

Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Menggunakan Metode MKJI 1997 (Studi Kasus: Persimpangan Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado)

Risky Alfandy Manembu¹, Samuel H. Butar-Butar^{1*}, dan Helmut Manabung¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prisma, Manado

Abstrak. Persimpangan Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar merupakan persimpangan tidak bersinyal yang memiliki jalur lalu lintas sibuk. Dikarenakan banyaknya aktifitas kendaraan pada persimpangan seperti ke area persekolahan, perkantoran, rumah Sakit, serta Hotel, yang menyebabkan banyak kendaraan yang melintas di persimpangan ini. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kinerja simpang serta menganalisa kapasitas simpang menggunakan Metode MKJI 1997. Dari hasil Penelitian kinerja simpang tak bersinyal Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar memiliki tingkat buruk dimana nilai Derajat kejenuhannya (DS) = 1.12, kapasitas (C0) = 2695 smp/ jam, nilai tundaan simpang (D) 27.78 detik/ smp, dengan peluang antrian batas bawah 53% dan batas atasnya 103%. Untuk meningkatkan kinerja dilakukan rekayasa pada simpang dengan dua alternatif, alternatif pertama yaitu, larangan belok kanan pada jalan minor, dimana simpang masih memiliki tingkat pelayanan yang tidak baik, sehingga memerlukan alternatif ke dua, yaitu larangan belok kanan pada jalan minor dan jalan utama. Sehingga menghasilkan kinerja simpang yang lebih maksimal, dimana Derajat kejenuhannya turun menjadi (DS) = 0.84 kapasitas (C) = 4364 smp/ jam, arus lalu lintas (Q) = 3700 smp/ jam, tundaan (D) = 14.09 detik/ smp.

Kata kunci: Derajat Kejenuhan, Kinerja Simpang, Simpang Tidak Bersinyal, MKJI 1997

1. PENDAHULUAN

Transportasi secara umum dapat diartikan sebagai suatu usaha perpindahan, atau perpindahan orang atau barang dari suatu lokasi yang disebut lokasi asal, ke lokasi lain yang biasa disebut lokasi tujuan, untuk tujuan tertentu juga menggunakan alat-alat tertentu [5]. Dengan bertambahnya jumlah penduduk maka terjadilah pembangunan disetiap sektor, mulai dari bidang sosial, ekonomi, dan budaya yang ditandai dengan pelayanan publik yang konsumtif, produktif, pelayanan publik, pelayanan distribusi dan pemerintahan, menuntut peningkatan kebutuhan transportasi yang selaras dan selaras seimbang untuk menunjang aktivitas sehari-hari [6].

Kemacetan merupakan masalah yang sering ditemui pada jalan perkotaan maupun jalan luar kota yang diakibatkan karena meningkatnya jumlah penduduk, kepemilikan kendaraan dan terbatasnya sumber daya pembangunan jalan raya serta belum optimalnya pengoperasian lalu lintas yang ada. Ini menjadi persoalan utama disetiap kota-kota yang ada di Indonesia, termasuk kota Manado. Kota Manado yang merupakan ibu kota dari Provinsi Sulawesi Utara juga merasakan beberapa dampak akibat meningkatnya penggunaan transportasi, dimana dalam hal ini meningkatnya kepemilikan kendaraan pribadi atau sarana dari transportasi. Terdapat beberapa masalah yang akan terjadi jika suatu ruas jalan tidak bisa melayani arus kendaraan yang ada pada ruas jalan tersebut seperti kemacetan, kecelakaan, kebisingan, polusi, dll. Masalah-masalah tersebut kerap kali terjadi pada ruas jalan yang memiliki simpang [1].

*Corresponding author: samuel.hanson@prisma.ac.id

Padatnya jumlah penduduk di kota Manado, serta wisatawan memiliki dampak yang besar dalam permasalahan lalu lintas. Biasanya, masalah lalu lintas sering terjadi pada bagian persimpangan jalan, dimana pada persimpangan terdapat banyak terjadinya pergerakan lalu lintas, baik yang jalan lurus maupun saling berpotongan dengan kendaraan lain, yang mengakibatkan terjadinya gangguan lalu lintas. Di kota Manado ada beberapa persimpangan yang menarik untuk diteliti, salah satunya yaitu Persimpangan Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar. Persimpangan ini merupakan jalur lalu lintas sibuk, dilihat dari aktifitas lalu lintas persimpangan dan dari letak lokasi. Jalan ini merupakan akses ke area persekolahan dan perkantoran. Di area persimpangan ini terdapat Rumah Sakit Advent Manado, Hotel Sahid Manado, yang menyebabkan banyak kendaraan yang melintas di persimpangan ini.

Adapun identifikasi permasalahan pada penelitian ini antara lain, area lokasi tinjauan merupakan kawasan dengan padat pergerakan orang seperti rumah sakit, sekolah, perkantoran dan merupakan Persimpangan tidak bersinyal dan tidak sebidang dengan kondisi aktual terjadi kemacetan lalu lintas pada waktu waktu tertentu. Sehingga rumusan masalah pada penelitian ini adalah, bagaimana kinerja simpang tak bersinyal di daerah persimpangan jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado dan bagaimana perencanaan simpang tak bersinyal di persimpangan jalan tersebut. Dari rumusan masalah tersebut, disusun tujuan penelitian yaitu menghitung kinerja simpang tak bersinyal di persimpangan jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado, dan menganalisa Kapasitas Simpang pada persimpangan jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado.

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi untuk melengkapi daftar kinerja berbagai simpang tidak bersinyal di kota Manado. Beberapa penelitian terkait di Kota Manado antara lain, simpang tidak bersinyal di Jalan S. Parman dan Panjaitan tahun 2015 [7], simpang tidak bersinyal di ruas Jalan Sam Ratulangi dan Jalan Korengkeng tahun 2023 [8], simpang tidak bersinyal di Simpang 3 Jalan A. A. Maramis tahun 2022 [9], Simpang tidak bersinyal di ruas Jalan Hasanudin dan Jalan Arie Lasut tahun 2022 [10], dan simpang tidak bersinyal depan SMA Negeri 7 Manado antara Jalan Tololiu Supit dan Jalan W. Z. Yohanes tahun 2023 [1]. Hasil penelitian diharapkan bisa menjadi masukan bagi berbagai pihak yang terkait, khususnya Dinas Perhubungan dan PUPR Kota Manado.

Persimpangan

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya [2]. Pada sistem transportasi dikenal tiga macam pertemuan jalan, yaitu pertemuan sebidang (*at grade intersection*), pertemuan tidak sebidang (*interchange*) dan persilangan jalan (*grade sparation without ramps*). Persimpangan adalah lokasi pada suatu sistem lalu lintas yang terjadi persilangan atau perpotongan dua atau lebih jalan/jalur. Didaerah perkotaan simpang yang sering dijumpai adalah persimpangan yang tak bersinyal, yang memiliki tingkat arus lalu-lintas dan rasio belokan di jalan minor yang relatif kecil, namun apabila arus lalu-lintas dari jalan minor cukup besar maka perlu diterapkan simpang bersinyal karena tingkat kecelakaan pada simpang tersebut meningkat [4]. Menurut Alamsyah [3] jenis-jenis persimpangan dibedakan antara lain berdasarkan pada hal berikut ini: Persimpangan sebidang, Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan yang masuk ke persimpangan mengarahkan lalu-lintas masuk ke jalur yang berlawanan dengan lalu-lintas lainnya, seperti persimpangan pada jalan-jalan di kota. Persimpangan ini memiliki ketinggian atau elevasi yang sama. Persimpangan tak sebidang, Persimpangan tak sebidang adalah persimpangan dimana jalan raya yang menuju ke persimpangan memiliki elevasi yang berbeda.

Pengaturan Simpang Bersinyal

Menurut MKJI 1997, pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut: Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan. Untuk sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalu lintas terutama adalah fungsi dari keadaan geometrik dan tundaan lalu lintas. Dengan menggunakan sinyal, kapasitas dapat didistribusikan ke berbagai pendekat melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekat. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), ukuran-ukuran yang digunakan untuk memperhitungkan kinerja

simpang tak bersinyal berhubungan dengan geometri, lingkungan dan Lalu-lintas terdiri dari: Kapasitas, Derajat kejenuhan, Tundaan, dan Peluang antrian

Perencanaan simpang tak bersinyal menurut MKJI 1997

Kondisi Geometrik

Jalan utama adalah jalan yang terpenting diantara semua ruas jalan pada simpang, misalnya jalan yang memiliki klasifikasi fungsional tertinggi. Dalam metode MKJI 1997 untuk 3 lengan, jalan yang menerus merupakan jalan utama. Kondisi geometrik digambarkan dalam bentuk sketsa yang memberikan informasi lebar jalan, batas sisi jalan, lebar bahu, lebar median dan petunjuk arah. Pemberian notasi sedapat mungkin disesuaikan searah jarum jam.

Tabel 1 Tipe-Tipe persimpangan

Kode IT	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Kelas tipe lingkungan jalan menggambarkan tata guna lahan dan aksesibilitas dari seluruh aktifitas jalan. Nilai-nilai ini diterapkan secara kualitatif dalam pertimbangan teknik lalu lintas. Dapat ditetapkan berdasarkan tabel berikut:

Tabel 2 Lingkungan Jalan

Tipe Lingkungan	Tata Guna Tanah Dan Aksesibilitas Jalan
Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Akses terbaru	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena ada penghalang fisik, jalan samping)

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), tipe kendaraan dibedakan menjadi 4, yaitu:

- kendaraan ringan (*Light Vehicle, LV*): kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2.0-3.0 m (termasuk mobil penumpang, opelet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga),
- kendaraan berat (*Heavy Vehicle, HV*): kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga),
- sepeda motor (*Motor Cycles, MC*): kendaraan bermotor beroda dua dan tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda 3 sesuai sistem Bina Marga), dan
- kendaraan tidak bermotor (*Unmotorized, UM*): kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan (termasuk sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

Jenis kendaraan di atas harus dikonversikan ke dalam satuan mobil penumpang, dengan cara mengalihkannya dengan faktor (emp) yang nilainya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Nilai Ekuivalensi Kendaraan Simpang Tak Bersinyal

No	Jenis Kendaraan	Emp
1	Kendaraan ringan (LV)	1.0
2	Kendaraan berat (HV)	1.3
3	Sepeda motor (MC)	0.5

Kapasitas (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Menurut MKJI 1997, kapasitas dari sebuah simpang adalah perkalian antara Kapasitas Dasar (C0) untuk kondisi ideal dan faktor koreksi (F) dengan memperhitungkan pengaruh kondisi sesungguhnya terhadap Kapasitas. Persamaan dasar untuk kapasitas adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FW \times FM \times Fes \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

- CO : kapasitas dasar (smp/jam)
- FW : faktor penyesuaian lebar pendekat
- FM : faktor penyesuaian median jalan utama
- FCS : faktor penyesuaian ukuran kota
- FRSU : faktor penyesuaian kendaraan tak bermotor, hambatan samping, lingkungan jalan
- FLT : faktor penyesuaian belok kiri
- FRT : faktor penyesuaian belok kanan
- FMI : faktor penyesuaian rasio arus jalan minor simpang

Perhitungan Kapasitas Dasar (C0)

Nilai kapasitas dasar ditentukan berdasarkan tipe persimpangan, dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4 Kapasitas dasar (C0)

Tipe Persimpangan	Kapasitas Dasar
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Perilaku Lalu Lintas

Derajat Kejenuhan (DS)

Menurut MKJI 1997, derajat Kejenuhan dapat diperoleh melalui perbandingan antara arus total simpang (Qsmp) dengan kapasitas simpang sesungguhnya (C). Rumus derajat kejenuhan sebagai berikut:

$$DS = Q \text{ smp} / C \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

- C : Kapasitas (smp/jam)
- Q smp : arus total sesungguhnya (smp/jam)

Tabel 5 Tingkat Pelayanan Derajat Kejenuhan

Tingkat Pelayanan	Derajat Kejenuhan	Keterangan
A	0.00-0.20	Arus bebas, kecepatan bebas
B	0.20-0.44	Arus stabil, kecepatan mulai terbatas
C	0.45-0.74	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan
D	0.75-0.84	Arus tidak stabil, kecepatan menurun
E	0.85-1.00	Arus stabil, kendaraan tersendat
F	> 1.00	Arus terhambat, kecepatan rendah

Tundaan

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Tundaan simpang (D) dapat ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan dan derajat kejenuhan.

Tabel 6 Tundaan Berhenti pada Berbagai Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Tundaan	Keterangan
A	<5	Baik Sekali
B	5.1 - 15	Baik
C	15.1 - 25	Sedang
D	25.1 - 40	Kurang Baik
E	40.1 - 60	Buruk
F	>60	Buruk Sekali

Rumus dari tundaan simpang (D) sebagai berikut:

$$D = DG + DTI \dots\dots\dots 3$$

Keterangan:

DG : tundaan geometric simpang (det/smp)

DTI : tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometri simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang.

$$\text{Untuk } DS < 1.0 \text{ DG} = (1 - DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4 \dots\dots\dots 4$$

$$\text{Untuk } DS \geq 1.0 \text{ DG} = 4$$

Keterangan:

DG : tundaan geometrik simpang (detik/smp)

DS : derajat kejenuhan

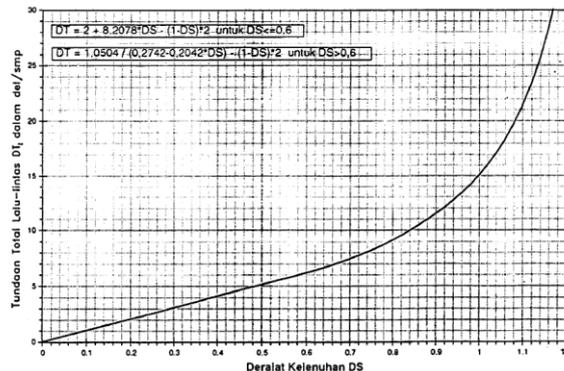
PT : rasio belok total

Tundaan lalu lintas simpang (DTI)

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Dan menggunakan persamaan berikut ini untuk mendapatkan nilai tundaan lalu lintas simpang:

$$\text{Untuk } DS \leq 0,6 \text{ DTI} = 2 + 8.2078 \times DS - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots 5$$

$$\text{Untuk } DS > 0,6 \text{ DTI} = 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots 6$$



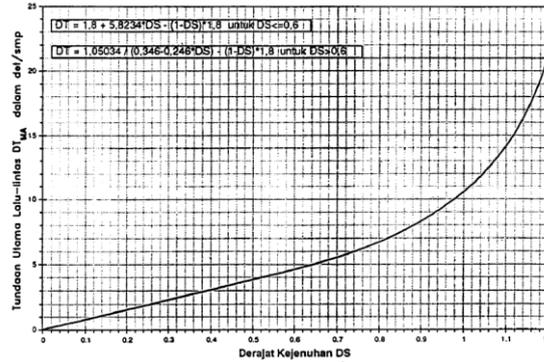
Gambar 1 Grafik Tundaan lalu lintas

Tundaan lalu lintas jalan Utama (DTMA)

Tundaan lalu lintas jalan utama merupakan tundaan lalu lintas rata rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. Ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Untuk } DS \leq 0,6 \text{ DTMA} = 1.8 + 5.8234 \times DS - (1 - DS) \dots\dots\dots 7$$

$$\text{Untuk } DS > 0,6 \text{ DTMA} = 1.0534 / (0.346 - 0.246 \times DS) - (1 - DS) \times 1.8 \dots\dots\dots 8$$



Gambar 2 Grafik Tundaan lalu lintas jalan utama (DTMA)

Tundaan lalu lintas jalan minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata. Dihitung menggunakan rumus berikut.

$$DTMI = (QTOT \times DTI - QMA \times DTMA) / QMI \dots\dots\dots 9$$

Keterangan:

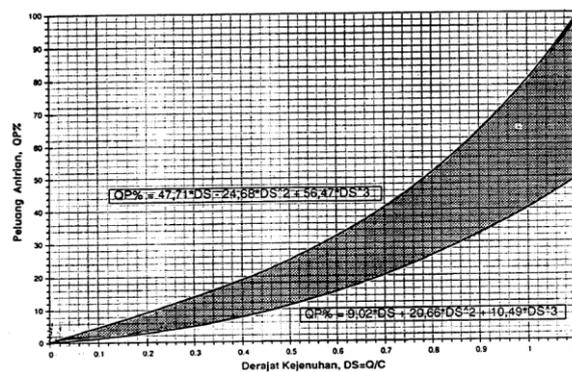
- QTOT : jumlah arus total pada simpang (smp/ jam)
- DTI : tundaan lalu lintas simpang
- QMA : arus jalan utama
- DTMA : tundaan lalu lintas jalan utama
- QMI : arus jalan minor

Peluang Antrian

Hubungan empiris antara peluang antrian (QP%) dan derajat kejenuhan (DS) menentukan rentang nilai peluang antrian.

$$\text{Untuk batas bawah } QP\% = 9.02 \times DS + 20.66 \times DS^2 + 10.49 \times DS^3 \dots\dots\dots 10$$

$$\text{Untuk batas atas } QP\% = 47.71 \times DS - 24.68 \times DS^2 + 56.47 \times DS^3 \dots\dots\dots 11$$



Gambar 3 Grafik tundaan peluang antrian (QP)

2. METODE

Jenis penelitian yang digunakan untuk penelitian ini yaitu suatu metode penelitian yang berkaitan dengan observasi atau kejadian fenomena yang ada saat ini atau saat yang lampau, yaitu jenis penelitian empiris. Dimana jenis penelitian empiris ini memiliki tiga macam bentuk, yaitu Studi Kasus di mana kita melakukan analisa terlebih dahulu pada Simpang yang akan diteliti, seperti lokasi, dan keadaan pada sekitar Simpang, untuk menentukan Jam sibuk dan titik lokasi survey, kemudian setelah itu masuk pada Studi Lapangan dimana kita melakukan perhitungan jumlah kendaraan menggunakan studi waktu dan gerak, dengan menggunakan alat perekam visual seperti, kamera, dan handphone untuk mendapatkan data lalu lintas. Kemudian setelah itu kita masuk pada Studi Laboratorim dimana kita menganalisa dan mengola data

dari hasil survey lapangan, menggunakan metode MKJI 1997 sehingga kita menghasilkan sebuah alternatif solusi.

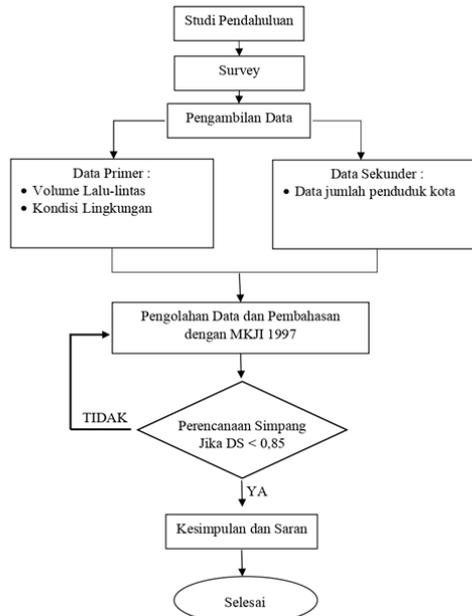
Data penelitian meliputi Data Primer (data dari hasil pengamatan langsung di lapangan) seperti: data kondisi geometri, lebar jalan, batas sisi jalan, volume lalu-lintas kendaraan berat (*Heavy Vehicle*): truck, dan bus besar, kendaraan ringan (*Light Vehicle*): mobil box roda empat, truk kecil roda empat, bus roda empat, mobil pribadi, kendaraan bermotor (*Motor cycle*): sepeda motor, motor sampah; data kondisi lingkungan seperti tipe lingkungan jalan, kelas hambatan samping, dan kelas ukuran kota. Selanjutnya data sekunder (data yang diperoleh dari instansi yang berkaitan dengan perencanaan simpang) seperti data kependudukan dan data statistik lainnya yang bisa di dapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Manado. Simpang tiga tak bersinyal dengan kondisi sering terjadi gangguan lalu lintas seperti arus lalu lintas yang tidak teratur. Lokasi (Persimpangan Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar, Kota Manado). Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4 Foto Lokasi penelitian

Waktu penelitian Data volume lalu lintas diambil selama 3 hari dikarenakan peneliti menganggap bahwa hari yang dipilih merupakan perwakilan dari jam sibuk pada simpang sehingga bisa mewakili atau mencukupi data untuk melakukan Penelitian. Penelitian dilakukan selama 3 hari dengan 3 periode, dengan 1 periode selama 3 jam, dan dibagi menjadi beberapa interval waktu setiap 15 (lima belas) menit untuk mengetahui jam puncak simpang pada saat melakukan pengamatan. Dan untuk periode pertama yaitu pada pukul 6.00-9.00 dan periode ke-dua pukul 11.00-14.00, dan periode ke-tiga pukul 15.00-18.00. Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain, Stopwatch (aplikasi handphone), Handphone, Kamera, Meter roll, dan Tripod.

Setelah mendapatkan hasil data primer dan sekunder, maka data tersebut digunakan sebagai data masukan untuk perhitungan kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan yang berpedoman pada MKJI 1997 dengan menggunakan formulir-formulir pada pedoman tersebut. Metode yang akan digunakan untuk melakukan penelitian ini merujuk pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 diterbitkan Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. Manual Kapasitas Jalan Indonesia adalah panduan yang digunakan untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu lintas disegmen-segmen jalan di Indonesia. Studi kasus berlokasi persimpangan Jl. 14 februari – Jl. tololiu supit – Jl babe palar, kota manado. Dan dalam penelitian ini dilakukan tahapan seperti gambar berikut ini.

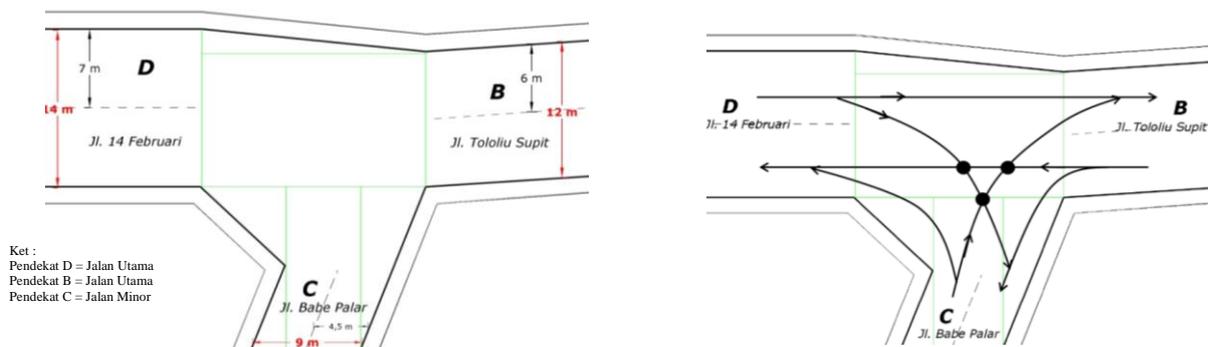


Gambar 5 Bagan Alir Penelitian

3. HASIL

Parameter Kondisi Geometrik

Dari pengamatan yang dilakukan, lebar jalur lalu lintas jalan Jl. 14 Februari adalah 14 m, dan lebar jalur lalu lintas Jalan Jl. Tololiu Supit adalah 12 m, dan lebar jalur lalu lintas Jalan Jl. Babe Palar adalah 9 m. Ruas Jalan Jl. 14 Februari dan Jl. Tololiu Supit terdiri dari 4 lajur, sedangkan pada jalan Jl. Babe Palar terdiri dari 2 lajur. Pada Jl.14 Februari, Jl. Tololiu Supit, Jl. Babe Palar hanya terdapat garis pemisah jalan sebagai pemisah lajur. Persimpangan ini tidak memiliki rambu lalu lintas yang mengatur lalu lintas seperti zebra-cross, tanda stop, serta dilarang parkir.



Gambar 6 Gambar pola rekayasa lalu lintas kondisi eksisting

Tabel 7 Data Lengan Simpang

Pendekat	Lebar Jalan (m)	Marka jalan	Median	Bahu Jalan (m)
Barat (14 februari) D	14	ada	Tidak ada	1,5
Timur (Jl. Tololiu Supit) B	12	ada	Tidak ada	1,5
Selatan (Jl. Babe Palar) C	9	ada	Tidak ada	1,5

Parameter Kondisi Lingkungan

Faktor faktor yang menentukan kondisi lingkungan jalan adalah tipe lingkungan jalan, ukuran kota dan hambatan samping, bisa dilihat di MKJI 1997. Tipe lingkungan daerah yang di teliti termasuk daerah komersial. Artinya, tata guna lahan misalnya pertokoan, perkantoran, dan rumah makan dengan jalan masuk bagi pejalan kaki dan kendaraan. Jumlah penduduk Kota Manado menurut Badan Pusat Statistik Kota Manado (2022) sebanyak 453179 jiwa.

Volume lalu lintas

Survei dilakukan selama 3 hari, pada tanggal 12, 15, 17 Agustus 2022, hasil survei dapat dilihat pada tabel berikut. Dari data tersebut ditemukan kondisi lalu lintas waktu sibuk (*peak hour*). Dari hasil survei yang dilakukan, ditemukan volume kendaraan (smp/ jam) yang tertinggi ada pada hari Senin, 15 Agustus 2022 pada pukul 06.30-07.30 WITA, sebesar 3030 smp/ jam. Data volume lalu lintas ini akan menjadi acuan yang dipakai dalam analisis simpang. Data Volume didapat dari penjumlahan kendaraan per 15 menit dari pukul (6.30-6.45), (6.45-7.00), (7.00-7.15), (7.15-7.30) sehingga menjadi jumlah kendaraan per 1 jam. Dari seluruh waktu yang dijumlahkan pukul 6.30-7.30 adalah jumlah kendaraan paling banyak atau *peak hour* dari penelitian ini.

Contoh perhitungan:

Jumlah kendaraan per 1 jam pada jalan utama Pendekat B Jl.Tololiu Supit + Jumlah kendaraan per 1 jam pada jalan utama Pendekat D Jl.14 Februari + Jumlah kendaraan per 1 jam pada jalan minor Pendekat C Jl. Babe Palar = 1404.60 + 984.50 + 640.90 = 3030 smp

Tabel 8 Hasil Survey Data Volume Lalu lintas

Waktu	Jumat	Senin	Rabu	Waktu	Jumat	Senin	Rabu	Waktu	Jumat	Senin	Rabu
	12-08	15-08	17-08		12-08	15-08	17-08		12-08	15-08	17-08
06.00-07.00	2824.7	2412.5	2278.4	11.00-12.00	2204.8	2144.9	1626.6	15.00-16.00	1817.7	2305.6	1525.7
06.15-07.15	2925	2851.5	2266	11.15-12.15	2190.9	2102.4	1647.9	15.15-16.15	1800.3	2301.1	1589.7
06.30-07.30	2743	3030.0	2122.7	11.30-12.30	2212.3	2104.1	1652.5	15.30-16.30	1850.2	2207.4	1659.5
06.45-7.45	2507.6	2968.0	1797.2	11.45-12.45	2173.1	2193.7	1623.1	15.45-16.45	1866.8	2040.6	1644.5
07.00-08.00	2214.3	2693.9	1620	12.00-13.00	1979.5	2283.8	1644.6	16.00-17.00	2124.9	1846.5	1665.2
07.15-08.15	2032.2	2533.0	1636	12.15-13.15	1980.8	2332.3	1648.4	16.15-17.15	2037.9	1706.3	1671.4
07.30-08.30	1846.7	2305.3	1653.9	12.30-13.30	1941	2295.1	1651.7	16.30-17.30	2055.5	1824.5	1686.4

Waktu	Jumat	Senin	Rabu	Waktu	Jumat	Senin	Rabu	Waktu	Jumat	Senin	Rabu
	12-08	15-08	17-08		12-08	15-08	17-08		12-08	15-08	17-08
07.45-08.45	1688.1	2110.1	1844.4	12.45-13.45	1915.6	2265.4	1678.2	16.45-17.45	1774.5	2001.7	1737.9
08.00-09.00	1703.8	1999.2	1824.8	13.00-14.00	2191.6	2226.3	1597.3	17.00-18.00	1530.9	2227.0	1675.7

Setelah arus lalu lintas pada jam puncak diketahui maka dilakukan perhitungan rasio belok dan rasio jalan minor. Hasil perhitungan sebagai berikut.

Rasio berbelok

$$PLT = QLT / QMV = 691.9 / 3030 = 0.23$$

$$PRT = QRT / QMV = 700.1 / 3030 = 0.24$$

$$PT = PLT + PRT = 0.228 + 0.236 = 0.47$$

Rasio jalan minor

$$PMI = QMI / QMV = 640,9 / 3030 = 0,21$$

Setelah menentukan kondisi geometrik dan kondisi arus lalu lintas, selanjutnya adalah analisa simpang yang dimulai dengan penggunaan formulir USIG, hasil perhitungan kapasitas dimasukkan dalam formulir USIG-II sesuai dengan kondisi.

Menentukan lebar pendekat dan tipe simpang

Lebar pendekat jalan minor

$$WC = c / 2 = 9 / 2 = 4.5 \text{ m}$$

Lebar pendekat jalan utama

$$WB = 6 \text{ m}$$

$$WD = D/2 = 14/2 = 7 \text{ m}$$

$$WBD = (WB + WD)/2 = (6 + 7)/2 = 6.5 \text{ m}$$

Lebar pendekat rata-rata untuk jalan utama dan minor

$$W1 = (WC + WBD)/2 = (4.5 + 6.5)/2 = 5.5 \text{ m}$$

Tipe simpang

Tipe simpang dimasukkan dalam formulir USIG-II, tipe simpang yang diteliti adalah 324. Tipe simpang merupakan tipe 324, dimana simpang memiliki 3 lengan dengan 2 lajur pada jalan minor dan 4 lajur pada jalan utama.

Parameter Kapasitas

Kapasitas Dasar (C)

Tipe simpang yang diteliti adalah tipe simpang 324. Maka dalam MKJI 1997, kapasitas dasar (C_0) tipe simpang 324 adalah 3200 smp/ jam.

Faktor penyesuaian lebar pendekat (FW)

Dapat dihitung menggunakan rumus $FW = 0.62 + 0.0646 W1$, sesuai dengan Tipe simpang 324, pada gambar grafik faktor penyesuaian lebar pendekat (FW). Lebar pendekat ($W1$)

$$W1 = (WC + WBD)/2 = (4.5+6.5)/2 = 5.5 \text{ m}$$

$$FW = 0.62 + 0.0646 W1 = 0.98$$

Faktor penyesuaian Median jalan utama (FM)

Berdasarkan MKJI 1997 pada tabel faktor koreksi median jalan utama (FM), simpang yang tidak memiliki median nilai median jalan utama adalah $FM = 1.00$.

Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)

Jumlah penduduk pada daerah simpang yang diteliti memiliki 453179 jiwa diambil dari BPS kota Manado (2022), sehingga berdasarkan MKJI 1997 pada tabel faktor penyesuaian ukuran kota (FCS), jumlah penduduk sebesar 100 ribu – 500 ribu jiwa termasuk pada ukuran kota kecil, dimana (FCS) = 0.88

Hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU)

Berdasarkan tabel faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor. Nilai hambatan samping didapat $FRSU = 0.95$

Belok kiri (FLT)

$$FLT = 0.84 + 1.61 PLT = 0.84 + 1.61 \times 0.228 = 1.208$$

Belok Kanan (FRT)

$$FRT = 1.09 - 0.922 PRT = 1.09 - 0.922 \times 0.236 = 0.872$$

Rasio arus jalan minor/ total (FMI)

Berdasarkan MKJI 1997 gambar grafik rasio arus jalan minor dan tabel faktor penyesuaian arus jalan minor (FMI). Dengan variable PMI pada simpang adalah 0.21, dan tipe simpang adalah 324, maka rumusnya menjadi seperti berikut:

$$FMI = 16.6 PMI_4 - 33.3 PMI_3 + 25.3 PMI_2 - 8.6 PMI + 1.95$$

$$= (16.6 \times 0.2124) - (33.3 \times 0.2123) + (25.3 \times 0.2122) - (8.6 \times 0.212) + 1.95 = 0.981$$

Kapasitas (C)

Nilai kapasitas simpang tak bersinyal di dapat dari perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dan faktor faktor koreksi (F).

$$C = C_0 \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI$$

$$= 3200 \times 0.98 \times 1 \times 0.88 \times 0.95 \times 1.208 \times 0.872 \times 0.981$$

$$= 2695 \text{ smp/ jam}$$

Perilaku Lalu Lintas

Arus lalu lintas (Q)

Diperoleh dari USIG-I arus lalu lintas total QTOT = 3030 smp/ jam

Tundaan geometri simpang (DG)

Untuk $DS > 1,00$, nilai DG adalah 4, maka $DG = 4$

Derajat kejenuhan (DS) = $3030 / 2695 = 1.12$ smp/ jam

Tundaan simpang (D)

$D = DG + DT1 = 27.78$

Tundaan lalu lintas simpang ($DT1$)

Untuk $DS > 0.6$

$DT1 = 23.78$

Peluang antrian ($QP\%$)

Untuk batas bawah

$QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 = 51\%$

Tundaan lalu lintas jalan utama ($DTMA$)

Untuk $DS > 0.6$

$DTMA = 15.35$

Untuk batas atas

$QP\% = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 = 103\%$

Tundaan lalu lintas jalan minor ($DTMI$)

$DTMI = 55.22$

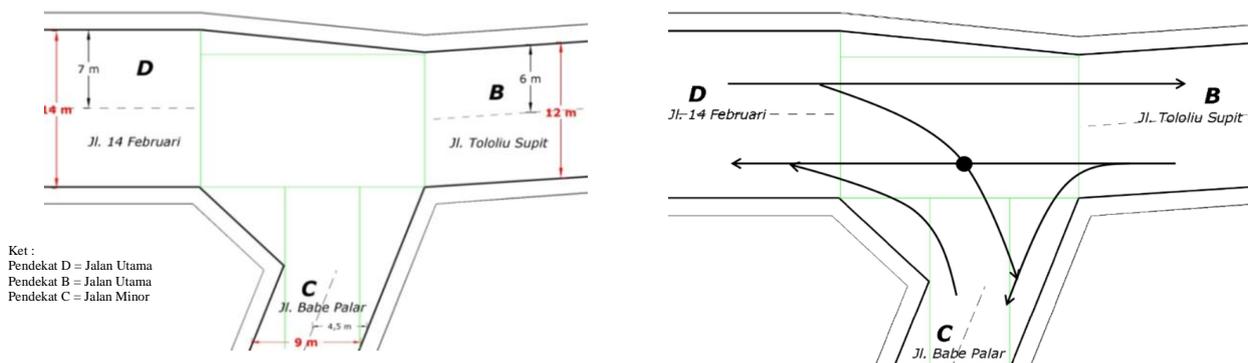
Resume hasil analisis untuk kondisi eksisting.

Tabel 12 Resume Analisis Data Kondisi Eksisting

Kapasitas Dasar (C_0)	Kapasitas (C)	Arus lalu lintas (Q)	Derajat Kejenuhan (D_s)	Tundaan (D)	Peluang Antrian (QP)
Smp/jam	Smp/jam	Smp/jam		Detik/smp	%
3200	2695	3030	1.12	27.78	51 % - 103%

Dari Hasil analisis kondisi awal nilai kapasitas (C) = 2695 smp/jam, arus lalu lintas (Q) = 3030 smp/jam, tundaan (D) = 27.78 detik/smp, dan Derajat kejenuhan (DS) = 1.12. Nilai tersebut mengisyaratkan simpang tersebut tidak efektif, maka perlu dilakukan rekayasa pada simpang.

Alternatif 1: Larangan Belok Kanan pada Jalan Minor



Gambar 9 Gambar Pola Rekayasa Lalu Lintas Alternatif 1

Pada alternatif ini kondisi geometrik tidak dilakukan perubahan atau sesuai dengan kondisi eksisting. Berikut adalah resume hasil untuk Alternatif 1.

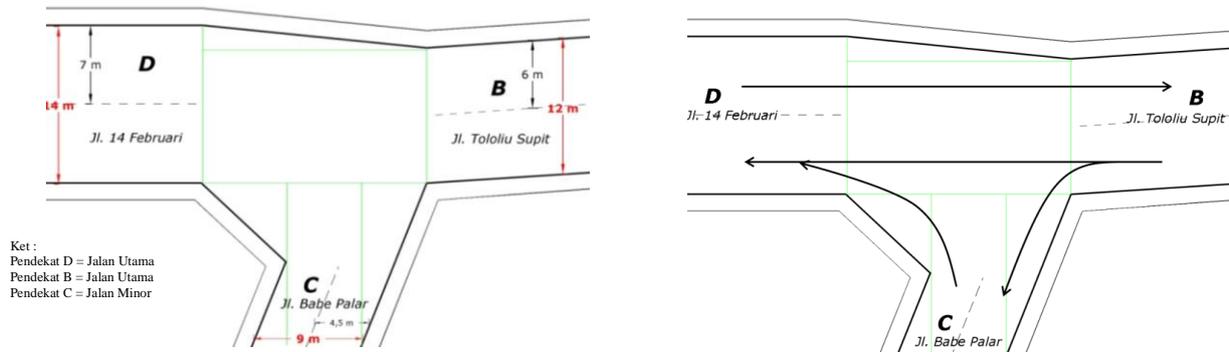
Tabel 13 Resume Analisis Data Alternatif 1

Kapasitas Dasar (C_0)	Kapasitas (C)	Arus lalu lintas (Q)	Derajat Kejenuhan (D_s)	Tundaan (D)	Peluang Antrian (QP)
Smp/jam	Smp/jam	Smp/jam		Detik/smp	%
3200	3650	3423	0.94	16.59	35 - 70

Berdasarkan perhitungan untuk alternatif 1 ini, didapatkan nilai kapasitas simpang = 3650 smp/jam, arus lalu lintas = 3423, derajat kejenuhan = 0.94, tundaan = 16.59 detik/ jam. Dengan menggunakan alternatif ini,

Derajat kejenuhan bisa ditekan menjadi < 1.0 . Namun simpang masih memiliki pelayanan yang tidak baik, sehingga memerlukan alternatif lainnya.

Alternatif 2: Larangan Belok Kanan Pada Jalan Minor dan Utama



Gambar 10 Gambar Pola Rekayasa Lalu Lintas Alternatif 2

Pada alternatif ini kondisi geometrik tidak dilakukan perubahan atau sesuai dengan kondisi eksisting. Berikut adalah resume hasil untuk Alternatif 2.

Tabel 14 Resume Analisis Data Alternatif 2

Kapasitas Dasar (Co)	Kapasitas (C)	Arus lalu lintas (Q)	Derajat Kejenuhan (Ds)	Tundaan (D)	Peluang Antrian (QP)
Smp/jam	Smp/jam	Smp/jam		Detik/smp	%
3200	4364	3700	0.848	14.09	29 – 57

Berdasarkan perhitungan untuk Alternatif 2 ini, didapatkan nilai kapasitas simpang = 4364 smp/ jam, arus lalu lintas = 3700 smp/ jam, derajat kejenuhan = 0.848 tundaan = 14.09 detik/ jam. Dengan menggunakan alternatif ini, Derajat kejenuhan bisa ditekan menjadi 0.848 sehingga simpang ini sudah dalam kondisi baik.

Resume Hasil Analisis 3 Kondisi Kinerja Simpang

Tabel 15 Resume Analisis Data 3 Kondisi

No	Variabel Lalu Lintas	Kinerja Standar MKJI 1997	Kondisi Eksisting	Perubahan Alternatif 1	Perubahan Alternatif 2
1	Kapasitas	3200 (C)	2695 (C)	3650 (C)	4363 (C)
2	Derajat Kejenuhan	< 0.85 (D)	1.12 (F)	0.94 (E)	0.84 (D)
3	Tundaan	15.1-25.0 (C)	27.78 (D)	16.59 (C)	14.09 (B)

Dari resume dapat dilihat bahwa perubahan kondisi simpang menggunakan Alternatif 2 memberikan nilai Kapasitas, Derajat Kejenuhan, dan Tundaan beserta tingkat pelayanannya yang memenuhi standar kinerja yang dipersyaratkan dalam MKJI 1997.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa diambil kesimpulan bahwa kinerja simpang tak bersinyal Jalan 14 Februari – Jalan Tololiu Supit – Jalan Babe Palar pada saat kondisi eksisting didapat hasil yang kurang baik dimana nilai Kapasitas (C) = 2695 smp /jam, dan Derajat kejenuhan = (DS) 1.12, dan juga ada nilai tundaan simpang (D) 27.78 detik/ smp, dengan peluang antrian batas bawah 53% dan batas atasnya 103%. Untuk meningkatkan kinerja simpang perlu dilakukan perbaikan pada simpang, yakni alternatif pertama larangan belok kanan pada jalan minor, dimana simpang masih memiliki tingkat pelayanan yang tidak baik, sehingga memerlukan alternatif ke dua, yaitu larangan belok kanan pada jalan minor dan jalan utama. Sehingga menghasilkan kinerja simpang yang lebih maksimal, maka didapatkan nilai kapasitas simpang = 4364 smp/ jam, dengan arus lalu lintas = 3700, dan tundaan = 14.09 detik/ jam, serta Peluang Antrian = dengan batas bawah sebesar 29% dan batas atas sebesar 57% dan untuk derajat kejenuhan = 0.848

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anugerah M. Robot, Semuel Y. R. Rompis, Meike M. Kumaat, (2023). *Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tak Bersinyal Depan SMA Negeri 7 Manado Antara Jl. Tololiu Supit Dan Jl. W. Z. Yohanes)*. *Jurnal TEKNO*. Vol. 21, No. 84, Tahun 2023
- [2] Adi S, Telly R, Ahmad Huda. (2020). Perencanaan Simpang Tak Bersinyal Menggunakan Autodesk Land Desktop 2006 (Pesimpangan Jl. Husein Sastranegara dengan Jl. Faliman Jaya Kecamatan Neglarasi Kota Tangerang). *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*. Vol. 2, No. 2 Sep 2020
- [3] Alamsyah, A. A. (2005). *Rekayasa Lalu Lintas Edisi Revisi (2014)* UMM Press. *Rekayasa Dan Manajemen Lalulintas*. Malang
- [4] Wijayanto, B. (2017). *Edisi Management Pemantauan Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Denpasar*. *Jurnal Sistem Dan Informatika (JIS)*. Denpasar.
- [5] Miro, F. (2012). *Introduction to Transportation Systems*. Jakarta: Erlangga Publisher.
- [6] Isradil M., Tarastanty, N. A., Dermawan, W. B., Mufhidin A., Prastijo J., (2021). Performance Analysis of Road Section and Unsignalized Intersections on Jalan Cileungsi Setu and Jalan Raya Narogong, *International Journal of Engineering, Science & Information Technology (IJESTY)*, Vol. 1, No. 2, 2021, pp. 72-80.
- [7] N. Rorong, L. Elisabeth, and J. E. Waani, (2023) Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman Dan Di.Panjaitan, *Fak. Tek. Jur. Sipil Univ. Sam Ratulangi Manado*, Vol. 3, No. 11, pp. 747-758, 2015.
- [8] Sangian, M. A. V., Lefrand, L. I. R., Pandey, S. V., (2023) Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal pada Ruas Jalan Sam Ratulangi dan Jalan Korengkeng di Kota Manado, *Jurnal Tekno*, Vol 21, No. 84, pp. 551-562.
- [9] Natalia, T., Christian, R. Y., Charles, R. R. (2022) Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang 3 Jl. A.A. Maramis Kota Manado, *Skripsi Universitas De La Salle*, Manado.
- [10] Minabari, M. D., Pandey, S. V., Rumayar, A. L. E. (2022) Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan Hasanudin Dan Jalan Arie Lasut Kota Manado, *Jurnal Tekno*, Vol 20, No. 82, pp. 947-956