



ANALISIS SIMPANG TAK BERSINYAL PADA RUAS JALAN GARUDA ARSO II – YUWANAI ARSO II – SWAKARSA - JALAN ARSO II

Wendy Arpandy Ebong¹, Andung Yunianta², Rezky Aprilyanto Wibowo³

¹*Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua*

^{2,3}*Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua*

¹wendyjr761@gmail.com ²andung.ay@gmail.com ³rezkyaprilyantowibowo@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang tak bersinyal pada ruas Jalan Garuda Arso II – Yuwanai – Swakarsa – Jalan Arso II di Kecamatan Arso II, Kabupaten Keerom, Provinsi Papua. Simpang ini merupakan akses utama menuju organisasi, pusat perdagangan, dan fasilitas umum, sehingga sering mengalami kepadatan lalu lintas. Analisis dilakukan berdasarkan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Data primer dikumpulkan melalui survei volume lalu lintas, geometri simpang, dan hambatan samping. Parameter yang dijelaskan meliputi kapasitas (C), derajat kejemuhan (DS), tundaan (D), dan tingkat pelayanan (LOS). Dari hasil analisa maka diperoleh nilai kapasitas (C) sebesar 3532 smp/jam, nilai arus lalu lintas total (QTotal) sebesar 697 smp/jam, nilai tundaan simpang (D) 6,25 det/smp dan hasil dari derajat kejemuhan (DS) 0,2. Dapat disimpulkan bahwa dengan nilai derajat kejemuhan tersebut masih dibawah kapasitas itu sendiri atau bisa dikatakan masih dalam kapasitas normal.

Kata Kunci : Simpang tak bersinyal

ABSTRACT

This study aims to analyze the performance of unsignalized intersections on Jalan Garuda Arso II – Yuwanai – Swakarsa – Jalan Arso II in Arso II District, Keerom Regency, Papua Province. This intersection is the main access to organizations, trade centers, and public facilities, so it often experiences traffic congestion. The analysis was carried out based on the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) guidelines. Primary data were collected through traffic volume surveys, intersection geometry, and side obstacles. The parameters described include capacity (C), degree of saturation (DS), delay (D), and level of service (LOS). From the results of the analysis, the capacity value (C) was obtained as 3532 pcu/hour, the total traffic flow value (QTotal) was 697 pcu/hour, the intersection delay value (D) was 6.25 sec/pcu and the result of the degree of saturation (DS) was 0.2. It can be concluded that the degree of saturation value is still below the capacity itself or can be said to be still within normal capacity.

Keywords: *Unsignalized intersection*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Arso II adalah Kecamatan yang berada di Provinsi Papua, yang berada di daerah dataran rendah Kecamatan Arso II termasuk penghubung antara Kabupaten Kerom dengan Distrik Koya Koso dengan jumlah penduduk 18.211 jiwa. Berlokasi di Arso terdapat simpang empat tak bersinyal biasa disebut simpang Nan Kodok yang berada Jl Garuda Arso II – Yuwanai Arso II – Swakarsa – Jalan Arso II tepatnya di depan Alfa Midi Arso II, Simpang ini sering dilewati oleh pengguna jalan karena merupakan akses menuju ke beberapa tempat seperti perkantoran, sekolah, pertokoan, hotel dan pasar. Dari analisa tersebut perlu dilakukan penelitian kinerja pada simpang empat tak bersinyal di Jl Garuda Arso II – Yuwanai Arso II – Swakarsa – Jalan Arso II yang di dasarkan pada ukuran-ukuran kinerja.

2. LANDASAN TEORI

Persimpangan

Persimpangan adalah tempat pertemuan antara dua jalan atau lebih, dimana pertemuan tersebut akan menimbulkan titik konflik akibat arus lalu lintas pada persimpangan (Huliselan & Rusmin, 2019). Karena ruas jalan pada persimpangan di gunakan bersama-sama, maka kapasitas ruas jalan dibatasi oleh kapasitas persimpangan pada masing- masing ujungnya.



Simpang Tidak Bersinyal

Simpang tidak bersinyal yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut. Sedangkan simpang bersinyal adalah perpotongan atau pertemuan pada suatu bidang antara dua atau lebih jalur jalan raya dengan simpang masing-masing, dan pada titik-titik simpang yang dilengkapi dengan lampu lalu lintas dan rambu-rambu simpang.

Kapasitas

Kapasitas adalah kemampuan suatu ruas jalan melewatkannya arus lalu lintas secara maksimum. Kapasitas dihitung dari rumus berikut (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

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

Dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C_0 = Nilai kapasitas dasar (smp/jam)
- F_w = Faktor koreksi lebar masuk
- F_M = Faktor koreksi median jalan utama
- F_{CS} = Faktor koreksi ukuran kota
- F_{RSU} = Faktor koreksitipe lingkungan dan hambatan samping
- F_{LT} = Faktor koreksi perentase belok kiri
- F_{RT} = Faktor koreksi persentase belok kanan
- F_M = Faktor koreksi rasio arus jalan minor

Perhitungan Lebar Rata – Rata

Perhitungan lebar rata-rata pendekat pada jalan minor dan jalan utama (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997) Perhitungan lebar rata – rata pendekat (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Tabel 1.. Kode tipe simpang

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

sumber: Simpang Tak Bersinyal MKJI (1997)

Kapasitas dasar (C_0) Nilai kapasitas dasar ditentukan menurut tipe persimpangan berdasarkan Tabel 2.7 dibawah ini:

Tabel 2. Kapasitas dasar

Tipe simpang	Kapasitas
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424	3400

Sumber: Simpang Tak Bersinyal MKJI (1997)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada simpang tak bersinyal pada Jalan Gruda Arso II – Yuwanai arso II – Swakarsa – Jalan Arso II



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : Google Maps, 2025

Pengambilan data lalu lintas ini dilakukan secara manual, dengan cara peneliti mengamati volume kendaraan yang berlalu lintas. Kemudian mencatat kendaraan yang melintas pada titik penelitian, dan memindahkannya ke formulir survey. Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan selama 1 Minggu secara berurutan pada jam puncak 07:00-09:00 WIT, 12:00-13:00 WIT dan jam 16:00-17:00 WIT, dengan data dikelompokkan setiap lima belas menit

1. Data primer data yang langsung diambil dari lapangan, yaitu data, hambatan samping, volume arus lalu lintas, jenis kendaraan dan kondisi lingkungan.
2. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait dinas kependudukan.

Agar pengumpulan data bejalan dengan baik maka di butuhkan beberapa alat-alat survei, antara lain seperti pengukur waktu, alat-alat tulis dan meteran Kendaraan yang di survei dibagi 3 jenis yaitu:

1. Kendaraan ringan (LV) – *Light Vehicle*
2. Sepeda motor (MC) – *Motorcycle*
3. Kendaraan berat (HV) – *Heavy Vehicle*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengolahan Data

Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan selama 1 Minggu secara berurutan pada jam puncak 07:00-09:00 WIT, 12:00-13:00 WIT dan jam 16:00-17:00 WIT, dengan data dikelompokkan setiap lima belas menit , Kendaraan yang di survei dibagi 3 jenis yaitu:

1. Kendaraan ringan (LV) – *Light Vehicle*
2. Sepeda motor (MC) – *Motorcycle*
3. Kendaraan berat (HV) – *Heavy Vehicle*

Data Volume Lalulintas

Berikut ini adalah data volume lalulintas yang di ambil langsung dari hasil penelitian :

1. ST (Straight / Lurus): Jalan Yuwanai Arso II Gerakan kendaraan yang tanpa berbelok ke kiri atau ke kanan.
2. LT (Left Turn / Belok Kiri): Jalan Garuda Arso II Gerakan kendaraan yang berbelok ke kiri di simpang.
3. RT (Right Turn / Belok Kanan): Jalan Swakarsa Gerakan kendaraan yang berbelok ke kanan di

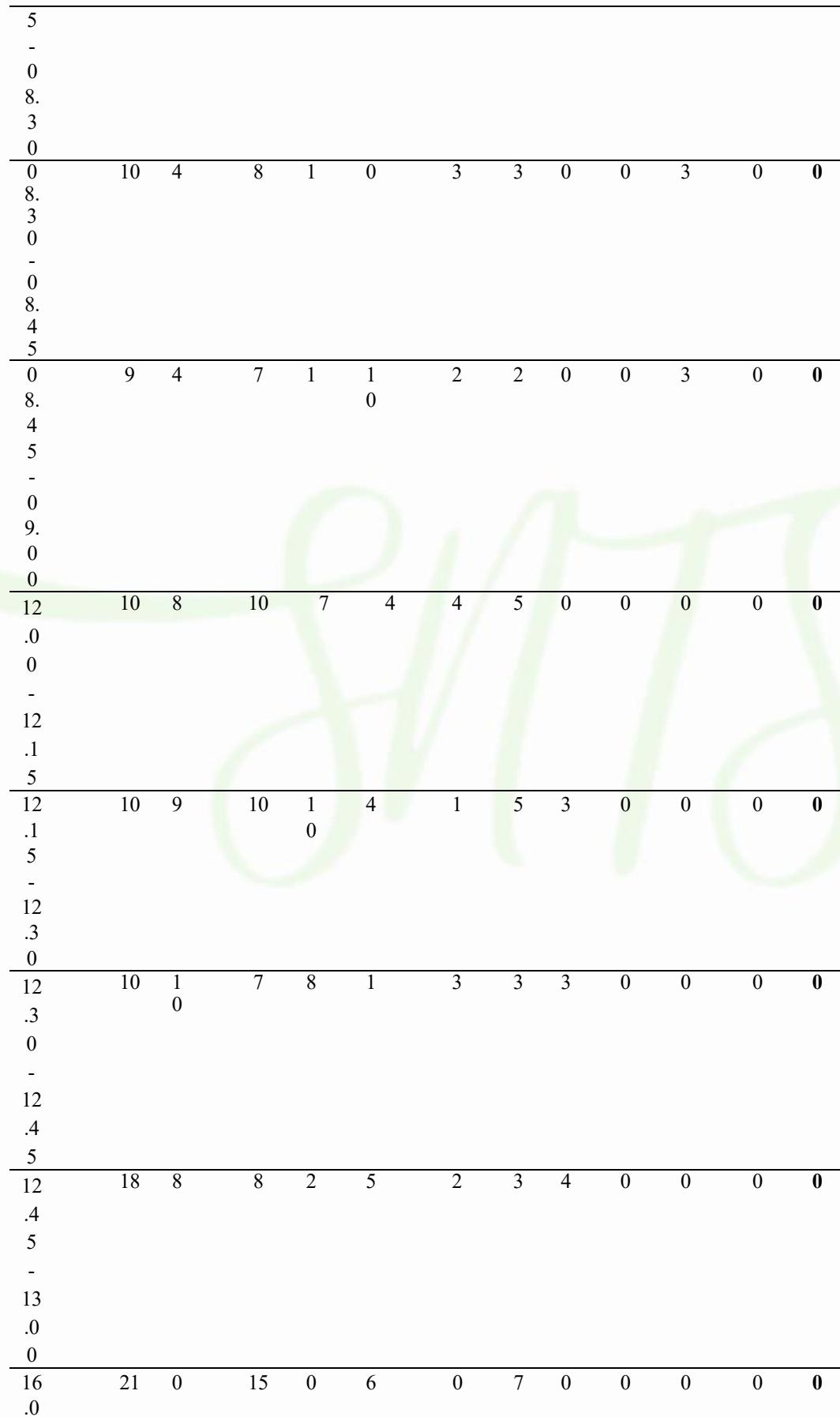


simpang.

4. MD (Middle / Tengah) : Jalan Arso II Middle kendaraan tanpa yang berbelok ke kiri atau kanan dan lurus

Tabel 3. Data volume lalulintas Hari Senin 05 Mei 2025

Periode	Sepeda motor				Kendaraan ringan				Kendaraan berat			
	ST	LT	RT	MD	ST	LT	RT	MD	ST	LT	RT	MD
07.00 - 07.15	10	1	0	9	2	10	3	4	0	2	0	0
07.15 - 07.30	9	1	1	13	9	4	10	5	1	0	4	0
07.30 - 07.45	14	1	0	10	4	4	8	3	1	0	4	0
07.45 - 08.00	10	1	0	2	8	7	2	3	3	0	3	0
08.00 - 08.15	1	9	9	1	1	2	3	2	0	2	0	0
08.15 - 08.30	9	2	10	6	2	4	2	2	0	5	0	0
08.30 - 08.45	9	2	10	6	2	4	2	2	0	5	0	0
08.45 - 08.51	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0





0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
16	16	0	12	0	5	0	6	0	0	0	0	0	0
.1													
5													
16	16	0	12	0	5	0	6	0	0	0	0	0	0
.1													
5													
-													
16	16	0	9	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0
.3													
0													
-													
16	16	0	11	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0
.4													
5													
-													
17	16	0	11	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0
.0													
0													
Total		507			186			26					

Pembahasan

Analisis Simpang

Data volume dan jam puncak yang dikumpulkan dari lapangan dilakukan selama tujuh hari (hari Senin s/d hari Minggu). Pada perhitungan analisis simpang ini digunakan metode (MKJI, 1997) untuk menentukan perilaku lalu lintas. Digunakan data pada hari Senin, 05 Mei 2025 periode jam puncak sore (16.00 -17.00). Data ini termasuk volume arus lalulintas tertinggi (jam puncak tertinggi). Selanjutnya data volume lalulintas jam puncak pada hari Senin periode jam puncak tertinggi (16.00 – 17.00) dihitung dengan menggunakan faktor emp yaitu: pada sepeda motor atau MC dikalikan dengan 0,5 dan faktor emp dari kendaraan ringan atau LV dikalikan dengan 1,0. Kemudian dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Data volume lalulintas periode 16.00-17.00.

Kaki simpang	Jumlah Lajur Pend -	A r	MC		LV		HV	
			kend/j	smp/j	kend/ja	smp/ja	kend/	
Jalan Garuda Arso II	2	ST	299	150	127	127	-	
		LT	90	45	45	45	-	
		RT	82	45	60	60	-	
		MD	-	-	-	-	-	
Jalan Yuwani Arso II	2	S	90	45	38	38	-	
		T						
		L	90	45	6	6		
		T						



		R	-	-	-	-	-
		T					
		M	-	-	-	-	-
		D					
Swakar sa	2	S	75	38	6	6	-
		T					
		L	-	-	-	-	-
		T					
		R	54	27	25	25	-
		T					
		M	-	-	-	-	-
		D					
Jalan Arso II	2	S	-	-	-	-	-
		T					
		L	-	-	-	-	-
		T					
		R	-	-	-	-	-
		T					
		M	-	-	-	-	-
		D					

Rasio Belok Dan Rasio Arus Pada Jalan Utama Dan Jalan Minor

Kemudian menghitung nilai rasio belok pada jalan utama (QMA) dan jalan minor (QMI).

Rasio jalan utama total (QMA)

$$\text{Belok kiri (LT)} = \text{MC} + \text{LV} + \text{HV} = 45 + 45 + 0 = 90 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Belok kanan (RT)} = \text{MC} + \text{LV} + \text{HV} = 45 + 60 + 0 = 105 \text{ smp/jam}$$

Rasio jalan minor total (QMI)

$$\text{Arah Barat Belok kiri (LT)} = \text{MC} + \text{LV} + \text{HV} = 45 + 6 + 0 = 51 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Arah Timur Belok kanan (RT)} = \text{MC} + \text{LV} + \text{HV} = 27 + 25 + 0 = 52 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Arah Barat+Arah Timur} = 51+52 = 103 \text{ smp/jam}$$

Selanjutnya menghitung nilai total rasio arus atau volume lalulintas pada jalan utama dan jalan minor untuk masing masing gerakan.

$$\text{QST} = \text{QMC} + \text{QLV} + \text{QHV} = 232 + 171 + 0 = 403 \text{ smp/jam}$$

$$\text{QLT} = \text{QMC} + \text{QLV} + \text{QHV} + \text{QMD} = 90 + 51 + 0 + 0 = 141 \text{ smp/jam}$$

$$\text{QRT} = \text{QMC} + \text{QLV} + \text{QHV} + \text{QMD} = 68 + 85 + 0 + 0 = 153 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Qtotal} = \text{QST} + \text{QLT} + \text{QRT} + \text{QMD} = 403 + 141 + 153 + 0 = 697 \text{ smp/jam}$$

Kemudian menghitung nilai rasio arus jalan minor (PMI).

$$\text{PMI} = \text{QMI} / \text{QTotal} = 103 / 697 = 0,15$$

Kemudian menghitung nilai rasio belok kiri total (PLT) dan rasio belok kanan total (PRT).

$$\text{PLT} = \text{QLT} / \text{QTotal} = 141 / 697 = 0,20$$

$$\text{PRT} = \text{QRT} / \text{QTotal} = 153 / 697 = 0,22$$

Lebar Pendekatan Dan Tipe Simpang

1. Lebar Pendekatan Jalan Utama Wu = 6,5 m

2. Lebar Pendekatan Jalan minor Wb = 2,5 Jalan Wt = 2,5

$$\text{Lebar rata rata pendekatan W1} = (\text{Wu} + \text{Wb} + \text{Wt})/3 = (6,5 + 2,5 + 2,5)3 = 3,83 \text{ m}$$

Analisis Kapasitas (C)

Kapasitas Dasar (Co)

Tipe simpang tipe IT = 422 dan diperoleh kapasitas dasar (Co) untuk persimpangan yaitu 2900 smp/jam.



Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (Fw) Dengan menggunakan Pers maka didapat hasil:

$$Fw = 0,7 + (0,0866 \times 3,83) = 1,03$$

Faktor penyesuaian median jalan utama (Fm) Nilai Fm didapat 1,0.

Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) Jumlah penduduk kabupaten Keerom yang didapat pada data terakhir Badan Pusat Statistik ialah 18.211 Maka diperoleh nilai Fcs sebesar 0,5.

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU) dengan kelas tipe lingkungan yaitu daerah pemukiman, hambatan samping yang rendah dan tidak adanya nilai rasio kendaraan maka didapat nilai FRSU ialah 0,98.

$$\text{Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)} \quad \text{FLT} = 0,84 + 1,61 \quad \text{PLT} = 0,84 + (1,61 \times 0,20) = 1,16$$

Faktor Penyesuaian Belok kanan (FRT) Sesuai dengan Gambar 2.4 dengan kondisi 4 lengan didapat FRT sebesar 1,0.

Faktor penyesuaian arus jalan minor (FMI) Dengan persamaan 9, maka didapat hasil:

$$FMI = 1,19 \times 0,15^2 - 1,19 \times 0,15 + 1,19 = 1,04$$

Selanjutnya setelah menghitung faktor tersebut maka dengan menggunakan Pers didapat hasil: $C = 2900 \times 1,03 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,98 \times 1,16 \times 1,0 \times 1,04 = 3532 \text{ smp/jam}$

Analisis Derajat kejemuhan

Derajat kejemuhan (DS) simpang tak bersinyal ini pada jam puncak tertinggi dihitung dengan Pers maka didapat hasil sebagai berikut:

$$DS = 697 / 3532 = 0,20$$

Hal ini, menunjukkan bahwa volume lalu lintas pada simpang yang bersangkutan hanya mencapai 0,2% atau masih dibawah volume kapasitas dari simpang itu sendiri. Maka dari itu jika ditinjau dari derajat kejemuhan tidak terlalu berpengaruh atau masih dalam kapasitas normal.

Analisis Tundaan

Tundaan lalulintas simpang (DTI)

Dengan menggunakan Pers 2.13 maka didapat hasil:

$$DTI = 2 + 8,2078 \times 0,2 - (1-0,2) \times 2 = 2,04 \text{ det/smp}$$

Tundaan lalulintas jalan utama (DTMA) Dengan menggunakan Pers maka didapat hasil: $DTMA = 1,8 + 5,8234 \times 0,2 - (1-0,2) \times 1,8 = 1,52 \text{ det/smp}$

Tundaan lalulintas jalan minor (DTMI) Dengan menggunakan Pers maka didapat hasil: $DTMI = (697 \times 2,04) - (101 \times 1,52) / 103 = 12,31 \text{ det/smp}$

Tundaan Geometrik simpang (DG) Dengan menggunakan Pers maka didapat hasil:

$$DG = (1-0,2) \times (0,42 \times 6 + (1-0,42) \times 3) + 0,2 \times 4 = 4,21$$

Tundaan simpang (D) Dengan menggunakan Pers maka didapat hasil:

$$D = 4,21 + 2,04 = 6,25 \text{ det/smp}$$

Analisis Peluang Antrian

Untuk mendapatkan nilai peluang antrian, maka digunakan Pers. didapat hasil:

$$\text{Batas Bawah QP\%} = 9,02 \times 0,2 + 20,66 \times 0,2^2 + 10,49 \times 0,2^3 = 2,71\%$$

$$\text{Batas Atas QP\%} = 47,71 \times 0,2 - 24,68 \times 0,2^2 + 56,47 \times 0,2^3 = 9,01\%$$

Hambatan Samping

1. Pejalan kaki penyebrang jalan (PED)

$$PED = \text{Jumlah} \times \text{emp}$$

$$PED = 66 \times 0,5 = 33$$

2. Kendaraan parkir, berhenti (PSV)

$$PSV = \text{Jumlah} \times \text{emp}$$

$$PSV = 46 \times 1,0 = 46$$

3. Kendaraan parkir, keluar (EEV)

$$EEV = \text{Jumlah} \times \text{emp} \quad EEV = 39 \times 0,7 = 27,3$$

4. Kendaraan Melambat (SMV).

$$SMV = \text{Jumlah} \times \text{emp}$$



$$SMV = 41 \times 0,4 = 16,4$$

Tabel 5. Hasil perhitungan hambatan samping

Tipe Hambatan Samping	jumlah	emp	Hasil	Simbol
Pejalan Kaki, Penyebrang jalan	66	0,5	33	PED
Kendaraan parkir, berhenti	46	1,0	46	PSV
Kendaraan masuk, keluar	39	0,7	27,3	EEV
Kendaraan Melambat	41	0,4	16,4	SMV
	192		122,7	

Berikut ini, tabel di atas adalah hasil dari perhitungan hambatan samping di mana nilai pejalan kaki yang dibatalkan 33, dan kendaraan parkir, berhenti 46, kendaraan masuk, keluar 27,3 dan kendaraan melambat 16,4, jadi total seluruhnya 122,7

Hasil Analisa

Tabel 6. Hasil perhitungan hambatan samping

Kmpponen	Hasil Perhitungan
Kapasitas (C)	3532
Arus lalulintas (Qtotal)	697
Tundaan simpang (D)	6,25
Derajat kejemuhan (DS)	0,2

Dari hasil analisa maka didapatkan nilai kapasitas (C) sebesar 3532 smp/jam, nilai arus lalulintas total (QTotal) sebesar 697 smp/jam, nilai tundaan simpang (D) 6,25 det/smp dan hasil dari derajat kejemuhan (DS) 0,2. Dapat disimpulkan bahwa dengan nilai derajat kejemuhan tersebut masih dibawah kapasitas itu sendiri atau bisa dikatakan masih dalam kapasitas normal.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Dari studi analisis kinerja simpang tak bersinyal studi kasus (Jalan Garuda Arso II – Yuwanai Arso II – Swakarsa – Jalan Arso II) dapat disimpulkan bahwa:

1. kapasitas (C) simpang tersebut adalah sebesar 3.532 smp/jam.
2. Nilai Derajat Kejemuhan (DS) sebesar 0,2, yang menunjukkan bahwa volume lalu lintas pada simpang masih berada di bawah kapasitas, sehingga kinerja simpang masih cukup baik.
3. Nilai tundaan rata-rata simpang adalah 6,25 detik/smp, dengan peluang antrian berkisar antara 2,71% hingga 9,01%. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa tundaan masih termasuk dalam kategori rendah atau kondisi lalu lintas sepi.

Saran

Setelah melihat hasil analisis pada bab sebelumnya ada beberapa saran yang kiranya dapat menjadi bahan pertimbangan yaitu:

1. Meskipun kondisi simpang saat ini masih baik, disarankan untuk melakukan pemeliharaan berkala pada marka jalan, kondisi permukaan, dan pengaturan ruang manuver agar tetap optimal, terutama untuk menghadapi potensi peningkatan volume lalu lintas di masa depan.
2. Karena lalu lintas masih rendah, ini adalah waktu yang ideal untuk membangun budaya tertib berlalu lintas di kalangan pengguna jalan, sehingga ketika volume meningkat, tingkat pelanggaran tetap rendah.



3. Disarankan melakukan simulasi atau prediksi kondisi simpang dalam 5–10 tahun ke depan dengan asumsi pertumbuhan lalu lintas tertentu. Hal ini penting sebagai bahan pertimbangan apakah sistem sinyal (APILL) akan dibutuhkan nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryadi, I.P. 2012. Analisis Kinerja Simpang dan Pembebanan Ruas Jalan Pada Pengelolaan Lalu Lintas Dengan Sistem Satu Arah studi kasus
- Anonimus, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)* Direktorat Jendral Bina Marga Pusat. Badan Pusat Statistik Provinsi Papua Provinsi. Buku Pengantar Sistem Transportasi, Fidel Miro, 2012
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Traffic Management*, Regional Cities Urban Transport DKI Jakarta Training, Dirjen Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Jalan Tukad Pakerisan – Jalan Tukad Yeh Aya – Jalan Tukad Batanghari – Jalan Tukad Barito. (Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, 2012).
- Munawar, A. 2004. *Manajemen Lalu Lintas Jalan Perkotaan*. Yogyakarta: Beta Offset Morlok E.K., (Johan K). (1991) *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta. Erlangga.
- Pignataro, L.J. (1973). *Engineering Theory and Practice*, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Sendhow Theo, K. *Perencanaan Geometrik Jalan dan Rekayasa Lalu Lintas*. Teknik Sipil.
- Sudiartaya, N. 2010. *Analisis kinerja simpang Jalan Tukad Pakerisan – Jalan Tukad Barito*. (Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, 2010).
- Tamin, O.Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung : ITB. Wibowo dkk., (at, atisusanti). 2009. “*Pengendalian Simpang*”, Jakarta.
- Wells G.R. (1993) .*Rekayasa Lalu lintas*. Bharata, Jakarta.