

Analisis Kinerja Simpang Taman Tirto Agung Semarang

Bima Dewantara¹, Dhony Priyo Suseno^{1*}

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Email*: Dhonyps@untagsmg.ac.id

Diterima November 2023; Disetujui November 2023; Dipublikasi Desember 2023

Abstract. *The development of transportation in the city of Semarang, especially in the Banyumanik area, has an impact on increasing the movement of people, stuff and services. this greatly encourages an increase in transportation facilities and infrastructure in the Banyumanik area. An increase in the number of vehicles that is not matched by the development of infrastructure will cause conflicts on the road, especially at intersections or roundabouts. So far, on roads in the Banyumanik area, at certain hours there is often an ineffective traffic rush with road performance being an important infrastructure in transportation. This study used calculations based on MKJI 1997. The data collection was carried out by survey directly at the intersection location in this study determined 5 days and 3 observation sessions every day. It was found that the tirto agung intersection had 322 types of intersection and the highest traffic was on Wednesday 21 June 2023 with a traffic flow value of 3528 pcu/hour, capacity 2722 pcu/hour, degree of saturation 1.296, intersection delay 92.938 sec/pcu, queue probability 69.225% - 143.302%. Based on the research results, the performance value of the Tirto Agung intersection does not meet the 1997 MKJI requirements where the degree of saturation allowed for the unsignalized intersection type is < 0.75 , it is necessary to have a physical intersection engineering (APILL) or non-physical (Traffic Engineering) at the intersection location.*

Keywords : *Degree of Saturation, the performance value, MKJI, Delay, Queue*

Abstrak. Perkembangan transportasi dikota semarang khususnya di daerah Banyumanik berdampak pada meningkatnya pergerakan manusia, barang, dan jasa. hal ini sangat mendorong adanya peningkatan sarana dan prasarana transportasi di daerah Banyumanik. Pertambahan jumlah kendaraan yang tidak diimbangi dengan perkembangan prasarana akan menimbulkan konflik pada jalan khususnya di persimpangan atau bundaran. Sejauh ini pada ruas jalan daerah Banyumanik, pada jam tertentu sering dijumpai kesibukan lalu lintas yang tidak efektif dengan kinerja jalan yang menjadi prasarana penting dalam transportasi. Penelitian ini menggunakan perhitungan yang berdasarkan pada MKJI 1997. Pengumpulan data-data dilakukan secara survey secara langsung di lokasi simpang pada penelitian ini ditentukan 5 hari dan 3 sesi pengamatan setiap harinya. Didapatkan simpang tirto agung memiliki tipe simpang 322 dan lalu lintas tertinggi pada hari rabu tanggal 21 Juni 2023 dengan nilai arus lalu lintas 3528 smp/jam, kapasitas 2722 smp/jam, Derajat kejenuhan 1,296, Tundaan simpang 92,938 det/smp, Peluang antrian 69,225% - 143,302%. Berdasarkan hasil penelitian nilai kinerja simpang Tirto agung tidak memenuhi syarat MKJI 1997 dimana nilai derajat kejenuhan yang diizinkan untuk tipe simpang tak bersinyal adalah $< 0,75$ maka perlu adanya rekayasa simpang bersifat fisik (APIL) atau non fisik (Rekayasa Lalu Lintas) pada lokasi simpang.

Kata kunci: *Derajat Kejenuhan, Kinerja Simpang, MKJI, Tundaan, Antrian*

1 Pendahuluan

Perkembangan transportasi dikota semarang khususnya di daerah Banyumanik berdampak pada meningkatnya pergerakan manusia, barang, dan jasa. hal ini sangat mendorong adanya peningkatan sarana dan prasarana transportasi di daerah Banyumanik. Pertambahan jumlah kendaraan yang tidak diimbangi dengan perkembangan prasarana akan menimbulkan konflik pada jalan khususnya di persimpangan atau bundaran. Sejauh ini pada ruas jalan daerah Banyumanik, pada jam tertentu sering dijumpai kesibukan lalu lintas yang tidak efektif dengan kinerja jalan yang menjadi prasarana penting dalam transportasi.

Simpang jalan merupakan tempat terjadinya konflik lalu lintas yang merupakan daerah pertemuan dari jaringan jalan raya dan juga tempat bertemunya kendaraan dari berbagai arah, termasuk di dalamnya fasilitas yang di perlukan untuk pergerakan lalu lintas. Simpang 3 Taman tirto agung yang dimana terdapat pertemuan arus antara jalan Tirto Agung dengan jalan Durian Raya, sehingga pada jalan tersebut pada jam jam tertentu sering dijumpai keterhambatan selain karena volume lalu lintas yang tinggi melewati jalan tersebut faktor tambahan yang membuat jalan tersebut terhambat adalah karena disekitar jalan tersebut adalah area komersil yang cukup padat.

Berdasarkan keadaan diatas pada persimpangan JL.Tirto Agung perlu diberikan perhatian lebih yaitu dengan cara memberi prasarana jalan agar dapat melayani lalu lintas dengan baik dan agar menanggulangi konflik kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari simpang jalan Tirto Agung.

Berdasarkan (MKJI, 1997), Pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalu lintas, dan pertimbangan lingkungan.

Berdasarkan pengaturan lalu lintas, simpang dibedakan menjadi 2 jenis, sebagai berikut:

1. Simpang Tak Bersinyal

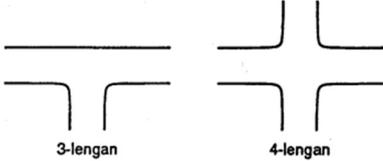
Simpang tak bersinyal adalah suatu persimpangan yang tidak memiliki lampu pengatur sinyal lalu lintas (traffic light) sehingga jenis persimpangan ini tidak cocok untuk di letakan pada jalan yang mengalami tingkat kepadatan yang sangat tinggi

2. Simpang bersinyal

Simpang bersinyal merupakan suatu persimpangan yang terdapat lampu pengatur lalu lintas (traffic light). Hal ini sangat membantu terhadap ketertiban lalu lintas pengguna jalan. Biasanya persimpangan ini banyak ditemui di pusat kota atau jalan utama yang memiliki angka mobilitas tinggi.

Kondisi geometrik adalah hal hal yang terkandung dalam persimpangan, sebagaimana yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Geometrik (MKJI 1997)

Kondisi Geometrik		
Notasi	Istilah	Definisi
	LENGAN	Bagian persimpangan jalan dengan pendekat masuk atau keluar.
	SIMPANG-3 DAN SIMPANG-4	Persimpangan jalan dengan 3 dan 4 lengan, lihat Gambar 1.2:1.
		
	3-lengan 4-lengan	
	Gambar 1.2:1 Simpang-tiga dan simpang-empat	
	JALAN UTAMA/JALAN MINOR	Jalan Utama adalah jalan yang paling penting pada persimpangan jalan, misalnya dalam hal klasifikasi jalan. Pada suatu simpang-3 jalan yang menerus selalu ditentukan sebagai jalan utama.
A,B,C,D	PENDEKAT	Tempat masuknya kendaraan dalam suatu lengan persimpangan jalan. Pendekat jalan utama disebut B dan D, jalan minor A dan C dalam arah jarum jam.
	TIPE MEDIAN JALAN UTAMA	Klasifikasi tipe median jalan utama, tergantung pada kemungkinan menggunakan median tersebut untuk menyeberangi jalan utama dalam dua tahap.
W_x	LEBAR PENDEKAT X (m)	Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur di bagian tersempit, yang digunakan oleh lalu-lintas yang bergerak. X adalah nama pendekat. Apabila pendekat tersebut sering digunakan untuk parkir, lebar yang ada harus dikurangi 2 m.

Untuk menghitung arus lalu lintas (Q_{tot}) jumlah kendaraan yang di amati harus di konversikan kedalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) dengan cara mengkalikan jumlah kendaraan berdasarkan jenisnya dengan Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp) seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel emp Kendaraan Simpang Tak Bersinyal

Tipe kendaraan	Emp
Kendaraan berat (HV)	1,3
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Sepeda Motor (MC)	0,5

Kapasitas ruas jalan adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat melintas dengan pelayanan yang baik pada suatu potongan melintang jalan. Menurut manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI 1997) besarnya kapasitas dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$C = C_o \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI \quad (1)$$

Keterangan :

C_o = Kapasitas Dasar (smp/jam).

FW = Faktor koreksi lebar masuk persimpangan jalan.

FM = Faktor koreksi tipe median jalan utama.

FCS = Faktor koreksi ukuran kota.

$FRSU$ = Faktor penyesuaian hambatan samping dan tipe jaln lingkungan.

FRT = Faktor penyusaian akibat belok kanan.

FLT = Faktor penyesuaian akibat belok kiri.

FMI = Faktor penyesuaian akibat rasio arus jalan simpang.

Derajat kejenuhan (DS) adalah hasil arus lalu lintas terhadap kapasitas yang biasanya dihitung perjam, untuk menentukan derajat kejenuhan dapat menggunakan persamaan 2.

$$DS = Q_{tot} / C \quad (2)$$

Keterangan:

C = kapasitas (smp/jam)

Qtot = Jumlah arus total (smp/jam)

Terjadinya tundaan pada simpang karena adanya beberapa faktor seperti Tundaan lalu lintas simpang (DTI), Tundaan lalu lintas jalan utama (DTMA), Tundaan lalu lintas jalan minor (DTMI), Tundaan karena geometric simpang (DG), dan Tundaan simpang (D). Menurut MKJI 1997 tundaan lalu lintas bisa dikatakan stabil apabila memiliki nilai maksimum 15 det/smp. Tundaan ini adalah semua tundaan geometrik dan tundaan lalu lintas yang ada pada simpang persamaan 3 :

$$D = DG + DTI \quad (3)$$

Keterangan :

DG = Tundaan geometric simpang (det/smp)

DTI = Tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

Rentang nilai peluang antrian atau Queue Probability (QP) menunjukkan hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan (DS) yang terletak antara garis (MKJI 1997). Untuk menghitung peluang antrian dapat menggunakan persamaan 4 dan 5.

$$\text{Batas atas QP\%} = 47,71 \times DS - 24,68 \times [DS]^2 + 56,47 \times [DS]^2 \quad (4)$$

$$\text{Batas bawah QP\%} = 9,02 \times DS + 20,66 \times [DS]^2 + 10,49 \times [DS]^2 \quad (5)$$

2 Metodologi Penelitian

Pemilihan lokasi untuk penentuan simpang tak bersinyal yang akan digunakan sebagai objek penelitian adalah dengan cara pengamatan visual, dimana faktor visual yang di pertimbangkan meliputi komposisi kendaraan, hambatan yang terjadi dan fasilitas jalan. Atas pertimbangan pengamatan visual tersebut terpilih simpang Taman Tirto Agung yang di gunakan untuk objek penelitian tugas akhir ini,

agar survei ini dapat berjalan dengan lancar dan efektif maka perlu adanya beberapa hal berikut:

- 1) Aplikasi bantu untuk mencatat volume lalu lintas pada simpang Taman Tirto Agung.
- 2) Menempatkan 1 orang pengamat di setiap lengan agar data yang diperoleh akurat.
- 3) Menentukan waktu survei yang efektif dalam penghitungan volume lalu lintas.
- 4) Menentukan periode perhitungan volume lalu lintas.

Simpang ini merupakan pertemuan arus lalu lintas dari JL.Durian Raya dan JL.Tirto Agung dimana disekitar simpang tersebut ada pintu masuk tol Banyumanik mengarah ke Ungaran dan pintu keluar tol Semarang-Ungaran (Keluar Tembalang). Waktu penelitian akan diambil lima hari dari seminggu yaitu pada tiga hari kerja (Senin, Rabu, Jum'at) dan dua hari libur atau ahir pekan (Sabtu, Minggu), dengan pembagian tiga sesi waktu Pagi hari (06:00-08:00), Siang hari (11:00-13:00), Sore hari (16:00-18:00), Foto area pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Survei Lalu Lintas

Pengumpulan data yang diperlukan adalah data Primer dan data Sekunder, berikut teknis pengumpulan data:



1) Data Primer

Data primer seperti kondisi geometrik, kondisi lingkungan, jenis kendaraan, dan volume arus lalu lintas, data tersebut dapat digunakan untuk menganalisis:

- a) Volume lalu lintas
- b) Kapasitas simpang
- c) Derajat kejenuhan
- d) Tundaan
- e) Peluang antrian

2) Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan adalah jumlah penduduk dan menentukan ukuran kota, sumber data akan diambil dari Website Badan Pusat Statistik Kota Semarang. Sistematika penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

Dalam survei lapangan yang akan dilakukan perlu adanya alat-alat pendukung agar kegiatan ini dapat berlangsung secara baik dan efektif, berikut alat-alat pendukung survei:

1) Aplikasi Survei

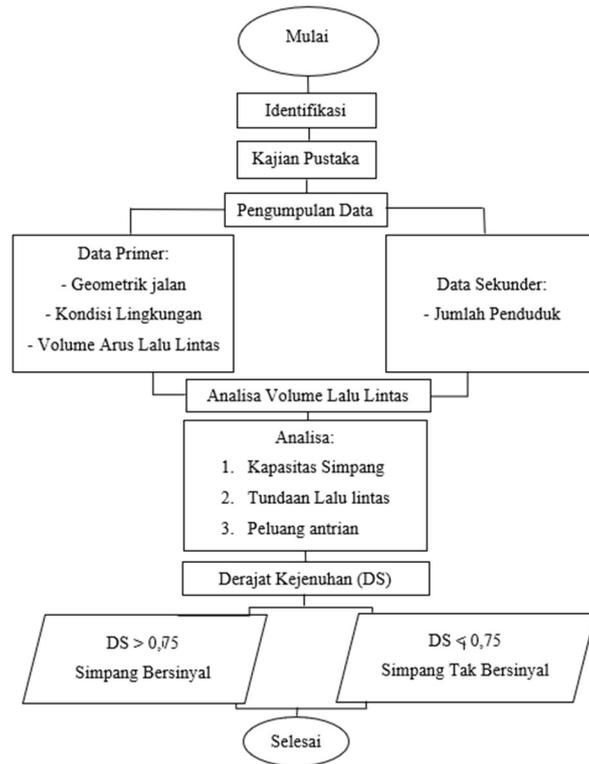
Aplikasi yang digunakan pada survei ini adalah Traffic Counter

2) Jam

Digunakan pengukuran waktu

3) Roll Meter

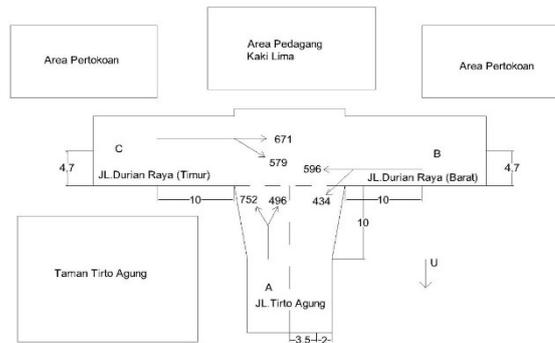
Digunakan untuk mengukur lebar pendekat atau lengan simpang, lebar lajur jalan, dan kebutuhan lainnya



Gambar 2. Sistematika penelitian

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Geometrik



Gambar 3. Geometrik Simping Tirta Agung

Persimpangan yang diamati adalah persimpangan JL. Durian Raya (Barat) – JL. Durian Raya (Timur) - JL. Tirta Agung. Persimpangan ini terdiri dari 3 lengan yang mana jalan utama dari persimpangan ini adalah JL. Duriang Raya (Barat) – JL. Durian Raya (Timur), notasi dengan huruf C untuk JL. Durian Raya (Barat)

dan notasi B untuk JL. Durian Raya (Timur), untuk jalan minor pada simpang ini adalah jalan yang memiliki arus lalu lintas lebih kecil JL. Tirto Agung (notasi A) . Untuk JL. Durian Raya Barat (B) ataupun Timur (C) memiliki 2 lajur, begitupun untuk JL. Tirto Agung yang memiliki jalan 2 lajur maka dari itu pada simpang ini ditentukan jenis simpang 322 berarti pada simpang ini memiliki 3 lengan, 2 lajur mayor dan 2 lajur minor

Dari pengamatan yang saya lakukan di lokasi simpang, diketahui lingkungan di Kawasan simpang tersebut termasuk area komersil, sebagaimana penjelasan MKJI 1997 area komersil adalah keadaan lingkungan dimana pada lokasi tersebut terdapat pertokoan, rumah makan, maupun perkantoran.

3.2 Kondisi arus lalu lintas

Pada perhitungan olah data hasil survey di lapangan didapatkan jam puncak area tersebut terjadi pada hari rabu 21 Juni 2023 di jam 16:00-17:00 WIB. Hasil perhitungan dapat di lihat pada tabel :

Tabel 3. Arus Lalu Lintas Simpang Tirto Agung

smp/jam		senin	rabu	jum'at	sabtu	minggu	total	senin	rabu	jum'at	sabtu	minggu
06:00-07:00	jl tirto	778.5	457	352.8	331.2	343.8	06:00-07:00	2716	2390	1835	967	967
	jl durian tmr	765	442.2	361.1	395.8	339.1						
	jl durian brt	1172.6	1490.6	1121.1	911.8	283.8						
07:00-08:00	jl tirto	692	673.8	615.5	526.7	443.1	07:00-08:00	2045	2832	2832	1337	1337
	jl durian tmr	641.1	665.3	581.4	548.6	475.3						
	jl durian brt	711.6	1493.3	907.5	943.1	418.9						
11:00-12:00	jl tirto	897.1	913.1	799.9	783.7	698.9	11:00-12:00	2425	2432	2432	2285	1913
	jl durian tmr	768	758.3	835.1	650.9	616						
	jl durian brt	760.1	760.1	1070.4	850.8	598.1						
12:00-13:00	jl tirto	850.4	830	915.2	521.8	676.8	12:00-13:00	2467	2425	2568	2160	2075
	jl durian tmr	760.7	742.3	783	837.9	664						
	jl durian brt	855.6	852.6	870.1	800.1	734.6						
16:00-17:00	jl tirto	1227.3	1248.1	1128.9	882.5	775	16:00-17:00	3200	3528	3102	2749	2131
	jl durian tmr	951.6	1030.2	1024	827.9	590.6						
	jl durian brt	1021	1250.1	948.7	1038.1	765.7						
17:00-18:00	jl tirto	1125.6	1137.7	1161.2	936.9	837.6	17:00-18:00	2842	3146	2844	2587	2788
	jl durian tmr	866.2	892.3	769.3	677	760.3						
	jl durian brt	850.1	1116.2	913.3	973.3	1190.2						
smp/jam terbesar							3528					

Tabel 4. Arus Mayor Minor Total Belok Kiri Dan Kanan

	Qmi	Qma	Belok Kiri	Belok Kanan
	smp/jam	smp/jam	smp/jam	smp/jam
Rabu 16:00-17:00	1248.1	2280.3	1186.10	1074.8

Didapatkan data :

- 1) arus jalan minor (Q_{mi}) sebesar 1248 smp/jam pada pendekat A
- 2) Arus jalan mayor (Q_{ma}) sebesar 2280.3 smp/jam pada pendekat jalur A dan C jadi Arus jalan total dari pengabungan Q_{ma} dan Q_{mi} adalah $Q_{tot} = 3528$ smp/jam
- 3) Rasio arus jalan minor (P_{mi}) yaitu arus jalan minor dibagi dengan arus total. Dimana $Q_{mi} = 1248$ smp/jam dibagi dengan arus total $Q_{tot} = 3528$ smp/jam didapatkan hasil $P_{mi} = Q_{mi}/Q_{tot} = 0,3537$
- 4) Rasio belok kanan dan belok kiri toal (P_{RT} dan PLT) berdasarkan data belok kiri total $Q_{RT} = 1075$ smp/jam dan arus belok kiri total $Q_{LT} = 1186$ smp/jam perhitungan menggunakan rumus:
$$P_{RT} = Q_{RT}/Q_{TOT} = 1075/3528 = 0,3047$$
$$PLT = Q_{LT}/Q_{TOT} = 1186/3528 = 0,3361$$
- 5) Kendaraan tak bermotor pada simpang yang saya tinjau sangat sedikit bahkan tidak setiap jam ada maka dari itu saya tentukan nilai rasio dari kendaraan bermotor dan tak bermotor (P_{UM}) menggunakan nilai yang paling kecil yaitu 0,002

3.3 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan adalah keadaan yang terjadi yang berhubungan dengan simpang yang dilakukan peninjauan, kondisi lingkungan terbagi menjadi:

1) Kelas Ukuran Kota

Data yang saya peroleh dari website badan pencatatan sipil semarang kota memiliki penduduk sebanyak 1,6 juta jiwa oleh karena itu kota semarang termasuk dalam golongan ukuran kota besar.

2) Tipe Lingkungan Jalan

Setelah dilakukan pengamatan lingkungan jalan di sekitar simpang tersebut termasuk dalam tipe lingkungan komersil karena adanya pusat komersil yang berarti pada daerah sekitar simpang terdapat tata guna lahan seperti pertokoan, rumah makan, dan perkantoran

3) Kelas Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan aktivitas yang berpengaruh terhadap arus lalu lintas pada simpang tersebut pada simpang yang di tinjau memiliki hambatan samping yang cukup tinggi karena pada jalan minor banyak kendaraan yang berhenti untuk parkir di tepi jalan sedangkan pada jalan mayor banyak kendaraan yang keluar masuk area pertokoan

3.4 Perhitungan Kapasitas

Kapasitas menurut MKJI 1997 menggunakan rumus:

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

$$C = 2700 \times 1,0568 \times 1 \times 1 \times 0,93 \times 1,381121 \times 0,8090666 \times 0,917966$$

$$C = 2722 \text{ smp/jam}$$

3.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus :

$$DS = Q_{tot} / C$$

$$DS = 3528 / 2722$$

$$DS = 1,296$$

3.6 Tundaan

Tundaan pada perhitungan simpang menjadi 5 bagian yaitu:

1) Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTI)

Untuk menghitung tundaan lalu lintas simpang menggunakan rumus :

$$DTI = \{ 1,0504 / (0,2742 - 0,2024 \times DS) \} - (1-DS) \times 2 \text{ untuk } DS > 0,6$$

$$DTI = \{ 1,0504 / (0,2742 - 0,2024 \times 1,296) \} - (1-1,296) \times 2$$

$$DTI = 88,938 \text{ det/smp}$$

2) Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTMA)

Untuk menghitung tundaan lalu lintas jalan utama menggunakan rumus :

$$DTMA = \{ 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) \} - (1-DS) \times 1,8 \text{ untuk } DS > 0,6$$

$$DTMA = \{ 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times 1,296) \} - (1-1,296) \times 1,8$$

$$DTMA = 39,170 \text{ det/smp}$$

3) Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTMI)

Untuk menghitung tundaan lalu lintas jalan minor menggunakan rumus :

$$DTMI = (Q_{tot} \times DTI - QMA \times DTMA) / QMI$$

$$DTMI = (3528 \times 88,938 - 2280 \times 39,170) / 1248$$

$$DTMI = 179,86 \text{ det/smp}$$

4) Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Untuk $DS \geq 1$ maka DG di tentukan = 4

5) Tundaan Simpang (D)

Untuk tundaan simpang dapat menggunakan rumus :

$$D = DG + DTI$$

$$D = 4 + 88,938$$

$$D = 92,938$$

3.7 Antrian

Peluang antrian memiliki 2 jenis yaitu peluang antrian batas atas dan peluang antrian batas bawah keduanya memiliki nilai dalam bentuk persen berikut perhitungan peluang antrian:

1) Peluang antrian batas bawah di hitung dengan rumus

$$QP\% (\text{bawah}) = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

$$QP\% (\text{bawah}) = 9,02 \times 1,296 + 20,66 \times 1,296^2 + 10,49 \times 1,296^3$$

$$QP\% (\text{bawah}) = 69,225 \%$$

2) Peluang antrian batas atas di hitung dengan rumus

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

$$QP\% (\text{atas}) = 47,71 \times 1,296 - 24,68 \times 1,296^2 + 56,47 \times 1,296^3$$

$$QP\% (\text{atas}) = 143,302 \%$$

4 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diatas untuk simpang taman tirto agung didapatkan hasil sebagai berikut ini:

Kapasitas dasar : 2700 smp/jam

Kapasitas : 2722 smp/jam



Arus lalu lintas	: 3528 smp/jam
Derajat kejenuhan (DS)	: 1,296
Tundaan simpang	: 92,938 det/smp
Peluang antrian	: 69,225 %-143,302 %

Dengan hasil analisis seperti di atas nilai DS = 1,296, nilai ini jauh dari nilai DS yang di izinkan dalam MKJI 1997 yaitu sebesar = 0,75 maka perlu adanya rekayasa perancangan untuk simpang taman tirto agung.

5 References

- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Semarang. 2022. *Luas Wilayah, Jumlah Penduduk, Dan Kepadatan 2020-2022*. Semarang
- Hardinal Aksan Apriawal. 2019. *Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Di Kota Makasar*. (E-Jurnal). Universitas Bosowa . Makasar.
- Irfan M.Gapi, Lucia I.R Lefrandt, Samuel Y.R.Rompis. 2022. *Analisa Kinerja Simpang Lengan Tak Bersinyal*. (E-Jurnal). Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Irwanto. 2016. *Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Simpang Plaza Tugu Kabupaten Purworejo*. (E-Jurnal). Universitas Muhamadiyah Purworejo . Purworejo.
- Novi Listiana Dan Tri Sudiby. 2018. *Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga-Bubulak Bogor, Jawa Barat*. (E-Jurnal). Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Syarifudin Efendi. 2020. *Analisa Kinerja Simpang Tak Bersinyal*. (E-Jurnal). Universitas Muhamadiyah Mataram. Mataram