

EVALUASI PERFORMA SIMPANG BERSINYAL DI PERSIMPANGAN KISARAN MEULABOH ACEH BARAT

Meidia Refiyanni *¹, Chaira², Lissa Opirina³ Herza Arifin Manik⁴, Yunita Arafah

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

e-mail: meidiarefiyanni@utu.ac.id¹, chaira@utu.ac.id², lissaopirina@utu.ac.id³,
herza.arifin21.21@gmail.com⁴, yunitaarafah@usk.co.id

Abstract

Meulaboh City as the center of the district capital in West Aceh certainly cannot be separated from problems in the field of transportation, especially at the crossroads. Increased population mobilization is a support for the community in carrying out various activities, to improve the economy. Meulaboh is one of the CBD (Central Business District) areas in West Aceh district, this causes the need for a signaling intersection evaluation. The problems considered in this study are what factors affect the performance of range intersections, what are alternative solutions to improve range intersection performance. The purpose of this study is to determine the factors that affect the performance of the Range intersection, and devise alternatives or solutions to improve the performance of the Range intersection in accordance with the physical conditions and needs of the local community, the method used in this study is MKJI 1997. Based on the results of the calculation analysis, the traffic flow volume of Manekroo road is 3856 junior high school / hour with a capacity of 1843.87 junior high school / hour, Imam Bonjol street 4229 junior high school / hour with a capacity of 1167.35, Gajah Mada street 6221 junior high school / hour with a capacity of 5638.91 junior high school / hour, Sisingamangaraja street 4157 junior high school / hour with a capacity of 3248.08 junior high school / hour. Based on the calculation of the cycle time adjusted for -3 seconds, this means that the intersection has entered saturation, which is marked by a high average intersection delay value of 891.58 stops/smp/sec with an average saturation degree value in each short of 2.02 much higher than the MKJI 1997 provision of 0.85. After changing the phase from 4 phases to 3 phases, the initial green phase still gets a DS value that is not better / better. After the calculation analysis is complete, the next mapping will be carried out at the Meulaboh Range intersection in West Aceh using the Geographic Information System (ArcGIS).

Keywords : Evaluation, ArcGIS, signaling intersection, intersection performance, MKJI 1997.

1. PENDAHULUAN

Kota Meulaboh sebagai pusat ibu kota kabupaten di Aceh Barat tentu tidak bisa di pisahkan dari permasalahan di bidang transportasi, terkhusus pada persimpangan jalan. Mobilisasi penduduk yang meningkat merupakan penunjang masyarakat dalam melakukan berbagai macam aktifitas, untuk meningkatkan perekonomian [1]. Meulaboh merupakan salah satu daerah CBD (Central Bisnis District) yang ada di kabupaten Aceh Barat, memiliki 3 simpang utama dan salah satunya adalah simpang kisaran. Pengaturan lampu lalu lintas di simpang Kisaran Meulaboh memang sudah diatur dengan sinyal lampu lalu lintas (traffic light) [2], tetapi dari arah jalan Sisingamangaraja belum bisa kiri langsung harus mengikuti isyarat lampu dan memiliki panjang dan luas lengan yang tidak sama [3], [4]. Persimpangan merupakan bagian terpenting suatu jaringan jalan, untuk mengalirkan dan mendistribusikan kendaraan lewat simpang diharapkan tidak terjadinya konflik.

Konflik terjadi akibat simpang berubah menjadi daerah penyempitan sehingga volume arus lalu lintas padat. Maka dari itu diperlukan suatu penelitian kinerja persimpangan dengan

menciptakan kondisi lebih teratur serta terarah demi kelancaran pergerakan lalu lintas [5]. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam pengurangan kemacetan pada persimpangan adalah dengan melakukan evaluasi kinerja simpang [6]. Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan jalan yang diatur oleh sistem lampu isyarat dengan tujuan mengatur kelancaran dan keamanan lalu lintas. Menurut para ahli, evaluasi kinerja simpang bersinyal sangat penting dilakukan guna untuk mengetahui efektivitas kinerja simpang dalam mengatur arus lalu lintas [7].

Berlandaskan kondisi yang terjadi pada latar belakang tersebut, maka peneliti akan melakukan evaluasi kinerja simpang bersinyal pada simpang Kisaran di Meulaboh, Aceh Barat dan menyajikan hasil evaluasi kedalam bentuk pemetaan kepadatan arus lalu lintas menggunakan *Geography Information System (ArcGIS)* [8]. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dengan rekomendasi yang berguna dalam meningkatkan kinerja simpang bersinyal Meulaboh, Aceh Barat. *ArcGIS* atau *software* berbasis *Geographic Information System (GIS)* merupakan sebuah sistem informasi pemetaan berbasis komputer.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi disusun untuk mempermudah pelaksanaan studi agar memperoleh pemecahan masalah sesuai [9] dengan studi yang telah ditetapkan melalui prosedur kerja yang sistematis, teratur, dan tertib sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif.

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi observasi penelitian dilakukan pada Simpang Kisaran Meulaboh Aceh Barat, Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupate Aceh Barat. Yang terdiri dari empat lengan simpang yaitu Jalan Gajah Mada, Jalan Manekroo, Jalan Imam Bonjol, dan Jalan Sisingamangaraja.

Penelitian ini dilakukan selama 4 (empat) hari didalam satu (1) minggu yaitu: Senin, Jumat, Sabtu, dan Minggu. Untuk jam pengambilan data dilakukan pada jam-jam puncak/jam sibuk, yaitu: pagi pukul 07.30 - 09.30 wib, siang pukul 12.00 - 14.00 wib, dan sore pukul 16.00 - 18.00 wib. Waktu pengambilan data ini dianggap dapat mewakili data yang dibutuhkan.



Gambar 1: Lokasi Penelitian

2.2 Metode Pengumpulan Data

Sebelum mulai melakukan suatu kegiatan diperlukan suatu penelitian berupa studi pendahuluan guna untuk mendapatkan data yang ada pada saat ini. Setelah itu dilakukan studi pustaka untuk mencari dan mengumpulkan bahan-bahan literatur berupa landasan teori, metode-metode yang akan digunakan dalam pengolahan data maupun dalam melakukan analisis [10], serta hasil-hasil penelitian yang akan dilakukan sebelumnya dimana memiliki kaitan dan mendukung penelitian itu sendiri.

1. Data primer, merupakan data yang diperoleh langsung dari hasil observasi pengamatan langsung di lapangan, adapun data primernya kondisi eksisting dari lapangan;
2. Data sekunder, merupakan data-data yang diperoleh dari instansi terkait berupa Peta Provinsi Aceh, Peta Kabupaten Aceh Barat, jumlah penduduk dan *site plan* jaringan jalan;
3. Peralatan, Alat tulis dan From, Kamera, Jam, dan Meteran;
4. Personil, Persimpangan terdiri atas empat lengan, Banyak anggota personil 12 Orang, Setiap lengan dibagi menjadi 3 orang tiap-tiap simpang, Mencatat jumlah kendaraan lurus (*Straight*), mencatat jumlah kendaraan belok kanan (*Right Turn*), dan mencatat jumlah kendaraan yang berbelok kiri (*Left Turn*), Mencatat jumlah antrian kendaraan, yaitu kendaraan ringan (*Light Vehicle*), kendaraan berat (*Heavy Vehicle*), dan sepeda motor (*Motorcycle*).

2.3 Metode Pengolahan dan Analisis Data

1. Menentukan Volume Jam Puncak

Arus lalu lintas di survei dengan pencatatan jumlah kendaraan yang melewati lengan persimpangan Simpang Kisaran Meulaboh yang mana pengambilan data ini dilakukan dalam waktu per 2 (dua) jam pada jam-jam puncak/jam sibuk. Tahapan dalam melakukan proses pengumpulan data di lokasi penelitian dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu:

A. Pengumpulan Data Primer

1. Data geometrik lalu lintas

Data geometrik meliputi data lebar pendekat, data lebar saluran, data lebar bahu jalan.

2. Data arus lalu lintas

Data arus lalu lintas adalah data arus kendaraan tiap-tiap pendekat yang dibagi dalam arus, yaitu :

a. Arus kendaraan lurus (ST);

b. Arus kendaraan belok kanan (RT);

c. Arus kendaraan belok kiri atau belok kiri langsung (LTOR).

3. Data volume lalu lintas

Data volume lalu lintas dilakukan dengan menghitung jumlah kendaraan yang melewati empat lengan persimpang Simpang Kisaran meulaboh, kendaraan yang dihitung ada 3 jenis kendaraan.

4. Data kondisi lingkungan

Data kondisi lingkungan yang dimaksud adalah daerah di sekitar persimpangan dimana kondisi lingkungan ini akan mempengaruhi hambatan samping persimpangan.

B. Pengumpulan Data Sekunder

1. Berdasarkan data-data yang diperoleh, maka dapat dilakukan perhitungan kapasitas (C), tundaan (D), derajat kejenuhan (DS), maupun faktor perilaku yang berpengaruh terhadap kondisi lalu lintas persimpangan, apakah masih layak atau tidak untuk dipertahankan.

2. Selanjutnya mengevaluasi kinerja simpang dengan melakukan beberapa alternatif evaluasi, dengan melakukan :

a. Mengevaluasi waktu sinyal *traffic light*;

b. Mengevaluasi pengaturan lalu lintas;

c. Mengevaluasi kondisi geometrik jalan.

Semua perhitungan yang dilakukan dengan berpedoman kepada proses perhitungan yang ada pada MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997 [11].

2.4 Metode Penyusunan Sistem Informasi Geografis (*ArcGIS*)

Penyusunan Sistem Informasi Geografis (SIG) terdiri dari :

1. Menyiapkan data hasil evaluasi simpang bersinyal dalam format exle;
2. Mengolah peta digital dari Dinas Pekerjaan Umum yang akan digunakan;
3. Editing peta dengan membuat batas Kota, Kecamatan dan Kelurahan;
4. *Me-rectify* peta jalan dan mendigtising peta jalan;

5. Membuat data tabel jalan pada *Attribute Table* pada masing-masing *layer* SIG;
6. Memasukkan data hasil evaluasi simpang bersinyal pada *Attribute Table*;
7. Membuat *layer-layer* baru;
8. Membuat fungsi analisis spasial yaitu klasifikasi dan simbologi tampilan peta *ArcMap*;
9. *Database* SIG Simpang Kisaran direncanakan dibuat menggunakan format *shapefile* dalam bentuk *layer-layer*;
10. Pada akhir pekerjaan didapatkan hasil pekerjaan dalam format digital (*soft copy*) dan cetakan (*hard copy*) yang meliputi laporan, cetakan peta dasar, peta jalan dan *attribute table*.

Setelah data hasil evaluasi kinerja simpang bersinyal di dapatkan dan di *input* menggunakan Sistem Informasi Geografis (*ArcGIS*) untuk di lakukan *mapping* maka disimpulkan proses pekerjaan penelitian Tugas Akhir ini telah selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

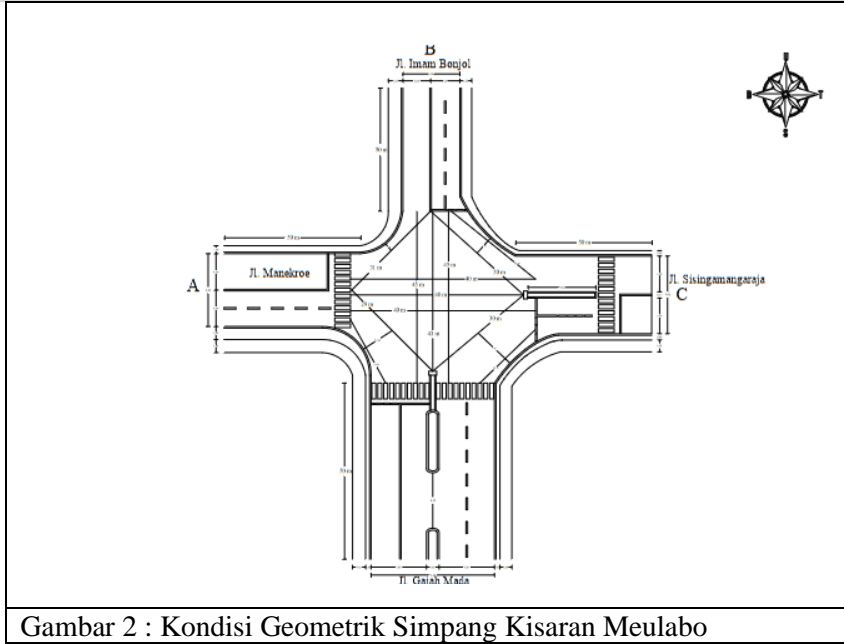
3.1 Hasil Penelitian

Kondisi geometrik persimpangan, di ukur baik arah memanjang maupun arah melintang. Informasi mengenai geometrik persimpangan berupa lebar pendekat dari masing-masing lengan persimpangan, pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan. Simpang Kisaran Meulaboh merupakan simpang bersinyal dengan empat lengan yang mempunyai kode pendekat antara lain:

1. Pendekat A (Barat) : Jalan Manekroo;
2. Pendekat B (Utara) : Jalan Imam Bonjol;
3. Pendekat C (Timur) : Jalan Sisingamangaraja;
4. Pendekat D (Selatan): Jalan Gajah Mada.

Tabel. 1: kondisi geometrik simpang Kisaran

KONDISI LAPANGAN														
Kode Pendekat (1)	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra) (2)	Hambatan Samping (Tinggi/Rendah) (3)	Median (Ya/Tidak) (4)	kelandaian +/- % (5)	Belok kiri langsung (Ya/Tidak) (6)	Jarak ke kendaraan parkir (m) (7)	Lebar Pendekat (m)							
							Pendekat W _A (8)	Masuk W _{ENTRY} (9)	Belok kiri lgs. W _{L TOR} (10)	Keluar W _{EXIT} (11)				
Manekroo	COM	Sedang	T	0	T	18	4,6	4,6	0,0	4,5				
Imam Bonjol	COM	Rendah	T	0	Y	20	3,2	3,2	4,5	7,0				
SM Raja	COM	Sedang	Y	0	Y	8	4,5	4,5	7,0	4,6				
Gajah Mada	COM	Tinggi	Y	0	Y	6	7,0	7,0	4,6	3,0				



Gambar 2 : Kondisi Geometrik Simpang Kisan Meulabo

Tabel. 2: Data Arus Lalu Lintas Simpang Kisan Meulaboh

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 03 September 2023										Ditangani oleh : HAM				
Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS		Kota : Meulaboh										Periode : jam puncak sore - malam				
		Simpang : Kisan										Perihal : 4 fase				
Kode Pendekat	Arah	Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (MV)										Kend. tak bermotor				
		Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Bermotor		Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio $P_{UM} = UM / MV$			
		emp terlindung = 1,0		emp terlindung = 1,3		emp terlindung = 0,2		Total								
		emp terlawan = 1,0		emp terlawan = 1,3		emp terlawan = 0,4		MV								
(1)	(2)	kend/ jam	smp/ jam	kend/ jam	smp/ jam	kend/ jam	smp/ jam	kend/ jam	smp/ jam	Kiri P_{LT}	Kanan P_{RT}	(17)	(18)			
(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)			
Manekroo	LT/LTOR	620	620,0	620,0	50	65,0	65,0	2823	564,6	1129,2	3493	1249,6	1814,2	0,32	19	0,015204866
	ST	805	805,0	805,0	63	81,9	81,9	3635	727,0	1454,0	4503	1613,9	2340,9		1	0,000619617
	RT	612	612,0	612,0	41	53,3	53,3	2125	425,0	850,0	2778	1090,3	1515,3	0,28	5	0,004585894
	Total	2037	2037,0	2037,0	154	200,2	200,2	8583	1716,6	3433,2	10774	3953,8	5670,4		25	0,0023
Imam Bonjol	LT/LTOR	1225	1225,0	1225,0	53	68,9	68,9	2886	577,2	1154,4	4164	1871,1	2448,3	0,37	7	0,003741115
	ST	1118	1118,0	1118,0	51	66,3	66,3	2795	559,0	1118,0	3964	1743,3	2302,3		11	0,006309872
	RT	1023	1023,0	1023,0	51	66,3	66,3	2094	418,8	837,6	3168	1508,1	1926,9	0,29	6	0,003978516
	Total	3366	3366,0	3366,0	155	201,5	201,5	7775	1555,0	3110,0	11296	5122,5	6677,5		24	0,0021
SM Raja	LT/LTOR	700	700,0	700,0	51	66,3	66,3	2956	591,2	1182,4	3707	1357,5	1948,7	0,31	6	0,00441989
	ST	988	988,0	988,0	66	85,8	85,8	3840	768,0	1536,0	4894	1841,8	2609,8		9	0,004886524
	RT	649	649,0	649,0	50	65,0	65,0	2083	416,6	833,2	2782	1130,6	1547,2	0,26	7	0,006191403
	Total	2337	2337,0	2337,0	167	217,1	217,1	8879	1775,8	3551,6	11383	4329,9	6105,7		22	0,0019
Gajah Mada	LT/LTOR	970	970,0	970,0	110	143,0	143,0	4930	986,0	1972,0	6010	2099,0	3085,0	0,33	21	0,010004764
	ST	1175	1175,0	1175,0	192	249,6	249,6	5106	1021,2	2042,4	6473	2445,8	3467,0		11	0,004497506
	RT	898	898,0	898,0	93	120,9	120,9	4337	867,4	1734,8	5328	1886,3	2753,7	0,29	13	0,006891799
	Total	3043	3043,0	3043,0	395	513,5	513,5	14373	2874,6	5749,2	17811	6431,1	9305,7		45	0,0025

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan didapat volume arus lalu lintas (Q) pada jalan Manekroo sebesar 3856 smp/jam, jalan Imam Bonjol sebesar 4229 smp/jam, jalan Singamangaraja sebesar 4157 smp/jam dan jalan Gajah Mada sebesar 6221 smp/jam, dengan tipe pendekatnya terlindung (P). Lebih jelasnya dapat

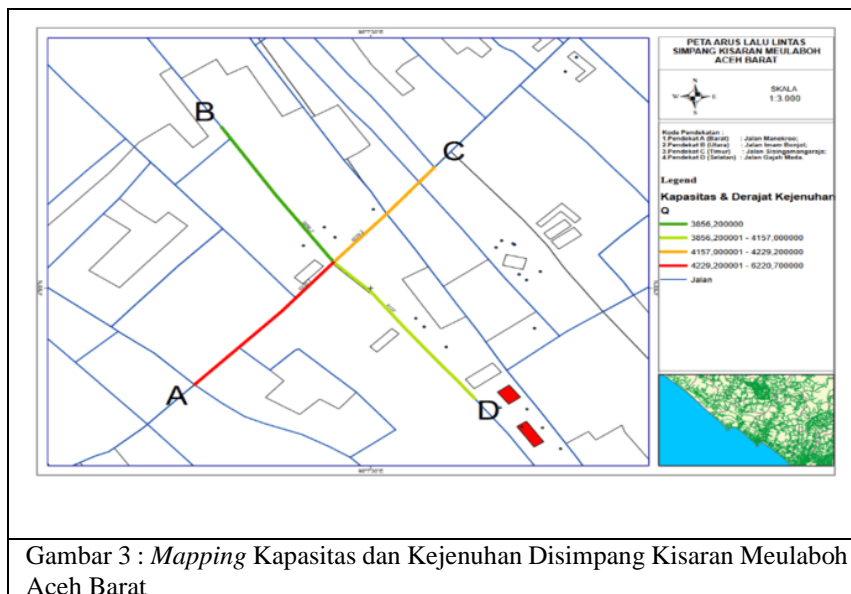
dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4, hasil perhitungan juga di sajikan dalam bentuk pemetaan Sistem Informasi Geografis (*ArcGIS*) untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 3.

Tabel. 3 : Nilai Kapasitas dan Derajat Kejenuhan (Kondisi Eksisting)

Penggunaan Fase	Indikator Penilaian	Satuan	Nama Lengan Simpang			
			Manekroo	Imam Bonjol	SM Raja	Gajah Mada
			Barat	Utara	Timur	Selatan
4 Fase	Q	smp/jam	3856	4229	4157	6221
	FR		2,46	4,35	3,15	2,31
	PR	detik	0,20	0,35	0,26	0,19
	g	smp/jam	-4	-7	-5	-4
	C	smp/jam	1843,87	1167,35	3248,08	5638,91
	DS		2,09	3,62	1,28	1,10
	c	detik	-3	-3	-3	-3

Tabel. 4 : Nilai Kapasitas dan Derajat Kejenuhan (Kondisi Perubahan Eksisting)

Penggunaan Fase	Indikator Penilaian	Satuan	Nama Lengan Simpang			
			Manekroo	Imam Bonjol	SM Raja	Gajah Mada
			Barat	Utara	Timur	Selatan
3 Fase	Q	smp/jam	3856	6678	6106	6221
	FR		2,51	6,86	4,62	2,31
	PR	detik	0,15	0,42	0,28	0,14
	g	smp/jam	-3	-8	-6	-3
	C	smp/jam	1843,87	1167,35	3248,08	5638,91
	DS		2,09	5,72	1,88	1,10
	c	detik	-2	-2	-2	-2



Gambar 3 : *Mapping* Kapasitas dan Kejenuhan Disimpang Kisaran Meulaboh Aceh Barat

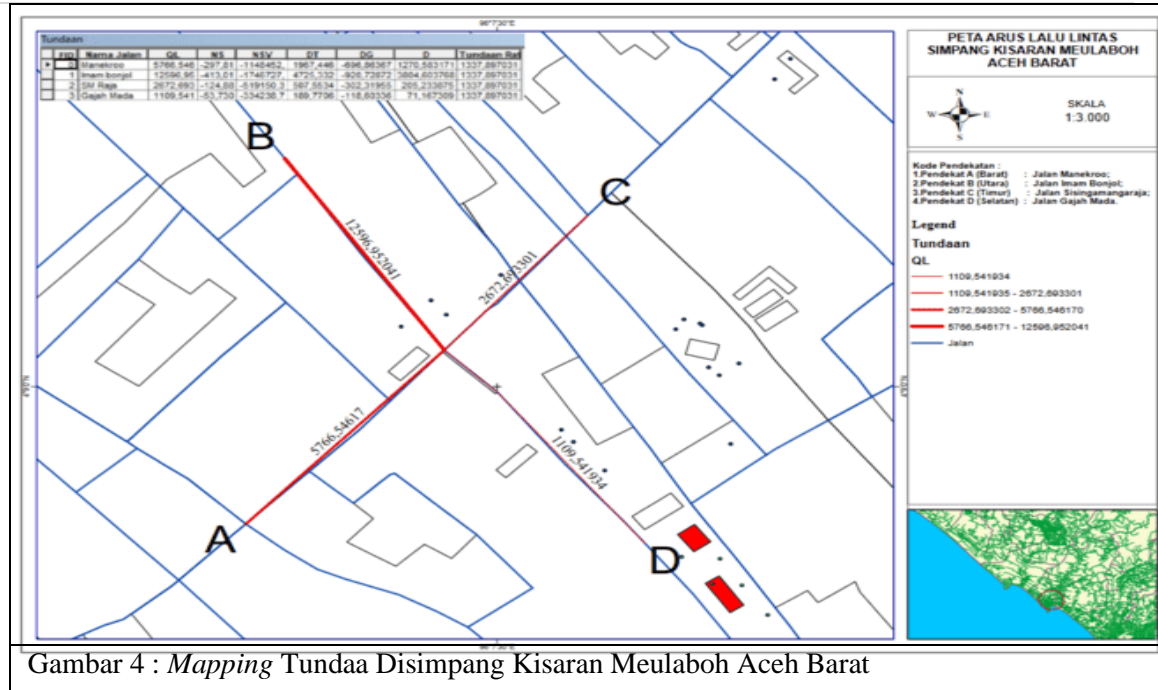
Hasil perhitungan panjang antrian (QL), rasio kendaraan stop/smp (NS), jumlah kendaraan terhenti (Nsv), tundaan lalu lintas rata-rata (DT), tundaan geometrik rata-rata (DG), dan tundaan total (D), untuk nilai tundaan simpang (kondisi eksisting) maupun dalam kondisi perubahan eksisting dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 dan untuk lebih lengkapnya perhitungan tentang tundaan (kondisi eksisting dan setelah adanya perubahan eksisting) [12]. Hasil perhitungan juga di sajikan dalam bentuk pemetaan *Sistem Informasi Geografis (ArcGIS)* untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Gambar 4.

Tabel. 5 : Nilai Tundaan Simpang (Kondisi Eksisting)

Penggunaan Fase	Indikator Penilaian	Satuan	Nama Lengan Simpang			
			Manekroo	Imam Bonjol	SM Raja	Gajah Mada
			Barat	Utara	Timur	Selatan
4 Fase	QL	meter	5767	12597	2673	1110
	NS	kend/smp	-297,82	-413	-124,89	-53,73
	NSV	smp/jam	-1148452	-1746727	-519150	-334239
	DT	det/smp	1967,45	4725,33	507,55	189,77
	DG	det/smp	-696,86	-920,73	-302,32	-118,60
	D	det/smp	1270,58	3804,60	205,23	71,17
Tundaan Simpang Rata-Rata stop/smp/det :					1337,90	

Tabel. 6 : Nilai Tundaan Simpang (Kondisi Perubahan Eksisting)

Penggunaan Fase	Indikator Penilaian	Satuan	Nama Lengan Simpang			
			Manekroo	Imam Bonjol	SM Raja	Gajah Mada
			Barat	Utara	Timur	Selatan
3 Fase	QL	meter	5767	22648	8356	1110
	NS	kend/smp	-404,66	-639	-362,54053	-454208,33
	NSV	smp/jam	-1560453	-4270193	-2213564	-454208
	DT	det/smp	1967,41	8500,40	1586,38	189,75
	DG	det/smp	-947,45	-22,86	-196,75	-161,81
	D	det/smp	1019,96	8477,54	1389,63	27,94
Tundaan Simpang Rata-Rata stop/smp/det :					2728,77	



Gambar 4 : Mapping Tundaa Disimpang Kisaran Meulaboh Aceh Barat

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan kapasitas, derajat kejenuhan dan tundaan simpang untuk setiap pendekat dan simpang secara keseluruhan, masing-masing kondisi eksisting volume arus lalu lintas jalan Manekroo 3856 smp/jam dengan kapasitas 1843,87 smp/jam, jalan Imam Bonjol 4229 smp/jam dengan kapasitas 1167,35, jalan Gajah Mada 6221 smp/jam dengan kapasitas 5638,91 smp/jam, jalan Sisingamangaraja 4157 smp/jam dengan kapasitas 3248,08 smp/jam, dengan tipe pendekatnya terlindung (P).

Waktu siklus yang disesuaikan sebesar -3 detik Ini berarti bahwa simpang tersebut sudah lewat jenuh, yang ditandai tingginya nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 891,58 stop/smp/det dengan nilai derajat kejenuhan masing-masing pendekatan dengan persimpangan sebesar 2,02 lebih tinggi dari ketetapan MKJI 1997 sebesar 0,85 (Halaman 2-62). Walaupun dilakukan perubahan fase sinyal dari 4 (empat) fase menjadi 3 (tiga) fase hijau awal masih juga didapati hasil perhitungan untuk derajat kejenuhan tidak lebih bagus/baik, maka dapat disimpulkan untuk Simpang Kisaran Meulaboh tidak layak dijadikan simpang bersinyal karena nilai waktu hijau rata-rata perlengan simpang sebesar 5 detik.

Hasil dari pembahasan evaluasi simpang bersinyal penentuan waktu sinyal, kapasitas, dan tundaan kemudian akan di input kedalam Sistem Informasi Geografis, untuk hasil input setiap lengan simpang bisa di lihat pada Gambar 3 dan 4. Mapping AcrGIS nilai Kapasitas dan Kejenuhan dibedakan berdasarkan warna Kejenuhan kendaraannya yang berwarna merah menandakan untuk sangat jenuh, warna kuning menunjukkan jenuh, yang berwarna hijau muda sedang, dan yang berwarna hijau rendah. Sedangkan untuk nilai tundaan, diatur dalam bentuk numerik.

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian dilapangan dan telah direncanakan evaluasi ulang kinerja simpang bersinyal tersebut, maka dari pembahasan diambil beberapa kesimpulan mengenai hasil dari perencanaan terhadap evaluasi ulang kinerja simpang bersinyal dengan lampu lalu lintas (traffic light), antara lain:

1. Volume arus lalu lintas jalan Manekroo sebesar 3856 smp/jam dengan kapasitas 1843,87 smp/jam, jalan Imam Bonjol 4229 smp/jam dengan kapasitas 1167,35 smp/jam, jalan Sisingamangaraja sebesar 4157 smp/jam dengan kapasitas 3248,08 smp/jam dan jalan Gajah Mada 6221 smp/jam dengan kapasitas 5638,91 smp/jam;

2. Pemetaan Sistem Informasi Geografis (*ArcGIS*) yang dilakukan menggunakan *input* data dari hasil perhitungan panjang antrian (QL), rasio kendaraan stop/smp (NS), jumlah kendaraan terhenti (Nsv), tundaan lalu lintas rata-rata (DT), tundaan geometrik rata-rata (DG), dan tundaan total (D);
3. Nilai rata-rata derajat kejenuhan pada masing-masing pendekat persimpangan sebesar 2,02 lebih tinggi dari ketetapan MKJI 1997 sebesar 0,85. Walaupun dilakukan perubahan fase sinyal persimpangan dengan merubah dari 4 (empat) fase menjadi 4 (empat) fase hijau awal masih juga didapati hasil perhitungan untuk derajat kejenuhan tidak lebih bagus/baik.

5. SARAN

Setelah memperoleh suatu kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka beberapa masukan maupun saran yang berkenaan dengan penelitian atau pengembangan untuk lebih lanjut, dari hasil penelitian ini mungkin dapat menjadi sebagai acuan awal. Beberapa saran atau masukan yang dapat diberikan adalah:

1. Penyebab kemacetan dikarenakan oleh adanya peningkatan kepemilikan kendaraan bermotor yang tidak sesuai dengan peningkatan kapasitas jalan dan masalah parkir juga ikut andil dalam terjadinya kemacetan;
2. Evaluasi lebih lanjut terhadap kinerja simpang dengan menggunakan metode yang lain dan masalah pengendalian serta perancangan lalu lintas menuntut pengetahuan yang rinci tentang karakteristik operasional lalu lintas yang ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada yang telah memberi dukungan **materi dan financial** terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Martinelli, R. Ventura, M. Bonera, B. Barabino, and G. Maternini, "Estimating operating speed for county road segments – Evidence from Italy," *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 12, no. 2, pp. 560–577, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.ijtst.2022.05.007.
- [2] A. R. Prabowo, Q. Thang Do, B. Cao, and D. M. Bae, "Land and Marine-based Structures subjected to Explosion Loading: A review on Critical Transportation and Infrastructure," *Procedia Structural Integrity*, vol. 27, pp. 77–84, 2020, doi: 10.1016/j.prostr.2020.07.011.
- [3] L. Song, L. Yu, and S. Li, "Route optimization of hazardous freight transportation in a rail-truck transportation network considering road traffic restriction," *Journal of Cleaner Production*, vol. 423, p. 138640, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.138640.
- [4] M. Refiyanni and L. Opirina, "TINJAUAN ULANG KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG KISARAN MEULABOH," vol. 5, 2019.
- [5] B. Tripoli, S. M. Saleh, and M. Isya, "PENGARUH HAMBATAN SAMPING TERHADAP KINERJA JALAN DI PERSIMPANGAN TIPE Y (STUDI KASUS SIMPANG PELOR - MEULABOH)," *Jurnal Teknik Sipil*.
- [6] M. Isya and R. Anggraini, "EVALUASI KELAYAKAN EKONOMI PEMBANGUNAN FLYOVER SIMPANG SURABAYA - KOTA BANDA ACEH," *Jurnal Teknik Sipil*.

- [7] S. S. Mamentu, L. I. R. Lefrandt, and J. A. Timboeleng, "EVALUASI PENERAPAN AREA TRAFFIC CONTROL SYSTEM (ATCS) PADA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus: Persimpangan Teling)," 2019.
- [8] D. Supardan, "Pemetaan Distribusi Vektor Virus Dengue di Kota Mataram Berbasis Geographic Information Systems (GIS)," *CELEBIO*, vol. 2, no. 2, p. 32, Feb. 2019, doi: 10.51336/cb.v2i2.175.
- [9] S. A. Sinaga, S. Zainab, and H. Wibisana, "PEMETAAN INDEKS TINGKAT PELAYANAN JALAN PONOKAWAN SAMPAI JALAN MAYJEN BAMBANG YUWONO KRIAN KABUPATEN SIDOARJO DENGAN METODE LINIER," *jts*, vol. 17, no. 2, pp. 88–103, Oct. 2021, doi: 10.28932/jts.v17i2.2488.
- [10] D. Hartanto, "Analisis Peta Potensi Rawan Kemacetan Berbasis Geography Information System di Kota Medan," *JG*, vol. 12, no. 1, pp. 12–21, Feb. 2020, doi: 10.24114/jg.v12i01.16738.
- [11] A. Rizani, "EVALUASI KINERJA JALAN AKIBAT HAMBATAN SAMPING (STUDI KASUS PADA JALAN SOETOYO S BANJARMASIN)," vol. 1, 2013.
- [12] P. Cappellari and B. S. Weber, "An analysis of the New York City traffic volume, vehicle collisions, and safety under COVID-19," *Journal of Safety Research*, vol. 83, pp. 57–65, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.jsr.2022.08.004.