

TUGAS AKHIR

***ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL
MENGUNAKAN METODE MKJI 1997 (STUDI KASUS :
SIMPANG BADDOKA, JL. PERINTIS KEMERDEKAAN
KM.17 MAKASSAR)***

***PERFORMANCE ANALYSIS OF SIGNALIZED
INTERSECTIONS USING THE 1997 MKJI METHOD (CASE
STUDY: BADDOKA INTERSECTION, JL. PERINTIS
KEMERDEKAAN KM.17 MAKASSAR)***

**ANDRE PIELI PRATAMA
D011 18 1032**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2023**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN METODE MKJI
1997 (STUDI KASUS : SIMPANG BADDOKA, JL. PERINTIS KEMERDEKAAN
KM. 17 MAKASSAR)**

Disusun dan diajukan oleh:

ANDRE PIELI PRATAMA

D011 18 1032

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 28 Februari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,



Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmitha, Msi, M.Eng.Sc,Ph.D
NIP: 196404221993031001

Pembimbing II,

Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly, MT
NIP: 195812281986012001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Andre Pieli Pratama, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul " *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode MKJI 1997 (Studi Kasus : Simpang Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 Makassar)*", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 24 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,



Andre Pieli Pratama
NIM: D011 18 1032

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

Tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Olehnya itu, ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ayahanda **ALPIUS** dan ibunda **ELNICE** atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spritual maupun material karena penulis tidak akan mampu sampai di titik ini jika tanpa nasihat, motivasi dan doa yang tiada hentinya terpanjatkan kepada Tuhan Yesus.
2. Bapak **Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Bapak **Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, ST. M.Eng**, selaku Ketua Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Bapak **Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, MSi, M.Eng.Sc, Ph.D** selaku dosen pembimbing I, atas segala arahan, bimbingan, dan wawasan, serta waktu yang telah diluangkannya dari awal dan hingga terselesainya tugas akhir ini.
5. Ibu **Prof. Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid, MT.**, selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, waktu, wawasan, dan pengarahan mulai dari awal hingga terselesainya penulisan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar yang telah banyak membantu dalam mendukung penulisan tugas akhir ini.

7. Keluarga Angkatan 2018 Teknik Sipil yang senantiasa memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu dengan semua bantuan, dan dukungan hingga terselesainya skripsi ini.

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain memohon kepada Tuhan Yang Maha Kuasa agar melimpahkan berkat-Nya kepada kita semua, Amin. Akhir kata penulis menyadari bahwa di dalam tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan dan memerlukan perbaikan, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan dari semua pihak. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Gowa, 14 Oktober 2022

Hormat saya



Andre Pieli Pratama

ABSTRAK

Persimpangan bersinyal yang merupakan salah satu komponen prasarana transportasi dalam rekayasa lalu lintas, yang didalamnya terdapat system peraturan lalu lintas, serta fungsi utamanya untuk memberikan perubahan arah. Peningkatan arus lalu lintas serta kebutuhan akan transportasi telah menghasilkan kemacetan, tundaan, kecelakaan, dan permasalahan lingkungan salah satunya di Simpang Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 Makassar yang sering terjadi tundaan kendaraan pada jam sibuk. Kawasan ini termasuk dalam kawasan yang padat karena merupakan kawasan pusat perdagangan, perkantoran, dan pendidikan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja tingkat pelayanan persimpangan Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 melalui evaluasi kinerja simpang bersinyal berdasarkan analisis waktu sinyal, kapasitas, derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan simpang dengan menggunakan metode MKJI 1997.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diperoleh tingkat pelayanan simpang berada pada level F (Sangat Macet). Hal ini menandakan bahwa simpang bersinyal tersebut sangat tidak baik karena Tundaan rata-rata simpang masih berada jauh diatas angka 60 det/smp.

Kata Kunci: MKJI 1997, simpang bersinyal, tingkat pelayanan simpang

ABSTRACT

Signalized intersections are one of the components of transportation infrastructure in traffic engineering, in which there is a traffic regulation system, and its main function is to provide direction changes. The increase in traffic flow and the need for transportation has resulted in congestion, delays, accidents, and environmental problems, one of which is at Simpang Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 Makassar which often occurs vehicle delays during rush hour. This area is included in a dense area because it is a center for trade, offices, and education.

The purpose of this study was to analyze the performance of the service level at the Baddoka intersection, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 through the evaluation of the performance of signalized intersections based on analysis of signal time, capacity, degree of saturation and level of service at the intersection using the 1997 MKJI method.

Based on the results of the analysis carried out, the level of service at the intersection is at level F (very congested). This indicates that the signalized intersection is not very good because the average delay of the intersection is still far above the 60 sec/pcu.

Keywords: MKJI 1997, signalized intersection, level of service intersection

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Pengertian Persimpangan	6
B. Arus Lalu lintas.....	8
C. Kapasitas.....	10
D. Derajat Kejenuhan.....	10
E. Arus Jenuh Dasar.....	11
F. Simpang Bersinyal	12
G. <i>Signalized Intersection Design and Research Aid (SIDRA)</i>	20
H. Uji Signifikansi	23
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	26
A. Diagram Alir Penelitian	26
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	27
C. Pengumpulan Data.....	29
D. Pengambilan Data	29

BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
A. Hasil Penelitian.....	30
B. Hasil Perhitungan Data	32
C. Analisis Alternatif Kinerja dan Tingkat Pelayanan Simpang Baddoka 66	
D. Uji Signifikansi SIDRA terhadap MKJI.....	75
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	81
A. Kesimpulan.....	81
B. Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN.....	87
Lampiran 1. Tabel Rekapitulasi Volume Kendaraan Senin	87
Lampiran 2. Tabel Rekapitulasi Volume Kendaraan Rabu	94
Lampiran 3. Tabel Rekapitulasi Volume Kendaraan Sabtu	101
Lampiran 4. Tutorial Penggunaan Piranti Lunak SIDRA <i>Intersection</i>	108
Lampiran 5. Foto Kegiatan	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Titik-titik pada suatu simpang	7
Gambar 2. Titik Konflik.....	12
Gambar 3. Pengaturan dua phase	14
Gambar 4. Pengaturan tiga phase dengan <i>early cut off</i>	14
Gambar 5. Tipe Pendekat	16
Gambar 6. Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian (FG).....	18
Gambar 7. Kerangka Berpikir.....	25
Gambar 8. Bagan alir penelitian	26
Gambar 9. Sketsa Penelitian	27
Gambar 10. Lokasi penelitian	28
Gambar 11. Sketsa simpang Bersinyal Baddoka.....	31
Gambar 12. Fluktuasi Arus Waktu Pengamatan selama 3 hari	34
Gambar 13. Fase Pada Simpang.....	35
Gambar 14. Grafik Nilai Arus Jenuh (S) smp/jam	42
Gambar 15. Grafik Nilai Rasio Arus Jenuh	43
Gambar 16. Grafik Rasio Arus Simpang	45
Gambar 17. Grafik Rasio Fase (RF).....	46
Gambar 18. Grafik Kapasitas (C).....	48
Gambar 19. Grafik Derajat Kejenuhan.....	50
Gambar 20. Grafik Jumlah Antrian smp Yang Datang Selama Fase Merah NQ2	52
Gambar 21. Grafik Jumlah Kendaraan Antri	53
Gambar 22. Grafik Panjang Antrian	55
Gambar 23. Grafik Rasio Kendaraan Henti	57
Gambar 24. Grafik Jumlah Kendaraan Henti	58
Gambar 25. Angka Henti Seluruh Simpang	59
Gambar 26. Grafik Tundaan Lalu Lintas	61
Gambar 27. Grafik Tundaan Geometrik.....	62
Gambar 28. Grafik Tundaan Rata – rata.....	63

Gambar 29. Grafik Derajat Kejenuhan Alternatif I.....	68
Gambar 30. Grafik Panjang Antrian Alternatif I.....	69
Gambar 31. Grafik Tundaan Rata-rata Alternatif I	70
Gambar 32. Grafik Derajat Kejenuhan Alternatif II.....	72
Gambar 33. Grafik Panjang Antrian Alternatif II.	73
Gambar 34. Grafik Tundaan Rata-rata Alternatif II	74
Gambar 35. Grafik Perbandingan Derajat Kejenuhan Jam Puncak Pagi .	76
Gambar 36. Grafik Perbandingan Panjang Antrian Jam Puncak Pagi	78
Gambar 37. Grafik Perbandingan Tundaan Rata-rata Jam Puncak Pagi	79

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Emp untuk jalan perkotaan	9
Tabel 2. Nilai Normal Waktu Antar Hijau	15
Tabel 3. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	17
Tabel 4. Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, Hambatan samping, dan kendaraan takbermotor.....	18
Tabel 5. Jadwal Survei Lalu Penelitian.....	28
Tabel 6. Kondisi geometrik simpang	31
Tabel 7. Waktu Siklus Lampu Lalulintas	32
Tabel 8. Volume Arus Lalu Lintas dalam waktu 3 hari (Smp/jam).....	33
Tabel 9. Faktor Penyesuaian Belok Kanan.....	39
Tabel 10. Faktor Penyesuaian Belok kiri.....	40
Tabel 11. Nilai Arus Jenuh (S)	41
Tabel 12. Rasio Arus	42
Tabel 13. Rasio Arus Kritis	43
Tabel 14. Rasio Arus Simpang	44
Tabel 15. Rasio Fase (RF)	45
Tabel 16. Waktu Siklus	47
Tabel 17. Waktu Hijau (H).....	47
Tabel 18. Kapasitas (C)	48
Tabel 19. Derajat Kejenuhan (DJ).....	49
Tabel 20. Jumlah Smp yang Tersisa dari Fase Hijau Sebelumnya (NQ1)	50
Tabel 21. Jumlah Antrian smp Yang Datang Selama Fase Merah (NQ2)	51
Tabel 22. Jumlah Kendaraan Antri.....	52
Tabel 23. Jumlah Antrian Maksimum.....	54
Tabel 24. Panjang Antrian (PA)	55
Tabel 25. Rasio Kendaraan Henti.....	56
Tabel 26. Jumlah Kendaraan Henti.....	57
Tabel 27. Angka Henti Seluruh Simpang (NHTotal)	59
Tabel 28. Tundaan Lalu Lintas Rata – rata (TL).....	60

Tabel 29. Tundaan Geometrik Rata – rata TG	61
Tabel 30. Tundaan Rata – rata	63
Tabel 31. Tundaan Simpang Rata – rata	64
Tabel 32. Standar Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal	64
Tabel 33. Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Baddoka	65
Tabel 34. Waktu Siklus Eksisting	66
Tabel 35. Waktu Siklus Alternatif I	67
Tabel 36. Rekapitulasi Derajat Kejenuhan Alternatif I	67
Tabel 37. Rekapitulasi Panjang Antrian Alternatif I	68
Tabel 38. Rekapitulasi Tundaan Rata-rata Alternatif I	69
Tabel 39. Tingkat Pelayanan berdasarkan waktu siklus Alternatif I	70
Tabel 40. Rekapitulasi Derajat Kejenuhan Alternatif II	71
Tabel 41. Rekapitulasi Panjang Antrian Alternatif II	72
Tabel 42. Rekapitulasi Tundaan Rata-rata Alternatif II	73
Tabel 43. Tingkat Pelayanan berdasarkan Alternatif II	74
Tabel 44. Perbandingan Derajat Kejenuhan Antara MKJI dan Sidra	75
Tabel 45. Uji Signifikansi Derajat Kejenuhan di Jam Puncak antara SIDRA Terhadap MKJI	76
Tabel 46. Perbandingan Panjang Antrian Antara MKJI, Sidra dan Lapangan	77
Tabel 47. Uji Signifikansi Panjang Antrian di Jam Puncak antara SIDRA Terhadap MKJI dan Lapangan.....	78
Tabel 48. Perbandingan Tundaan Rata-rata Antara MKJI dan Sidra.....	79
Tabel 49. Uji Signifikansi Tundaan di Jam Puncak antara SIDRA Terhadap MKJI.....	80

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Persimpangan bersinyal merupakan salah satu komponen prasarana transportasi dalam rekayasa lalu lintas, yang didalamnya terdapat system peraturan lalu lintas, serta fungsi utamanya untuk memberikan perubahan arah. Peningkatan arus lalu lintas serta kebutuhan akan transportasi telah menghasilkan kemacetan, tundaan, kecelakaan, dan permasalahan lingkungan.

Penerapan sinyal lalu lintas dipersimpangan dipergunakan untuk beberapa alasan seperti, untuk menghindari kemacetan Simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas sehingga kapasitas tertentu dapat dipertahankan bahkan pada kondisi jam puncak, untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan kendaraan dari arah yang berlawanan. Berdasarkan jumlah penduduk kota Makassar diketahui jumlah penduduk kota Makassar tahun terakhir 2022 yaitu kurang lebih 1,571,814 jiwa dengan jumlah kendaraan bermotor baik kendaraan ringan, berat, maupun sepeda motor berjumlah 1,740,793 di tahun 2022 dimana mengalami peningkatan sebanyak 1,03% dari tahun sebelumnya

Salah satu permasalahan transportasi yang sering terjadi diantaranya kemacetan lalu lintas dan tertundanya waktu perjalanan. Waktu tempuh kendaraan sebagai salah satu kriteria kinerja pelayanan jalan dan persimpangan. Permasalahan pada simpang berupa tundaan

yang tinggi dan seringnya terjadi kecelakaan. Pengaturan lampu lalu lintas yang dioperasikan saat ini belum dapat mengatasi kemacetan yang sering terjadi terutama pada jam-jam sibuk.

Dengan meningkatnya jumlah kendaraan ataupun transportasi di Kota Makassar tentu akan mengakibatkan antrian kendaraan yang cukup panjang di kota makassar. Sebagai contoh pada hari kerja. Kondisi seperti diatas dapat dijumpai pada Jalan Baddoka Kota Makassar Sulawesi Selatan yang mempunyai pengaruh terhadap kapasitas/kinerja ruas jalan. Maka dari latar belakang yang dijelaskan diatas diangkat judul "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode MKJI 1997 (Studi Kasus : Simpang Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 Makassar".

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana Karakteristik Simpang Bersinyal Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 Makassar.
2. Bagaimana Kinerja dan Tingkat Pelayanan pada simpang bersinyal baddoka-perintis kemerdekaan km 17.
3. Bagaimana Alternatif Kinerja dan Tingkat Pelayanan pada simpang bersinyal baddoka-perintis kemerdekaan km 17.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisis Karakteristik Simpang Bersinyal Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 Makassar.
2. Menganalisis Kinerja dan Tingkat Pelayanan pada Simpang Bersinyal Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 Makassar.
3. Menganalisis Alternatif Kinerja dan Tingkat Pelayanan pada Simpang Bersinyal Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 Makassar.

D. Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan pada persimpangan baddoka-jalan perintis kemerdekaan km17.
2. Adapun Kinerja Simpang Bersinyal yang dimaksud adalah Kapasitas, Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, Angka Henti, Jumlah Kendaraan Terhenti, Tundaan Lalulintas Rata-rata Setiap Pendekat, Tundaan Rata-rata seluruh simpang
3. Tinjauan terhadap volume kendaraan yang disurvei yang melintas pada jalan tersebut.
4. Data primer yaitu Karakteristik Simpang, data geometrik jalan, dan data lalu lintas simpang.
5. Metode analisis mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.
6. Menganalisis Alternatif Kinerja dari Simpang Bersinyal Baddoka.
7. Uji Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil dari Program Sidra terhadap (MKJI) 1997.

8. Pengamatan dilakukan pada jam puncak yaitu 2 jam pagi, 2 jam siang, dan 2 jam sore hari.
9. Survey lalu lintas dilaksanakan selama 3 hari (Senin, Rabu dan Sabtu) pada jam puncak.
10. Interval survei pengamatan adalah 15 menit.
11. Survey lalulintas dilakukan secara manual
12. Survey kecepatan lalu lintas menggunakan video

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dibedakan atas :

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian bermanfaat sebagai sumber bacaan kepada penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan pemahaman tentang Karakteristik Simpang Bersinyal Baddoka, JL. Perintis Kemerdekaan KM.17 Makassar.
- b. Menambah pengalaman dan pengetahuan yang bermanfaat tentang analisis kinerja pada simpang bersinyal di persimpangan baddoka jalan perintis kemerdekaan km 17.

F. Sistematika Penulisan

Adapun penulisan tugas akhir ini terdiri dari tiga bab dengan rincian masing-masing bab sebagai berikut :

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan.

Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Pada bab ini memuat teori-teori pendukung topic penelitian pengaruh persentase kendaraan terhadap kapasitas simpang, yang memberikan penjelasan mengenai studi ini.

Bab 3 : Metode penelitian

Bab ini memuat gambaran umum daerah studi, lokasi survey, dan metode pelaksanaan survey.

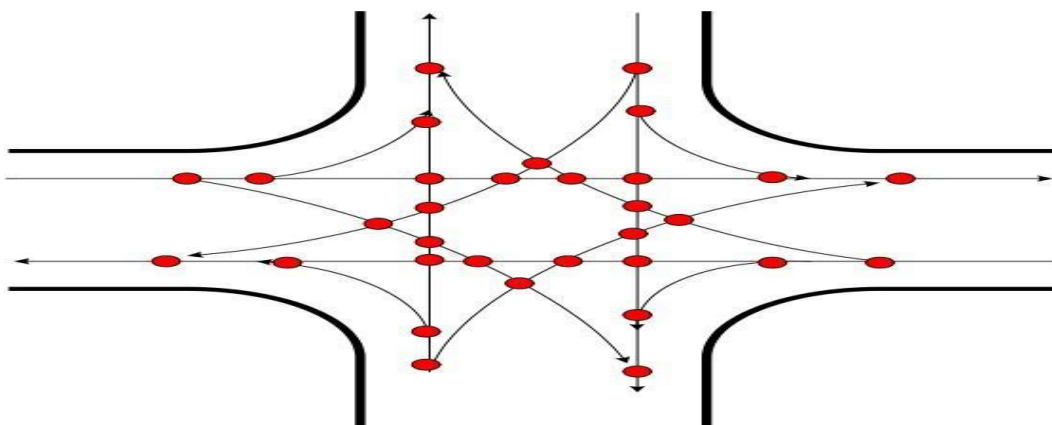
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Persimpangan

Persimpangan merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung berpotongan. Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan – jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan (Kristanti et al., 2020). Tujuan pembuatan persimpangan adalah mengurangi potensi konflik diantara kendaraan termasuk (pejalan kaki). Dan sekaligus menyediakan kenyamanan dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan bermotor, pejalan kaki, sepeda dan fasilitas angkutan umum lainnya agar pada saat melewati persimpangan. Pada Persimpangan Baddoka Jalan Perintis Pemerdekaan KM.17 juga sangat bermanfaat bagi pengguna lalu lintas karena dengan adanya simpang empat, (4) empat lengan ini bisa mengurangi dampak konflik – konflik kecelakaan terhadap kendaraan maupun pejalan kaki.

Simpang adalah suatu area yang kritis pada suatu jalan raya yang merupakan titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau tempat titikkonflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih. Simpang yang dievaluasi adalah simpang bersinyal dimana simpang bersinyal merupakan jalanyang berlengan 3 (tiga), ataupun 4 (empat). Dengan bentuk geometrik serta menggunakan peralatan sinyal pengatur lalu lintas (Diana et al., 2016). Oleh karena itu

kondisi simpang bersinyal baddoka jalan perintis kemerdekaan km 17 ini memiliki masalah yang muncul ketika kendaraan mulai memenuhi ruas jalan pada saat jam - jam puncak baik itu pagi, siang, dan sore hari dimana hal ini ditandai dengan banyaknya kendaraan yang tertahan beberapa kali oleh lampu merah khusus nya pada jalan perintis kemerdekaan km 17. Dimana pada pendekat jalan perintis kemerdekaan arah maros ini memiliki panjang antrian kendaraan yang kurang lebih dari (200) meter. Hal ini yang mengakibatkan besar nya antrian panjang antrian kendaraan serta tundaan pada persimpangan tersebut.



Sumber : (Bien & Primasworo, 2019)

Gambar 1. Titik-titik pada suatu simpang

Persimpangan berlengan empat (4) bersinyal merupakan hal yang umum di Indonesia. Efektifitas sinyal lalu lintas pada persimpangan merupakan hal yang krusial. Besarnya tundaan merupakan salah satu efektifitas sinyal lalu lintas yang dominan, karena langsung dialami dan dirasakan oleh pengemudi. Simpang – simpang bersinyal yang merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau sinyal aktiasi

kendaraan terisolir, biasanya memerlukan metoda dan perangkat lunak khusus dalam analisisnya. Walau demikian masukan untuk sinyal dari suatu simpang yang berdiri sendiri dapat di peroleh dengan menggunakan manual (Sarwanta, 2016). Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dengan alasan sebagai berikut :

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Untuk menghindari jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

B. Arus Lalu lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik jalan per satuan waktu, yang dinyatakan dalam satuan kend/jam (Q/jam) atau smp/jam (Q_{smp}) atau smp/hari lalulintas harian rata-rata tahunan (LHRT).

Fungsi utama dari suatu jalan adalah memberikan pelayanan transportasi sehingga pemakai jalan dapat melewati jalan tersebut dengan nyaman. parameter arus lalu lintas yang merupakan faktor penting dalam perencanaan lalu lintas adalah volume, kecepatan, dan kerapatan lalu lintas. Adapun perhitungan arus lalu lintas dilakukan dengan membagi kategori kendaraan menjadi 4(empat) jenis golongan yaitu:

1. Kendaraan ringan contohnya : mobil penumpang, mini bus, *pick-up*, truk kecil, dan jeep

2. Kendaraan berat contohnya : truk dan bus
3. Sepeda motor termasuk kendaraan beroda tiga dan juga sepeda motor
4. Kendaraan tak bermotor termasuk sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong.

Secara umum, nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris. Dalam hal ini ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan dan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam kend/jam. Setelah dilakukan survey dan diketahui arus lalu lintas dalam kend/jam barulah kemudian kita bisa tentukan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp). Berdasarkan Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Emp untuk jalan perkotaan

TIPE	EKIVALEN MOBIL PENUMPANG		
	HV	LV	MC
PENDEKAT			
TERLINDUNG	1.3	1	0.2
TERLAWAN	1.3	1	0.4

Secara sistematis arus lalu lintas dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut : $Q_{smp} = (emp_{LV} \times jumlah_{LV}) + (emp_{HV} \times jumlah_{HV}) + (emp_{MC} + jumlah_{MC})$

Ket :

Qsmp = arus lalu lintas melewati satu titik (smp/jam)

emp = ekivalensi mobil penumpang

LV = kendaraan ringan

HV = kendaraan berat

MC = kendaraan bermotor

C. Kapasitas

Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014), kapasitas arus lalu lintas maksimum yang masuk ke simpang yang dapat dipertahankan selama waktu paling sedikit satu jam dalam kondisi cuaca dan geometrik yang baku, dalam satuan kend/jam atau smp/jam. Kapasitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$C = S \times \frac{H}{C}$$

D. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja ruas jalan (Bina Marga, 1997).

DJ dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Dj = \frac{Q}{C}$$

Keterangan:

Dj = Derajat kejenuhan.

Q = Volume arus lalu lintas maksimum (smp/jam).

C = Kapasitas (smp/jam).

E. Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh (S) merupakan hasil dari perkalian antara arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor – faktor koreksi untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal yang dinyatakan dalam smp/jam. S_0 adalah S pada keadaan lalu lintas dan geometrik yang ideal.

Sehinga faktor – faktor koreksi untuk S_0 adalah sebagai berikut.

$$\text{Arus jenuh (S)} = S_0 \times F_{HS} \times \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

Keterangan :

1. F_{HS} merupakan faktor koreksi S_0 akibat hambatan samping lingkungan jalan.
2. F_{UK} merupakan faktor koreksi S_0 terkait ukuran kota.
3. F_G merupakan koreksi S_0 akibat kelandaian memanjang pendekat.
4. F_P merupakan koreksi S_0 akibat adanya garis jarak henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama.
5. F_{BK_i} merupakan koreksi S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri.
6. F_{BK_a} merupakan koreksi S_0 akibat arus lalu lintas yang membelok kekanan.

Arus jenuh dasar merupakan keberangkatan antrian dalam suatu pendekat selama kondisi yang ideal (smp/jam hijau).

$$S_0 = 600 \times W_E$$

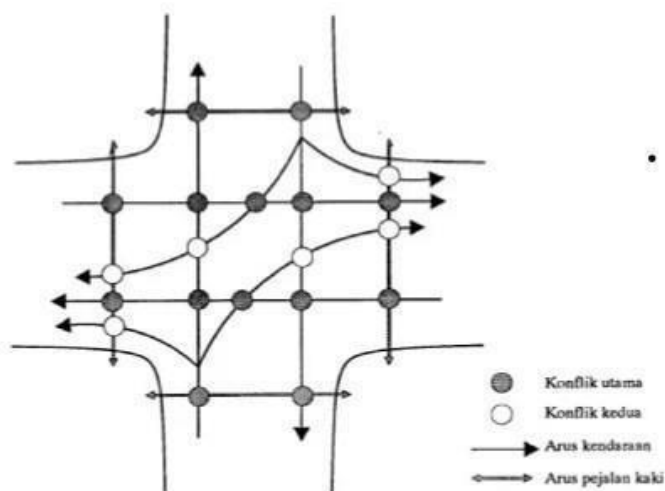
F. Simpang Bersinyal

1. Karakteristik simpang bersinyal

Karakteristik simpang bersinyal diterapkan dengan maksud sebagai berikut (Bina Marga, 1997) :

- a. Memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyebrang jalan (Konflik utama).

Titik Konflik



- Konflik utama (primer) : terdiri dr konflik2 yg terjadi akibat alih gerak yg berpotongan.
- Konflik kedua (sekunder) : terdiri gerakan membelok dr arus lalin melawan dan gerakan lalin membelok dgn penyeberang jln.

Gambar 2. Titik Konflik

- b. Untuk memisahkan lintasan dari gerakan lintasan yang saling berpotongan dalam kondisi dan waktu yang sama.

2. Kepadatan dan fase

Kepadatan merupakan pengukuran ketiga dari kondisi arus lalu lintas, dan diartikan sebagai jumlah kendaraan yang ada pada satu jalan raya atau jalur dan biasanya dinyatakan dalam kendaraan per mil (*vehicles per*

mil) atau kendaraan per mil per jalur (Bawangun et al., 2015).

Fase merupakan suatu rangkaian dari kondisi yang diberlakukan untuk suatu arus atau beberapa arus, yang mendapatkan indentifikasi lampu lalu lintas yang sama. Jumlah fase yang baik adalah fase yang menghasilkan kapasitas besar dan rata – rata tundaan rendah (Dzulqarnain et al., 2021).

3. Lampu lalu lintas

Lampu lalu lintas merupakan peralatan yang dioperasikan secara mekanis, atau elektrik untuk memerintahkan kendaraan – kendaraan agar berhenti atau berjalan (Kristanti et al., 2020). Tujuan dari pemasangan lampu lalu lintas adalah sebagai berikut :

- a. Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas yang berlawanan, sehingga kapasitas persimpangan dapat dipertahankan selama keadaan lalu lintas memuncak.
- b. Menurunkan tingkat frekuensi kecelakaan
- c. Mempermudah menyeberangi jalan utama bagi kendaraan ataupun pejalan kaki dari jalan minor.

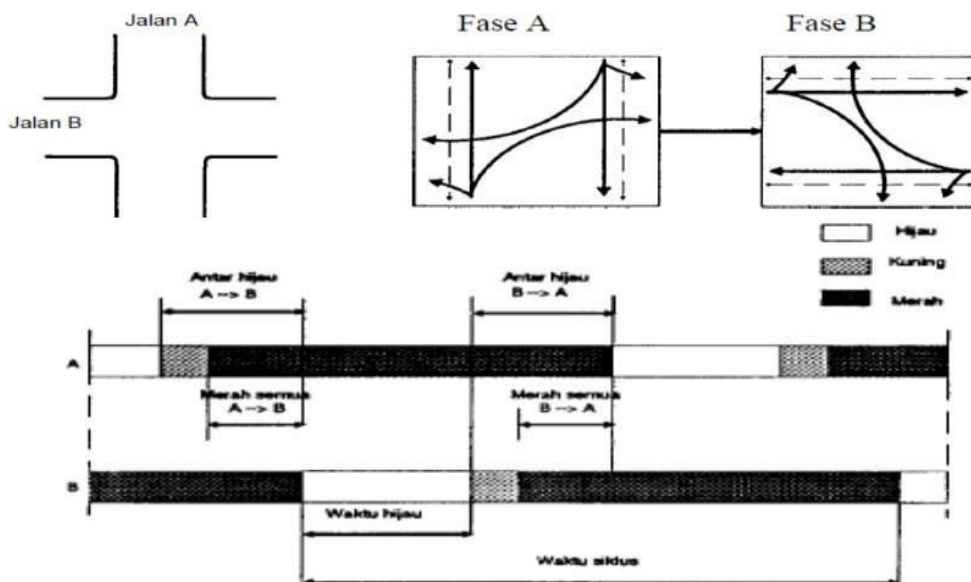
4. Phase sinyal

Phase sinyal adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas (Bina Marga, 1997). Untuk merencanakan phase sinyal dilakukan berbagai alternatif antara lain :

- a. Dua phase existing

Merupakan pengaturan lampu lalu lintas dengan menggunakan dua

phase tanpa memisahkan arus terlawan. Pengaturan dua phase seperti terlihat pada Gambar 3 di bawah ini :

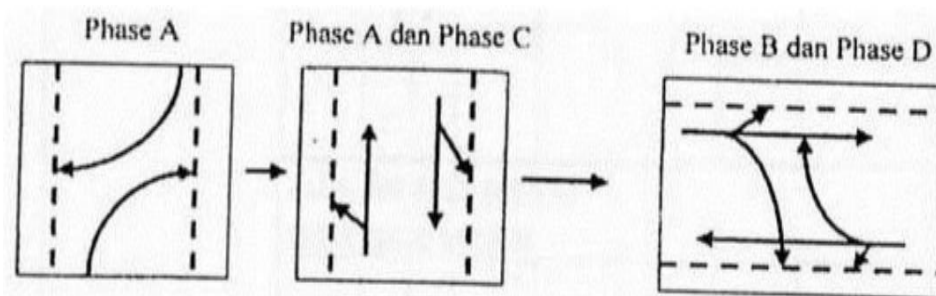


Sumber : (Bina Marga, 1997)

Gambar 3. Pengaturan dua phase

b. Tiga phase existing

Merupakan pengaturan lampu lalu lintas tiga phase dengan memutuskan lebih awal gerak belok kanan, untuk menaikkan kapasitas gerak lurus. Pengaturan tiga phase dengan *early cut off* seperti terlihat pada Gambar 4 di bawah ini :



Sumber : (Bina Marga, 1997)

Gambar 4. Pengaturan tiga phase dengan *early cut off*

5. Waktu Antar Hijau dan Waktu hilang

a. Waktu antar Hijau

Waktu antar hijau merupakan periode kuning + merah semua antara dua phasesinyal yang berurutan (Bina Marga, 1997). maksud dari periode antar hijau memperingati pengguna lalu lintas yang sedang bergerak bahwa phase telah berakhir dengan menjamin kendaraan yang terakhir pada phase hijau yang baru saja diakhiri memperoleh waktu yang cukup untuk keluar dari daerah konflik sebelum kendaraan pertama dari phase selanjutnya memasuki daerah yang sama.

Tabel 2. Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang Lebar Jalan	Rata – Rata Nilai	Normal Waktu Antara Hijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik/phase
Sedang	10 – 14 m	5 detik/phase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik/phase

Sumber : (Bina Marga, 1997)

b. Waktu Hilang

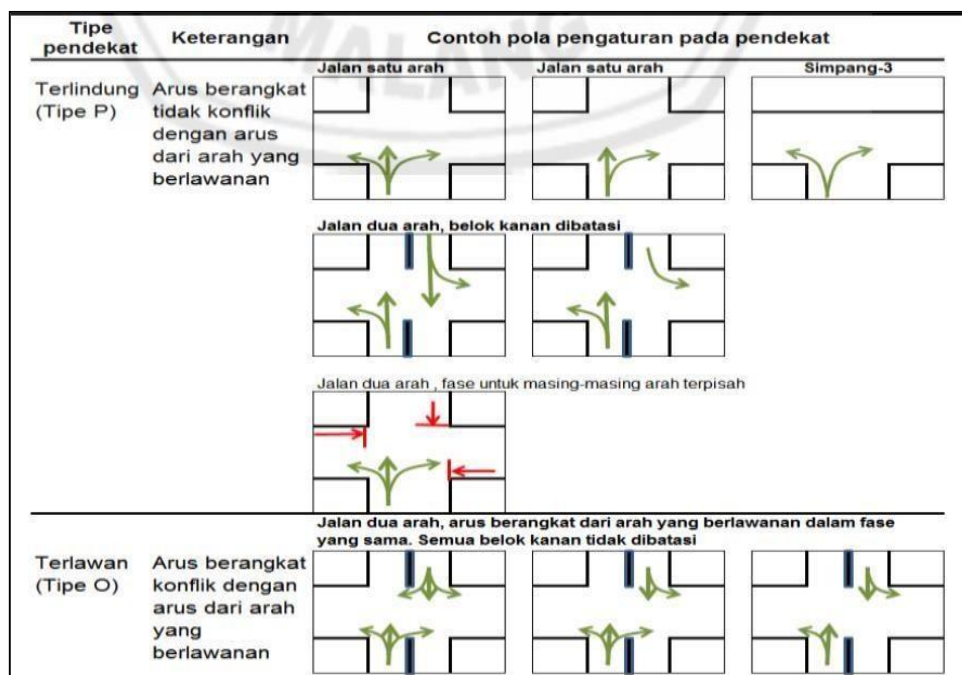
Waktu hilang merupakan jumlah semua periode antara hijau dalam siklus lengkap, waktu hilang didapatkan dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua *phase* yang berurutan (Bina Marga, 1997).

6. Tipe Pendekat Efektif

a. Tipe pendekat

Pada pendekat dengan arus lalu lintas yang berangkat pada phase yang berbeda. Maka analisis kapasitas pada masing-masing phase pendekat tersebut harus dilakukan secara terpisah, misalnya arus lalu lurus dan belok kanan dengan lajur terpisah. Tipe pendekat, baik terlindung maupun terlawan pada phase yang berbeda. Maka proses analisisnya harus dipisahkan berdasarkan ketentuan masing-masing.

Gambar 5 di bawah ini memberikan ilustrasi dalam penentuan tipe pendekat apakah terlindung (P) atau terlawan (O).



Sumber : (Bina Marga, 1997)

Gambar 5. Tipe Pendekat

b. Lebar Pendekat Efektif

Lebar pendekat efektif (W_e). Dapat ditentukan berdasarkan data lebar pendekat (W_a), lebar masuk (W_{masuk}), dan lebar keluar (W_{keluar}). Untuk

semua pendekat apabila pergerakan belok kiri diperkenankan dan tidak berpengaruh oleh pergerakan lain dalam pendekat (pergerakan belok kiri langsung dapat melewati antrian kendaraan dengan arah atau membelok kanan pada saat lampu merah). Maka lebar efektif ditentukan berdasarkan nilai dari : $W_e = W_{masuk} = W_a - W_{LTO R}$

Jika $W_{keluar} < W_e \times (1 - PRT)$. Maka W_e sebaiknya diberi nilai baru sama dengan W_{keluar} dan analisa selanjutnya untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu lintas lurus saja yaitu $Q = Q_{ST}$.

7. Faktor penyesuaian

Faktor penyesuaian untuk nilai arus jenuh pada kedua tipe faktor pendekat P dan O adalah sebagai berikut :

- a. Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dengan Tabel 3 berikut sebagai fungsi ukuran kota.

Tabel 3. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{UK})
>3.0	1.05
1.0 – 3.0	1.00
0.5 – 1.0	0.94
0.1 – 0.5	0.83
<0.1	0.82

Sumber : (Bina Marga, 2014)

- b. Faktor penyesuaian hambatan samping yaitu interaksi antara arus lalu

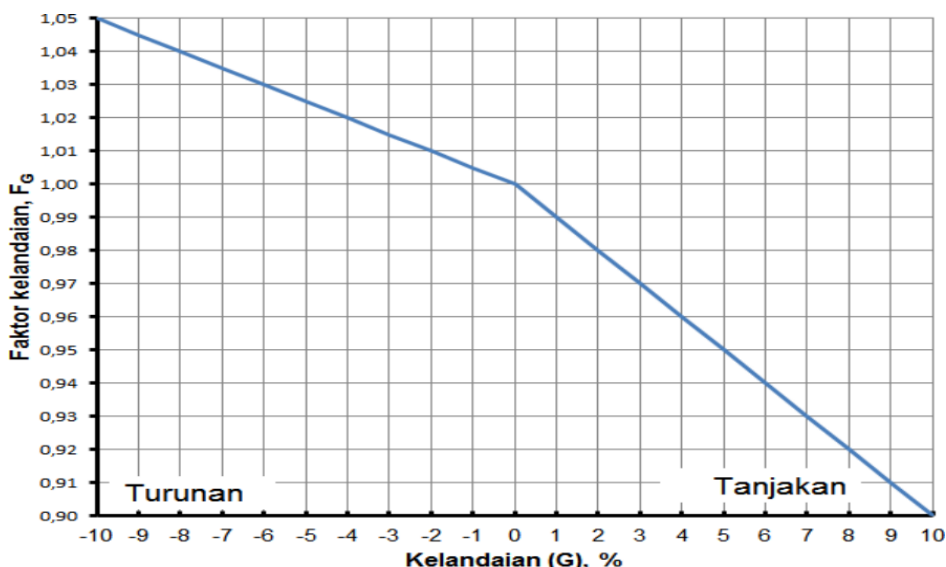
lintas dan kegiatan di samping jalan yang akan menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh didalam pendekat. Faktor penyesuaian hambatan samping dapat ditentukan dengan Tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, Hambatan samping, dan kendaraan takbermotor

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor						
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.2	≥0.25	

c. Faktor penyesuaian kelandaian

Faktor penyesuaian kelandaian sebagai fungsi dari kelandaian (MKJI 1997).



Sumber : (Bina Marga, 2014)

Gambar 6. Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian (FG)

d. Faktor penyesuaian parkir sebagaimana fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang parkir pertama. Faktor ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F_p = [(L_p/3 - (L - 2) \times (L_p/3 - g) / L] / H$$

e. Faktor – faktor penyesuaian untuk nilai arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P adalah sebagai berikut :

1. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{Bka}) dapat ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan R_{Bka} . Untuk pendekat Tipe P tanpa median, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$F_{Bka} = 1.0 + R_{Bka} \times 0.16$$

2. Faktor Penyesuaian belok kiri (F_{Bki}) ditentukan sebagai fungsi rasio belok kiri R_{Bki} . Untuk pendekat tipe P, tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$F_{Bki} = 1.0 - R_{Bka} \times 0.16$$

8. Rasio arus

Rasio arus adalah rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh pada setiap pendekat. Rasio arus dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R_{Q/S} = \frac{Q}{S}$$

Nilai kritis $R_{Q/skritis}$ diperoleh dengan mengambil rasio tertinggi setiap fase untuk mendapatkan nilai rasio arus simpang (R_{AS}) :

$$(R_{AS}) = \sum (R_{Q/skritis})_i$$

Dari kedua nilai diatas maka diperoleh rasio fase (*phase ratio*) R_F untuk tipe fase sebagaiberikut :

$$R_F = \frac{R_{Q/skritis}}{R_{AS}}$$

G. *Signalized Intersection Design and Research Aid (SIDRA)*

SIDRA *Intersection* (sebelumnya disebut SIDRA dan aaSIDRA) adalah paket perangkat lunak yang digunakan untuk persimpangan (*junction*) kapasitas, tingkat pelayanan, dan analisis kinerja oleh lalu lintas desain, operasi dan profesional perencanaan. Pertama kali dirilis pada tahun 1984.

SIDRA singkatan dari *Signalised and unsignalised Design Research Aid* dan digunakan sebagai suatu bantuan untuk mendesain dan mengevaluasi macam-macam persimpangan sebagai berikut:

1. *Signalised Intersection* (persimpangan bersinyal),
2. *Roundabout* (bundaran),
3. *Two way stop sign control*,
4. *All way stop sign control*, dan
Give way sign control.

SIDRA menggunakan model analisis lalu lintas secara detail dan digabungkan dengan metode perkiraan untuk memberikan perkiraan kapasitas dan tampilan statistic dari keterlambatan, antrian, perhentian, dan lain-lain. Sidra dapat digunakan untuk:

1. Memperoleh perkiraan kapasitas dan ciri-ciri tampilan seperti keterlambatan, antrian, perhentian dan juga pemakaian bahan bakar, emisi polusi serta biaya operasi untuk semua bentuk persimpangan
2. Menganalisis beberapa alternatif desain untuk mengoptimalkan desain persimpangan, menandai tahapan-tahapan dan waktu untuk

menentukan strategi yang berbeda

3. Melakukan analisis desain
4. Mendesain panjang jalur yang pendek (pada belokan, jalur daerah parkir dan hilangnya jalur pada jalan keluar)
5. Menangani persimpangan yang memiliki lebih dari empat kaki atau maksimum sampai dengan persimpangan dengan delapan kaki
6. Menganalisis akibat dari kendaraan berat pada persimpangan
7. Menganalisis masalah yang rumit dari jalur yang terbagi dan belokan yang berlawanan serta jalur pendek pada hulu dan hilir
8. Menentukan waktu tanda lampu bagi setiap geometrik persimpangan sesederhana mungkin sesuai dengan penyusunan taraf yang kompleks
9. Menganalisis kondisi tingkat kepadatan yang tinggi dengan menggunakan Sidra.

Sistem operasi Sidra dibagi dalam tiga bagian yaitu tahap input data, tahap perhitungan dan tahap output data. Adapun operasi dalam input data adalah sebagai berikut:

1. Program Sidra dijalankan dengan memilih *file SIDRA* yang berada di desktop komputer.
2. Tekan menu *new project* atau buka *existing project*. Dalam penelitian ini buka new atau open new project.
3. Setelah itu dilanjutkan dengan memilih tipe persimpangan seperti simpang bersinyal, *roundabout* dan lain-lain.

4. Pada panel sebelah kiri terdapat menu input data dan diisi nama persimpangan, *total flow period*, *peak flow period*, faktor arus puncak, HV dan LV data waktu siklus dan arus kepadatan.
5. Pilih menu geometri untuk input data nama jalan, jumlah jalur keluar masuk, lebar median, pejalan kaki dan lebar jalur.
6. Pilih menu volume dan input data untuk volume lalu lintas per line berupa *light vehicle* (LV) maupun *heavy vehicle* (HV).
7. Pilih menu path data untuk input data arus basic kepadatan real flow faktor, practical derajat kepadatan, LTOR *yes or no* dan *speed* untuk keluar dan masuk..

Setelah proses data input selesai, kemudian dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu perhitungan SIDRA, dimana perhitungan tersebut dapat dijalankan dengan menekan tombol proses, dan perhitungan dimulai, apabila ada kesalahan dalam proses pemasukan data maka perhitungan akan mengalami error message dan bentuk kesalahan tersebut harus diperbaiki terlebih dahulu, kemudian perhitungan dapat kembali di lanjutkan dengan menekan tombol proses.

Setelah perhitungan selesai, dapat dilihat hasil outputnya pada menu output di bagian kiri, dimana pada menu output dapat dilihat tampilan hasil dalam bentuk grafik ataupun data. Adapun data-data yang dihasilkan sebagai berikut:

1. *Delay* dan LOS adalah hasil output grafik yang menyatakan tentang keterlambatan dan tingkat pelayanan dari persimpangan. Dan dari

tiap-tiap lajur pada persimpangan.

2. *Queues* adalah hasil output grafik ataupun data yang menyatakan tentang panjang antrian dari persimpangan tersebut dan dinyatakan dalam jumlah kendaraan dan dalam meter panjang antrian.
3. *Stops* adalah hasil output grafik ataupun data yang menyatakan tentang lama perhentian dari persimpangan.
4. *Degree of saturation* adalah hasil output grafik atau angka yang menyatakan tentang derajat kepadatan dari persimpangan.
5. *Capacities* adalah hasil output grafik ataupun angka yang menyatakan kapasitas dari persimpangan.
6. *Flow* adalah hasil output yang menyatakan tentang volume lalu lintas dari persimpangan.

Phasing adalah hasil output grafik atau angka yang menyatakan tentang lampu lalu lintas dari persimpangan.

H. Uji Signifikansi

Pada metode analisis dependen, saat satu set data dihadapkan pada tujuan penelitian menguji hubungan antara variabel independen (skala non metrik dengan dua kategori) dengan variabel dependen (skala metrik dan bersifat kontinyu) maka teknik analisis yang cocok untuk kondisi seperti ini adalah uji beda t-test. Adapun uji beda t-test dilakukan pada dua kelompok kategori dengan dua kondisi :

1. Dua kelompok sampel independen - dua kelompok berbeda

(Independent Sample t-test) dan

2. Dua kelompok sampel berpasangan (paired sample t-test)

Pada penelitian ini digunakan Paired Sample t-test untuk membandingkan kinerja jaringan jalan dengan metode SIDRA, dan MKJI 1997. Paired Sampel yang berpasangan diartikan sebagai sebuah sampel dengan subyek yang sama namun mengalami dua perlakuan atau pengukuran yang berbeda, seperti Subjek A akan mendapat perlakuan 1 kemudian perlakuan 2. Uji Paired Sample t-test memiliki syarat yaitu:

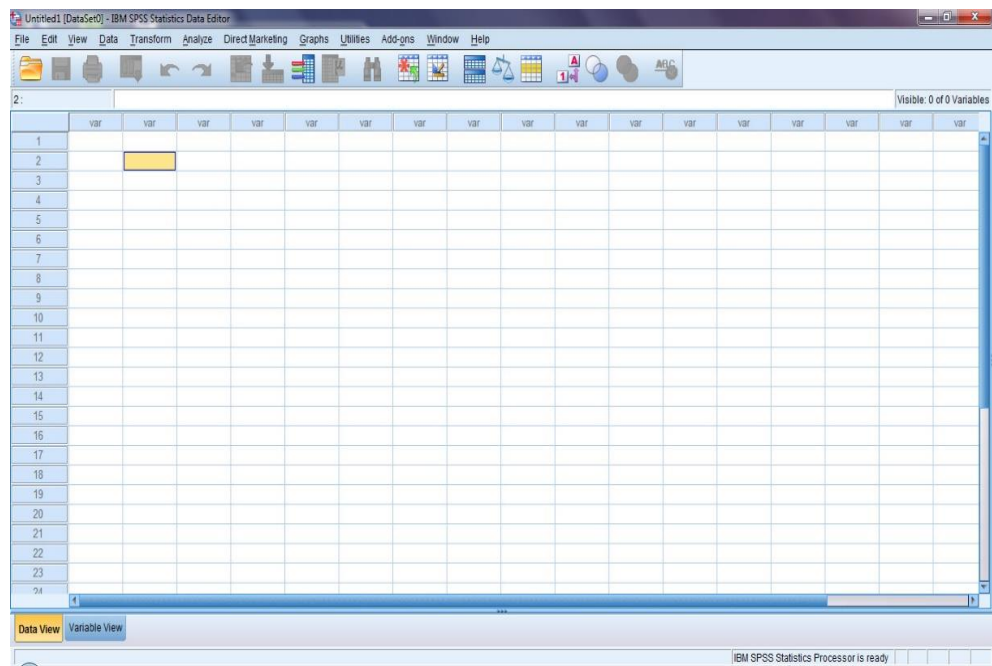
1. Data yang dimiliki oleh subyek adalah data interval atau rasio.
2. Kedua kelompok data berpasangan berdistribusi normal.

Pengujian pada penelitian ini dilakukan pada IBM SPSS Statistic.

Hipotesis untuk penelitian ini adalah :

Pengambilan Keputusan Dasar pengambilan keputusan berdasarkan tingkat signifikansi:

- Apabila nilai signifikansi ($p\ value$) ≥ 0.05 maka kelompok data memiliki perbedaan yang tidak signifikan (identik).
- Apabila nilai signifikansi ($p\ value$) < 0.05 maka kelompok data memiliki perbedaan yang signifikan (tidak identik).



Gambar 7. Tampilan SPSS