel Sugiono, Jalan S. Pemuda, Jalan Kapten Pier Tendean, Jalan Pemugaran Utama, dan Jalan Pemugaran. Jalan jalan ini adalah arteri utama yang menghubungkan pusat Kota Surakarta dengan wilayah lain seperti Semarang, Purwodadi, dan Surabaya. Persimpangan ini secara konsisten menghadapi kemacetan, terutama pada jam jam sibuk. Hal ini bukan hanya karena arus lalu lintas menuju persimpangan lima tersebut padat, tetapi juga karena posisinya yang memotong atau berada pada titik persimpangan lima. Persimpangan ini juga bertemu sebidang dengan jalur kereta api yang memiliki arus kedatangan dan keberangkatan yang cukup padat.

Simpang Joglo adalah titik bertemunya 2 jalan nasional (Jl. S. Pemuda dan Jl. Ki Mangunsarkoro) serta 2 jalan provinsi (Jl. Pierre Tendean dan Jl. Kolonel Sugiono yang mengarah ke Purwodadi). Volume kendaraan yang melintasi simpang Joglo semakin meningkat, terutama setelah pengoperasian kereta bandara pada Desember 2019. Akibatnya, kepadatan lalu lintas di wilayah ini dapat mencapai tujuh jam per hari. Hitungan ini didasarkan pada frekuensi perlintasan kereta api di palang pintu perlintasan Joglo, yang rata rata mencapai 30 x sehari. Setiap kali kereta api melewati, diperlukan waktu 10-14 menit agar lalu lintas kembali normal. Kemacetan di simpang Joglo pernah mencapai sepanjang Jembatan Komplang akibat antrian kendaraan. Sebagai upaya untuk mengatasi masalah kemacetan ini, diputuskan untuk membangun struktur rel layang sebagai solusi guna meredakan kemacetan di daerah tersebut. Dengan kondisi latar belakang diatas maka penulis membuat judul penelitian “Dampak Pembangunan Jalan Rel Kereta Api Layang di Ruas Persimpangan Palang Joglo Surakarta”

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini mengangkat masalah kemacetan lalu lintas di Kota Surakarta terutama pada jalur yang bersimpang lima dan titik temu sebidang

dengan jalan kereta api. Berdasarkan argumen penulis, perkembangan jumlah kendaraan sebanding lurus dengan jumlah kemacetan lalu lintas. Apalagi pada saat jam jam padat seperti jam masuk/pulang kantor, jam anak anak sekolah masuk/pulang dan lain lain.

Melihat permasalahan tersebut, penulis meneliti bagaimana lalu lintas kendaraan pada saat sebelum dan saat jalan kereta api layang dibangun. Hal tersebut mungkin bisa mengurangi kemacetan lalu lintas pada daerah tersebut dikarenakan kereta api bisa lewat kapan pun tanpa harus mengganggu operasional dari jalan persimpangan lima. Dari latar belakang masalah tersebut, penulis merumuskan pertanyaan penelitian:

1. Bagaimanakah kinerja Simpang pada Persimpangan Palang Joglo Kota Surakarta sebelum konstruksi dan saat konstruksi?
2. Bagaimana rekayasa lalu lintas untuk mengurangi kemacetan akibat pembangunan jalan kereta api layang?

1.2. Batasan Masalah

Pembatasan masalah pada riset ini ditujukan untuk lebih memfokuskan pada permasalahan yang ditemui dilapangan dan untuk memastikan pembahasannya tidak melebar dan melenceng dari tujuan riset yang sudah ditetapkan. Sejumlah batasannya antara lain:

1. Riset ini hanya dilakukan pada persimpangan tak bersinyal di daerah Palang Joglo Kota Surakarta.
2. Penelitian berfokus pada kinerja simpang palang joglo sebelum konstruksi dan saat konstruksi yang diakibatkan oleh dampak pembangunan jalan kereta api layang diruas persimpangan palang joglo surakarta.
3. Waktu pelaksanaan riset direncanakan hari minggu, senin dan rabu dimulai pukul 06.00 18.00 WIB.

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kinerja Simpang pada Persimpangan Palang Joglo Kota Surakarta sebelum konstruksi dan saat konstruksi ?

2. Mencari rekayasa lalu lintas untuk mengurangi kemacetan akibat pembangunan jalan kereta api layang.

3.2. Manfaat Penelitian

Adanya riset ini diharapkan dapat bermanfaat dan berkontribusi secara praktis dan mudah untuk diimplementasikan oleh berbagai pihak yang memiliki kepentingan dan pemerintah setempat. Manfaat riset ini yaitu:

1. Bagi pemerintah khususnya DPU Bina Marga dan Dinas Perhubungan, sebagai bahan masukan perihal kinerja Simpang Tak Bersinyal pada Simpang Lima Palang Joglo Surakarta.
2. Sebagai bahan pertimbangan perencanaan dan pembangunan di masa yang akan datang, untuk meningkatkan kapasitas dan tingkat kinerja simpang lima agar bisa meminimalkan tingkat kecelakaan dan kenyamanan pengguna jalan pada simpang lima Palang Joglo Surakarta.

3.3. Pentingnya Penelitian ini dilakukan serta Dampaknya

Riset ini mengangkat isu kemacetan lalu lintas di Kota Surakarta, terutama pada persimpangan lima dan titik pertemuan dengan jalur rel kereta api. Berdasarkan argumen penulis, pertumbuhan jumlah kendaraan memiliki hubungan langsung dengan tingkat kemacetan lalu lintas. Mengamati tantangan tersebut, penulis mengajukan pertanyaan tentang bagaimana jika jalur rel kereta api yang sebelumnya bersimpangan dengan persimpangan lima, dapat diubah menjadi jalur rel layang. Hal ini bertujuan untuk meredakan kepadatan lalu lintas di area tersebut, karena kereta api akan bisa melintas tanpa mengganggu operasional palang pintu di persimpangan Joglo.

3.4. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam memahami hasil penelitian, maka digunakan sistematika penelitian tesis sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, hipotesis, serta sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Pembahasan mengenai studi perpustakaan yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang diteliti, hasil studi dikembangkan menjadi landasan teori yang akan menjadi dasar untuk menjawab permasalahan penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian

Pembahasan yang mencakup bentuk penelitian, responden penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisa data.

BAB IV Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Menganalisa hasil dari pengumpulan data dan membahas temuan dari hasil analisa data yang telah dilakukan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran yang didapatkan dari hasil penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Jalan

Menurut PP No. 34 Tahun 2006, Jalan adalah infrastruktur transportasi didarat yang mencakup seluruh komponen jalan, termasuk struktur pendukung dan elemen penunjangnya yang ditujukan untuk lalu lintas umum. Ini termasuk bagian yang berada di atas, di bawah, atau di atas permukaan air, dengan pengecualian jalur rel dan kabel. Sementara itu, Jaringan Jalan merujuk pada kesatuan sistem yang terdiri dari jaringan jalan primer dan sekunder yang terhubung secara hierarkis. (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2006)

Dengan kata lain, semua elemen yang ada di dalam konstruksi jalan, baik itu struktur bangunan, fasilitas lalu lintas yang berada di atas permukaan tanah, serta komponen yang terletak di bawah permukaan tanah pada jalan, semuanya termasuk sebagai bagian dari jalan sesuai dengan definisi tersebut. Namun, definisi ini tidak berlaku untuk jalan rel kereta api.

2.2. Ruas Jalan

Menurut MKJI (1997), *right of way* lebih dikenal dengan sebutan jalan raya, ruas jalan, area yang dimiliki oleh jalan yang mencakup semua fasilitas jalan (median, marka, lampu penerangan, rambu rambu lalu lintas, dan sebagainya), drainase, trotoar, dan badan jalan. Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), jalan memiliki 4 fungsi yaitu :

- a) Memberikan pelayanan pergerakan kendaraan
- b) Memberikan pelayanan parkir kendaraan
- c) Memberikan pelayanan kepada kendaraan non motor dan pejalan kaki
- d) Memberikan akses kepemilikan suatu daerah dan mengembangkannya.

Sebagian besar fungsi yang telah terlaksana dengan baik hanya 2 atau 3 fungsi saja. Namun, terdapat juga jalan yang hanya menjalankan 1 fungsi saja, misalnya, jalan toll (bebas hambatan) karena hanya menjalankan fungsi pergerakan kendaraan saja. Geometri jalan memiliki sejumlah karakteristik yaitu:

:

2.2.1. Tipe Jalan

Jika dilihat dari beban lalu lintas yang dimilikinya, terdapat beragam jenis jalan dengan perrforma yang berlainan. Misalnya, jalan satu arah, jalan tak terbagi dan jalan terbagi.

2.2.2. Lebar Jalur Lalu lintas

Jalan yang diperlebar akan menyebabkan peningkatan daya tampung jalan dan arus lalu lintas yang semakin cepat.

2.2.3. Bahu Jalan

Jalan di wilayah perkotaan biasanya memiliki bahu di kedua sisi jalur lalu lintasnya. Kondisi dan lebar bahu jalan mempengaruhi fungsinya, seperti peningkatan kapasitas dan kecepatan arus tertentu. Perluasan bahu juga membantu mengurangi hambatan samping yang berasal dari aktivitas di sisi jalan seperti pejalan kaki, kendaraan umum berhenti, dan sebagainya.

2.2.4. Trotoar

Trotoar merupakan jalur yang sejajar dengan jalan dan permukaan dibuat lebih tinggi dari pada jalan itu sendiri agar pejalan kaki merasa aman saat berjalan.

2.2.5. Kereb

Kereb adalah pemisah antara trotoar dan jalur lalu lintas untuk memberikan hambatan samping pada kecepatan dan kapasitas jalan. Kereb yang lebih rendah akan menjadikan bertambahnya kapasitas jalan dan sebaliknya kereb yang lebih tinggi akan menjadikan berkurangnya kapasitas jalan.

2.2.6. Median Jalan

Kapasitas jalan akan bertambah bila pembangunan median jalan telah direncanakan sebaik mungkin.

2.2.7. Alinyemen Jalan

Alinyemen jalan berperan penting dalam menjamin efisiensi dan keamanan untuk memenuhi apa yang dibutuhkan dalam berlalu lintas. Alinyemen jalan ditentukan oleh fungsi jalan, karakteristik lalu lintas,

dan tofografi wilayah. Untuk dapat meminimalisasi kecepatan arus bebas maka tanjakan curam dan bisa juga dengan membuat kelengkungan horizontal yang berjari jari kecil. Namun, rendahnya kepadatan arus bebas di wilayah kota maka pembuatan alinyemen jalan seperti itu tidak wajib untuk dilakukan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

2.3. Tipe – Tipe Kendaraan

Jenis kendaraan yang ada saat ini dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Tahun 1997, kendaraan adalah komponen lalu lintas yang bergerak di atas roda. Jenis jenis kendaraan terdiri dari beberapa tipe, yaitu (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997):

- a. Kendaraan berat/besar (*Heavy Vehicle* – HV) merupakan kendaraan yang menggunakan motor dengan 4 atau lebih roda (Misalnya, truk 2 as atau 3 as, truk kombinasi, dan bis besar).
- b. Kendaraan ringan/kecul (*Light Vehicle* – LV) merupakan kendaraan yang menggunakan motor beroda 4 dengan as roda berjarak 2 3 m (Misalnya: truk kecil, pickup, mobil pribadi, bemo, oplet, dan mini bis).
- c. Sepeda motor (*Motor Cycle* – MC) merupakan kendaraan yang menggunakan motor beroda 2 atau 3 (Misalnya, kendaraan beroda 3 dan sepeda motor).
- d. Kendaraan non motor (*Unmotor Cycle* – UM) merupakan kendaraan beroda yang digerakan oleh tenaga hewan ataupun manusia (Misalnya, gerobak, delman/dokar, becak, dan sepeda kayuh).

4.1. Persimpangan

4.1.1. Definisi Persimpangan

Menurut PP No. 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu lintas Jalan, persimpangan merupakan titik cabang/temu suatu jalan baik satu bidang ataupun tidak (Departemen Perhubungan, 1993). Risiko terjadinya kecelakaan di suatu persimpangan sangat rentan

sebab pergerakan antar kendaraan dapat mengakibatkan munculnya peristiwa tabrakan (A.A.N.A. Jaya Wikrama, 2011).(Wikrama, 2011)

Persimpangan adalah tempat bertemunya percabangan jalan yang memiliki potensi konflik, yang pada gilirannya dapat menyebabkan risiko kecelakaan. Ini terjadi karena interaksi antara arus lalu lintas dari berbagai arah jalan atau antara pejalan kaki di titik tersebut membentuk situasi yang rentan.

Untuk alasan tersebut, diperlukan tindakan untuk mengatasi masalah masalah yang muncul di persimpangan, dengan tujuan mengurangi dan meminimalisir konflik yang terjadi. Langkah ini bertujuan untuk mengurangi tingkat kecelakaan yang disebabkan oleh benturan benturan tersebut.

4.1.2. Definisi Simpang Bersinyal

Berdasarkan tipe pelayanannya, simpang bersinyal adalah satu dari beberapa tipe simpang tempat bertemunya antar jalan pada satu bidang. Lampu lalu lintas yang memiliki 3 warna (merah, hijau, kuning, dan hijau). Sinyal dengan 3 warna tersebut digunakan untuk memisahkan lintasan lintasan berdasarkan arah pergerakan kendaraan yang berlawanan dalam interval waktu tertentu. Fungsi dari pengaturan lampu lalu lintas ini adalah untuk menghindari konflik antara pergerakan kendaraan yang bergerak dalam arah yang berlawanan sehingga meminimalisasi risiko terjadinya kecelakaan.

4.1.3. Definisi Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal merupakan Simpang yang tidak dilengkapi dengan sistem lampu pengatur lalu lintas dikenal. Ini merupakan titik pertemuan atau perpotongan pada permukaan jalan dimana dua jalur jalan atau lebih saling berpotongan, dan pada titik titik simpang ini tidak ada penggunaan lampu lalu lintas sebagai penanda arus.

Di lingkungan perkotaan, jenis simpang yang umum dijumpai adalah simpang jalan tak bersinyal. Jenis ini sesuai ketika arus lalu lintas di jalan jalan minor relatif ringan dan perubahan arah

pergerakan kendaraan minimal. Namun, bila arus lalu lintas di jalan utama sangat padat, yang meningkatkan risiko bagi pengendara di jalan jalan minor (karena mungkin mereka cenderung lebih percaya diri dan mengambil kesempatan yang kecil), maka pertimbangan untuk memasang sinyal lalu lintas menjadi relevan.(Ahmad Munawar, 2006)

Pengendalian formal pada simpang tak bersinyal mengikuti aturan dasar lalu lintas di Indonesia, yakni memberikan prioritas kepada kendaraan yang datang dari arah kiri. Parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja simpang tak bersinyal meliputi kapasitas, tingkat kepadatan, waktu tunda, dan potensi antrian.(Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

4.1.4. Tipe – Tipe Simpang

Persimpangan merupakan titik di mana dua jalan berpotongan dan saling memotong arus lalu lintas. Berdasarkan konfigurasi fisiknya, jenis jenis simpang jalan dapat dibagi menjadi dua kategori utama:

1. Simpang sebidang

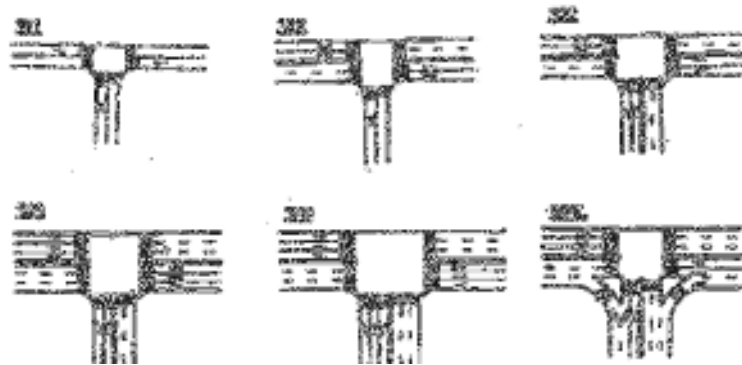
Merupakan jenis persimpangan di mana aliran lalu lintas dari satu arah jalan bertemu atau bersilangan dengan aliran lalu lintas dari arah lain, menciptakan situasi di mana arus kendaraan bergerak dalam arah yang berlawanan

2. Sinyal tak sebidang

Merupakan tipe persimpangan di mana arus lalu lintas dari beberapa jalur berpotongan namun tidak bersentuhan secara fisik, menghindari konflik langsung antara aliran kendaraan

Dalam konteks pelayanan, jenis persimpangan juga dapat dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. Alat Pengatur Isyarat Lalu lintas (APILL) atau Persimpangan yang dikendalikan melalui sinyal
2. Alat Pengatur Isyarat Lalu lintas (APILL) atau Persimpangan yang tidak dikendalikan melalui sinyal.



Gambar 2. 1 Jenis Simpang Tiga Lengan

Sumber: MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

4.1.5. Simpang Ditinjau dari Bentuknya

Tipe simpang yaitu pengkodean dari berapa banyak total lajur dan simpang pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut. Umumnya, persimpangan terdiri dari 3 4 lengan.



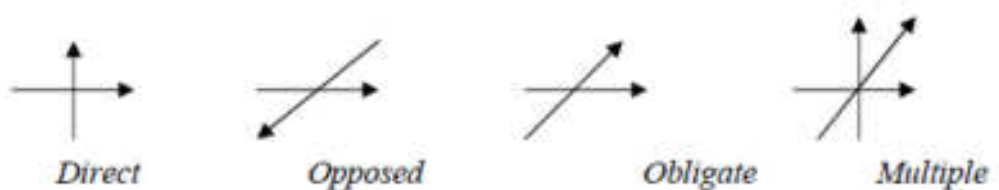
Gambar 2. 2 Tipe Simpang

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

4.1.6. Jenis Pertemuan Gerakan

Secara umum, jenis pertemuan arus yang bergerak dapat diklasifikasikan ke dalam 4 jenis yaitu (Sari, 2016):

a. Memotong (*Crossing*)



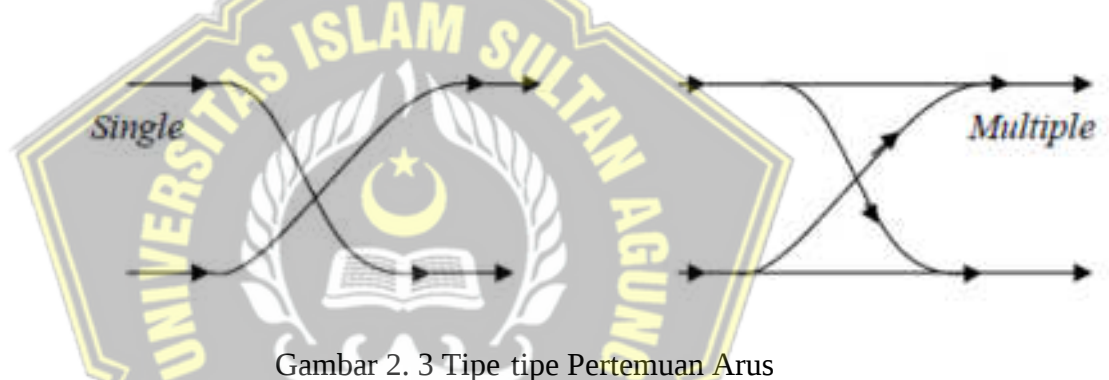
b. Memisag / Menyebar (*Diverging*)



c. Menyatu / Bergabung (*Merging/ Converging*)



d. Menjalin (*Weaving*)



Gambar 2. 3 Tipe tipe Pertemuan Arus

4.1.7. Daerah Konflik dalam Simpang

Pada titik pertemuan arus di persimpangan, terjadi konflik antara arus yang bersilangan. Di daerah di mana arus perlintasan pada persimpangan bertemu dan saling berpotongan, terbentuk titik konflik di mana arus kendaraan saling bersilangan pada satu pusat konflik. Konflik konflik ini mengakibatkan hambatan dalam aliran pergerakan kendaraan, meningkatkan potensi terjadinya kecelakaan. Beberapa faktor berikut ini memiliki potensi menjadi titik konflik pada persimpangan:

- Jumlah kaki kaki di persimpangan.
- Jumlah lajur di setiap kaki persimpangan.
- Kompleksitas sistem pengaturan di persimpangan.
- Beragamnya arah pergerakan arus lalu lintas di persimpangan

4.1. Kinerja Lalu lintas Simpang Tak Bersinyal

4.1.1. Arus Lalu lintas

Arus Lalu lintas adalah semua kendaraan yang bergerak dari satu lokasi ke lokasi lain pada segmen jalan tertentu dan dalam interval waktu tertentu. Ketika menghitung arus lalu lintas, setiap gerakan kendaraan, baik itu bergerak lurus, berbelok kanan, maupun berbelok kiri di jalan atau persimpangan, diubah terlebih dahulu menjadi Satuan Mobil Penumpang (SMP) per jam. Cara ini melibatkan mengalikan jumlah kendaraan dari berbagai jenis dengan faktor konversi yang mewakili setara kendaraan penumpang (emp), untuk setiap pendekatan yang ada—baik itu pendekatan arus yang dilindungi atau yang berlawanan. Rincian nilai nilai emp untuk masing masing jenis pendekatan dapat ditemukan dalam Table yang diberikan di bawah ini:

Table 2. 1 Ekvivalen Mobil Penumpang (EMP) Masing – masing Pendekat

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekat	
	Terlindungi	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,2

Sumber: MM II 1997 (Direktorat Jendral Elina Marga, 1997)

Jika hanya data arus harian atau LHRT (Lalulintas Harian Rata rata Total) yang tersedia dalam perhitungan, dan informasi terkait arus pada setiap jam tidak tersedia, maka untuk menghitung proyeksi arus setiap jam dalam rencana dapat dihitung mempergunakan persentase yang sesuai dengan skala kota atau jumlah penduduk di daerah tempat jalan yang dievaluasi/direncanakan. Ini dapat dilakukan dengan mengalikan presentase ini dengan LHRT. Rincian persentase ini tertera dalam Table berikut:

Table 2. 2 Prosentase Arus Rencana Perjam dari LHRT

Tipe kota dan jalan	Faktor persen k ke LHRT → arus rencana/jam
Kota kota > 1 juta penduduk	
• Jalan jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	7 8%
• Jalan pada daerah permukiman	8 9%
Kota kota ≤ 1 juta penduduk	
• Jalan jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	8 10%
• Jalan pada daerah permukiman	9 12%

Sumber: MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Jika pada tahap perencanaan dan evaluasi tidak tersedia informasi mengenai jumlah pergerakan kendaraan yang berbelok dan tidak memungkinkan untuk mengestimasi jumlahnya, dapat digunakan presentase standar sebesar 15% untuk pergerakan berbelok kanan dan 15% untuk pergerakan berbelok kiri. Persentase ini akan dikalikan dengan total arus yang digunakan atau diterapkan dalam perhitungan. Namun, jika ada larangan berbelok, pendekatan ini tidak dapat digunakan. Dalam situasi di mana data yang tersedia tidak optimal atau estimasi tidak akurat, nilai nilai normal yang digunakan dapat dilihat dalam Table yang disajikan di bawah ini:

Table 2. 3 Nilai nilai Normal Untuk Komposisi Lalu Lintas

Ukuran kota, juta penduduk	Komposisi lalu lintas kendaraan bermotor %			Rasio kendaraan
	Kendaraan ringan (LV)	Kendaraan berat (HV)	Sepeda motor (MC)	Tak bermotor (UM/MV)
>3 juta	60	4,5	35,5	0,01
1 3 juta	55,5	3,5	41	0,03
0,5 1 juta	40	3,0	57	0,14
0,1 0,5 juta	63	2,5	34,5	0,03
<0,1 juta	63	2,5	34,5	0,03

Sumber: MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

4.2. Volume Lalu lintas

Volume lalu lintas adalah total kendaraan yang melewati suatu jalan dalam suatu periode waktu tertentu (sehari, satu jam, atau satu menit). Tingginya jumlah arus lalu lintas memerlukan lebar perkerasan jalan yang lebih luas agar pengemudi dapat merasa aman dan nyaman. Sebaliknya, memiliki jalan yang terlalu lebar untuk jumlah arus lalu lintas yang rendah dapat berpotensi meningkatkan risiko, karena pengemudi cenderung mengendarai kendaraan dengan kecepatan lebih tinggi meskipun kondisi jalan mungkin tidak mendukung hal tersebut.(Asri et al., 2012)

4.3. Lampu Lalu lintas

Menurut (Oglesby, C.H. dan Hick, R.G, 1982), lampu lalu lintas adalah perangkat pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik, terkecuali marka jalan, rambu, *flasher* (lampu kedip).

Karakteristik fisik lampu lalu lintas yaitu:

- a. Sinyal/lampu isyarat modern ditempatkan di simpang suatu jalan yang diatur menggunakan tenaga listrik.
- b. Setiap unit dibuat dengan berbagai lensa berwarna (hijau, kuning, dan merah) yang terpisah dengan diameter 8 atau 12 inchi dengan sumber cahaya terpisah.
- c. Pemasangan lampu lalu lintas ditempatkan di siku diluar pembatas jalan, tiang, ataupun digantung di atas simpang jalan. Tinggi pemasangan lampu pada tiang yaitu 8 15 kaki di atas perkerasan (jika tidak terdapat trotoar) ataupun diatas trotoar. Untuk pemasangan di atas median, ketinggian harus minimal 4,5 kaki atau lebih tinggi, sementara untuk yang digantung di atas jalan harus memiliki ketinggian vertikal 15 19 kaki.
- d. Kelengkapan sinyal/isyarat modern yaitu adanya pengatur sinyal untuk penyeberang jalan atau pejalan kaki.

Menurut (Oglesby, C.H. dan Hick, R.G, 1982), lokasi pemasangan lampu lalu lintas harus memiliki jarak 40 hingga 120 kaki dari garis berhenti jika menggunakan tiang berlengan atau digantung dengan kabel. Jika kedua sinyal dipasang pada tonggak, sebaiknya satu dipasang di sisi kanan jalan

dan satu lagi di sisi kiri atau di atas median. Syaratnya adalah sudut antara sinyal dan garis pandang normal pengemudi tidak lebih dari 20 derajat..

Menurut (Transportation research board, 1994), terdapat tiga macam pengoperasian lampu isyarat lalu lintas yaitu:

1. *Pretimed Operation* yaitu mode operasionalisasi lampu sinyal lalu lintas yang perputarannya tetap pada setiap siklusnya karena waktu siklus diatur secara konstan.
2. *Semi Actuated Operation* yaitu mode operasionalisasi lampu sinyal lalu lintas dimana *Major street* (jalur utama) selalu menggunakan sinyal hijau hingga perangkat pendeteksi yang berada di *side street* (samping jalan) mampu mendeteksi kehadiran kendaraan di satu sisi atau kedua sisi jalan tersebut.
3. *Full Actuated Operation* yaitu mode operasionalisasi lampu sinyal lalu lintas yang dikendalikan dengan perangkat detektor untuk mengatur panjang siklus yang berubah ubah sesuai dengan permintaan yang ditransmisikan oleh detektor.

Menurut (Morlok & Edward K, 1978), sinyal lampu lalu lintas terdiri dari tiga aspek: hijau untuk berjalan, kuning untuk persiapan memasuki persimpangan sebelum lampu merah muncul, dan merah untuk berhenti.

Menurut (Salter, 1980), tahap tahap penyalan lampu lalu lintas adalah merah, merah/kuning, hijau dan kuning. Arti dari masing-masing penyalan lampu lalu lintas tersebut adalah:

1. Nyala merah: larangan melewati garis berhenti. Durasi merah disesuaikan dengan volume lalu lintas.
2. Nyala merah/kuning: larangan tetap melewati garis berhenti. Waktu nyala merah dan kuning bersama-sama 2 detik, memberi kesempatan untuk pembersihan kendaraan yang masih bergerak melewati persimpangan.
3. Nyala hijau: izin melewati persimpangan. Durasi hijau disesuaikan dengan desain lalu lintas.

4. Nyala kuning: larangan melewati garis berhenti, kecuali kendaraan sudah dekat dengan garis dan tidak dapat berhenti dengan aman. Durasi kuning adalah 3 detik

4.4. Pertumbuhan Penduduk

Dalam konteks ini, analisis mengenai pertumbuhan penduduk yang dibahas hanya mengfokuskan pada pertumbuhan penduduk di daerah perkotaan. Pertumbuhan populasi di perkotaan memiliki dampak langsung terhadap peningkatan lalu-lintas, yang pada akhirnya mempengaruhi pemanfaatan infrastruktur dan fasilitas transportasi.

Untuk memproyeksikan jumlah penduduk di masa depan, dapat digunakan metode pertumbuhan eksponensial ganda atau metode pertumbuhan majemuk, yang melibatkan perhitungan bunga yang diberlakukan berulang. Salah satu cara untuk menerapkan metode pertumbuhan eksponensial ganda adalah melalui model matematika:

$$P_n = (1+r)^n \cdot P_o \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

- P_n = Jumlah Penduduk tahun ke n
- P_o = Jumlah penduduk pada tahun dasar
- r = Prosentase kenaikan rata rata jumlah penduduk per tahun
- n = Selisih tahun yang diinginkan

4.5. Pertumbuhan Lalu lintas

Menurut (Morlok & Edward K, 1978), pertumbuhan lalu lintas adalah peningkatan banyaknya kendaraan yang berlalu lalang di jalan yang diperbandingkan setiap tahunnya. Perhitungannya dapat menggunakan data Lalu lintas Harian Rata Rata (LHR) dari tahun lampau. Meskipun angka pertumbuhan lalu lintas tidak konsisten setiap tahunnya, dalam analisis jangka waktu yang lebih panjang, pertumbuhan ini diambil sebagai rata rata.

Sejumlah factor yang memengaruhi pertumbuhan lalu lintas suatu wilayah antara lain:

1. Penduduk yang terus bertambah

Kenaikan jumlah penduduk dalam suatu area mendorong meningkatnya kebutuhan akan transportasi..

2. Kondisi Sosial Ekonomi

Peningkatan kondisi sosial ekonomi masyarakat cenderung mengakibatkan peningkatan kepemilikan kendaraan karena meningkatnya kebutuhan akan mobilitas.

3. Tata Guna Lahan

Penggunaan lahan untuk aktivitas seperti pertanian, industri, perdagangan, dan lainnya memainkan peran dalam pertumbuhan lalu lintas. Untuk menghitung pertumbuhan volume lalu lintas untuk jenis kendaraan tertentu, formula yang dapat diaplikasikan yaitu:

$$i = \frac{LHR.V_n - LHR.V_{n-1}}{LHR_{n-1}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan n = Tahun

Sedangkan menurut (Edward K. Morlock 1978), formula yang dapat diaplikasikan untuk proyeksi tahun tahun berikutnya yaitu:

$$V_n = (1 + i)^n . V_e \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan:

V_n = Volume lalu lintas pada n tahun mendatang (smp)

V_e = Volume lalu lintas sekarang (smp)

i = Angka pertumbuhan lalu lintas (%)

n = umur rencana (tahun)

4.6. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

a. Kapasitas adalah banyaknya kuantitas tertinggi kendaraan yang berlalu lalang di persimpangan. Formula yang bisa digunakan yaitu:

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

- b. Untuk penghitungan derajat kejenuhan (DS) menggunakan rumus sebagai berikut yaitu:

$$DS = Q/C \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

- c. Formula yang bisa digunakan untuk menentukan derajat kejenuhan (DS) yaitu :

$$FR = Q/S \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

- d. Formula yang bisa digunakan untuk menentukan rasio arus persimpangan yaitu :

$$IFR = \sum FR_{crit} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan:

$\sum FR_{crit}$ = Rasio arus kritis (tertinggi)

- e. Formula yang bisa digunakan untuk menentukan rasio fase yaitu:

$$PR = FR_{crit}/IFR \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

PR = Rasio fase

5.1. Tundaan (Delay)

Formula yang bisa digunakan untuk menentukan tundaan lalu lintas pada setiap kendaraan yang mendekat yaitu:

$$D_j = DT_j + DG_j \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

D_j = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DT_j = Tundan lalu-lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DG_j = Tundan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Formula yang bisa digunakan untuk menentukan tundaan lalulintas rerata pada setiap kendaraan yang mendekat (*DT*) yaitu:

$$DT = c \times \frac{0,5 \times 1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \dots \dots \dots (3.0)$$

Dimana:

DT = Tundan lalu-lintas rata-rata untuk pendekat *j* (det/smp)

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas

NQ1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

Formula yang bisa digunakan untuk menentukan rerata tundaan geometrik rerata pada setiap kendaraan yang mendekat (*DG*) yaitu:

$$DG = (1 - P_{sv}) \times P_T \times 6 + (P_{sv} \times 4) \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

DG = Tundaan geometri rata-rata

Psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

P_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

5.2. Kendaraan Berhenti

Angka berhenti (*NS*) merupakan hasil akumulasi rata rata kendaraan yang berhenti, termasuk pengulangan berhenti dalam antrian, sebelum melintasi suatu persimpangan. Formula yang bisa digunakan untuk menentukan nilai angka berhenti (*NS*) yaitu:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana:

c = waktu siklus (det)

Q = arus lalu lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau.

5.3. Perlintasan Sebidang Jalan dengan Rel Kereta Api

Perlintasan sebidang antara jalan dengan rel kereta merupakan situasi spesifik di mana tanggung jawab untuk pengaturan dan keamanan terbagi antara jalan dan jalur rel kereta. Saat pengemudi mendekati perlintasan,

mereka harus memiliki pandangan yang jelas ke jalur rel untuk memungkinkan pengendalian kendaraan dengan baik. Selain aspek keamanan, perlintasan ini juga berpengaruh terhadap penundaan pergerakan kendaraan.(M. Yasir Rahman, 2017)

5.4. Dampak adanya Pembangunan Rel Layang

5.4.1. Dampak Positif

Dampak positif yang ditimbulkan akibat pembangunan jalan kereta api layang diruas persimpangan palang joglo surakarta:

- a) Dapat mengurangi kemacetan yang sering terjadi di persimpangan palang joglo tersebut terutama pada jam jam sibuk.
- b) Selain dapat mengurai kemacetan diwilayah tersebut, pembangunan ini juga dapat meningkatkan ekonomi sekitar.
- c) Keamanan dan keselamatan lalu lintas.
- d) Kapasitas jalan bertambah.
- e) Dapat menjadi solusi permasalahan banjir disekitar palang joglo dengan dibangunnya saluran drainase yang dapat mengalirkan air ketika musim hujan datang.
- f) Bagi masyarakat sekitar mendapatkan peluang kerja yaitu sebagai pekerja konstruksi

5.4.2. Dampak Negatif

Dampak negatif yang ditimbulkan akibat pembangunan jalan kereta api layang diruas persimpangan palang joglo surakarta:

- a) Dengan adanya pembangunan jalan kereta api layang diruas persimpangan palang joglo menimbulkan kemacetan yang sangat luar biasa terutama di jam – jam sibuk, banyak kendaraan berat yang sudah di himbau untuk melewati tol tetapi masih nekat menerobos.
- b) Penurunan kapasitas perlintasan sebidang dan jalan disekitarnya pada saat konstruksi sedang berlangsung.
- c) Sistem buka tutup jalan bisa diterapkan, akan tetapi tidak bisa mengatasi kemacetan.

- d) Selain itu juga berdampak pada perekenomian sekitar sebagai contoh warung – warung kelontong yang berada pada area tersebut, harus pindah lantaran tanah/bangunannya terkena penggusuran.
- e) Masyarakat akan menanggung biaya kemacetan dan polusi yang cukup lama. Waktu tempuh yang semakin lama maka akan berpengaruh pada biaya produksi bagi perusahaan.

5.5. Penelitian Terdahulu

Table 2. 4 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Jenis Penelitian	Peneliti, Tempat Penerbit, Tahun	Metode Penelitian	Analisis Data	Hasil
1.	Pengaruh Perlintasan Kereta Api terhadap Kinerja Jalan Citayam (Indriany & Wijaya, 2013)	Konfersi Nasional Teknik Sipil 7 Universitas Sebelas Maret Surakarta	Sylvia Indriany, Wandhi Wijaya, Universitas Sebelas Maret Surakarta, 2013	Analisis Kualitatif Deskriptif, MKJI,	1. Analisa Kapasitas Arus Lalu lintas 2. Penilaian Kinerja Jalan 3. Geometri Jalan	Untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan dan pelebaran geometric jalan
2.	Analisis Lalu lintas Akibat Pembangunan Jalan Layang Cakung Cilincing Tanjung Priok Jakarta (Intan Fitriani et al., 2017)	Jurnal Karya Teknik Sipil Undip Vol 02 No 4	Intan Fitriani, Ratna Manik Pratiwi, Wahyudi Kushardjoko, YI Wicaksono, Undip, 2017	Analisis Kualitatif Deskriptif, MKJI,	1. Analisa Kapasitas Arus Lalu lintas 2. Arus Pergerakan Lalu lintas 3. Kecepatan Kendaraan 4. Biaya Operasional Kendaraan	Menganalisis kapasitas arus lalu lintas, arus pergerakan, kecepatan kendaraan dan biaya operasional untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan tersebut.

No.	Judul	Jenis Penelitian	Peneliti, Tempat Penerbit, Tahun	Metode Penelitian	Analisis Data	Hasil
3.	Studi Pengaruh Perlindungan Sebidang Jalan dengan Rel Kereta Api terhadap Karakteristik Lalu lintas (Studi Kasus: Perlindungan Kereta Api Jalan Bung Tomo Surabaya) (Umar Farouq, 2018)	Tesis	Umar Farouq, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, 2018	MKJI, Observasi dan Dokumentasi	1. Analisis tundaan dan antrian dengan metode gelombang kejut pada saat pintu perlintasan tertutup	Mengetahui besar perbedaan kecepatan rata – rata ruang pada ruas yang bebas hambatan dengan ruas jalan yang di pengaruhi perlintasan sebidang jalan dengan rel kereta api.
4.	Analisa Pengaruh Perlindungan Sebidang Jalan dengan Rel Kereta Api terhadap Karakteristik Lalu lintas” (Studi Kasus: Jl. Letnan Kolonel Subadri dan	Tesis	Wella Novitri Ayutiaz & Diby Susilo, Universitas Teknologi Yogyakarta, 2020	MKJI, Observasi dan Dokumentasi	1. Analisa karakteristik lalu lintas, Tundaan dan Antrian yang terjadi apabila saat pintu perlintasan ditutup.	memberikan pemahaman dan menambah wawasan mengenai pengaruh perlintasan sebidang jalan dengan rel kereta api.

No.	Judul	Jenis Penelitian	Peneliti, Tempat Penerbit, Tahun	Metode Penelitian	Analisis Data	Hasil
	Jl. Timoho, Yogyakarta). <i>(Wella Novitri Ayutiaz & Dibyso Susilo, 2020)</i>					
5	Analisis Kinerja Lalu lintas Akibat Konstruksi Pembangunan Fly Over Tanjung Barat, Jakarta Selatan (Samiono et al., 2020a)	Jurnal Teknik Sipil Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta Vo. X No.1	Rahardjo Samiono, Atjep Sudarjanto, Kevin Raynaldi, Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta, 2020	MKJI, Observasi dan Dokumentasi	1. Analisa Volume lalu lintas 2. Analisa kapasitas Ruas Jalan 3. Analisa Derajat Kejenuhan 4. Analisa Kecepatan Kendaraan	Dapat mengetahui kapasitas jalan , kecepatan pada sebelum konstruksi dan saat konstruksi dan memberikan alternatif rekayasa lalu lintas saat proyek berlangsung.
6.	Analisis Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan Rel dengan Jalan Raya (Studi Kasus: Jalan Raya	Tesis	Sujarwanto & Ahmda Soleh, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2016	MKJI, Observasi dan Dokumentasi	1. Analisis tingkat pelayanan di jalan Kaligawe 2. Analisis Pajang antrian terhadap waktu penutupan palang pintu kereta Api	dapat mengetahui antrian yang cukup panjang pada jam jam tertentu, baik dari arah timur ke barat maupun

No.	Judul	Jenis Penelitian	Peneliti, Tempat Penerbit, Tahun	Metode Penelitian	Analisis Data	Hasil
	Kaligawe Semarang). (<i>Sujarwanto & Ahmda Soleh, 2016</i>)					arah barat ke timur.
7	Dampak Pembangunan Flyover terhadap Lalu lintas dan Pelaku Usaha di Kota Surakarta Bagian Timur dan Kabupaten Karanganyar. (<i>Puput Devi Pratiwi, 2019</i>)	Tesis	Puput Devi Pratiwi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019	Teknik Non Probabilitas untuk pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dan untuk sampel yang diambil indepth interview	1. Mengkaji pendapat masyarakat di sekitar flyover mengenai kondisi lalu lintas sebelum dan sesudah dibangun flyover 2. Mengkaji pengaruh flyover terhadap kepadatan lalu lintas disekitar flyover. 3. Mengkaji kegiatan usaha masyarakat disekitar flyover setelah dibangunnya flyover	Kondisi lalu lintas sebelum adanya flyover mengalami kemacetan dan setelah adanya bangunan flyover kondisi lalu lintas menjadi lancar.

No.	Judul	Jenis Penelitian	Peneliti, Tempat Penerbit, Tahun	Metode Penelitian	Analisis Data	Hasil
8	Simulasi Arus Lalu lintas pada Segmen Penyempitan Jalan akibat Pembangunan Flyover Simpang Surabaya Tahun 2016 menggunakan Softwere VISSIM 8.0. <i>(Faisal et al., 2017)</i>	Jurnal Vol. 7 No. 1 2018 – Vol. 11 No. 22 Tahun 2022	Rudi Faisal, Sugiarto & Aprillia Syara, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, 2017	Softwere VISSIM 8.0	1. Analisis volume kendaraan 2. Analisis Kecepatan Kendaraan 3. Analisis Waktu Perjalanan	Pada jalan Tgk Chik Ditiro volume lalu lintas sebesar 1085 smp/jam, kecepatan 16,91 km/jam dan waktu perjalanan 22 detik.
9	Dampak Flyover Manahan terhadap arus lalu lintas. <i>(Febriana et al., 2020)</i>	Jurnal Vol. 4 No. 1 (2020): Vol. 4 No. 1, November 2020	Susi Febriana, Nurul Hidayati, Gotot Slamet, Ika Setiyaningsih, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020	MKJI, Observasi dan Dokumentasi	1. Analisis Hambatan samping 2. Analisis Arus Lalu lintas (volume) 3. Analisis Kecepatan dan kepadatan	Hasil analisis menunjukkan bahwa saat periode puncak pagi diperoleh volume sebesar 1827,7 smp/jam, dengan kecepatan rata rata waktu 38,25 km/jam
10	Analisis Kinerja Lalu lintas Akibat	Jurnal Vol 10 No 1 (2020):	Rahardjo Samiono, Atjep Sudarjanto, Kevin	MKJI, Observasi dan	1. Analisis kinerja lalu lintas jl.	Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas

No.	Judul	Jenis Penelitian	Peneliti, Tempat Penerbit, Tahun	Metode Penelitian	Analisis Data	Hasil
	Konstruksi Pembangunan Fly Over Tanjung Barat, Jakarta Selatan.(Sami ono et al., 2020b)	Jurnal Teknik Sipil	Raynaldi, Institut Sains dan Teknologi Nasional, 2020	Dokumentasi	Tanjung Barat saat konstruksi dan sebelum konstruksi 2. Analisis tingkat pelayanan jl. Tanjung Barat Raya saat konstruksi dan sesudah konstruksi.	saat masa konstruksi lebih kecil sebesar 2248,646 smp/jam untuk arah ke Ps. Minggu dan 2450,448 smp/jam untuk arah ke depok dibandingkan kapasitas sebelum konatrukai yaitu sebesar 5808 smp/jam untuk arah Ps. Minggu dan 4455 untuk arah Depok
11	Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Sebidang Terhadap Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan	Tesis	Jatmiko, Windy, Perpus Ubhara Surabaya, 2020	MKJI, Observasi dan Dokumentasi	1. Analisis Panjang Antrian saat penutupan pintu perlintasan kereta api. 2. Analisis Waktu Tundaan	Untuk mengetahui panjang antrian yang terjadi akibat dari variasi lamanya penutupan pintu perlintasan kereta api dan

No.	Judul	Jenis Penelitian	Peneliti, Tempat Penerbit, Tahun	Metode Penelitian	Analisis Data	Hasil
	Serta Dampak Peringkat LOS pada Ruas Jalan Raya Waru dan Jalan Brigjem Katamaso. (<i>Jatmiko & Windy, 2020</i>)				3. Analisis Level of Service akibat variasi lamanya penutupan perlintasan kereta api.	tundaan yang terjadi akibat
12	Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan M.T Haryono Dengan Rel Kereta Api Terhadap Karakteristik Lalu lintas. (<i>M Yasir Rahman, 2017</i>)	Desertasi	M. Yasir Rahman, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan, 2017	MKJI, Observasi dan Dokumentasi	1. Analisis Hubungan antara volume, kecepatan dan kerapatan dengan pendekatan model Greenshields. 2. Analisis tundaan dan atrian dengan metode gelombang kejut pada saat pintu perlintasan tertutup.	Mengetahui hubungan antara volume, kecepatan dan kerapatan lalu lintas pada ruas jalan tanpa hambatan dan ruas jalan yang dipengaruhi hambatan geometrik lalu lintas.

No.	Judul	Jenis Penelitian	Peneliti, Tempat Penerbit, Tahun	Metode Penelitian	Analisis Data	Hasil
13	Kajian Pengaruh Lamanya Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Di Jalan Gatot Subroto Dan Jalan Stasiun Cimahi. (Yiyis Ulfaturrohman, 2019)	Tesis	Yiyis Ulfaturrohman, Itenas Bandung, 2019	PKJI 2014, Observasi dan Dokumentasi	1. Analisis kerapatan lalu lintas 2. Analisis Panjang antrian.	Membandingkan antara panjang antrian rata rata di lapangan dengan panjang antrian hasil perhitungan berdasarkan metode PKJI 2014 dan Panjang antrian akibat lama penutupan pintu perlintasan kereta api.
14	<i>The Analysis of Traffic Delay and Queue due to the shunting activities of Pertamina trains of Tegal city.</i> (Yunus et al., 2020)	Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering Vol 3 No 2	Muhamad Yunus, Isradias Mirajhusnita, Rachmat Mudiyo, Hermin Poedjiastoeti, Unissula Semarang, 2020	Metode Analisis v/c rasio dan MKJI 1997	1. Analisis Kapasitas 2. Analisis Tundaan	Mengetahui seberapa besar kapasitas dan tundaan yang terjadi dan untuk mengatasi antrian dan tundaan lalu lintas adalah dengan membagi waktu shunting menjadi 2 fase.

Sebelum melakukan analisis, langkah pertama adalah menjalankan studi pustaka. Studi pustaka ini bertujuan untuk mengumpulkan referensi literatur yang relevan mengenai simpang, termasuk penelitian penelitian sebelumnya. Pelaksanaan studi pustaka memiliki signifikansi yang tinggi karena literatur ini menjadi acuan utama. Dalam konteks ini, metode yang digunakan dalam menganalisis data dalam penelitian sebelumnya serta penelitian yang sedang dilakukan oleh penulis adalah menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997. Perbedaan antara penelitian saat ini dan analisis yang dilakukan sebelumnya terletak pada fokus penelitian. Penelitian saat ini menganalisis kapasitas jalan dan kinerja simpang sebelum dan selama proses konstruksi, dimana dua ruas jalan mengalami penutupan selama konstruksi. Sementara itu, penelitian sebelumnya mengkaji kapasitas dan panjang antrian dengan mempertimbangkan penyempitan lebar jalan..

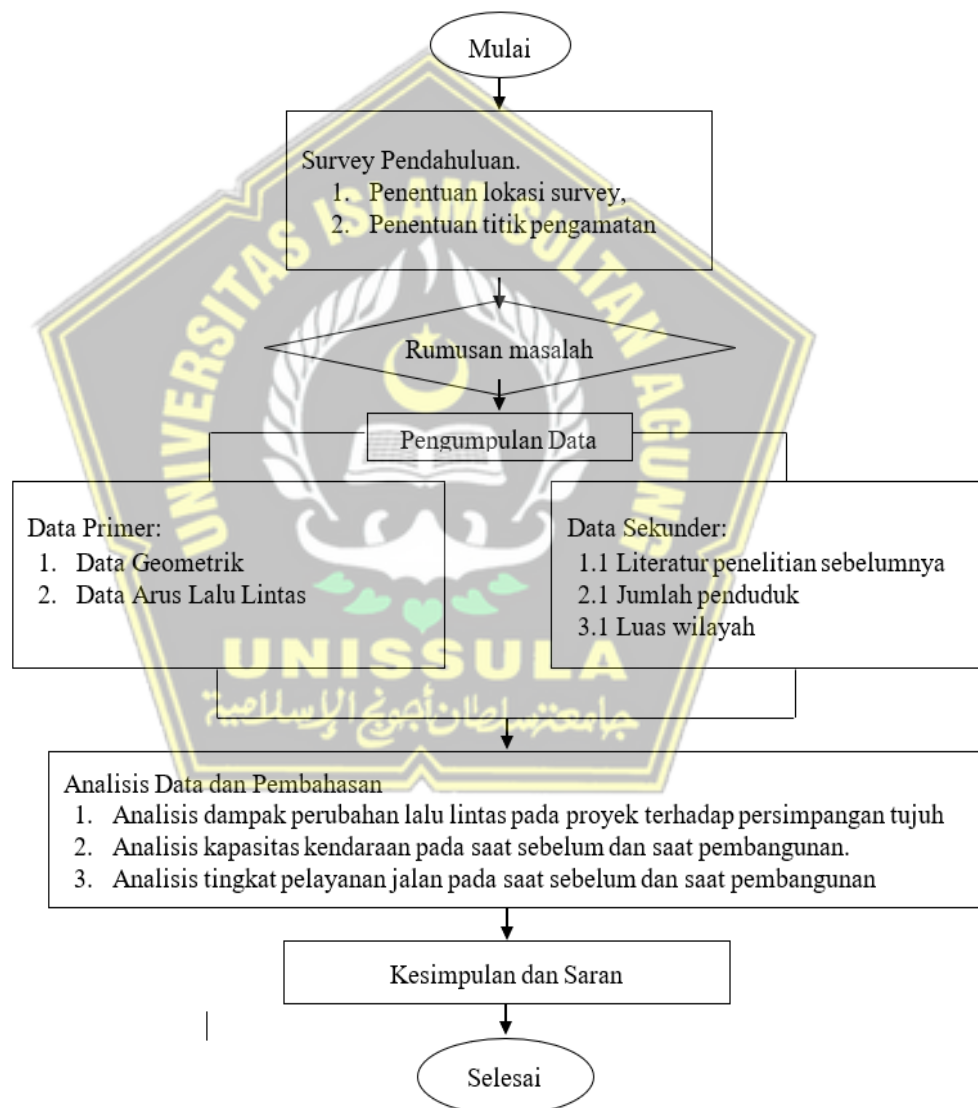


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

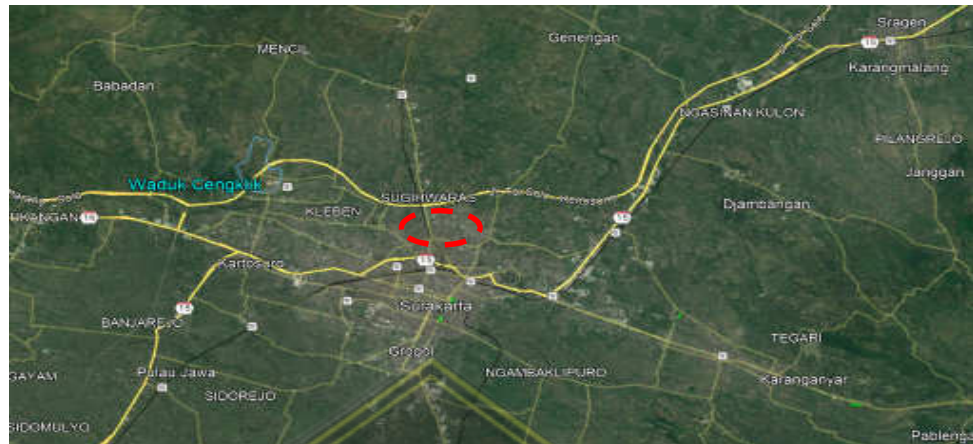
Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan. Peninjaun Lokasi/ Observasi perlu di lakukan untuk meninjau, mengawasi, dan meneliti suatu objek, sehingga mendapat data yang sifatnya valid. Tahapan penelitian secara ringkas digambarkan sebagaimana Gambar 3.1 berikut.



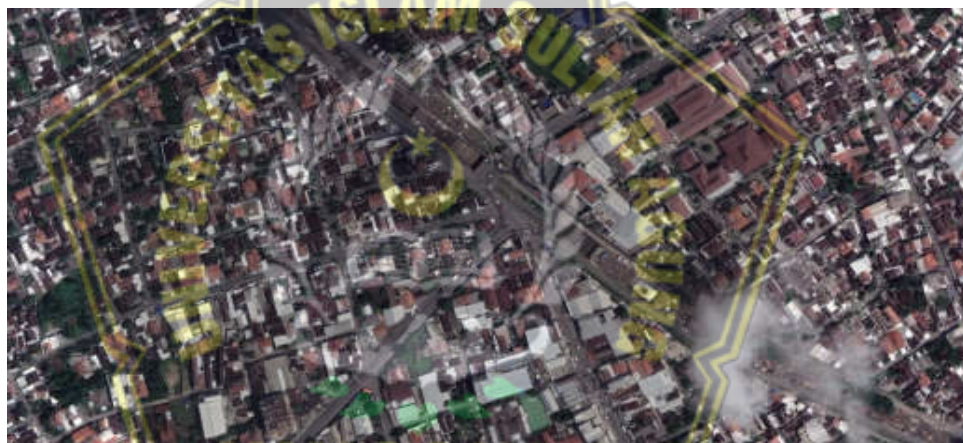
Gambar 3. 1 Jenis Bagan Alir Penelitian

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan survei lapangan dilakukan pada hari Sabtu, Minggu dan Senin pukul 06.00 wib 18.00 wib, lokasi di Persimpangan Palang Joglo.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Studi



Gambar 3. 2 Foto Citra Satelit Lokasi Penelitian



Gambar 3. 3 Lokasi Penelitian Sebelum Konstruksi

3.3. Teknik Pengumpulan Data

3.3.1. Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dari survey dan pengamatan langsung di lapangan.

3.3.1.1. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan adalah survei yang dilakukan dengan mengadakan pengamatan langsung di lapangan dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Untuk mengidentifikasi kondisi lapangan
- b. Untuk memahami karakteristik arus lalu lintas
- c. Untuk menetapkan metode survei yang sesuai dengan kondisi lapangan
- d. Untuk menentukan lokasi pemasangan kamera yang optimal.
- e. Untuk menentukan jangka waktu dan periode observasi

Tahap ini memiliki peran yang besar karena merupakan tahap awal dalam pemilihan lokasi dan persiapan sebelum survei utama dilakukan. Fungsinya adalah menemukan lokasi yang cocok untuk pengamatan di simpang serta menentukan letak kamera video agar rekaman lalu lintas dapat diperoleh dengan jelas. Selain itu, studi pendahuluan juga membantu untuk memahami karakteristik geometrik simpang, termasuk:

- a. Jumlah dan distribusi lajur jalan
- b. Lebar bahu jalan
- c. Lebar setiap lajur
- d. Gradien, marka, dan infrastruktur di persimpangan lainnya

Adanya informasi ini dapat membantu perancangan dan perumusan metode survey melalui sejumlah langkah yang tepat, memadai, serta siap dipergunakan dalam survei.

3.3.2. Tundaan Geometrik Simpang (D_G)

Nilai D_G ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Untuk $DS < 1$, $DG = (1 - DS) \times pT \times 6 + (1 - pT) \times 3 + DS \times 4$

Untuk $DS \geq 1$, $DG = 4$

Keterangan :

DS : Derajat Kejenuhan

DG : Tundaan Geometrik Simpang

pT : Rasio Belok Total

3.3.2.1. Survei Kondisi Eksisting

Tahap survei ini merupakan kelanjutan dari studi pendahuluan. Pada penelitian ini, aspek aspek yang akan diukur mencakup:

- a. Konfigurasi simpang
- b. Pengukuran geometrik simpang (hambatan samping, jumlah lajur dan lebar pendekat)

Sejumlah perangkat yang dipergunakan dalam survei ini yaitu:

- a. *Stopwatch*
- b. Meteran
- c. Peralatan tulis
- d. *Clipboard*

Tenaga yang dipergunakan untuk membantu dalam pelaksanaan survei ini terdiri dari:

- a. 4 anggota tim ditempatkan di simpang jalan yang akan disurvei.
- b. Surveyor melakukan kalkulasi banyaknya pendekat, melakukan pengukuran lebar setiap pendekat, lebar keluar, dan melakukan kalkulasi banyaknya lajur di setiap pendekat.
- c. Surveyor mengobservasi keadaan hambatan samping di sekitar area simpang.
- d. Hasil pengukuran dan perhitungan dicantumkan dalam formulir survei.

3.3.3. Data Sekunder

Data sekunder adalah data – data yang diperoleh dari website instansi terkait.

3.4. Metode Analisis Data

Sejumlah data yang peneliti dapatkan berupa hasil pengukuran dan observasi di lapangan kemudian dikumpulkan dan diolah sesuai dengan formula yang ada, yaitu:

1. Melakukan perhitungan dan analisis volume kendaraan dalam smp

Survei lapangan menghasilkan data volume kendaraan yang selanjutnya. dikonversi menjadi ekuivalen mobil penumpang (emp) untuk setiap tipe kendaraan. Kemudian, data jumlah kendaraan dikalkulasikan kedalam kendaraan/jam untuk masing masing tipe kendaraan, dengan mempertimbangkan faktor koreksi setiap kendaraannya yaitu: LV=1,0; HV = 1,3; MC = 0,40. Arus lalu lintas total dalam smp/jam adalah:

$$Q \text{ smp: } (emp \text{ LV} \times LV + emp \text{ HV} \times HV + emp \text{ MC} \times MC) \dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

Q : volume kendaraan bermotor (smp/jam)

EmpLV : angka ekivalen mobil penumpang untuk *Light Vehicle*

EmpHV : angka ekivalen mobil penumpang untuk *Heavy Vehicle*

EmpMC : angka ekivalen mobil penumpang untuk *Motor Cycle*

LV : notasi untuk *Light Vehicle*

HV : notasi untuk *Heavy Vehicle*

MC : notasi untuk *Motor Cycle*

Table 3. 1 Table Keterangan Nilai EMP

Jenis Kendaraan	Nilai Satuan Mobil Penumpang
<i>Heavy Vehicle</i> (HV)	1,3
<i>Light Vehicle</i> (LV)	1,0
<i>Motor Cycle</i> (MC)	0,4

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Hasil dari satuan mobil penumpang (P) kemudian dimasukkan pada formula berikut:

$$Q = P \times Q_v \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

- Q : volume kendaraan bermotor (smp/jam),
P : Faktor satuan mobil penumpang,
Qv : Volume kendaraan bermotor (kendaraan per jam)

2. Melakukan perhitungan dan analisis kecepatan

Survei lapangan menghasilkan data kecepatan yang selanjutnya dikonversi kedalam satuan meter per detik (m/s). Kecepatan tempuh adalah rerata kecepatan ruang dari *Light Vehicle* (LV) untuk melewati segmen jalan. Formula yang dipergunakan yaitu:

$$V = \frac{L}{TT} \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan:

- V : rerata kecepatan ruang dari *Light Vehicle* (km/jam)
L : panjang segmen jalan (km)
TT : rerata waktu tempuh *Light Vehicle* untuk melewati segmen jalan (jam).

3. Melakukan perhitungan dan analisis kapasitas

Survei lapangan menghasilkan data kapasitas dalam bentuk ketetapan pada Manual Kapasitas Jalan (MKJI). Formula yang dipergunakan untuk melakukan perhitungan kapasitas yaitu:

$$C = Co \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

- C : Kapasitas
Co : Kapasitas dasar (Smp/jam)
FCw : Faktor modifikasi lebar jalur lalu lintas
FCsp : Faktor modifikasi pemisahan arah
FCsf : faktor modifikasi hambatan samping
FCcs : faktor modifikasi ukuran kota.

4. Melakukan perhitungan dan analisis derajat kejenuhan

Data analisis derajat kejenuhan ini diperoleh dari hasil bagi antara banyaknya kendaraan yang melintas dengan kapasitas jalan. Formulanya yaitu:

$$DS = \frac{Q}{C} \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan:

DS : Derajat kejenuhan

Q : Volume lalu lintas (smp/jam)

C : Kapasitas (smp/jam).



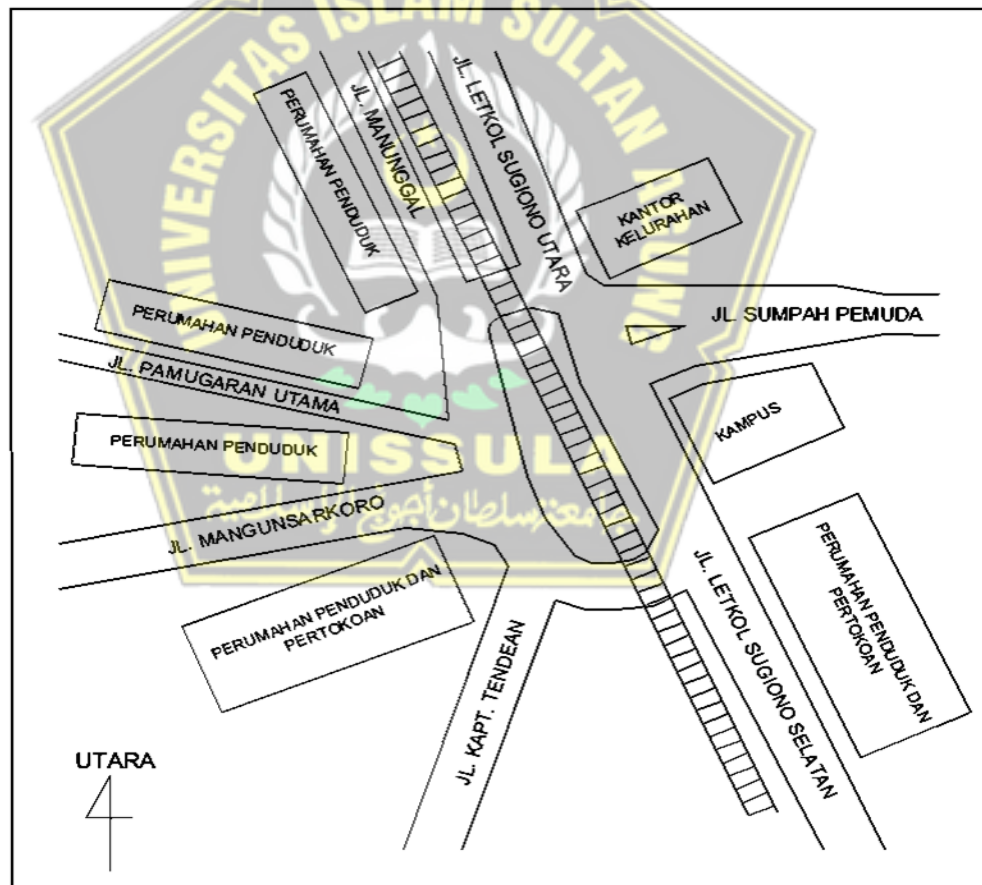
BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Wilayah Studi

Berdasarkan tata guna lahan di lokasi studi (Area Persimpangan Palang joglo Solo) adalah Pertokoan, pasar, rumah padat penduduk dan Kampus dengan lebar jalan 7 - 10 meter. Pada area Palang joglo sering terjadi kemacetan akibat adanya pasar, simpang tujuh dan perlintasan kereta api dalam satu area.

Program MKJI (1997) dipergunakan untuk menganalisis tingkat kinerja Simpang Tak Bersinyal. Berikut Geometri Jalan bias dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Geometri Jalan

4.2. Analisa Volume Lalulintas

Cakupan keadaan lalu lintas yaitu volume lalu lintas dan hambatan samping dari simpang. Semua data yang didapat akan dijelaskan secara rinci, sebagai berikut:

4.2.1. Lalu lintas

Volume lalu lintas akan selalu bergerak dan berubah sesuai dengan banyaknya kendaraan yang melintasi simpang. Jenis perhitungan yang dipergunakan yaitu volume arus lalu lintas maksimum. Dalam MKJI 1997 kendaraan dapat diklasifikasikan kedalam 3 jenis yaitu:

- *Heavy Vehicle* atau Kendaraan Berat
- *Light Vehicle* atau Kendaraan Ringan
- *Motorcycle* atau Sepeda Motor

Pelaksanaan survey di area simpang joglo ini dilaksanakan pada 2 fase yaitu fase sebelum dan fase saat konstruksi berlangsung. Survey dilakukan pada hari Minggu, Senin dan Rabu pada jam 06.00 – 18.00 WIB. Diketahui bahwa frekuensi kendaraan non motor yang melintas di simpang ini sangat sedikit.

Hasil analisis volume lalu lintas dari survei terlampir dan perhitungan menghasilkan data volume pada jam puncak pagi, siang, dan sore. Di bawah ini, akan dijelaskan volume lalu lintas pada jam jam tersebut.

a) Analisis Volume Lalu lintas Pada Jam Puncak Pagi

Rekapitulasi volume lalu lintas pada jam puncak pagi saat sebelum konstruksi dengan komposisi kendaraan dari masing masing pendekatan dapat dilihat pada Table 4.1 dan rekapitulasi volume lalu lintas pada jam puncak pagi saat terjadi konstruksi dapat dilihat pada Table 4.2

Table 4. 1 Rekapitulasi Jam Puncak Pagi Sebelum Konstruksi

No.	Kaki Simpang	Arah Pergerakan	Volume Lalu-lintas						Jumlah Arus	
			MC		LV		HV			
			kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
1	Letnan Kolonel Sugiono Utara	LT	219	88	131	131	70	91	420	310
		ST	544	218	208	208	120	156	872	582

No.	Kaki Simpang	Arah Pergerakan	Volume Lalu lintas						Jumlah Arus	
			MC		LV		HV			
			kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
2	S. Pemuda	LT	1.380	552	265	265	13	17	1.658	834
3	Letnan Kolonel Sugiono Selatan	LT	390	156	184	184	2	3	576	343
4	Kapten Pier Tendean	LT	41	16	60	60	2	3	103	79
		ST	169	68	94	94	199	259	462	420
5	Mangun Sarkoro	LT	236	94	141	141	124	161	501	397
6	Pamugaran Utama	LT	183	73	93	93	7	9	283	175
7	Manunggal	LT	237	95	101	101	1	1	339	197
Total									5.214	3.336

Sumber: Hasil Perhitungan

Table 4. 2 Rekapitulasi Jam Puncak Pagi Saat Konstruksi

No.	Kaki Simpang	Arah Pergerakan	Volume Lalu lintas						Jumlah Arus	
			MC		LV		HV			
			kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
1	S. Pemuda	LT	88	35	40	40	55	72	183	147
2	Kapten Pier Tendean	LT	137	55	55	55	125	163	317	272
		ST	374	150	217	217	125	163	716	529
3	Mangun Sarkoro	LT	158	63	134	134	15	20	307	216.7
4	Pamugaran Utama	LT	133	53	61	61	396	515	590	629
5	Manunggal	LT	51	20	96	96	108	140	255	256.8
Total									4.340	2.839

Sumber: Hasil Perhitungan

Volume jam puncak pagi pada simpang palang joglo sebelum konstruksi sebesar 3.336 smp/jam, sedangkan pada saat konstruksi sebesar 2.839 smp/jam, hal ini mengalami penurunan dikarenakan pada saat konstruksi berlangsung pada Jalan Letnan Kolonel Sugiono Utara dan Selatan mengalami penutupan jalan pada ruas tersebut, tetapi terjadi peningkatan arus lalu lintas pada ruas yang lain akibat dengan di tutupnya jalan tersebut.

b) Analisis Volume Lalu lintas Pada Jam Puncak Siang

Rekapitulasi volume lalu lintas pada jam puncak siang saat sebelum konstruksi dengan komposisi kendaraan dari masing masing pendekatan dapat dilihat pada Table 4.3 dan rekapitulasi volume lalu lintas pada jam puncak siang saat terjadi konstruksi dapat dilihat pada Table 4.4

Table 4. 3 Rekapitulasi Jam Puncak Siang Sebelum Konstruksi

No.	Kaki Simpang	Arah Pergerakan	Volume Lalu-lintas						Jumlah Arus	
			MC		LV		HV			
			kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
1	Letnan Kolonel Sugiono Utara	LT	88	35	40	40	55	72	183	147
		ST	137	55	55	55	125	163	317	272
2	S. Pemuda	LT	374	150	217	217	125	163	716	529
3	Letnan Kolonel Sugiono Selatan	LT	158	63	134	134	15	20	307	217
4	Kapten Pier Tendean	LT	133	53	61	61	396	515	590	629
		ST	51	20	96	96	108	140	255	257
5	Mangun Sarkoro	LT	80	32	97	97	381	495	558	624
6	Pamugaran Utama	LT	51	20	44	44	72	94	167	158
7	Manunggal	LT	141	56	50	50	12	16	203	122
Total									3.296	2.955

Sumber: Hasil Perhitungan

Table 4. 4 Rekapitulasi Jam Puncak Siang Saat Konstruksi

No.	Kaki Simpang	Arah Pergerakan	Volume Lalu-lintas						Jumlah Arus	
			MC		LV		HV			
			kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
1	S. Pemuda	LT	155	62	136	136	503	654	794	852
2	Kapten Pier Tendean	LT	141	56	140	140	47	61	328	258
		ST	177	71	104	104	245	319	526	493
3	Mangun Sarkoro	LT	80	32	296	296	532	692	908	1020
4	Pamugaran Utama	LT	47	19	58	58	163	212	268	289
5	Manunggal	LT	349	140	128	128	3	4	480	272
Total									3.304	3.183

Sumber: Hasil Perhitungan

Volume jam puncak siang pada simpang palang joglo sebelum konstruksi sebesar 2.955 smp/jam, sedangkan pada saat konstruksi sebesar 3.183 smp/jam, hal ini mengalami kenaikan volume arus lalu lintas dikarenakan pada saat konstruksi berlangsung pada ruas - ruas jalan tersebut berdampak dengan adanya kegiatan proyek tersebut dan didominasi bus - bus melalui simpang joglo yang akan masuk jalan tol dan truck-truck proyek.

c) Analisis Volume Lalu lintas Pada Jam Puncak Sore

Rekapitulasi volume lalu lintas pada jam puncak sore saat sebelum konstruksi dengan komposisi kendaraan dari masing-masing pendekatan dapat dilihat pada Table 4.5 dan rekapitulasi volume lalu lintas pada jam puncak sore saat terjadi konstruksi dapat dilihat pada Table 4.6

Table 4. 5 Rekapitulasi Jam Puncak Sore Sebelum Konstruksi

No.	Kaki Simpang	Arah Pergerakan	Volume Lalu-lintas						Jumlah Arus	
			MC		LV		HV			
			kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
1	Letnan Kolonel Sugiono Utara	LT	173	69	195	195	160	208	528	472
		ST	189	76	227	227	218	283	634	586
2	S. Pemuda	LT	1.374	550	472	472	141	183	1.987	1205
3	Letnan Kolonel Sugiono Selatan	LT	471	188	301	301	64	83	836	573
4	Kapten Pier Tendean	LT	544	218	411	411	287	373	1.242	1002
		ST	117	47	129	129	78	101	324	277
5	Mangun Sarkoro	LT	348	139	326	326	495	644	1.169	1109
6	Pamugaran Utama	LT	304	122	164	164	57	74	525	360
7	Manunggal	LT	322	129	315	315	1	1	638	445
Total									7.883	6.028

Sumber: Hasil Perhitungan

Table 4. 6 Rekapitulasi Jam Puncak Sore Saat Konstruksi

No.	Kaki Simpang	Arah Pergerakan	Volume Lalu-lintas						Jumlah Arus	
			MC		LV		HV			
			kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
1	S. Pemuda	LT	1.464	586	607	607	357	464	2.428	1657
2	Kapten Pier Tendean	LT	433	173	160	160	287	373	880	706
		ST	579	232	440	440	55	72	1.074	743
3	Mangun Sarkoro	LT	428	171	476	476	343	446	1.247	1093
4	Pamugaran Utama	LT	341	136	316	316	54	70	711	523
5	Manunggal	LT	466	186	327	327	6	8	799	521
Total									7.139	5.243

Sumber: Hasil Perhitungan

Volume jam puncak sore pada simpang palang joglo sebelum konstruksi sebesar 6.028 smp/jam, sedangkan pada saat konstruksi sebesar 5.243 smp/jam, hal ini mengalami penurunan dikarenakan pada saat konstruksi berlangsung pada Jalan Letnan Kolonel Sugiono Utara dan

Selatan mengalami penutupan jalan, tetapi terjadi peningkatan arus lalu lintas pada ruas yang lain akibat dengan di tutupnya jalan tersebut .

4.2.2. Analisa Hambatan Samping

Pelaksanaan survei hambatan samping ditujukan untuk mengidentifikasi tingkat gangguan samping yang terjadi di suatu simpang, yang memengaruhi analisis kinerja simpang terkait. Semakin banyak aktivitas yang terjadi di suatu persimpangan jalan dapat memperbesar peluang terjadinya konflik dengan arus lalu lintas. Misalnya, laka lintas dan kemacetan.

Menurut Bina Marga (1997) aktivitas yang terlalu banyak di samping jalan dapat mengakibatkan munculnya sejumlah konflik yang memengaruhi secara signifikan atas lancarnya lalu lintas. Misalnya, parkir di hambatan samping atau badan jalan. Hambatan samping yaitu efek dari terhambatnya performa lalu lintas karena terlalu banyaknya kegiatan yang terjadi di samping ruas jalan. Misalnya, *Slow Moving of Vehicles* (SMV) atau kendaraan pelan, *Exit and Entry of Vehicles* (EEV) atau kendaraan keluar masuk, dan pedestrian (PED) atau pejalan pejalan kaki. menurut MKJI 1997, nilai bobot pengaruh hambatan samping terhadap kapasitas dapat dilihat pada Table 4.7

Table 4. 7 Bobot Pengaruh Hambatan Samping

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan Kaki	PED	0.5
Kendaraan parkir/berhenti	PSV	1
Kendaraan keluar/masuk dari/ke sisi jalan	EEV	0.7
Kendaraan bergerak lambat	SMV	0.4

Sumber: MKJI 1997

Dari Table 4.7 bobot pengaruh hambatan samping dari MKJI 1997, maka hasil survey dari hambatan samping dapat dihitung. Hasil Perhitungan

dapat dilihat pada Table 4.9 dan Table 4.10. Dari Hasil perhitungan maka dapat ditentukan kelas hambatan samping di tunjukkan pada Table 4.8

Table 4. 8 Bobot Pengaruh Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Kode	Jumlah Bobot Kejadian per 200 M per jam (Dua Sisi)	Kondisi Khusus
Sangat Rendah	VL	< 100	Daerah permukiman, jalan dengan jalan samping
Rendah	L	100 – 299	Daerah permukiman, beberapa kendaraan umum dsb.
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial dengan aktivitas sisi jalan tinggi
Sangat Tinggi	VH	> 900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan

Sumber: MKJI 1997

Table 4. 9 Hasil Survei Hambatan Samping pada Jalan Kapten Pier Tendea (Sebelum Konstruksi)

Analisa Survey Hambatan Samping				
Arah Dari	: Jl. Kapten Pier Tendea			
Tanggal	: 19 Maret 2022			
Jam Puncak Pagi				
Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian (per 200m)	Frekuensi bobot (per 200m/jam)
Pejalan Kali	PED	0.5	21	10,50
Kendaraan Berhenti	PSV	1	106	106,00
Kendaraan Keluar masuk	EEV	0.7	212	148,40
Kendaraan Lambat	SMV	0.4	4	1,60
Total				266,50
Jam Puncak Siang				
Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian (per 200m)	Frekuensi bobot (per 200m/jam)
Pejalan Kali	PED	0.5	6	3,00
Kendaraan Berhenti	PSV	1	127	127,00
Kendaraan Keluar masuk	EEV	0.7	254	177,80
Kendaraan Lambat	SMV	0.4	4	1,60
Total				309,40
Jam Puncak Sore				
Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian (per 200m)	Frekuensi bobot (per 200m/jam)
Pejalan Kali	PED	0.5	3	1,50
Kendaraan Berhenti	PSV	1	229	229,00
Kendaraan Keluar masuk	EEV	0.7	458	320,60
Kendaraan Lambat	SMV	0.4	8	3,20
Total				554,30

Dari hasil analisa hambatan samping pada pada jam puncak sebelum konstruksi, dapat disimpulkan bahwa pada frekuensi bobot yang paling besar pada jam puncak sore sebesar 554,30 per 200m/jam bisa dikategorikan kelas hambatan samping tinggi berdasarkan MKJI 1997 pada di tunjukkan pada Table 4.8.

Table 4. 10 Hasil Survei Hambatan Samping pada Jalan Kapten Pier Tendeau (Saat Konstruksi)

Analisa Survey Hambatan Samping				
Arah Dari	: Jl. Kapten Pier Tendeau			
Bulan	: Februari 2023			
Jam Puncak Pagi				
Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian (per 200m)	Frekuensi bobot (per 200m/jam)
Pejalan Kali	PED	0.5	18	9,00
Kendaraan Berhenti	PSV	1	134	134,00
Kendaraan Keluar masuk	EEV	0.7	269	188,30
Kendaraan Lambat	SMV	0.4	4	1,60
Total				332,90
Jam Puncak Siang				
Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian (per 200m)	Frekuensi bobot (per 200m/jam)
Pejalan Kali	PED	0.5	9	4,50
Kendaraan Berhenti	PSV	1	213	213,00
Kendaraan Keluar masuk	EEV	0.7	426	298,20
Kendaraan Lambat	SMV	0.4	7	2,80
Total				518,50
Jam Puncak Sore				
Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot	Frekuensi Kejadian (per 200m)	Frekuensi bobot (per 200m/jam)
Pejalan Kali	PED	0.5	3	1,50
Kendaraan Berhenti	PSV	1	298	298,00
Kendaraan Keluar masuk	EEV	0.7	596	417,20
Kendaraan Lambat	SMV	0.4	10	4,00
Total				720,70

Dari hasil hambatan samping pada pada jam puncak saat konstruksi, dapat disimpulkan bahwa pada frekuensi bobot yang paling besar pada jam puncak siang sebesar 518,50 per 200m/jam dan jam puncak sore sebesar 720,70 per 200m/jam bisa dikategorikan kelas hambatan samping tinggi berdasarkan MKJI 1997 pada di tunjukkan pada Table 4.8.

4.3. Kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan Simpang adalah hasil kali antara kapasitas dasar (C_0) untuk kondisi tertentu (ideal) dari faktor faktor koreksi (F) dengan memerhitungkan dampak keadaan sebenarnya kapasitas. Data data untuk mengkalkulasi nilai kapasitas dipersimpangan palang joglo yaitu data Lebar Pendekat dan Tipe Simpang dengan perincian sebagai berikut:

a) Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

Data lebar pendekat adalah:

- Jalan Letnan Kolonel Sugiono Utara (WA): 3.50 m
- Jalan S. Pemuda (WB): 5.00 m
- Jalan Letnan Kolonel Sugiono Selatan (WC): 3.50 m
- Jalan Kapten P Tendean (WD): 3.50 m
- Jalan Mangunsarkoro (WE): 5.00 m

Lebar pendekat jalan rata-rata WA, WB, WC, WD, WE dan lebar pendekat simpang W_1 dihitung dengan rumus:

$$W_1 = (WA + WB + WC + WD + WE) / \text{Jumlah lengan simpang}$$

Maka dapat dihitung:

$$W_1 = 4 \text{ m}$$

Tipe Simpang palang joglo Surakarta adalah 422.

b) Nilai Kapasitas Dasar (C_0)

Table 4. 11 Nilai Kapasitas Dasar

Tipe Simpang IT	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

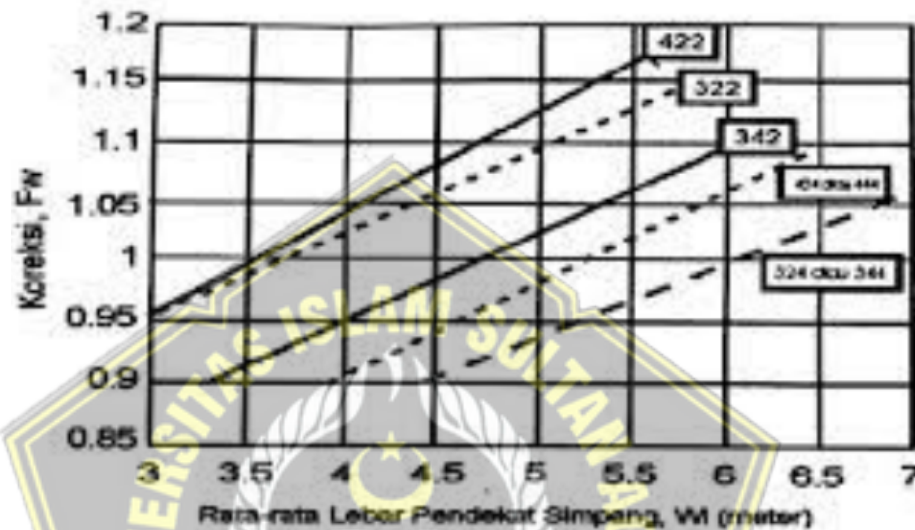
Sumber: MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Tipe simpang sebelum konstruksi adalah 422 maka dilihat dari MKJI 1997 nilai kapasitas dasar simpang palang joglo Surakarta adalah 2900 smp/jam. Tipe simpang saat konstruksi adalah 322 maka dilihat dari

MKJI 1997 nilai kapasitas dasar simpang palang joglo Surakarta adalah 2700 smp/jam.

c) Faktor Penyesuaian Lebar Pendekatan (Fw)

Faktor ini hanya bisa dipergunakan untuk jalan utama berlajur 4 dan nilainya didapat melalui bantuan Table 4.12. Variabel masukan adalah tipe median jalan utama.



Gambar 4. 2 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat

Sumber: MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Berdasarkan MKJI 1997, maka untuk menentukan penyesuaian lebar pendekat bisa dilihat rumus dibawah ini:

$$422 = 0,70 + 0,0866 W1$$

$$424 / 444 = 0,61 + 0,0740 W1$$

$$322 = 0,73 + 0,0760 W1$$

$$322 / 344 = 0,62 + 0,0646 W1$$

$$342 = 0,67 + 0,0698 W1$$

$$W1 = \text{Lebar Pendekat Rata - Rata}$$

Dikarenakan IT Simpang pada sebelum konstruksi adalah 422, maka faktor penyesuaian lebar pendekatan menggunakan rumus:

$$Fw = 0,70 + 0,0866 \times W1$$

IT Simpang pada saat konstruksi adaah 322, maka factor penyesuaian lebar pendekatan menggunakan rumus:

$$Fw = 0,73 + 0,0760 \times W1$$

d) Faktor Penyesuaian Median Jalur Utama (F_M)

Faktor ini hanya bisa dipergunakan untuk jalan utama berlajur 4 dan nilainya didapat melalui bantuan Table 4.12. Variabel masukan adalah tipe median jalan utama.

Table 4. 12 Faktor Penyesuaian Median Jalur Utama

Uraian	Tipe Median	Faktor Penyesuaian Median (F_M)
Tidak ada Median Jalan Utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar > 3m	Lebar	1,20

Sumber: MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Pada lokasi survei tidak terdapat median, sehingga nilai $F_M = 1,0$

e) Faktor Penyesuaian Median Ukuran Kota (F_{cs})

Merujuk pada data BPS Kota Surakarta tahun 2021, Kota Surakarta memiliki jumlah penduduk sebanyak 522.728 jiwa sehingga Kota Surakarta dapat digolongkan ke dalam kota berukuran sedang (0,5 – 1 juta jiwa) dan nilai penyesuaian ukuran Kota adalah 0,94.

f) Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Lingkungan yang terdapat pada persimpangan ini adalah wilayah komersil karena adanya pemukiman penduduk, dealer motor, supermarket, dan pertokoan yang mengakibatkan tingginya tarikan perjalanan yaitu nilai $F_{RSU} = 0,93$.

g) Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

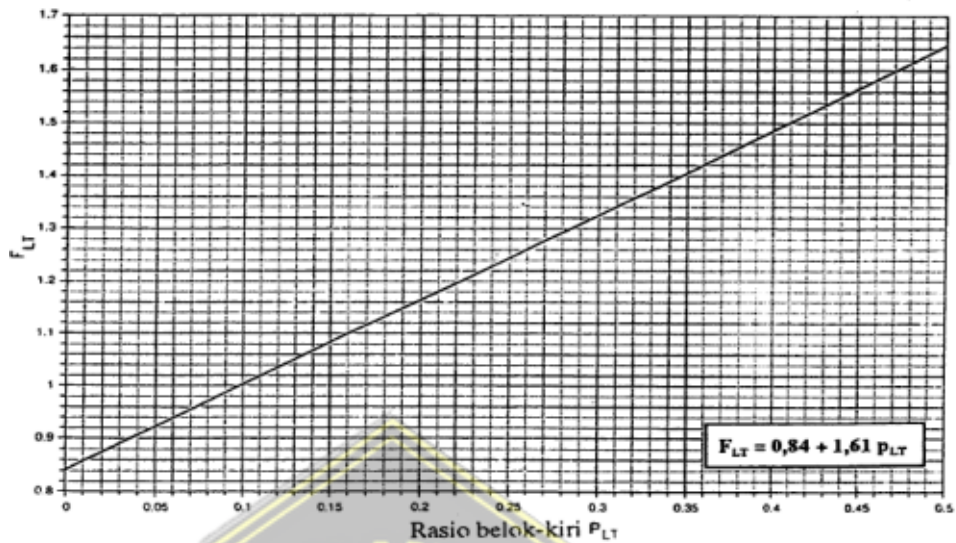
Faktor ini dikalkulasi menggunakan Gambar 4.3 Belok kiri (PLT) merupakan variabel masukan. Batas nilai rentang dasar empiris dari manual yaitu:

$$FLT = 0,84 + 1,61 \text{ PLT}$$

$$PLT = \frac{QLT}{Q_{Total}}$$

P_{LT} = Rasio Belok Kiri

Q_{LT} = Arus Belok Kiri



Gambar 4. 3 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Sumber: MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

Berikut hasil factor penyesuaian belok kiri dapat dilihat pada Table 4.13.

Table 4. 13 Hasil Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Waktu	Faktor Penyesuaian Belok Kiri	
	Sebelum Konstruksi	Saat Konstruksi
Pagi	2,07	2,28
Siang	2,23	2,35
Sore	2,28	2,40

Sumber: Hasil Perhitungan

h) Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Pada persimpangan Palang Joglo karena tidak ada belok kanan, maka dari itu tidak ada Faktor Penyesuaian Belok Kanan.

i) Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})

Faktor ini dikalkulasi menggunakan Gambar 4.3 Belok kiri (P_{LT}) merupakan variabel masukan. Batas nilai rentang dasar empiris dari manual yaitu:

Table 4. 14 Faktor Penyesuaian Median Jalur Utama

IT	F _{MI}	P _{MI}
422	$1.19 \times p_{MI}^2 - 1.19 \times p_{MI} + 1.19$	0,1-0,9
424	$16.6 \times p_{MI}^4 - 33.3 \times p_{MI}^3 + 25.3 \times p_{MI}^2 - 8.6 \times p_{MI} + 1.95$	0,1-0,3
444	$1.11 \times p_{MI}^2 - 1.11 \times p_{MI} + 1.11$	0,3-0,9
322	$1.19 \times p_{MI}^2 - 1.19 \times p_{MI} + 1.19$	0,1-0,5
	$-0.595 \times p_{MI}^2 + 0.595 \times p_{MI}^3 + 0.74$	0,5-0,9
342	$1.19 \times p_{MI}^2 - 1.19 \times p_{MI} + 1.19$	0,1-0,5
	$2.38 \times p_{MI}^2 - 2.38 \times p_{MI} + 1.49$	0,5-0,9
324	$16.6 \times p_{MI}^4 - 33.3 \times p_{MI}^3 + 25.3 \times p_{MI}^2 - 8.6 \times p_{MI} + 1.95$	0,1-0,3
344	$1.11 \times p_{MI}^2 - 1.11 \times p_{MI} + 1.11$	0,3-0,5
	$-0.555 \times p_{MI}^2 + 0.555 \times p_{MI} + 0.69$	0,6-0,4

Sumber: MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

j) **Kapasitas (C)**

Nilai kapasitas sesungguhnya dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut, dimana berbagai faktornya telah dihitung diatas:

$$C = C_o \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

Keterangan:

C : Kapasitas

C_o : Kapasitas dasar (Smp/jam)

F_{Cw} : Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

F_{Csp} : Faktor penyesuaian pemisahan arah

F_{Csf} : faktor penyesuaian hambatan samping

F_{Ccs} : faktor penyesuaian ukuran kota.

Berikut hasil perhitungan kapasitas dapat dilihat pada Table 4.15.

Table 4. 15 Hasil Perhitungan Kapasitas

Waktu	Kapasitas (C) (Smp/jam)	
	Sebelum Konstruksi	Saat Konstruksi
Pagi	5.941	4.972
Siang	6.417	5.118
Sore	6.550	5.219

Sumber: Hasil Perhitungan

4.4. Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan (DS) dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$DS = Q/C$$

Keterangan:

DS : Derajat kejenuhan

Q : Volume lalu-lintas (smp/jam)

C : Kapasitas (smp/jam).

Berikut hasil perhitungan derajat kejenuhan dapat dilihat pada Table 4.16

Table 4. 16 Hasil Perhitungan Kapasitas

Waktu	Derajat Kejenuhan (DS)	
	Sebelum Konstruksi	Saat Konstruksi
Pagi	0,56	0,57
Siang	0,46	0,62
Sore	0,92	1,00

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil analisis derajat kejenuhan menunjukkan bahwa sebelum konstruksi berlangsung yang paling tinggi terjadi pada sore hari sebesar 0,92, sedangkan derajat kejenuhan pada saat konstruksi terbesar pada sore hari sebesar 1,00.

4.5. Tundaan (D)

4.5.1. Tundaan Rata – Rata untuk Seluruh Simpang

Berdasarkan hubungan empiris antara tundaan (D) dan derajat kejenuhan (DS) untuk $DS > 0,6$ dapat diketahui juga dengan rumus:

$$DTI = (1,0504 / (0,2742 - 0,2042 * DS)) - (1 - DS) * 2$$

Untuk Derajat Kejenuhan (DS) $\leq 0,6$ menggunakan rumus:

$$DTI = 2 + 8,2078 * DS - (1 - DS) * 2$$

Keterangan:

DS : Derajat kejenuhan

DTI : Tundaan Rata – Rata untuk Seluruh Simpang

Berikut hasil perhitungan tundaan rata rata seluruh simpang dapat dilihat pada Table 4.17.

Table 4. 17 Hasil Perhitungan Tundaan Rata – Rata Seluruh Simpang

Waktu	Tundaan Rata – Rata Seluruh Simpang DTI (detik/smp)	
	Sebelum Konstruksi	Saat Konstruksi
Pagi	5,73	5,83
Siang	4,70	6,38
Sore	12,02	15,22

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil analisis tundaan rata – rata seluruh simpang pada Table 4.17 sebelum konstruksi paling tinggi pada waktu sore hari sebesar 12,02 detik/smp. Tundaan rata – rata seluruh simpang pada saat konstruksi terbesar pada waktu sore hari sebesar 15,22 detik/smp.

4.5.2. Tundaan Rata – Rata untuk Jalan Utama (DMA)

Nilai DMA ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan D dan derajat kejenuhan DS yang didapat dengan menggunakan rumus:

$$DT_{MA} = (1,05034 / (0,346 - 0,246 * DS)) - (1 - DS) * 1,8$$

Keterangan:

DS : Derajat kejenuhan

DT_{MA} : Tundaan Rata – Rata untuk Jalan Utama

Berikut hasil perhitungan tundaan rata rata jalan utama dapat dilihat pada Table 4.18.

Table 4. 18 Hasil Perhitungan Tundaan Rata – Rata Jalan Utama

Waktu	Tundaan Rata – Rata Jalan Utama	
	DT_{MA}	
	(detik/smp)	
	Sebelum Konstruksi	Saat Konstruksi
Pagi	4,26	4,34
Siang	3,54	4,76
Sore	8,64	10,63

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil analisis tundaan rata – rata jalan utama pada Table 4.18 sebelum konstruksi paling tinggi pada waktu sore hari sebesar 8,64 detik/smp. Tundaan rata – rata jalan utama pada saat konstruksi terbesar pada waktu sore hari yaitu sebesar 10,63 detik/smp.

4.5.3. Tundaan Rata – Rata untuk Jalan Minor (DT_{MI})

Nilai DT_{MI} dihitung berdasarkan tundaan rata-rata seluruh simpang dan tundaan jalan utama dengan rumus:

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_I - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI}$$

Keterangan:

DT_{MI} : Tundaan Rata – Rata untuk Jalan Minor

DT_{MA} : Tundaan Rata – Rata untuk Jalan Utama

DT_I : Tundaan Rata – Rata untuk Seluruh Simpang

Q : Volume lalu lintas (smp/jam)

Berikut hasil perhitungan tundaan rata-rata untuk jalan minor dapat dilihat pada Table 4.19.

Table 4. 19 Hasil Perhitungan Tundaan Rata – Rata Jalan Minor

Waktu	Tundaan Rata – Rata Jalan Minor	
	D _{MI}	
	(detik/smp)	
	Sebelum Konstruksi	Saat Konstruksi
Pagi	8,12	4,79
Siang	5,16	8,22
Sore	14,52	15,70

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil analisis tundaan rata – rata jalan minor pada Table 4.19 sebelum konstruksi paling tinggi pada waktu sore hari sebesar 14,52 detik/smp. Tundaan rata – rata jalan minor pada saat konstruksi terbesar pada waktu sore hari yaitu sebesar 15,70 detik/smp

4.5.4. Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang D dihitung sebagai berikut:

$$D = DG + DTI$$

Keterangan:

DG : Tundaan Geometrik Simpang

DTI : Tundaan Rata – Rata untuk Seluruh Simpang

Berikut hasil perhitungan tundaan simpang dapat dilihat pada Table 4.20.

Table 4. 20 Hasil Perhitungan Tundaan Simpang

Waktu	Tundaan Simpang	
	D	
	(detik/smp)	
	Sebelum Konstruksi	Saat Konstruksi
Pagi	10,72	10,55
Siang	9,91	11,01
Sore	16,20	19,22

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil analisis tundaan simpang pada Table 4.20 sebelum konstruksi paling tinggi pada waktu sore hari sebesar 16,20 detik/smp.

Tundaan simpang pada saat konstruksi terbesar pada waktu sore hari yaitu sebesar 19,22 detik/smp

4.6. Peluang Antrian (QP%)

Batas nilai QP% ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian QP% dan derajat kejenuhan dengan variabel derajat kejenuhan 1,8., maka besarnya nilai QP% pada simpang yang ditinjau adalah:

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

Keterangan:

DS : Derajat Kejenuhan

QP% : Peluang Antrian

Berikut Hasil Peluang Antrian (QP%):

Table 4. 21 Hasil Peluang Antrian

Waktu	Nilai QP (%)	
	Sebelum Konstruksi	Saat Konstruksi
Pagi	29,01	29,70
Siang	22,25	33,70
Sore	67,02	80,27

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil analisis peluang antrian simpang pada Table 4.21 sebelum konstruksi paling tinggi pada waktu sore hari sebesar 67,02 %. Hasil peluang antrian pada saat konstruksi terbesar pada waktu sore hari sebesar 80,27.

4.7. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan mencerminkan mutu atau performa layanan lalu lintas. Ini mencerminkan situasi operasional aliran lalu lintas serta pandangan pengendara, meliputi istilah istilah seperti kecepatan, waktu perjalanan, kenyamanan saat mengemudi, kelancaran pergerakan, gangguan lalu lintas, keamanan, dan keselamatan. Tingkat pelayanan ini merujuk pada standar yang diuraikan dalam KM 14 Tahun 2006 tentang Pengaturan dan Perekayasaan Lalu-lintas di Jalan diklasifikasikan seperti Table berikut ini:

Table 4. 22 Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Kondisi Lapangan	Rasio Q/C
A	Arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa tundaan	0,00 – 0,20
B	Arus stabil, kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0,20 – 0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dibatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,45 – 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan oleh kondisi arus lalu lintas, rasio Q/C masih bisa ditoleransi	0,75 – 0,84
E	Volume lalu lintas mendekati kapasitas, arus tidak stabil, kecepatan kadang terhenti	0,85 – 1,00
F	Arus lalu lintas macet, kecepatan rendah, antrean panjang serta hambatan atau tundaan besar	.> 1,00

Sumber: HCM, 1994 (Transportation research board, 1994)

Dari hasil analisis didapatkan tingkat pelayanan jalan didapatkan sebagai berikut:

Table 4. 23 Hasil Tingkat Pelayanan Jalan

Waktu	Derajat Kejenuhan		Tingkat Pelayanan (Sebelum dan Saat Konstruksi)
	Sebelum Konstruksi	Saat Konstruksi	
Pagi	0,56	0,57	C / C
Siang	0,46	0,62	C / C
Sore	0,92	1,00	E / F

Sumber: Hasil Perhitungan

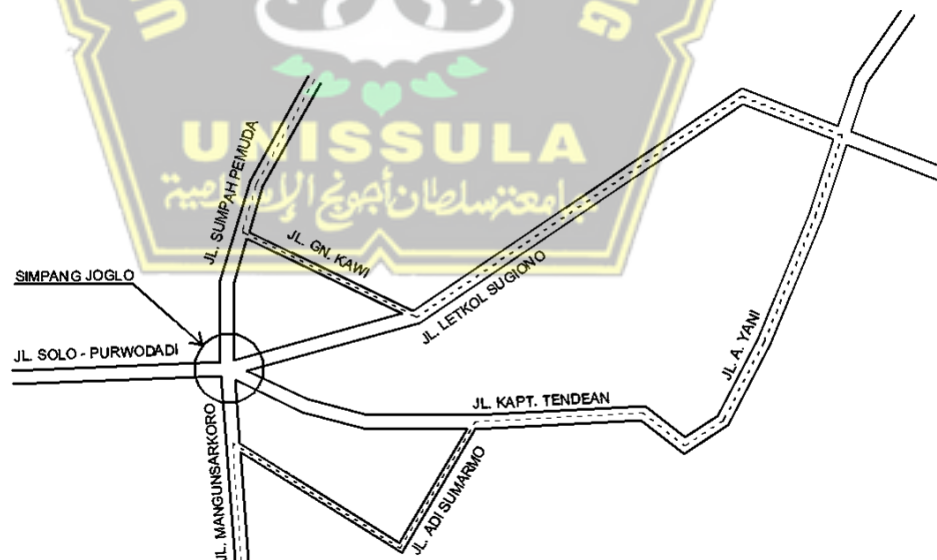
4.8. Rekayasa Lalu lintas Saat Konstruksi berlangsung

Proyek Pembangunan Jalur KA Elevated Antara Solo Balapan Kadipiro KM. 104+700 Sd KM. 107+000 (Tahap 1) adalah sebuah inisiatif untuk membangun jalur kereta api di atas permukaan (elevated) di Simpang Joglo, Solo. Tujuan utama dari proyek ini adalah mengurangi kemacetan lalu lintas yang terjadi akibat perlintasan sebidang, sekaligus diharapkan dapat meningkatkan efisiensi perjalanan serta mengurangi insiden kecelakaan.

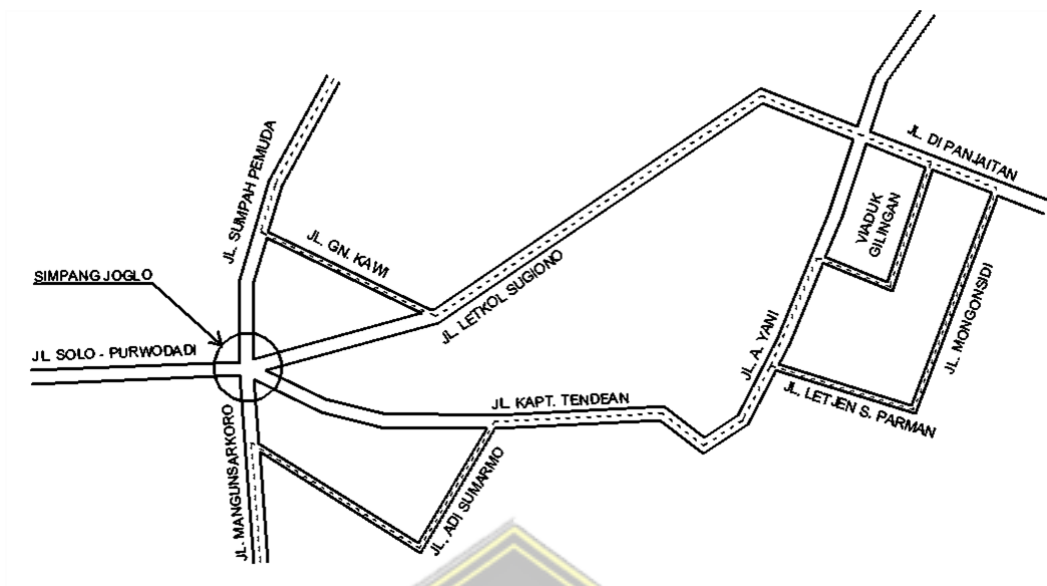
Pembangunan jalur ganda kereta api antara Solo Balapan Kadipiro akan mencakup jalur elevated sepanjang 1.8 km. Jalur ini akan menggunakan jembatan tipe pelengkung dengan rangka baja komposit, memiliki panjang bentang sekitar 270 m, dan ketinggian konstruksi sekitar 40 m. Jembatan ini akan menjadi yang terpanjang di Indonesia yang melintasi diatas Simpang Joglo.

Pada Proyek Pembangunan Jalur KA Elevated akan mengalami penyempitan pada ruas – ruas tertentu akibat adanya pembangunan tersebut, maka dari itu dilakukan manajemen rekayasa lalu lintas untuk mendukung kelancaran dalam pembangunan tersebut dan tidak menyebabkan kemacetan yang Panjang saat konstruksi sedang berlangsung. Rekayasa lalulintas yang dapat diterapkan adalah :

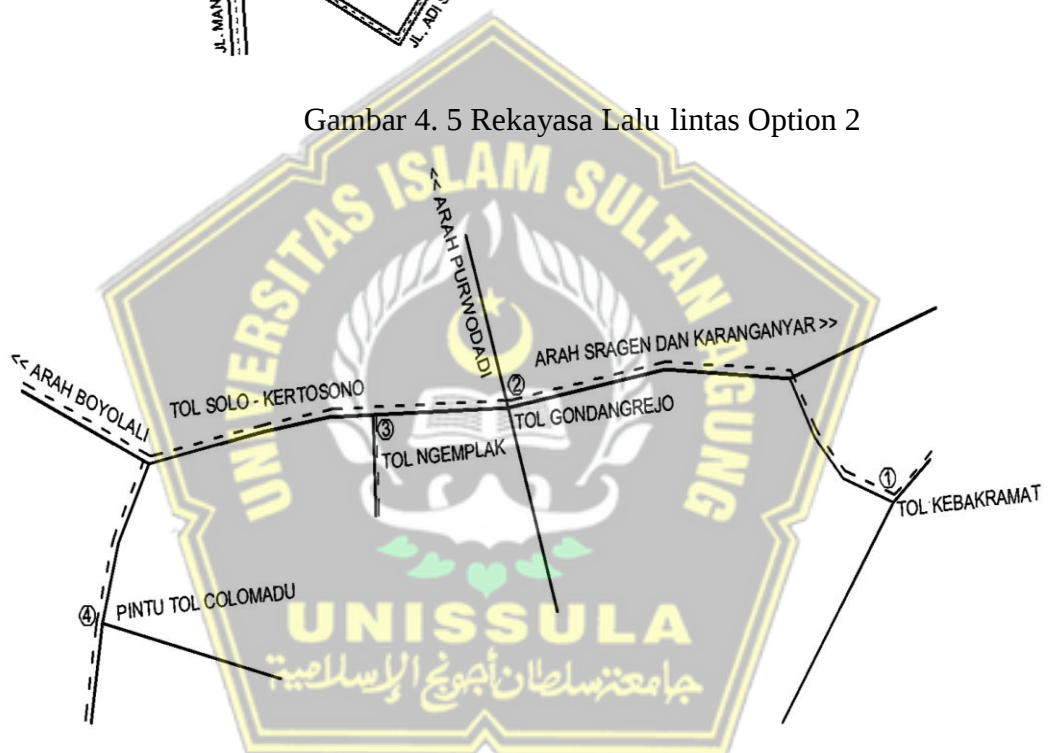
1. Kendaraan dari arah barat yang akan melintas dialihkan ke Jl. Adi Sumarmo menuju Jl. Kapt. P. Tendean ke Jalan A. Yani samapi dengan Jl. Kolonel Sugiyono Seperti Gambar 4.4.
2. Kendaraan dengan tinggi < 3.4 m bisa melalui viaduk gilingan menuju jl. A. Yani seperti Gambar 4.5
3. Kendaraan dengan tinggi > 3.4 m bisa melalui jl. DI Panjaitan menuju Jl. Mongonsidi ke Jl. S. Prman sampai dengan jl. A. Yani seperti Gambar 4.5
4. Kendaraan berat golongan 3 dan 4 yang akan melintas di simpang joglo di alihkann lewat tol kebak kramat, tol gondanrejo dan tol colomadu, tol ngemplak. pemasangan rambu rambu dan spanduk informasi dipasang di titik rute rute pengalihan. Seperti gambar 4.6
5. Dari arah boyolali dan yogyakarta yang akan melintas palang joglo akan dialihkan masuk ke pintu tol colomadu dan bisa keluar dipintu tol gondangrejo yang akan mengarah ke purwodadi atau pintu tol kebak kramat yang menuju ke surabaya. Seperti gambar 4.6
6. Sedangkan dari arah surabaya yang akan melintas palang joglo akan dialihkan masuk ke pintu tol kebak kramat dan bisa keluar dipintu tol ngemplak untuk tujuan dalam kota. Seperti gambar 4.6



Gambar 4. 4 Rekayasa Lalu lintas Option 1



Gambar 4. 5 Rekayasa Lalu lintas Option 2



Gambar 4. 6 Rekayasa Lalu lintas untuk Kendaraan Berat

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

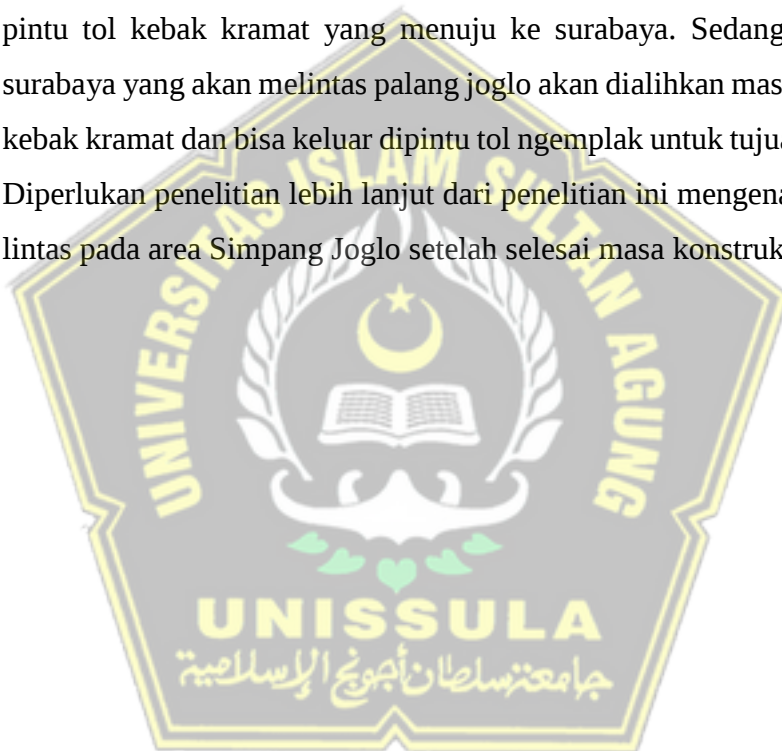
Setelah dilakukan analisis, maka dapat diatrik kesimpulan antara lain:

1. Hasil analisa kinerja simpang palang joglo Surakarta sebelum konstruksi menunjukkan bahwa derajat kejenuhan pagi hari sebesar 0,56, derajat kejenuhan siang hari sebesar 0,46 yang menunjukkan tingkat Pelayanan Jalan C. Derajat kejenuhan sore hari sebesar 0,92 yang menunjukkan tingkat pelayanan jalan kelas E, sedangkan derajat kejenuhan pada saat konstruksi menunjukkan pagi hari sebesar 0,57, derajat kejenuhan siang hari sebesar 0,62 yang menunjukkan tingkat Pelayanan Jalan C. Derajat kejenuhan sore hari sebesar 1,00 yang menunjukkan tingkat pelayanan jalan kelas F. Dengan demikian dari hasil analisa, pada sebelum konstruksi dan saat konstruksi derajat kejenuhan terbesar pada saat konstruksi.
2. Pada Proyek Pembangunan Jalur KA Elevated akan mengalami penyempitan pada ruas – ruas tertentu akibat adanya pembangunan tersebut, maka dari itu dilakukan manajemen rekayasa lalu lintas untuk mendukung kelancaran dalam pembangunan tersebut dan tidak menyebabkan kemacetan yang Panjang saat konstruksi sedang berlangsung. Kendaraan berat golongan 3 dan 4 yang akan melintas di simpang joglo di alihkan lewat tol kebak kramat, tol gondanrejo dan tol colomadu, tol ngemplak. pemasangan rambu rambu dan spanduk informasi dipasang di titik rute rute pengalihan. Dari arah boyolali dan yogyakarta yang akan melintas palang joglo akan dialihkan masuk ke pintu tol colomadu dan bisa keluar dipintu tol gondangrejo yang akan mengarah ke purwodadi atau pintu tol kebak kramat yang menuju ke surabaya. Sedangkan dari arah surabaya yang akan melintas palang joglo akan dialihkan masuk ke pintu tol kebak kramat dan bisa keluar dipintu tol ngemplak untuk tujuan dalam kota.

5.2. Saran

Dikarenakan kondisi kemacetan sangat tinggi pada saat konstruksi berlangsung maka disarankan:

- a) Kendaraan berat golongan 3 dan 4 yang akan melintas di simpang joglo di alihkann lewat tol kebak kramat, tol gondanrejo dan tol colomadu, tol ngemplak. pemasangan rambu rambu dan spanduk informasi dipasang di titik rute rute pengalihan. Dari arah boyolali dan yogyakarta yang akan melintas palang joglo akan dialihkan masuk ke pintu tol colomadu dan bisa keluar dipintu tol gondangrejo yang akan mengarah ke purwodadi atau pintu tol kebak kramat yang menuju ke surabaya. Sedangkan dari arah surabaya yang akan melintas palang joglo akan dialihkan masuk ke pintu tol kebak kramat dan bisa keluar dipintu tol ngemplak untuk tujuan dalam kota.
- b) Diperlukan penelitian lebih lanjut dari penelitian ini mengenai kinerja lalu lintas pada area Simpang Joglo setelah selesai masa konstruksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Munawar. (2006). Manajemen Lalu lintas Perkotaan, Yogyakarta. In *Beta Offset*.
- Asri, A., Pasra, H. ., & Husain, A. (2012). Analisa Karakteristik Arus Lalu lintas (Studi Kasus pada Ruas Jalan Tol Reformasi Km.5 Seksi II Makassar. *Jurnal Penelitian Teknik Sipil*.
- Departemen Perhubungan. (1993). “Peraturan pemerintah No. 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu lintas”, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). In *Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta*.
- Faisal, R., Sugiarto, & Syara, A. (2017). Simulasi Arus Lalu lintas Pada Segmen Penyempitan Jalan Akibat Pembangunan Fly Over Simpang Surabaya Tahun 2016 Menggunakan Software Vissim 8.0. I, 183–194.
- Febriana, S., Hidayati, N., Slamet, G., & Ika Setyaningsih. (2020). Dampak Fly Over Manahan Terhadap Arus Lalu lintas. *Jurnal Litbang Sukowati : Media Penelitian Dan Pengembangan*, 4(1), 9. <https://doi.org/10.32630/sukowati.v4i1.120>
- Indriany, S., & Wijaya, W. (2013). Pengaruh Perlintasan Kereta Api terhadap Kinerja Jalan Citayam. *Konfersi Nasional Teknik Sipil 7 Universitas Sebelas Maret Surakarta*.
- Intan Fitriani, Pratiwi, R. M., Kushardjoko, W., & Wicaksono, Y. (2017). ANALISIS LALU LINTAS AKIBAT PEMBANGUNAN JALAN LAYANG CAKUNG CILINCING TANJUNG PRIOK JAKARTA. *Jurnal Karya Teknik Sipil Undip*, 02(4), 167–186.
- Jatmiko, & Windy. (2020). Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Sebidang Terhadap Tundaan Dan Panjang Antrian Kendaraan Serta Dampak Peringkat LOS Pada Ruas Jalan Raya Waru Dan Jalan Brigjen Katamso. *Perpus Ubhara Surabaya*, 53(4), 130.
- M. Yasir Rahman. (2017). Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan M.T Haryono Dengan Rel Kereta Api Terhadap Karakteristik Lalu lintas. 1–135.
- Morlok, & Edward K. (1978). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. *University of Pennsylvania*.

- Oglesby, C.H. dan Hick, R.G. (1982). Teknik Jalan Raya. In Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2006). *PP No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan*.
- Puput Devi Pratiwi. (2019). *Dampak Pembangunan Flyover Terhadap Lalu lintas Dan Pelaku Usaha Di Kota Surakarta Bagian Timur dan Kabupaten Karanganyar*.
- Salter, R. (1980). Highway Traffic Analysis and Design. In *The Macmillin Press LTD, London*.
- Samiono, R., Sudarjanto, A., & Raynaldi, K. (2020a). Analisis Kinerja Lalu lintas Akibat Konstruksi Pembangunan Fly Over Tanjung Barat, Jakarta Selatan. *Jurnal Teknik Sipil Institut Sains Dan Teknologi Nasional Jakarta*, X(1).
- Samiono, R., Sudarjanto, A., & Raynaldi, K. (2020b). Analisis Kinerja Lalu lintas Akibat Konstruksi Pembangunan Fly Over Tanjung Barat, Jakarta Selatan.
- Sari, R. (2016). Analisis Distribusi Waktu Headway Dan Gap Kendaraan (Studi Kasus Simpang Bersinyal: Jalan MT. Haryono Dan Muhammad Said) Kota Samarinda. 1, 163–176.
- Sujarwanto & Ahmda Soleh. (2016). Analisis Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan Rel dengan Jalan Raya (Studi Kasus : Jalan Raya Kaligawe Semarang).
- Transportation research board. (1994). *Highway Capacity Manual (HCM) Special Report 209, Washington, D.C.*
- Umar Farouq. (2018). Studi Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan dengan Rel Kereta Api terhadap Karakteristik Lalu lintas (Studi Kasus : Perlintasan Kereta Api Jalan Bung Tomo Surabaya).
- Wella Novitri Ayutiaz & Dibyo Susilo. (2020). Analisa Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan dengan Rel Kereta Api terhadap Karakteristik Lalu lintas” (Studi Kasus : Jl. Letnan Kolonel Subadri dan Jl. Timoho, Yogyakarta). 1, 222–224.
- Wikrama, A. J. (2011). Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat–Jalan Gunung Salak. Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat–Jalan Gunung Salak.
- Yiyis Ulfaturrohmah. (2019). Kajian Pengaruh Lamanya Penutupan Pintu

Perlindungan Kereta Api Di Jalan Gatot Subroto Dan Jalan Stasiun Cimahi.
Itenas Library.

Yunus, M., Mirajhusnita, I., Mudiyo, R., & Poedjiastoeti, H. (2020). The Analysis of Traffic Delay and Queue due to the stunting activities of Pertamina trains of Tegal City. *Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering Unissula Semarang*, 3(2), 83–93.

