



Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang PLN Di Wua-Wua Kota Kendari

Arsum Rheza Djaya Saputra¹⁾, Irwan Lakawa²⁾, La Ode Musa Rachmat³⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara email: astinlistrik@gmail.com

²⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara email: ironelakawa@gmail.com

³⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara email: laodemusarachmat@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords:

Intersection Performance,
Traffic Prediction

How to cite:

Arsum Rheza Djaya
Saputra, Irwan Lakawa, La
Ode Musa Rachmat(2020).
Analisis Kinerja Simpang
Bersinyal Pada Simpang
Pln Di Wua-Wua
Kota Kendari



ABSTRACT

This study aims to analyze the degree of saturation of the signaled intersection at the intersection of PLN Wua-Wua Kendari, the long queue condition based on the Manual Capacity Road Indonesia (MKJI, 1997) method with direct measurement in the field, traffic delay condition, and predict the performance of PLN intersection Wua- Wua at 5 and 10 years to come. Data analysis techniques use mathematical equations by using Manual Capacity Method of Indonesia (MKJI, 1997) with the help of Microsoft Excel. Traffic volume surveys and queue lengths are carried out together for 15 minutes each time for 12 hours of measurement. The long queuing condition based on MKJI 1997 method on the east approaches 42,62 meters, west approach 79,5 meter, North approach 47,1 meter and Southern approach 52,4 meter with average queue length 55, 4 meters. While based on the calculation directly in the field obtained value on the approach of the East of 33.51 meters, Western approach of 39.23 meters, Northern approach of 41.53 meters, South approach of 58.05 meters, with an average queue length of 43, 08 meters. The traffic delay on the Eastern approach was 56.2 seconds / smp, Western approach of 84.1 seconds / smp, North approach of 64.1 seconds / smp, and Southern approach of 69.0 seconds / smp. Predicted traffic volume for the next 5 years for the Eastern approach of the DS value of 0.94 with the LOS E, the western approach to the DS value of 1.29 with the LOS F, the North approaches the DS value of 1.20 with the LOS F, the Southern approach of the DS value of 1.27 with LOS F, while for the next 10 years on the Eastern approach the value of DS is 1.57 with LOS F, Western approach of DS value of 2.25 with LOS F, North approach of DS value of 2.00 with LOS F, South DS value of 2.12 with LOS F.

1. Pendahuluan

Transportasi diartikan sebagai perpindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Proses pengangkutan merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan angkutan di mulai, ke tempat tujuan kemana kegiatan pengangkutan diakhiri. Peranan transportasi sangat penting untuk saling menghubungkan daerah sumber bahan baku, daerah produksi, daerah pemasaran dan daerah pemukiman sebagai tempat tinggal konsumen (Budiman, 2016).

Jalan raya merupakan salah satu prasarana bagi kelancaran lalu lintas baik disuatu kota maupun pedesaan. Semakin pesatnya pembangunan suatu daerah atau kota maka semakin ramai pula lalu lintasnya. Kota Kendari sekarang mengalami masa pertumbuhan yang pesat, hal ini ditandai dengan banyaknya fasilitas-fasilitas umum, pusat-pusat keramaian, dan hiburan. Dengan demikian Kota Kendari mengalami peningkatan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan setiap tahunnya. Semakin bertambahnya jumlah kendaraan di masa yang akan datang tentu akan mengakibatkan terjadinya peningkatan penggunaan lalu lintas dan akan berpengaruh terhadap kinerja pada jalan raya. Semakin meningkatnya jumlah kendaraan di jalan raya akan menimbulkan kemacetan lalu lintas yang dapat mempengaruhi kualitas dan pelayanan jalan tersebut. Salah satu bagian dari jalan raya yang dianggap perlu untuk dianalisis dan dievaluasi adalah persimpangan.

Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (AASHTO, 2001, C. Jotin Khisty, B. Kent Lall, 2005 dalam Budiman dkk, 2016). Simpang jalan merupakan tempat terjadinya konflik lalu lintas, hal ini disebabkan oleh berbagai hal seperti volume lalu lintas yang tinggi, kapasitas terbatas, aktifitas simpang yang tinggi, parkir ditepi jalan, banyaknya penyeberang jalan, dan lain sebagainya (Taufikkurrahman, 2011). Volume lalu lintas yang dapat ditampung jaringan jalan ditentukan oleh kapasitas simpang pada jaringan jalan tersebut (Mulyadi, 2014). Selain itu, masalah terjadinya antrian pada simpang yang mengakibatkan terjadinya tundaan kendaraan pada masing-masing lengan simpang dengan volume yang berbeda (Rahayu, 2009). Karena persimpangan dimanfaatkan semua pengguna jalan, maka persimpangan harus dirancang dengan hati-hati dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas.

Simpang PLN di Wua-Wua adalah persimpangan dengan empat lengan yang dilengkapi dengan sinyal lampu lalu lintas. Simpang PLN di Wua-Wua merupakan pertemuan dari empat arah yaitu: Pendekat Utara adalah Jalan Ahmad Yani, Pendekat Timur adalah Jalan KH Ahmad Dahlan, Pendekat Selatan adalah Jalan DI Panjaitan, dan pendekat Barat Jalan Chairil Anwar. Berdasarkan hasil observasi awal, tingkat kepadatan dan keramaian lalu lintas di simpang bersinyal ini cukup besar karena merupakan salah satu jalur utama yang menggunakan prasarana jalan raya yang menghubungkan dengan beberapa kawasan. Misalnya pusat pendidikan, kantor, pasar, dan di sekitar simpang ini terdapat ruko-ruko yang tentunya akan mempengaruhi kinerja simpang. Sistem pergerakan transportasi dari berbagai macam karakteristik lalu lintas yang terjadi ditambah dengan perilaku pengguna jalan, khususnya angkutan kota yang berhenti semaunya di sepanjang jalan mengakibatkan kondisi lalu lintas semakin padat terutama pada jam-jam puncak. Kemacetan, tundaan, dan panjang antrian semakin terlihat di Simpang PLN di Wua-Wua karena titik tersebut merupakan akses menuju pusat-pusat kegiatan dan kawasan permukiman. Berdasarkan uraian tersebut, dengan memperhatikan kondisi yang ada dan rencana pengembangan di masa yang akan datang maka peneliti tertarik untuk mengangkat satu penelitian dengan judul analisis kinerja simpang bersinyal pada simpang PLN di Wua-Wua Kota Kendari. Selain itu, masalah yang ada yaitu lebar jalan yang kurang memadai, diadakannya badan jalan untuk kegiatan parkir kendaraan, tidak tersedianya sarana bagi pejalan kaki, dan kurang lengkapnya rambu marka pada jalan. Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis derajat kejenuhan simpang bersinyal pada Simpang PLN di Wua-Wua Kota Kendari, menganalisis kondisi panjang antrian berdasarkan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 dengan pengukuran langsung di lapangan pada Simpang bersinyal PLN di Wua-Wua, menganalisis kondisi tundaan lalu lintas simpang

bersinyal pada simpang PLN di Wua-Wua, menganalisis prediksi kinerja Simpang PLN – Wua-Wua 5 dan 10 tahun yang akan datang.

2. Tinjauan Pustaka

A. Simpang Jalan

Simpang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan. Simpang adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu, disini arus lalu lintas mengalami konflik. Simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas didalamnya (Budiman., dkk. 2016).

B. Kinerja Simpang Bersinyal

1. Arus Lalu Lintas (Q)

Volume arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan persatuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam atau Smp/jam (MKJI 1997). Volume arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan belok kiri langsung (QLTOR), belok kiri (QLT), lurus (QST), dan belok kanan (QRT) dikonversikan dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) perjam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

Untuk menghitung arus dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Q=QLV+QHV \times empHV+QMC \times empMC \dots (2.1)$$

Keterangan:

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

QLV = Arus kendaraan ringan (kendaraan/jam)

QHV = Arus kendaraan berat (kendaraan/jam)

QMC = Arus sepeda motor (kendaraan/jam)

emp HV = Emp kendaraan berat

emp MC = Emp sepeda motor

2. Arus Jenuh (S)

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), bahwa arus jenuh didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan rata rata antrian di dalam suatu pendekatan simpang selama sinyal hijau yang besarnya dinyatakan dalam satuan smp per jam hijau (smp/jam hijau). Arus jenuh merupakan arus maksimum yang dapat melewati persimpangan dari satu arah tanpa gangguan (Warpani, 1990 dalam Prabowo,2012). Arus jenuh sangat dipengaruhi oleh karakteristik pelepasan arus kendaraan, reaksi pengemudi dan juga karakter pengemudi. Sehingga, permulaan keberangkatan arus menyebabkan terjadinya waktu hilang awal (start lag) dan disaat akhir pergerakan arus menjelang merah akan terjadi tambah waktu akhir (end lag) (Masykur., dkk. 2014). Adapun nilai arus jenuh suatu persimpangan bersinyal dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FLT \times FRT \dots (2.2)$$

Keterangan:

S = Arus jenuh (Smp/jam hijau)

S_o = Arus jenuh dasar (Smp/jam hijau)

Fcs = Faktor penyesuaian ukuran Kota

Fsf = Faktor penyesuaian hambatan samping

FG = Faktor penyesuaian kelandaian

FP = Faktor penyesuaian parkir

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

Untuk suatu pendekatan terlindung arus jenuh dasar (S_o) ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (W_e). Dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_o = 600 \times W_e \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

S_o = Arus jenuh dasar smp/jam hijau

W_e = Lebar efektif (m)

a. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Berdasarkan MKJI 1997, faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota (juta jiwa) yang akan diteliti. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) diperoleh dari tabel berikut ini.

Tabel 2.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
> 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

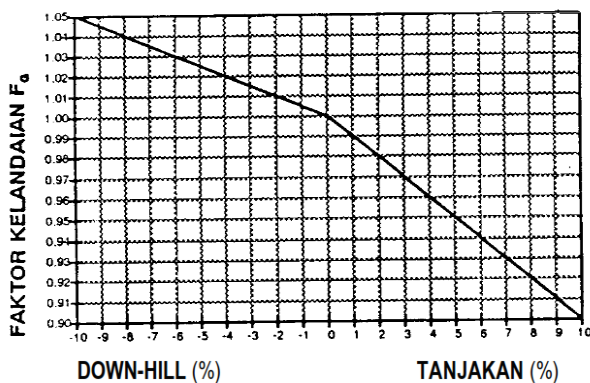
Sumber : MKJI,1997

b. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf)

Hambatan samping adalah interaksi antara lalu lintas dan kegiatan yang terjadi di samping jalan yang mengakibatkan adanya pengurangan terhadap arus jenuh didalam pendekatan.

c. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)

Untuk mendapatkan faktor penyesuaian kelandaian (FG) dapat dilihat pada gambar berikut ini.

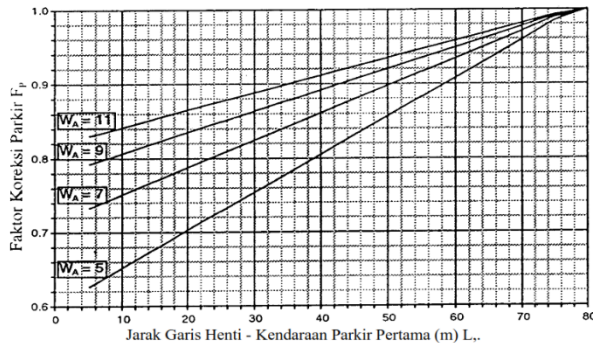


Gambar 2.1 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian

Sumber : MKJI , 1997

d. Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Faktor penyesuaian ukuran parkir dapat ditentukan melalui gambar berikut ini .



Gambar 2.2 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir (FP)

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

e. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan (FRT) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan pRT. Faktor penyesuaian belok kanan hanya berlaku untuk kendaraan terlindung, tanpa median, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$FRT = 1,0 + pRT \times 0,26 \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

pRT = Rasio belok kanan

f. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri (FLT) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kiri pLT. Faktor penyesuaian belok kiri hanya untuk pendekat tipe p tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$FLT = 1,0 - pLT \times 0,16 \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

pLT = Rasio belok kiri

3. Waktu Sinyal

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali tetap dilakukan berdasarkan metoda Webster (MKJI, 1997) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Pertama-tama menentukan waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g) pada masing-masing fase (i).

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Volume lalu lintas mempengaruhi panjang waktu siklus pada *fixed time operation*. Panjang waktu siklus akan mempengaruhi tundaan kendaraan rata-rata yang melewati simpang.

$$cua = (1,5 \times LTI + 5)/(1 - IFR) \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

- cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)
- LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)
- IFR = Rasio arus simpang ΣFR_{crit}

b. Waktu Hijau

Pada umumnya pembagian waktu hijau pada kinerja suatu simpang bersinyal lebih peka terhadap kesalahan daripada panjangnya waktu siklus.

$$g_i = (cua - LTI) \times PR_i \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

- g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)
- cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian
- LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)
- PR_i = Rasio fase $FR_{crit}/\Sigma FR_{crit}$

c. Waktu Siklus Yang Disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan (c) sesuai waktu hijau yang diperoleh dan waktu hilang (LTI).

$$c = \Sigma g + LTI \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan:

- LTI = Waktu Hilang
- c = Waktu siklus yang disesuaikan (c)

4. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

a. Kapasitas (C)

Kapasitas simpang adalah volume lalu lintas maksimum yang dapat ditampung oleh suatu persimpangan dalam waktu satu jam, dan menjadi dasar perhitungan dalam menganalisis lalu lintas pada waktu simpang MKJI (1997). Kapasitas (C) dari suatu pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

- C = Kapasitas pendekat (smp/jam)
- S = Arus jenuh (smp/jam hijau)
- g = Waktu hijau (detik)
- c = Waktu siklus (detik)

b. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalu lintas terhadap kapasitas. Jika yang diukur adalah kejenuhan suatu simpang maka derajat kejenuhan disini merupakan perbandingan dari total arus lalulintas (smp/jam) terhadap besarnya kapasitas pada suatu persimpangan (smp/jam).

Derajat kejenuhan diperoleh dari:

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

- DS = Derajat kejenuhan
- Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
- C = Kapasitas (smp/jam)

5. Perilaku Lalu Lintas

a. Panjang Antrian

Panjang Antrian adalah panjangnya antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan antrian dalam jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan, smp). Dalam MKJI, antrian yang terjadi pada suatu pendekat adalah jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) yang merupakan jumlah smp yang tersisa dari fase hijau.

Sebelumnya (NQ1) dan jumlah smp yang datang selama waktu merah (NQ2) yang persamaannya dituliskan seperti berikut ini:

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

- NQ = Jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau
- NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
- NQ2 = Jumlah smp yang datang selama waktu merah

Dari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian (NQ1) yang merupakan sisa dari fase terdahulu yang dihitung dengan rumus berikut:

1) Untuk $DS > 5$, maka nilai NQ1 diperoleh dengan persamaan :

$$NQ1 = 0,25 \times C \times (DS - 1) + \left[\sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 5)}{C}} \right] \dots (2.13)$$

Keterangan:

- NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya;
- DS = Derajat kejenuhan
- GR = Rasio hijau (g/c)
- C = Kapasitas (smp/jam).

2) Untuk $DS \leq 0,5$: $NQ1 = 0$

Jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ2) dengan rumus seperti berikut:

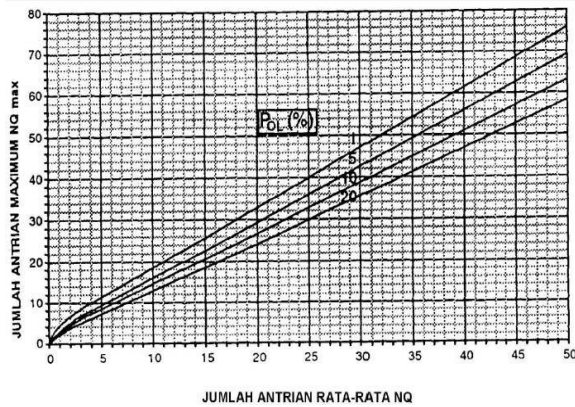
$$NQ_2 = C \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{Q}$$

Keterangan:

- NQ2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah
- DS = Derajat kejenuhan
- GR = Rasio hijau (g/c)
- c = Waktu siklus (detik)
- Qmasuk = Arus lalu lintas pada tempat di luar LTOR (smp/jam)

NQmax didapat dengan menyesuaikan nilai NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL (%) dengan menggunakan grafik seperti terlihat pada Gambar 5.

untuk perencanaan dan desain disarankan nilai POL ≤ 5%, untuk operasional disarankan POL = 5 – 10%.



Gambar 2.8 Perhitungan Jumlah Antrian (NQmax) Dalam SMP
 Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

- QL = Panjang antrian (Meter)
- NQmax = Jumlah antrian maksimum
- Wmasuk = Lebar masuk (Meter)

b. Angka Henti

Angka henti (NS) pada masing-masing pendekat adalah jumlah rata-rata kendaraan berhenti per smp, ini termasuk henti berulang sebelum melewati garis berhenti simpang. Untuk memperoleh nilai angka henti dapat menggunakan rumus seperti berikut:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

- NS = Angka henti
- NQ = Jumlah antrian
- C = Waktu siklus (detik)
- Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

Penghitungan jumlah kendaraan terhenti (NSV) untuk tiap pendekat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Nsv = Q \times NS \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

- Nsv = Jumlah kendaraan berhenti
- Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
- NS = Angka henti

c. Tundaan Lalu Lintas

Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang (Tamin. O.Z, 2000 ; hal 543). Untuk mengetahui tundaan dapat dihitung melalui persamaan berikut :

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \dots\dots (2.17)$$

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} \dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

- DT = Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)
- c = Waktu siklus yang disesuaikan (det)
- GR = Rasio hijau (g/c)
- DS = Derajat kejenuhan
- NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
- C = Kapasitas (smp/jam)

Tundaan geometri rata-rata LTOR diambil sebesar 6 detik. Tundaan rata-rata (detik/smp) adalah penjumlahan dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometri rata-rata.

$$D = DT + DG \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

- D = Tundaan Rata-rata (det/smp)
- DT = Tundaan lalu lintas (det/smp)
- DGj = Tundaan Geometri Rata-rata (det/smp)

Tundaan total (detik/smp) adalah perkalian antara tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas (D x Q). Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (DI) didapatkan dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total.

$$DI = (\Sigma (Q \times D))/(Q \text{ Tot}) \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan :

- DI = Tundaan rata-rata seluruh simpang (det/smp)
- Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
- D = Tundaan rata-rata (det/smp)
- Qtot = Arus total lalu lintas (smp/jam)

C. Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal (*Level of Service*)

Tingkat pelayanan adalah suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui kualitas suatu ruas jalan tertentu dalam melayani arus lalu lintas yang melewatinya. Menurut Warpani (2002), tingkat pelayanan adalah ukuran kecepatan laju kendaraan yang dikaitkan dengan kondisi dan kapasitas jalan.

Tabel 2.5 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	V/C Rasio
A	Kondisi arus bebas, Kecepatan tinggi	0,00 – 0,20
B	Arus stabil kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas	0,21 – 0,44
C	Arus stabil kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan	0,45 – 0,75
D	Arus mendekati titik stabil kecepatan masih dapat dikendalikan V/C masih ditolerir	0,76 – 0,84
E	Arus tidak stabil kecepatan kadang terhenti permintaan mendekati kapasitas	0,85 – 1,00
F	Arus dipaksakan kecepatan rendah volume di bawah kapasitas antrian panjang	1,00

Sumber : MKJI, 1997

D. Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas mengalami peningkatan setiap tahunnya sehingga perlu dilakukan analisis mengenai hal tersebut. Menurut Sukirman, dalam Wahab, dkk 2015) faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas yaitu jumlah penduduk dan jumlah kendaraan. Faktor pertumbuhan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang memakai jalan dari tahun ke tahun yang dipengaruhi oleh perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan pembeli kendaraan faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen/tahun.

Adapun rumus umum yang digunakan untuk menghitung perkiraan volume lalu lintas dengan metode nilai pertumbuhan, menurut (Supranto, 2000 dalam Wahab 2015) rumus bunga majemuk diberikan sebagai berikut :

$$P_n = P_0 + (1 + i)^n \dots\dots (2.21)$$

Keterangan :

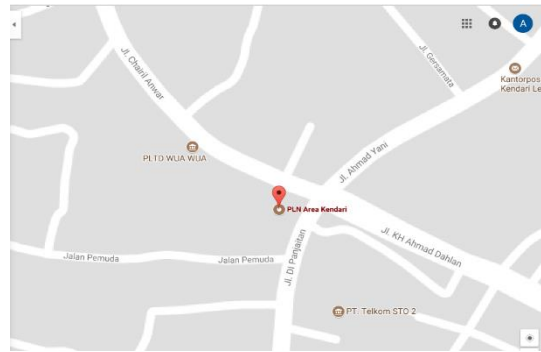
- P_n = Jumlah volume lalu lintas pada akhir tahun ke-n
- P₀ = Jumlah volume lalu lintas harian mula-mula
- i = Tingkat pertumbuhan
- n = Banyak waktu (dalam tahun)

3. Metode Penelitian

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Simpang Bersinyal PLN di Wua-Wua berikut ditampilkan lokasi penelitian melalui google maps.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber:GoogleMap)

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini penelitian membutuhkan waktu selama empat bulan (Desember 2017 – April 2018). Dimulai dari persiapan awal, studi pustaka, pembuatan proposal, seminar proposal, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, seminar hasil, dan ujian skripsi.

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang menjadi parameternya meliputi volume lalu lintas, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan henti, tundaan lalu lintas, dan prediksi kinerja simpang.

D. Teknik Pengumpulan Data

Survei lalu lintas pada simpang PLN Wua-Wua Kota Kendari dilakukan selama 3 hari yaitu pada hari Senin, Kamis, dan Minggu (15, 18, dan 21 Januari 2018). Pengambilan data volume lalu lintas, panjang antrian, kendaraan parkir, dan hambatan samping dilakukan secara bersama-sama selama 15 menit dalam setiap waktu pengukuran/perjam disetiap pendekatan. Dalam penelitian ini menggunakan 18 orang surveyor, langkah-langkah pengambilan data ini adalah sebagai berikut :

- a) Pengukuran volume lalu lintas dilakukan secara bergantian, pada pukul 06.00-06.15 wita dilakukan pada pendekatan Timur dan Barat kemudian pada pukul 06.20-06.35 wita dilakukan pada pendekatan Utara dan Selatan. Menggunakan 6 orang surveyor untuk masing-masing pendekatan, dimana tugas masing-masing surveyor menghitung jumlah kendaraan bermotor yang belok kiri langsung / belok kiri, lurus, dan belok kanan. Dengan bantuan form survei dan alat tulis.
- b) Untuk pengukuran panjang antrian dilakukan secara bergantian bersamaan dengan pengukuran volume lalu lintas. Menggunakan 1 orang surveyor untuk masing-masing pendekatan. Pada saat terjadi lampu merah maka surveyor mengamati panjang antrian kendaraan pada simpang tersebut kemudian menulis di form survei. Dalam 15 menit kita peroleh 7 sampel pengamatan panjang antrian.
- c) Untuk pengukuran hambatan samping dilakukan secara bergantian, bersamaan dengan volume lalu lintas. Menggunakan 1 orang surveyor untuk masing-masing pendekatan. Dengan bantuan form survei dan alat tulis.
- d) Untuk pengukuran waktu siklus, diambil satu sampel pada pendekatan untuk mewakili waktu siklus semua pendekatan. Menggunakan 1 orang surveyor.
- e) Untuk pengukuran jarak parkir, dilakukan oleh 1 orang surveyor yang mengamati jarak parkir pertama dari garis henti.

E. Teknik Analisis Data

Adapun teknik analisis data disesuaikan dengan tujuan penelitian. Dimana tujuan penelitian pertama dianalisis dengan persamaan matematis yaitu :

- 1) Menghitung volume lalu lintas menggunakan persamaan matematis (2.1)
- 2) Menghitung arus jenuh dan arus jenuh dasar menggunakan persamaan matematis (2.2) dan (2.3)
- 3) Menghitung faktor-faktor penyesuaian menggunakan persamaan matematis (2.4) dan (2.5)
- 4) Menghitung waktu siklus dilakukan berdasarkan penelitian langsung dilapangan
- 5) Menghitung kapasitas dan derajat kejenuhan menggunakan persamaan matematis (2.9) dan (2.10)

Tujuan penelitian kedua dianalisis dengan persamaan matematis (2.11), (2.12), (2.13), dan (2.14).

Tujuan Penelitian ketiga dianalisis dengan menggunakan persamaan matematis (2.17), (2.18), (2.19), dan (2.20).

Tujuan penelitian keempat dianalisis dengan persamaan matematis (2.21).

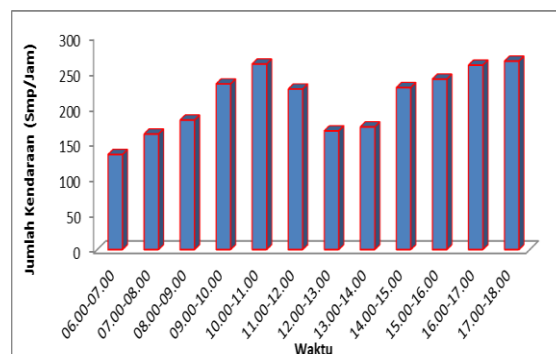
4. Hasil dan Pembahasan

A. Kinerja Simpang Bersinyal

1. Kondisi Geometrik Jalan

Dari hasil penelitian di simpang bersinyal PLN di Wua-Wua, terdapat beberapa pusat kegiatan Kantor PLN, kampus, dan pusat-pusat perbelanjaan (Ruko). Pada persimpangan ini terdapat empat lengan dimana masing-masing lengan memiliki tipe jalan dan lebar jalan yang berbeda-beda. Untuk pendekat Timur (Jalan KH Ahmad Dahlan) tipe jalan 4 lajur 2 arah terbagi, lebar jalan 13,4 m, lebar median 1,9 m, lebar bahu 2 m. Untuk pendekat Barat (Jalan Chairil Anwar) tipe jalan 2 lajur dua arah tak terbagi, lebar jalan 6,8 m, lebar bahu 4,2 m. Untuk pendekat Utara (Jalan Ahmad Yani) tipe jalan 4 lajur 2 arah terbagi, lebar jalan 12 m, lebar median 1 m, dan lebar bahu 2,35 m. Untuk Pendekat Selatan (Jalan DI Panjaitan) tipe jalan 4 lajur 2 arah terbagi, lebar jalan 13 m, lebar median 1 m, dan lebar bahu 2,35 m. Untuk pendekat Barat tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi, lebar jalan 15 m, dan bahu jalan 1,60 m. Untuk pendekat Selatan tipe jalan 4 lajur 2 arah terbagi dengan lebar jalan 20,1 m, lebar median 2,4 m dan lebar bahu 1,5 m. Pada persimpangan ini terdapat beberapa hambatan samping, seperti pejalan kaki, pedagang kaki lima, pangkalan ojek, kendaraan parkir, kendaraan berhenti sementara, di sekitar jalan yang tentunya akan mempengaruhi kinerja simpang jalan.

2. Volume Lalu Lintas



Gambar 4.1 Grafik Jumlah Kendaraan Pada Pendekat Timur

Sumber : Hasil Analisis Data 2018

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa total volume kendaraan yang terjadi pada pendekat ini berkisar antara 133,6 smp/jam (06.00-07.00) wita sampai 264,8 smp/jam (17.00-18.00) wita. Diketahui bahwa pada pukul 17.00-18.00 wita merupakan jam puncak volume kendaraan pada pendekat ini. Tingginya jumlah kendaraan pada jam tersebut diakibatkan oleh kendaraan yang melintasi jalan tersebut untuk melakukan berbagai aktifitas sehari-hari.

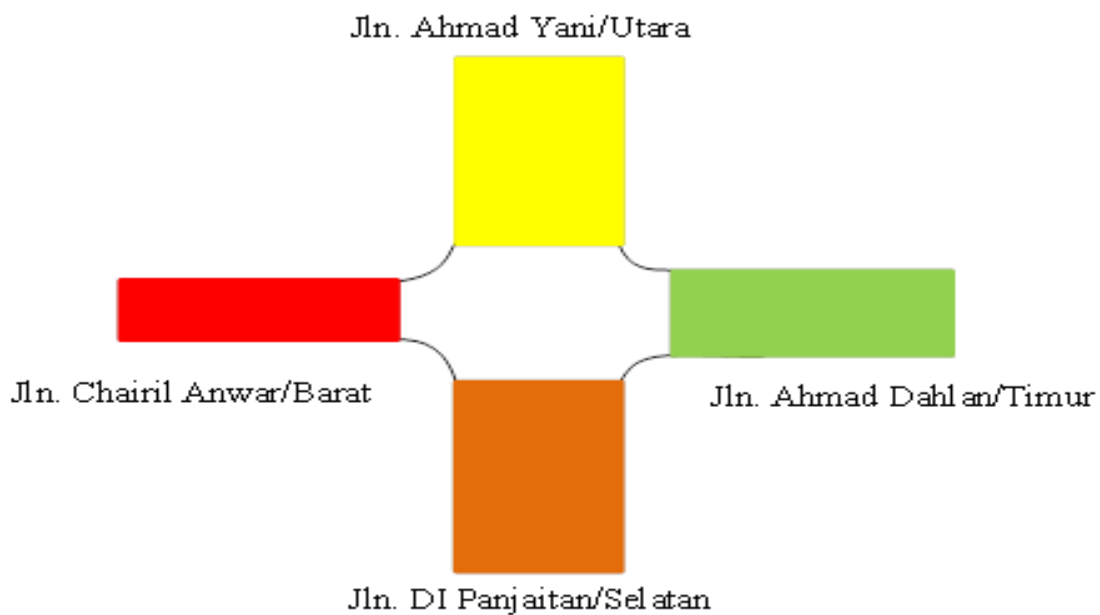
Tabel 4.1 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Volume Lalu Lintas

Sumber : Hasil Analisis Data 2018

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa volume kendaraan yang terjadi di pendekat Timur adalah sebesar 190,0 smp/jam, di pendekat Barat sebesar 176,2 smp/jam, di pendekat Utara sebesar 239,6 smp/jam, dan pendekat Selatan sebesar 266,7 smp/jam. Volume kendaraan tertinggi terjadi di pendekat Selatan dan yang terendah terjadi di pendekat Timur.

No	Pendekat	Q (Smp/Jam)			Total Q (Smp/Jam)
		Senin	Kamis	Minggu	
1	Timur	210.63	195.13	164.33	190.0
2	Barat	176.77	168.93	182.80	176.2
3	Utara	249.00	241.23	228.40	239.6
4	Selatan	269.97	272.00	257.90	266.7
Jumlah		226.59	219.33	208.36	218.1

5. Derajat Kejenuhan



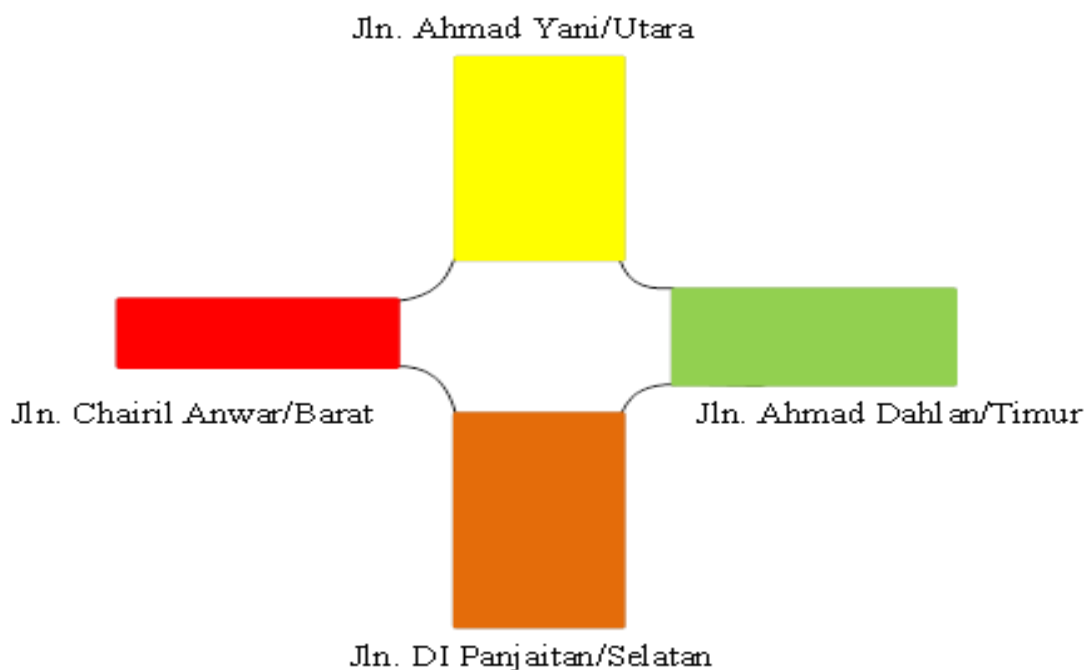
Gambar 4.2 Derajat Kejenuhan Untuk Masing-Masing Pendekat

Sumber : Hasil Analisis Data 2018

Dari gambar 4.2 dapat di lihat bahwa nilai derajat kejenuhan untuk masing-masing pendekat berbeda-beda. Pendekat Barat menghasilkan nilai derajat kejenuhan yang paling tertinggi sebesar 0,773 dengan nilai LOS D artinya arus mendekati titik stabil kecepatan masih dapat dikendalikan V/C masih ditolerir. Pendekat Selatan menghasilkan nilai derajat kejenuhan yang tinggi setelah yaitu sebesar 0,760 dengan nilai LOS D artinya arus mendekati titik stabil kecepatan masih dapat dikendalikan V/C masih ditolerir. Pendekat Utara menghasilkan nilai derajat kejenuhan yang sedang yaitu sebesar 0,716 dengan nilai LOS C artinya arus stabil kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pendekat Timur menghasilkan nilai derajat kejenuhan yang paling rendah yaitu sebesar 0,564 dengan nilai LOS C artinya arus stabil kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan.

5. Perilaku Sempang

a. Panjang Antrian

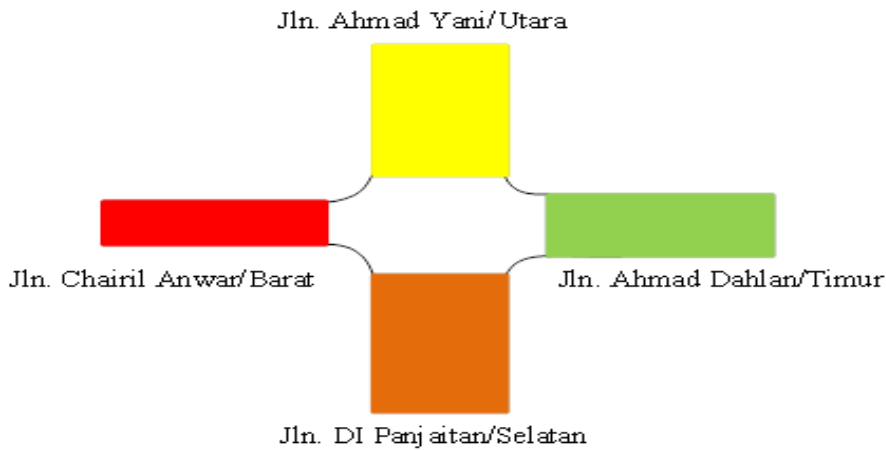


Gambar 4.3 Kondisi Panjang Antrian Untuk Masing-Masing Pendekat

Sumber : Hasil Analisis Data 2010

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa pada pendekat Barat menghasilkan nilai panjang antrian paling tinggi yaitu sebesar 79,5 m, pendekat Selatan sebesar 52,4 m, pendekat Utara sebesar 47,1 m, dan pendekat Timur menghasilkan nilai yang paling rendah yaitu sebesar 42,6 m.

b. Tundaan Lalu Lintas



Gambar 4.4 Kondisi Tundaan Lalu Lintas Pada Masing-Masing Pendekat

Sumber : Hasil Analisis Data 2018

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa kondisi tundaan lalu lintas tertinggi terjadi pada pendekat Barat yaitu sebesar 84,1 det/smp, pendekat Selatan sebesar 69,0 det/smp, pendekat Utara sebesar 64,1det/smp, dan pendekat Timur merupakan tundaan lalu lintas yang terendah yaitu sebesar 56,2 det/smp.

B. Analisis Prediksi Kinerja Simpang

Tabel 4.2 Kemampuan Simpang 5 Sampai 10 Tahun Kedepan Pada Pendekat Timur

Tahun Rencana	Tahun	Volume Arus Lalu Lintas Tahun Rencana (LHR0)	Kapasitas (C)	DS
Tahun Ke 0	2018	190.0	337.11	0.56
Tahun ke 1	2019	210.5	337.11	0.62
Tahun Ke 2	2020	233.3	337.11	0.69
Tahun Ke 3	2021	258.5	337.11	0.77
Tahun Ke 4	2022	286.4	337.11	0.85
Tahun Ke 5	2023	317.3	337.11	0.94
Tahun Ke 6	2024	351.6	337.11	1.04
Tahun Ke 7	2025	389.6	337.11	1.16
Tahun Ke 8	2026	431.7	337.11	1.28
Tahun Ke 9	2027	478.3	337.11	1.42
Tahun Ke 10	2028	530.0	337.11	1.57

Sumber : Hasil Analisis Data 2018

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa prediksi kinerja simpang 5 dan 10 tahun yang akan datang telah berada pada titik jenuh/macet, yaitu sebesar 0,94 dengan LOS E artinya arus tidak stabil kecepatan kadang terhenti permintaan mendekati kapasitas. dan 1,57 dengan LOS F artinya arus dipaksakan kecepatan rendah volume dibawah kapasitas antrian panjang . Pada pendekat timur hanya mampu bertahan sampai tahun rencana ke-lima (2023) dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,94 dengan LOS E artinya arus tidak stabil kecepatan kadang terhenti permintaan mendekati kapasitas. Pada tahun rencana ke-enam (2024) sudah berada pada titik jenuh (macet) dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 1,04 dengan LOS F artinya arus dipaksakan kecepatan rendah volume dibawah kapasitas antrian panjang.

5. Simpulan dan Saran

A. Simpulan

Adapun Simpulan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

- 1) Derajat kejenuhan (DS) pada pendekat Timur sebesar 0,564, pendekat Barat sebesar 0,773, pendekat Utara sebesar 0,716, dan pendekat Selatan sebesar 0,760. Untuk rata-rata Derajat Kejenuhan (DS) di simpang ini sebesar 0,703.
- 2) Kondisi panjang antrian analisis dengan metode MKJI 1997 pada pendekat timur sebesar 42,62 m, pendekat Barat sebesar 79,5 m, pendekat Utara sebesar 47,1 m, dan pendekat Selatan sebesar 52,4, dengan nilai rata-rata panjang antrian sebesar 55,4 m. Sedangkan berdasarkan perhitungan langsung di lapangan diperoleh nilai pada pendekat Timur sebesar 33,51 m, pendekat Barat sebesar 39,23 m, pendekat Utara sebesar 41,53 m, pendekat Selatan sebesar 58,05 m, dengan panjang antrian rata-rata sebesar 43,38 m.
- 3) Kondisi tundaan lalu lintas pada pendekat Timur sebesar 56,2 det/smp, pendekat Barat sebesar 84,1 det/smp, pendekat Utara sebesar 64,1 det/smp, dan pendekat Selatan sebesar 69,0 det/smp.
- 4) Prediksi kinerja simpang 5 tahun (2023) dan 10 tahun (2028) yang akan datang adalah sebagai berikut:
 - a. Untuk 5 tahun yang akan datang (2023)
Pendekat Timur nilai DS sebesar 0,94 dengan LOS E, pendekat Barat nilai DS sebesar 1,29 dengan LOS F, pendekat Utara nilai DS sebesar 1,20 dengan LOS F, pendekat Selatan nilai DS sebesar 1,27 dengan LOS F.
 - b. Untuk 10 tahun yang akan datang (2028)
Pendekat Timur nilai DS sebesar 1,57 dengan LOS F, Pendekat Barat nilai DS sebesar 2,25 dengan LOS F, Pendekat Utara nilai DS sebesar 2,00 dengan LOS F, Pendekat Selatan nilai DS sebesar 2,12 dengan LOS F.

B. Saran

Adapun saran dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

- 1) Karena nilai DS pada simpang ini sudah mendekati titik jenuh maka perlu dilakukan tindakan untuk meningkatkan kapasitas simpang bersinyal ini. Seperti pelebaran jalan pada pendekat, pemasangan rambu dan marka, pengaturan lampu bersinyal dan lingkungan sekitar.
- 2) Disarankan untuk peneliti selanjutnya untuk mengkaji perbedaan antara nilai panjang antrian hasil analisis menggunakan MKJI 1997 dan panjang antrian berdasarkan pengukuran langsung di lapangan.
- 3) Disarankan untuk peneliti selanjutnya untuk menganalisis alternatif permasalahan kinerja simpang untuk 5 tahun dan 10 tahun yang akan datang.

6. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Irwan Lakawa, ST, M.Si selaku pembimbing I, dan Bapak La Ode Musa Rachmat, ST,SE,M.Si selaku pembimbing II. yang telah meluangkan waktu dan kesempatannya serta turut memberikan dukungan dan motivasi untuk memberikan sumbangan pemikiran dalam mengarahkan penulis selama penyusunan artikel ini untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang setulus-tulusnya

REFERENSI

- Anonim. 1997. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)", Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Budiman, A., dkk. 2016. "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Boru Kota Semarang". Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Sultan Agung.
- Masykur., dkk. 2014. " Analisis Arus Jenuh Dasar Pada Simpang Bersinyal Berlengan Empat Dengan Lalu Lintas Campuran Di Kota Banda Aceh". Jurnal Magister Teknik Sipil Program Paska Sarjana. Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.
- Mulyadi., 2014. "Evaluasi Simpang Tak Bersinyal Pada Jalan Wahid Hasyim – Jalan H.M.Ardan Di Kota Samarinda". Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Prabowo, W.A., 2012. " Analisis Tingkat Eektivitas Traffic Light PAda Simpang Empat Jalan Sao-Sao, Jalan Sorumba, jalan MT HARYONO Kota Kendari". Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Sulawesi Tenggara.
- Rahayu,G., dkk. 2009. " Analisis arus Jenuh dan Panjang Antrian Pada Simpang Bersinyal, Studi Kasus Di Jalan Dr. Sutomo-Suryopranoto Yogyakarta ". Jurnal Ilmiah Semesta Teknika.
- Taufikurrahman, (2011). " Evaluasi Dan Penanganan Simpang Empat Bersinyal Menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997". Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Wisnuwardhana Malang.
- Wahab, W., dkk. 2015. " Analisis Nilai Pertumbuhan Lalu Lintas dan Perkiraan Volume Lalu Lintas Dimasa Mendatang Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (Studi Kasus: Ruas Jalan SP. Logo-Sorek/Jalan Lintas Timur)". Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik. Universitas Riau, Pekanbaru