

PEMETAAN KEMACETAN LALU LINTAS DI UNIVERSITAS DIPONEGORO (STUDI KASUS: KECAMATAN TEMBALANG DAN KECAMATAN BANYUMANIK, KOTA SEMARANG)

Arnetta Tia Nur Maliha^{*)}, Yudo Prasetyo, Hana Sugiastu Firdaus

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : tiarnetta@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas merupakan masalah yang sering dihadapi oleh kota-kota besar. Adanya perubahan kondisi jalan yang ditandai dengan meningkatnya jumlah kendaraan namun tidak diimbangi dengan kapasitas jalan dapat menimbulkan kemacetan. Kemacetan sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu adanya peningkatan jumlah kendaraan, ketidakmampuan suatu jalan dalam menampung kendaraan dalam satu waktu sehingga berakibat pada tingginya volume kendaraan, tingginya tingkat kepadatan, rendahnya laju kecepatan, hingga berpengaruh pada waktu tempuh kendaraan dari satu ruas jalan. Apabila kondisi tersebut tidak diatasi maka kemacetan akan terus terjadi sehingga aktivitas masyarakat menjadi terganggu. Universitas Diponegoro sendiri kerap terjadi adanya kemacetan yang sebagian besar aktivitasnya dipengaruhi oleh mahasiswa sekitar. Dengan peraturan yang baru yaitu kuliah secara tatap muka, maka kondisi di wilayah Universitas Diponegoro menjadi sibuk setelah sebelumnya melakukan pembelajaran secara daring. Adanya perubahan aktivitas tersebut tentu memberi perubahan kondisi termasuk kondisi lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kemacetan jalan dengan berdasarkan tingkat pelayanan jalan atau *Level of Service*. Aspek yang dikaji dalam penelitian ini yaitu tingkat pelayanan jalan untuk suatu ruas jalan pada waktu tertentu, dalam hal ini mengambil 3 waktu dengan intensitas lalu lintas tertinggi yaitu pada pagi, siang, dan sore hari. Dengan begitu dapat diperoleh tingkat pelayanan jalan yang dapat menjadi pemicu kemacetan pada 3 waktu tersebut, serta penentuan rute jalan alternatif guna menghindari kemacetan tersebut serta mengantisipasi terjadinya kemacetan. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa adanya peningkatan jumlah kendaraan ketika perkuliahan telah dimulai hingga mencapai 3 kali lipat. Untuk tingkat pelayanan jalan mencapai pada level D dan E yang mana merupakan pelayanan jalan yang rendah sehingga timbul kemacetan di beberapa titik.

Kata kunci: Jalan alternatif, Kemacetan, Lalu Lintas, *Level of Service*, Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Traffic congestion is a problem that is often faced by big cities. Changes in road conditions marked by an increase in the number of vehicles but not matched by road capacity can cause congestion. Congestion itself is influenced by several factors, namely an increase in the number of vehicles, high levels of density, low speed, thus affecting the travel time of vehicles from one road segment. If these conditions are not resolved, traffic jams will continue to occur, disrupting community activities. Diponegoro University itself often has traffic jams where most of its activities are influenced by local students. With the new regulations, namely face-to-face lectures, conditions in the Diponegoro University area have become busy after previously doing online learning. Changes in these activities certainly give a change in conditions including traffic conditions. This study aims to map road congestion based on the level of service or Level of Service. The aspect studied in this study is the level of road service for a road section at a certain time, in this case it takes 3 times with the highest traffic intensity, namely in the morning, afternoon and evening. That way, it can be obtained the level of road service that can trigger congestion at these 3 times, as well as determining alternative road routes to avoid congestion and anticipate congestion. The processing results show that there is an increase in the number of vehicles when lectures have started up to 3 times. The road service level reaches D and E levels, which are low road services, causing congestion at several points.

Keywords: Alternative roads, Congestion, Diponegoro University, Level of Service, Traffic

^{*)}Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Salah satu permasalahan yang kerap timbul pada wilayah perkotaan yaitu kemacetan lalu lintas. Kemacetan terjadi pada daerah dengan aktivitas atau kegiatan masyarakat, penggunaan lahan, serta tingkat kepadatan penduduknya yang tinggi. Kemacetan pada lalu lintas terjadi oleh adanya ketidakseimbangan antara populasi penduduk, dan jumlah kendaraan yang meningkat tiap tahunnya dengan kapasitas suatu jalan yang dapat dilintasi. Kegiatan berlalu lintas tersebut seharusnya diimbangi dengan adanya penambahan kapasitas jalan seperti pelebaran jalan atau penggunaan jalan alternatif sehingga aktivitas lalu lintas tidak terpaku pada suatu ruas jalan saja dan dapat dialihkan dengan penggunaan jalan lainnya. Kota Semarang mengalami permasalahan tersebut baik di pusat maupun di pinggiran kota. Menurut DLLAJ (Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan), pertumbuhan jumlah kendaraan tiap tahun mencapai 10%. Hal itu tidak sepadan dengan laju pertumbuhan luas jalan yang hanya 3% pertahun. Pembebanan pada jalan tidak merata di seluruh jalan, namun terkonsentrasi pada satu atau beberapa jalan. Sehingga pada waktu tertentu akan terjadi kepadatan di jalan yang menyebabkan tingkat pelayanan jalan menjadi menurun dengan adanya kemacetan lalu lintas.

Universitas Diponegoro (Undip) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di Semarang, yang salah satu areanya berada di daerah Tembalang sebagai kampus utama. Dengan adanya penerimaan mahasiswa baru serta kebijakan kuliah tatap muka, maka kondisi di area Undip kini semakin sibuk setelah 2 tahun lamanya menjalani kuliah secara online. Adanya peningkatan aktivitas tersebut dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas karena salah satu yang mengalami dampak tersebut ialah jalan di sekitar Undip. Diketahui akibat kemacetan di sejumlah ruas jalan, baik menuju maupun meninggalkan area undip pada jam jam tertentu, beberapa orang mengaku harus menghabiskan waktu lebih di jalanan untuk sampai pada tujuannya.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini membahas terkait tingkat pelayanan jalan pada area Universitas Diponegoro dengan menggunakan metode *Level of Service* (LOS) sekaligus memberi alternatif dalam mengurangi tingkat kemacetan dengan pengoperasian pada *ArcGIS*. Penggunaan *SIG* di sini memungkinkan data situasi lalu lintas yang relevan diproses dengan cepat dan ditampilkan di peta. Karakteristik jalan, asal dan tujuan kendaraan, sifat kemacetan lalu lintas kendaraan dan data volume dapat diintegrasikan untuk meningkatkan analisis situasi lalu lintas jalan di sepanjang ruas jalan (Oluwasegun A. , 2020). *Level of Service* (LOS) disusun untuk menentukan seberapa besar tingkat pelayanan jalan bagi pengguna jalan raya. Konsep ini terbagi dalam enam kelas yaitu tingkat pelayanan kelas A sampai F. *Level of Service* (LOS) didasarkan pada perbandingan kapasitas jalan dan volume kendaraan. Sehingga semakin besar volume dan kapasitas jalan,

maka nilai tingkat pelayanan jalan akan semakin rendah, dan sebaliknya.

Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait titik kemacetan pada sejumlah jalan di area Universitas Diponegoro serta penelusuran rute pada jaringan jalan sehingga diperoleh jalur optimal yang dapat mengurangi kemacetan lalu lintas. Adapun luaran dari penelitian yang dilakukan ini ialah peta tingkat kemacetan di area Univeritas Diponegoro serta peta jaringan jalan lokal yang dapat dijadikan sebagai rute alternatif untuk menghindari kemacetan pada jalan arteri maupun kolektor.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana analisis intensitas kendaraan yang melintas sebelum dan sesudah adanya aktivitas perkuliahan di area Universitas Diponegoro?
2. Bagaimana hasil tingkat pelayanan jalan serta analisis faktor yang mempengaruhi adanya kemacetan di area Universitas Diponegoro?
3. Bagaimana analisis hasil jalan alternatif yang menghubungkan antar jalan kolektif serta jalan arteri untuk mengurangi tingkat kemacetan?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dalam melakukan penelitian ini, yaitu:

1. Untuk membandingkan jumlah kendaraan yang melintas di area Universitas Diponegoro baik sebelum maupun sesudah adanya aktivitas perkuliahan.
2. Untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan yang dapat memicu adanya kemacetan serta faktor yang mempengaruhi kemacetan tersebut di area Universitas Diponegoro.
3. Untuk menentukan jalur yang dapat digunakan sebagai jalan alternatif dalam mengatasi dan mengurangi tingkat kemacetan.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Segi Keilmuan
Manfaat penelitian ini dari segi keilmuan yaitu dapat meningkatkan pengetahuan dan wawasan menerapkan bidang keilmuan dalam permasalahan kemacetan lalu lintas.
2. Segi Kerekayasaan
Manfaat dari segi kerekayasaan yaitu diharapkan dapat memberi informasi kepada masyarakat terkait titik yang menjadi lokasi kemacetan serta dapat menempuh alternatif lain apabila dalam keadaan mendesak.

I.4 Batasan Masalah

Penulis menetapkan batasan pada masalah yang akan dibahas sebagai berikut agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan tujuan:

1. Penelitian ini mengkaji terkait persebaran titik dengan tingkat kemacetan yang tinggi serta jalur

alternatif yang dapat ditempuh untuk menghindari dan mengurangi kemacetan.

2. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari pengukuran yang dilakukan penulis secara langsung serta data sekunder yang dapat diperoleh dari instansi terkait.
3. Penelitian ini menggunakan beberapa metode yaitu dengan pengambilan sampel untuk keperluan data primer, perhitungan *Level of Service* untuk mendapatkan persebaran titik kemacetan, dan penentuan rute jalan alternatif dengan membagi pada tiap segmen jalan berdasarkan bobot yang diperlukan untuk menghindari kemacetan.
4. Waktu pengamatan pada penelitian ini yaitu ketika sebelum adanya perkuliahan dengan setelah adanya perkuliahan. Di mana sebelum perkuliahan dalam hal ini merupakan waktu libur bagi mahasiswa Universitas Diponegoro yang dimulai pada bulan Desember sampai dengan bulan Februari. Sementara untuk waktu setelah perkuliahan yaitu ketika aktivitas perkuliahan sudah dimulai di mana terlaksana pada bulan Februari sehingga aktivitas mahasiswa aktif kembali.
5. Jalan yang diidentifikasi dan analisis untuk pelayanan jalan merupakan jalan arteri dan jalan kolektor yang melintas di area Universitas Diponegoro pada Kecamatan Tembalang, dan Kecamatan Banyumanik.
6. Untuk penentuan jalan alternatif, menggunakan jalan kolektor dan jalan lokal yang memiliki spesifikasi berupa dapat dilalui tidak hanya oleh motor, namun juga mobil, memiliki akses untuk dilewati terutama pada jam penelitian, serta memiliki rambu yang sesuai pada arah menuju Undip seperti pada jalan dua arah atau satu arah yaitu arah menuju Undip.
7. Luaran yang dihasilkan berupa peta tingkat peta tingkat pelayanan jalan di Undip serta peta rute alternatif menuju Undip untuk menghindari kemacetan.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Jalan

Menurut UU No 38 Tahun 2004, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi sebagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas. Jalan memiliki peranan yang penting dalam media penghubung bagi kendaraan dari suatu lokasi ke lokasi tujuan lainnya.

Berdasarkan peruntukannya, jalan dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. Jalan umum, yaitu jalan yang penandaannya disesuaikan menurut pengelompokannya yaitu berdasarkan fungsi, kelas, sistem, dan status.
2. Jalan khusus, yaitu jalan yang peruntukannya tidak bagi lalu lintas yang bersifat umum seperti

proses pendistribusian barang dan jasa tertentu yang diperlukan.

Sedangkan menurut fungsi atau kegunaannya, jalan terbagi menjadi 4 kelompok, yaitu:

1. Jalan arteri, merupakan jalan milik umum yang dilalui oleh kendaraan dengan perjalanan jarak jauh, memiliki kecepatan rerata laju kendaraan yang tinggi, serta intensitas aktivitas untuk keluar masuk terbatas.
2. Jalan kolektor, yaitu jalan umum yang dilalui oleh kendaraan dengan perjalanan jarak menengah, kecepatan laju rerata kendaraan tidak tinggi, serta jumlah kendaraan untuk keluar masuk terbatas.
3. Jalan lokal, merupakan jalan umum yang dilalui oleh kendaraan yang melintas pada wilayah setempat, kecepatan laju rerata kendaraan rendah, serta jumlah kendaraan yang keluar masuk tidak dibatasi sehingga dapat dilalui oleh kendaraan manapun.
4. Jalan lingkungan, merupakan jalan umum yang dilalui oleh kendaraan di suatu lingkungan seperti pada lingkungan permukiman, serta lingkungan industri dengan perjalanan jarak dekat, serta kecepatan laju kendaraan yang rendah.

II.2 Lalu Lintas

Hariyanto (2003) mengemukakan parameter dalam berlalu lintas yaitu terdiri atas:

1. Kecepatan lalu lintas

Kecepatan yaitu waktu yang ditempuh suatu kendaraan dalam panjang jalan tertentu. Sehingga kecepatan dapat dirumuskan:

$$Vu = \frac{L}{t} \quad (II-1)$$

Keterangan,

Vu = kecepatan rata-rata (m/s)

L = panjang ruas jalan (m)

t = waktu tempuh (s)

2. Volume lalu lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya jumlah mobil yang melintasi suatu jalan dalam satuan waktu. Jumlah lalu lintas dapat dihitung menggunakan rumus

$$V = \frac{n}{t} \quad (II-2)$$

Keterangan

V = volume lalu lintas

n = banyaknya kendaraan

t = waktu tempuh (jam)

3. Kepadatan lalu lintas

Kepadatan lalu lintas yaitu kerapatan lalu lintas yang dapat ditunjukkan berupa jumlah kendaraan terhadap panjang jalan yang dapat dirumuskan sebagai berikut

$$K = \frac{n}{L} \quad (II-3)$$

Keterangan

K = kepadatan lalu lintas

n = jumlah kendaraan

L = panjang jalan

4. *Headway*

Headaway yaitu jarak antar kendaraan yang terbagi atas 2 macam, yaitu:

- a. *Time headaway* (jarak antar waktu) merupakan waktu yang dihabiskan oleh kendaraan satu dengan yang lain untuk mencapai suatu titik di sebuah ruas jalan.
- b. *Distance headaway* (jarak antar kendaraan) merupakan jaran antara satu kendaraan dengan kendaraan lain di belakangnya. *Distance headaway* dipengaruhi oleh kecepatan suatu kendaraan di mana dalam keadaan lenggang dan kecepatan kendaraan tinggi maka jarak antar kedua kendaraan besar, namun ketika macet maka jarak antar kedua kendaraan menjadi kecil.

II.3 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan dapat didefinisikan sebagai kemampuan suatu jalan dalam menerima arus lalu lintas pada kurun waktu tertentu berupa jumlah kendaraan dalam per jam (Ruswanda, 2018). Kapasitas jalan terdiri atas beberapa faktor, yaitu:

1. Kapasitas Dasar (Co)
Kapasitas dasar merupakan kemampuan jalan dalam berlalu lintas ketika pada kondisi ideal. Besar kapasitas dasar terdapat pada Tabel II-4

Tabel 1 Kapasitas dasar

Tipe Jalan / Tipe Alinemen	Kapasitas Dssar Total Kedua Arah (smp/jam)
Datar	3.100
Menanjak	3.000
Curam	2.900

2. Faktor Penyesuaian Lebar Jalan (FCw)
Pada kondisi lapangan, tidak semua lebar jalan berada pada kondisi yang ideal Oleh karena itu, penyesuaian faktor lebar jalan diperlukan
3. Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FCsp)
Besar intensitas lalu lintas pada kedua arah tidak selalu sama, terkadang mengalami perbedaan jumlah
4. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FCsf)
Suatu lalu lintas dapat dikatanakn pada kondisi yang idela yaitu ketika di kanan serta kiri ruas jalan tersebut tidak ada hambatan smping, berupa kegiatan di pinggir jalan, adanya parkir di pinggir jalan dan kendaraan umum yang berhenti untuk menaik dan turunkan penumpang. Hambatan samping terbagi atas 5 kelas yaitu:
 - a. Sangat Rendah (VL), yang berarti bahwa itu terjadi di wilayah pedesaan, pertanian, atau yang belum dikembangkan.
 - b. Rendah (L), menunjukkan bahwa meskipun lokasinya di pedesaan, masih ada beberapa bangunan dan aktivitas di samping jalan.
 - c. Menengah (M), aktivitas pemukiman, dan perkampungan.
 - d. Tinggi (H), perumahan, dan aktivitas pasar tertentu.
 - e. Sangat Tinggi (VH), sebagian besar perkotaan, di mana banyak jual beli dan perdagangan

Kapasitas jalan dinyatakan dalam satuan kendaraan tiap jam (smp/jam). Berikut ini adalah persamaan dasar untuk mengukur kapasitas jalan

$$C = Co \times FCw \times FCsp \times FCsf \quad (II-4)$$

Keterangan

- C = kapasitas jalan (smp/jam)
- Co = kapasitas dasar (smp/jam)
- FCw = faktor penyesuaian lebar jalan
- FCsp = faktor penyesuaian pemisah arah
- FCsw = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

II.4 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan jalan atau *level of service* yaitu suatu ukuran kualitatif ysg dinilai oleh pengguna jalan untuk menggambarkan terkait kondisi arus lalu lintas (Panjaitan, 2014). Untuk menggambarkan tingkat pelayanan jalan, perbandingan antara volume lalu lintas dan fasilitas jalan yang tersedia dapat dirumuskan sebagai berikut

$$LOS = \frac{V}{C} \quad (II-5)$$

Keterangan

- LOS = tingkat pelayanan ruas jalan
- V = volume lalu lintas perjam
- C = kapasitas praktis jalan

Adapun karakteristik tingkat pelayanan jalan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2 Nilai LOS

Kelas Tingkat Pelayanan Jalan	Karakteristik Lalu Lintas	Nilai LOS
A	<i>Free Flow Traffic</i> atau lalu lintas arus bebas. Kondisi ini menunjukkan arus lalu lintas yang lenggang. Kondisi ini dapat ditunjukkan dengan jumlah kendaraan yang melintas tidak padat sehingga arus lalu lintas menjadi rendah. Pengguna jalan tidak terpengaruh oleh pengendara lain pada jalan tersebut. Pengendara dapat mengatur tingkat kecepatan serta bebas melakukan manuver kendaraan.	0,00 – 0,19
B	<i>Steady Traffic</i> atau lalu lintas yang stabil. Kondisi ini ditunjukkan dengan arus lalu lintas yang stabil, pengendara mempunyai ruang gerak untuk beralih (manuver). Pada tingkat ini kehadiran kendaraan lain mulai menyita perhatian, namun pengemudi hanya perlu mengawasi kendaraan terkait saja.	0,20 – 0,44
C	<i>Steady Traffic but Limited</i> atau lalu lintas stabil namun terbatas. Kondisi ini ditunjukkan dengan arus lalu lintas yang stabil namun kecepatan kemudi serta kemampuan manuver dibatasi sehingga membutuhkan kewaspadaan.	0,45 – 0,69

D	<i>Steady Traffic at High Density</i> atau lalu lintas stabil pada kepadatan tinggi. Kondisi ini ditunjukkan dengan arus lalu lintas yang tidak stabil, di mana volume kendaraan yang melintas mendekati kapasitas maksimum pada jalan. Kecepatan kendaraan terbatas dengan tingkat kecepatan yang rendah.	0,70 – 0,84
E	<i>Traffic at Saturation</i> atau lalu lintas saat jenuh. Kondisi ini di mana arus lalu lintas mencapai pada kapasitas maksimum sehingga laju kendaraan tidak lancar dan terhenti di beberapa titik ruas jalan.	0,85 – 0,99
F	<i>Congestion</i> atau kemacetan. Kondisi ini merupakan kondisi terparah dalam arus lalu lintas karena mengalami kemacetan dan laju kendaraan terhenti total. Kecepatan kendaraan tidak stabil dengan terbentuknya antrean di beberapa titik.	> 1,00

III. Metodologi Penelitian

III.1 Alat dan Data Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Perangkat Keras
 - a. Laptop Lenovo Ideapad 320, untuk proses pengolahan data penelitian.
 - b. *Smartphone*, untuk dokumentasi selama proses penelitian.
 - c. *Counter*, untuk menghitung jumlah kendaraan yang melintas.
2. Perangkat Lunak
 - a. ArcGIS 10.8, untuk pengolahan dan analisis spasial.
 - b. Ms. *Word* 2013, untuk pembuatan laporan penelitian.
 - c. Ms. *Excel* 2013, untuk perhitungan dan pengolahan data primer.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

3. Data Primer
 - a. Data jumlah kendaraan yang melintas beserta jenisnya.
 - b. Data berupa waktu tempuh dalam melintasi suatu ruas jalan.
 - c. Data koordinat pengambilan data primer.
 - d. Data digitasi jaringan jalan untuk dua arah.
 - e. Data titik koordinat untuk arah masuk menuju Undip berdasarkan survey lapangan
 - f. Data titik koordinat untuk pintu masuk menuju Undip berdasarkan survey lapangan
3. Data Sekunder
 - a. Data jaringan jalan pada RTRW tahun 2011–2031 yang diperoleh dari Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda)

- b. Data ruas jalan di Kota Semarang berdasarkan lampiran keputusan Walikota Semarang tentang Penetapan Status Ruas Jalan sebagai Jalan Kota dan Fungsinya di Wilayah Kota Semarang.

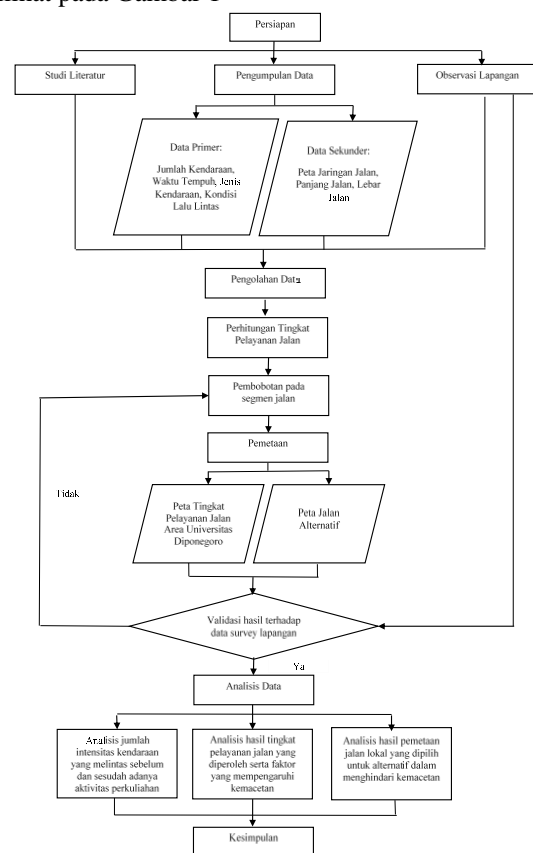
4. Waktu Pengambilan Data

Dalam penentuan waktu pengambilan data, diambil berdasarkan aktivitas masyarakat, dalam hal ini yaitu aktivitas mahasiswa Universitas Diponegoro. Adapun waktu pengambilan data dilakukan sebelum adanya perkuliahan atau saat libur perkuliahan pada bulan Januari serta ketika setelah adanya perkuliahan atau saat aktivitas perkuliahan kembali aktif yaitu pada pertengahan bulan Februari hingga bulan Maret. Aktivitas tersebut akan menunjukkan jam-jam tertentu dimana waktu tersebut merupakan waktu puncak dalam berlalu lintas sehingga perlu diwaspadai dalam berkendara. Waktu pengamatan, kondisi serta situasi pada jalan dilakukan pada hari kerja yaitu hari Senin hingga hari Jumat dan dalam satu hari terbagi atas 3 segmen, di antaranya:

- a. Pagi hari pada pukul 07.00 – 08.00 WIB
- b. Siang hari pada pukul 11.00 – 12.00 WIB
- c. Sore hari pada pukul 16.00 – 17.00 WIB

III.2 Diagram Alir

Diagram alir pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Diagram Alir

III.3 Pengolahan Data

Pengolahan data ini terbagi atas 2 tahap, yaitu

1. Perhitungan dan Pemetaan Tingkat Pelayanan Jalan

Data yang telah diperoleh baik berupa data primer maupun data sekunder kemudian dimasukkan ke dalam tabel perhitungan pada Microsoft Excel untuk dilakukan pengoperasian perhitungan. Pengolahan data untuk titik kemacetan menggunakan perhitungan *Level of Service* berupa $LOS = \frac{V}{C}$ di mana V merupakan volume kendaraan per satuan waktu serta C merupakan kapasitas jalan yang diperoleh dari perhitungan kapasitas yaitu $C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$

2. Penentuan Jalan Alternatif

Rute jalan alternatif menggunakan 3 jalan masuk menuju area Undip yaitu pada arah Patung Kuda, arah Sigar Bencah, dan arah Tol Banyumanik serta 4 titik masuk Undip yaitu pada arah Jalan Banyu Putih menuju Sekolah Vokasi, arah Jalan Galang Sewu Raya menuju Fakultas Hukum, pintu masuk utama pada Bundaran Undip, dan pada Jembatan Sikatak. Proses penentuan dilakukan dengan menjumlah bobot pada suatu segmen jalan yang diperlukan dalam penarikan rute jalan alternatif. Adapun bobot yang diberikan yaitu berupa waktu tempuh tercepat untuk menghindari adanya tundaan pada lalu lintas di jalan. Sehingga pada 3 waktu penelitian tersebut dihasilkan masing-masing 3 rute jalan alternatif.

IV. Hasil dan Analisis

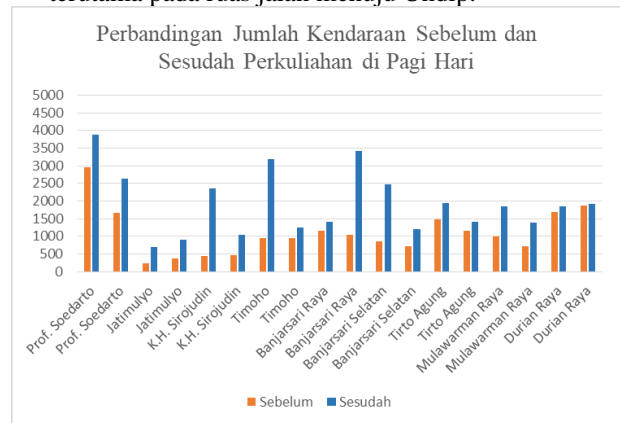
IV.1 Intensitas Kendaraan yang Melintas Sebelum dan Sesudah Adanya Perkuliahan

Pengamatan dilakukan pada ruas jalan di area Universitas Diponegoro yang merupakan jalan penghubung ke Universitas Diponegoro sehingga diambil 9 jalan yang merupakan jalan arteri dan kolektor. Pada tiap jalan tersebut memiliki dua arah dan tiap arah diambil jumlah kendaraan yang melintas pada pagi, siang, dan sore hari untuk pengamatan sebelum dan sesudah adanya kegiatan perkuliahan. Berdasarkan pengamatan di atas maka didapat hasil sebagai berikut

1. Pagi Hari

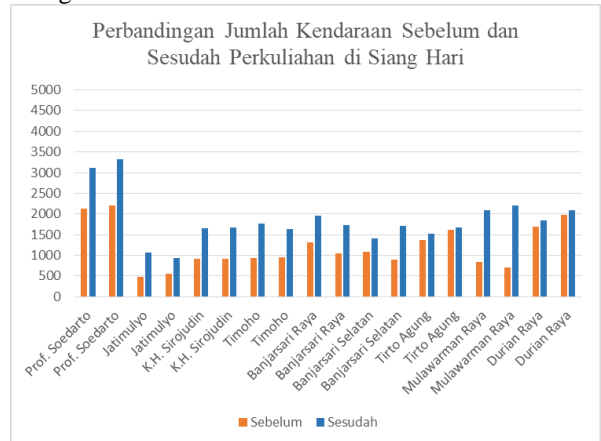
Berdasarkan diagram berikut, 9 ruas jalan yang masing-masing memiliki dua arah tersebut dibandingkan dari segi jumlah kendaraan yang melintas pada pagi hari. Hasil menunjukkan bahwa pada sesudah perkuliahan mengalami peningkatan jumlah kendaraan. Untuk Jalan K.H. Sirojudin arah menuju Jalan Prof Soedarto, Jalan Timoho arah menuju Jalan Banjarsari Raya, Jalan Banjarsari Raya arah menuju Jalan K.H. Sirojudin, serta Jalan Banjarsari Selatan arah menuju Jalan Banjarsari Raya mengalami peningkatan jumlah secara drastis pada waktu setelah perkuliahan. Sementara pada ruas jalan yang lain terutama pada Jalan Durian Raya tidak mengalami peningkatan secara signifikan. Adanya peningkatan tersebut

dipengaruhi salah satunya oleh aktivitas mahasiswa terutama pada ruas jalan menuju Undip.



Gambar 2 Intensitas kendaraan sebelum dan sesudah perkuliahan pada pagi hari

2. Siang Hari

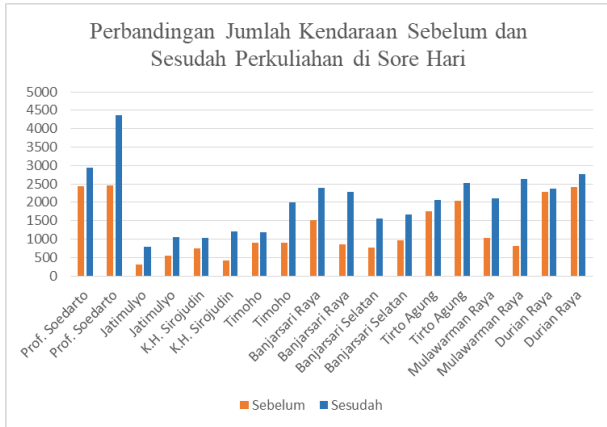


Gambar 3 Intensitas kendaraan sebelum dan sesudah perkuliahan pada siang hari

Berdasarkan hasil diagram berikut, lalu lintas pada siang hari menunjukkan bahwa jumlah kendaraan ketika setelah perkuliahan mengalami peningkatan jumlah. Peningkatan tersebut masih terkontrol dan untuk Jalan Mulawarman Raya, peningkatan jumlah terjadi cukup signifikan sehingga dapat terlihat dengan jelas perbedaan arus kendaraan ketika sebelum dan sesudah perkuliahan. Berdasarkan jumlah kendaraan tersebut, arus lalu lintas pada siang hari terpantau seimbang untuk 2 arahnya sehingga pada waktu ini kondisi lalu lintas cukup stabil dan terkontrol.

3. Sore Hari

Berdasarkan hasil berikut, arus lalu lintas setelah perkuliahan pada sore hari mengalami kenaikan jumlah kendaraan. Intensitas kendaraan tertinggi yaitu pada Jalan Prof. Soedarto arah menuju Jalan Setiabudi yang menembus angka 4000 sehingga arus lalu lintas pada jalan tersebut mengalami kepadatan yang tinggi. Adanya peningkatan tersebut dipengaruhi aktivitas mahasiswa pada sore hari terutama terjadi pada ruas jalan yang meninggalkan area Undip.

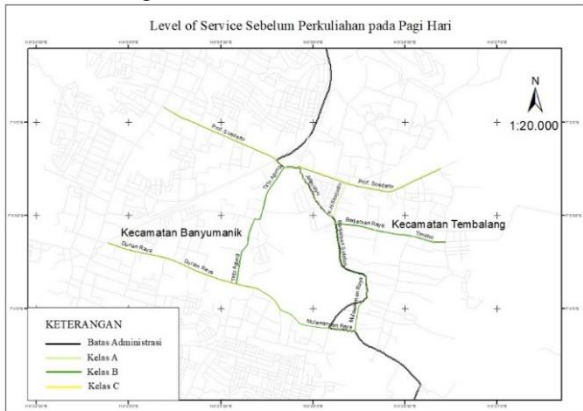


Gambar 4 Intensitas kendaraan sebelum dan sesudah perkuliahan pada sore hari

Berdasarkan hasil di atas, arus lalu lintas setelah perkuliahan pada sore hari mengalami kenaikan jumlah kendaraan. Intensitas kendaraan tertinggi yaitu pada Jalan Prof. Soedarto arah menuju Jalan Setiabudi yang menembus angka 4000 sehingga arus lalu lintas pada jalan tersebut mengalami kepadatan yang tinggi. Adanya peningkatan tersebut dipengaruhi aktivitas mahasiswa pada sore hari terutama terjadi pada ruas jalan yang meninggalkan area Undip.

IV.2 Hasil Tingkat Pelayanan Jalan

1. LOS sebelum perkuliahan
 - a. Pagi hari



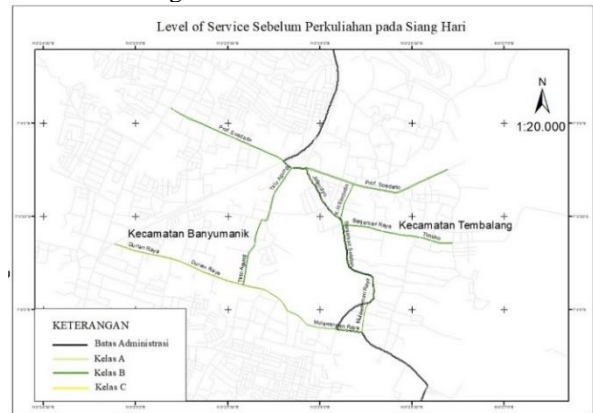
Gambar 5 LOS pagi hari

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh kelas pelayanan jalan yaitu kelas A, B, dan C. Perhitungan pada waktu sebelum perkuliahan di pagi hari tersebut didominasi oleh kelas B yaitu Jalan Prof. Soedarto arah Jalan Setiabudi, Jalan Banjarsari Raya, Jalan Timoho, Jalan Banjarsari Selatan, Jalan Mulawarman arah Jalan Banjarsari Selatan, Jalan Durian Raya arah Jalan Mulawarman Raya, dan Jalan Tirto Agung. Jalan tersebut menandakan bahwa arus lalu lintasnya stabil dan lancar tanpa ada hambatan yang berarti.

Untuk kelas pelayanan A di mana arus lalu lintas bebas dan kondisi jalan yang lenggang dapat ditunjukkan pada Jalan Jatimulyo, Jalan K.H. Sirojudin, dan Jalan Mulawarman Raya arah Jalan Durian Raya. Sementara untuk kelas pelayanan C yang memiliki lalu lintas yang

stabil namun terdapat beberapa hambatan sehingga perlu kewaspadaan ditunjukkan pada Jalan Prof. Soedarto arah Undip, dan Jalan Durian Raya arah Tol Banyumanik.

- b. Siang hari

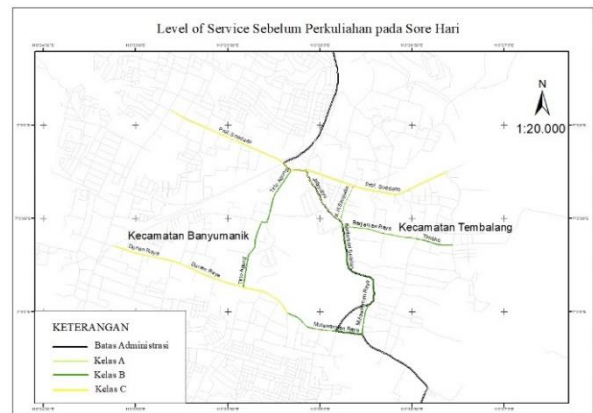


Gambar 6 LOS siang hari

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh kelas pelayanan jalan yaitu kelas A, B, dan C. Perhitungan pada waktu sebelum perkuliahan di siang hari tersebut didominasi oleh kelas B yaitu Jalan Prof. Soedarto, Jalan K.H. Sirojudin arah Jalan Prof Soedarto, Jalan Banjarsari Raya, Jalan Timoho, Jalan Banjarsari Selatan, Jalan Mulawarman arah Jalan Banjarsari Selatan, Jalan Durian Raya arah Jalan Mulawarman Raya, dan Jalan Tirto Agung. Jalan tersebut menandakan bahwa arus lalu lintasnya stabil dan lancar tanpa ada hambatan yang berarti.

Untuk kelas pelayanan A di mana arus lalu lintas bebas dan kondisi jalan yang lenggang dapat ditunjukkan pada Jalan Jatimulyo, Jalan K.H. Sirojudin arah Jalan Banjarsari, dan Jalan Mulawarman Raya arah Jalan Durian Raya. Sementara untuk kelas pelayanan C yang memiliki lalu lintas yang stabil namun terdapat beberapa hambatan sehingga perlu kewaspadaan ditunjukkan pada Jalan Durian Raya.

- c. Sore hari



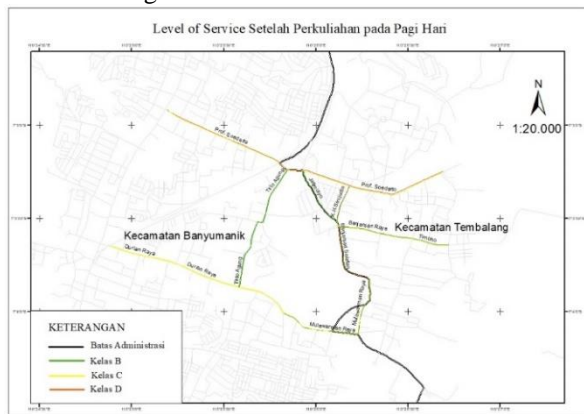
Gambar 7 LOS sore hari

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh kelas pelayanan jalan yaitu kelas A, B, dan C. Perhitungan pada waktu sebelum perkuliahan di sore hari tersebut masih didominasi oleh kelas B

yaitu Jalan K.H. Sirojudin arah Jalan Prof. Soedarto, Jalan Banjarsari Raya arah Jalan Timoho, Jalan Timoho, Jalan Banjarsari Selatan, Jalan Mulawarman Raya, dan Jalan Tirto Agung. Jalan tersebut menandakan bahwa arus lalu lintasnya stabil dan lancar tanpa ada hambatan yang berarti.

Untuk kelas pelayanan A di mana arus lalu lintas bebas dan kondisi jalan yang lenggang dapat ditunjukkan pada Jalan Jatimulyo, Jalan K.H. Sirojudin arah Banjarsari, dan Jalan Banjarsari Raya arah K.H. Sirojudin. Sementara untuk kelas pelayanan C yang memiliki lalu lintas yang stabil namun terdapat beberapa hambatan sehingga perlu kewaspadaan ditunjukkan pada Jalan Prof. Soedarto, dan Jalan Durian Raya.

2. LOS setelah perkuliahan
 - a. Pagi hari



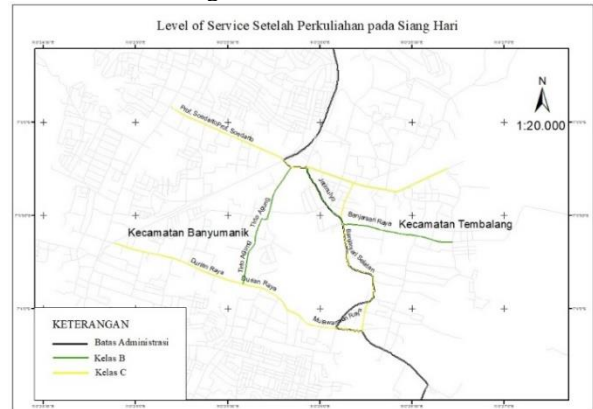
Gambar 8 LOS pagi hari

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh kelas pelayanan jalan yaitu kelas B, C, dan D. Perhitungan pada waktu setelah adanya perkuliahan di pagi hari tersebut untuk kelas B yaitu Jalan Jatimulyo, Jalan K.H. Sirojudin arah Jalan Banjarsari, Jalan Banjarsari Raya arah Jalan Timoho, Jalan Timoho arah Jalan Imam Soeparto, Jalan Banjarsari Selatan arah Jalan Mulawarman Raya, Jalan Mulawarman Raya arah Jalan Durian Raya, dan Jalan Tirto Agung. Jalan tersebut menandakan bahwa arus lalu lintasnya stabil dan lancar tanpa ada hambatan yang berarti.

Untuk kelas pelayanan C yang memiliki lalu lintas yang stabil namun terdapat beberapa hambatan sehingga perlu kewaspadaan ditunjukkan pada Jalan Prof. Soedarto arah Jalan Setiabudi, Jalan Banjarsari Raya arah Jalan K.H. Sirojudin, Jalan Timoho arah Jalan Banjarsari Raya, Jalan Mulawarman Raya arah Banjarsari Selatan, dan Jalan Durian Raya. Sementara untuk kelas pelayanan D yang memiliki arus lalu lintas dengan kepadatan kendaraan tinggi sehingga aktivitas menjadi terhambat ditunjukkan pada Jalan Prof. Soedarto arah Undip, Jalan K.H. Sirojudin arah Jalan Prof.

Soedarto, dan Jalan Banjarsari Selatan arah Banjarsari Raya.

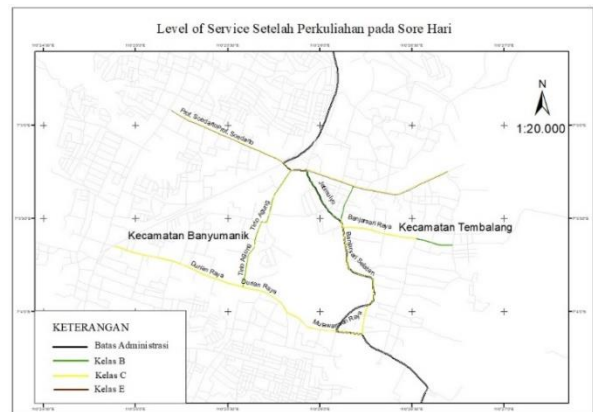
- b. Siang hari



Gambar 9 LOS siang hari

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh kelas pelayanan jalan yaitu kelas B, dan C. Perhitungan pada waktu setelah adanya perkuliahan di siang hari tersebut untuk kelas B yaitu Jalan Jatimulyo, Jalan Banjarsari Raya, Jalan Timoho, dan Jalan Tirto Agung. Jalan tersebut menandakan bahwa arus lalu lintasnya stabil dan lancar tanpa ada hambatan yang berarti. Untuk kelas pelayanan C yang memiliki lalu lintas yang stabil namun terdapat beberapa hambatan sehingga perlu kewaspadaan ditunjukkan pada Jalan Prof. Soedarto, Jalan K.H. Sirojudin, Jalan Jalan Banjarsari Selatan, Jalan Mulawarman Raya, dan Jalan Durian Raya.

- c. Sore hari



Gambar 9 LOS sore hari

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh kelas pelayanan jalan yaitu kelas B, C, dan E. Perhitungan pada waktu setelah adanya perkuliahan di pagi hari tersebut untuk kelas B yaitu Jalan Jatimulyo, Jalan K.H. Sirojudin, Jalan Timoho, dan Jalan Tirto Agung arah Prof Soedarto. Untuk kelas pelayanan C yang memiliki lalu lintas yang stabil namun terdapat beberapa hambatan sehingga perlu kewaspadaan ditunjukkan pada Jalan Prof. Soedarto arah Undip, Jalan

Banjarsari Raya, Jalan Banjarsari Selatan, Jalan Mulawarman Raya, Jalan Durian Raya, dan Jalan Tirto Agung arah Durian Raya. Sementara untuk kelas pelayanan E di mana arus lalu lintas sudah mencapai pada kapasitas maksimal jalan sehingga laju kendaraan menjadi tidak lancar karena terhenti di beberapa titik ditunjukkan pada Jalan Prof. Soedarto arah menuju Jalan Setiabudi

IV.3 Hasil Penentuan Jalan Alternatif

1. Pagi Hari

No	Nama Jalan	Panjang (m)	Waktu tempuh (s)	Kecepatan (km/jam)
1	Bukit Sari	1926,427	169	41
2	Prof Soedarto segmen 1	276,945	79	13
3	Banyu Putih	429,022	32	48
	Total	2632,394	280	34

Jalan alternatif ini mengambil 3 arah masuk menuju area Undip sehingga diperoleh 3 jalan alternatif. Jalan alternatif pertama yaitu melewati Jalan Bukit Sari lalu segmen Jalan prof Soedarto kemudian menuju Jalan Banyu Putih dan masuk pada pintu masuk Undip. Untuk alternatif kedua dapat melewati Jalan Durian Raya kemudian Jalan Tirto Agung lalu menuju jalan alternatif Tirto Usodo Timur untuk menghindari Jalan Prof Soedarto yang memiliki arus lalu lintas yang padat kemudian dapat melewati Jalan Jatimulyo dan Jalan K.H Sirojudin dan dapat berbelok ke kiri untuk melewati Jalan Galang Sewu Raya untuk menghindari Jalan Prof Soedarto arah menuju Undip. Sementara untuk alternatif ketiga dengan mengambil Jalan Timoho atau dari arah Sigar Bencah, kemudian melewati Jalan Sipodang dan Jalan Gerungsari agar dapat menuju Undip dengan masuk melewati Jembatan Sikatak.

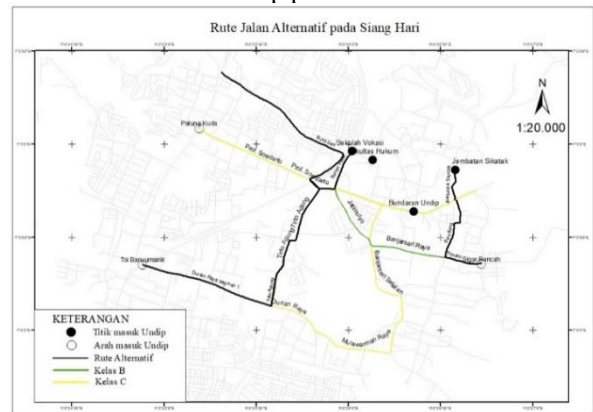


Gambar 10 Alternatif 1

2. Siang hari

No	Nama Jalan	Panjang (m)	Waktu tempuh (s)	Kecepatan (km/jam)
1	Timoho Raya	387,350	47	30
2	Sipodang & Gerungsari	643,221	64	36
3	Jembatan Sikatak	314,702	27	42
	Total	1345,273	138	35

Rute ini menghasilkan 3 jalan alternatif. Alternatif pertama melewati Jalan Bukit Sari lalu menuju segmen Jalan Prof Soedarto lalu belok menuju Jalan Banyu Putih dan masuk menuju Undip. Untuk alternatif kedua, apabila pada pagi hari rute jalan alternatif melewati Jalan Tirto Usodo Timur karena menghindari Jalan Prof Soedarto yang padat, maka pada rute kali ini melewati Jalan Prof Soedarto dan melewati Jalan Banyu Putih serta masuk pada pintu masuk Undip. Alternatif ketiga memiliki rute jalan yang sama seperti pada pagi hari yaitu dari arah Sigar Bencah melewati Jalan Timoho kemudian Jalan Sipodang dan Jalan Gerungsari serta masuk Undip pada Jembatan Sikatak.

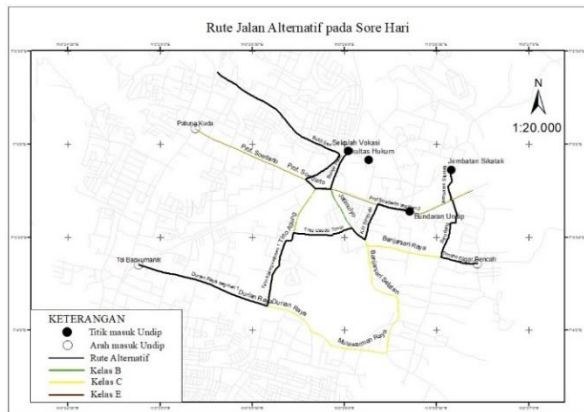


Gambar 11 Alternatif 2

3. Sore hari

No	Nama Jalan	Panjang (m)	Waktu tempuh (s)	Kecepatan (km/jam)
1	Durian Raya segmen 1	1347,012	156	31
2	Tirto Agung segmen 1	810,113	101	29
3	Tirto Usodo Timur	593,365	59	36
4	Jatimulyo segmen 1	176,628	51	12
5	K.H Sirojudin	431,380	63	25
6	Prof Soedarto segmen 2	328,153	125	9
	Total	3686,651	555	24

Rute alternatif pertama yang diambil masih sama yaitu melewati Jalan Bukit Sari, kemudian melintasi segmen Jalan Prof Soedarto dan masuk pada Jalan Banyu Putih menuju Undip. Sementara pada rute alternatif kedua, untuk menghindari kepadatan kendaraan yang terjadi di Jalan Prof Soedarto pada waktu ini maka melewati Jalan Tirto Agung lalu Jalan Tirto Usodo Timur dan Jalan K.H. Sirojudin untuk masuk melalui Bundaran Undip. Untuk alternatif ketiga sama halnya dengan pagi dan siang hari, rute ini masih sama yaitu dengan melewati Jalan Sipodang dan Gerungsari lalu masuk melewati Jembatan Sikatak.



Gambar 12 Alternatif 3

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Intensitas kendaraan yang melintas pada sejumlah ruas jalan yang diteliti mengalami peningkatan jumlah ketika perkuliahan dimulai. Peningkatan ini dapat secara drastis pada beberapa ruas jalan yang dipengaruhi oleh aktivitas mahasiswa menuju kampus Undip.
2. Tingkat pelayanan jalan yang diperoleh ketika sebelum perkuliahan yaitu pada rentang A, B, dan C yang menunjukkan bahwa kondisi lalu lintas lancar dan terkendali. Sementara tingkat pelayanan jalan ketika setelah perkuliahan yaitu pada rentang B, C, D, dan E yang menunjukkan bahwa meskipun arus lalu lintas lancar namun terdapat beberapa hambatan yang dapat mengakibatkan kemacetan tinggi. Adapun hal yang menyebabkan kemacetan tersebut di antaranya ialah adanya aktivitas masyarakat pada jam-jam tertentu dalam waktu bersamaan, adanya persimpangan jalan, serta adanya lampu lalu lintas pada perimpangan jalan sehingga mengakibatkan laju kendaraan menjadi terhenti baik sejenak maupun untuk waktu yang lama.
3. Hasil rute jalan alternatif yang telah ditentukan diperoleh 3 rute pada tiap waktu penelitian di mana rute tersebut memberikan opsi baik arah masuk menuju Undip maupun pintu masuk menuju Undip dengan waktu tempuh tercepat guna menghindari kemacetan serta efisiensi waktu.

V.2 Saran

Saran dari penulis yang dapat diberikan agar mempermudah dalam pelaksanaan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Dalam melakukan pengambilan data sebaiknya dilakukan tepat pada waktunya yaitu pada jam-jam yang menjadi waktu puncak terjadinya kemacetan karena apabila

tidak pada waktunya maka tingkat pelayanan jalan akan memberi hasil yang berbeda.

2. Dalam melakukan perhitungan terhadap jumlah kendaraan, sebaiknya untuk 1 ruas jalan pada 2 arah dihitung secara bersamaan agar hasil yang diperoleh lebih tepat.
3. Diperlukan pemahaman terkait literatur yang digunakan terlebih dalam penentuan nilai kapasitas jalan serta nilai pelayanan jalan agar proses pengolahan dapat berjalan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Becky P.Y. Loo, Z. H. (2021). *Delineating Traffic Congestion Zones in Cities: an Effective Approach Based on GIS*. *Transport geography*.

Das, D. (2019). *Road network analysis of Guwahati city using GIS*. *Research Article*, 1(906).

Muhammad Adie Putra Tanggara, I. W. (2021). Kinerja Jalan Di Kota Surabaya Berdasarkan Tingkat Pelayanan Jalan. *Planning for Urban Region and Environment*, 10(3), 119-128.

Ninad Gore, S. A. (2023). *Developing Modified Congestion Index and Congestion-based Level of Service*. *Transport policy*, 97-119.

Oluwasegun, A. H. (2015). *Using Geographical Information System (GIS) Techniques in Mapping Traffic Situation Along Selected Road Corridors in Lagos Metropolis, Nigeria*. *Research on Humanities and Social Science*, 5(10), 12-20.

Panjaitan, E. R. (2014). Analisis Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap Kepadatan Ruas Jalan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi kasus: Kecamatan Tembalang, Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 3(4), 96-105.

Putro, S. (2009). Pemodelan Tingkat Pelayanan Jalan (Level of Services) Berbasis Sistem Informasi Geografis untuk Mengurai Kemacetan Lalu Lintas Kota Semarang. *Jurnal Geografi*, 6(2), 111-120.

Rezaliel Septian Sulastio, H. A. (2021). Sistem Informasi Geografis untuk Menentukan Lokasi Rawan Macet di Jam Kerja pada Kota Bandarlampung Berbasis Android. *Teknologi dan Sistem Informasi*, 104-111.

Rima Dipahada, S. P. (2014). Analisis Level of Service (LOS) dalam Mengantisipasi Kemacetan Lalu Lintas Menggunakan sig DI Jalan Utama Kecamatan Kota Kendal. *Jurnal Geografi*, 1-5.

Ruswanda, R. F. (2018). Pemetaan Titik Kemacetan Lalu Lintas Menggunakan Sistem Informasi Geografis pada Tahun 2018. *Jurnal Ilmu Pendidikan*.