

Analisa Kinerja Lalu Lintas Akibat Pembangunan Underpass di Jalan Jenderal Sudirman Kota Ambon

Syahrani Maruahey¹, Anthoneta Maitimu², Ruben Kumbangsila³

¹Politeknik Negeri Ambon, Maluku, Indonesia

^{2,3}Politeknik Negeri Ambon, Maluku, Indonesia
rhanymaruapey26@gmail.com

Abstract: *Underpass in the infrastructure sector is a path / road that is under the ground or under a bridge. Underpass serves to minimize the problem of traffic jams that often occur in several capital cities in Indonesia. One of them is the capital city of Maluku Province, namely Ambon City. Therefore, accessibility in Ambon City must be improved by providing a transportation network system such as underpasses. In this study, primary and secondary data were collected before and after the underpass on Monday – Sunday at 06.00 – 18.00 wit. Furthermore, the data is analyzed, followed by the calculation of the road capacity to the degree of satu rasion. So that I can be seen the performance of traffic on Jalan Jenderal Sudirman before and after the underpass. Based on survey data, analysis, and calculation, traffic performance on the general Sudirman road before the underpass in 2019 obtained the highest density level with the value of capacity (C) = 1564 pcu/hour, traffic flow (Q) = 2730 pcu/hour, and the degree of saturation (DS) > 1.75 pcu/hour at the peak hour of the afternoon. Meanwhile, traffic performance after the underpass in 2020 obtained the highest density level with the value of capacity (C) = 1470 pcu/hour, traffic flow (Q) = 1232 pcu/hour, and the degree of saturation (DS) > 0.84 pcu/hour at the peak of the afternoon. The average degree of saturation (DS) = 1.23 pcu/hour before the underpass and (DS) = 0.53 pcu/hour after the underpass. So the traffic performance after the underpass decreased by 43.1% from the performance before the underpass*

Keyword: *Congestion, performance, Underpass*

Abstrak: *Underpass dalam bidang infrastruktur merupakan jalur/jalan yang berada dibawah tanah ataupun dibawah jembatan. Underpass berfungsi untuk meminimalisir permasalahan kemacetan lalu lintas yang banyak terjadi di beberapa ibu kota di Indonesia. Salah satunya adalah ibu kota Provinsi Maluku yaitu Kota Ambon. Maka dari itu aksesibilitas di Kota Ambon harus ditingkatkan dengan menyediakan sistem jaringan transportasi seperti underpass. Pada penelitian ini pengambilan data primer dan data sekunder sebelum dan sesudah adanya underpass pada hari senin-minggu jam 06.00-18.00 wit. Selanjutnya data Analisa, dilanjutkan perhitungan kapasitas jalan hingga derajat kejenuhan. Sehingga dapat diketahui kinerja lalu lintas di jalan Jenderal Sudirman sebelum dan sesudah adanya underpass. Berdasarkan dari data hasil survey, Analisa, dan perhitungan, kinerja lalu lintas di jalan Jenderal Sudirman sebelum adanya underpass tahun 2019 didapatkan tingkat kepadatan tertinggi dengan nilai Kapasitas (C) = 1564 smp/jam, Arus lalu lintas (Q) = 2730 smp/jam, dan Derajat kejenuhan (DS) > 1,75 smp/jampada jam puncak sore. Sedangkan kinerja lalu lintas sesudah adanya underpass tahun 2020 didapatkan tingkat kepadatan tertinggi dengan nilai Kapasitas (C) = 1470 smp/jam, Arus lalu lintas (Q) = 1232 smp/jam, dan Derajat kejenuhan (DS) > 0,84 smp/jampada jam puncak sore. Nilai Derajat kejenuhan rata-rata (DS) = 1,23 smp/jam sebelum adanya underpass dan (DS) = 0,53 smp/jam sesudah adanya underpass. Jadi kinerja lalu lintas sesudah adanya underpass mengalami penurunan sebanyak 43,1% dari kinerja sebelum adanya underpass.*

Kata Kunci: *Kemacetan, Kinerja, Underpass.*

Pendahuluan

Underpass dalam bidang infrastruktur merupakan jalur/jalan yang berada dibawah tanah ataupun dibawah jembatan. Underpass berfungsi untuk meminimalisir permasalahan kemacetan lalu lintas yang banyak terjadi di beberapa ibu kota di Indonesia. Salah satunya adalah ibu kota provinsi Maluku yaitu Kota Ambon.

Kota Ambon dikategorikan kota yang berkembang pesat, seiring pembangunan gedung-gedung perkantoran, gedung-gedung hunian yang pembangunannya sedang berlangsung dan Jembatan Merah Putih yang telah di resmikan pada tahun 2016. Sebab itu, kendaraan yang berasal dari arah Jazirah Leihitu, Leihitu Barat, Poka, dll yang bertujuan ke arah Kantor wilayah BPN Provinsi Maluku, MCM, Rumah Sakit Siloam, Rumah Sakit Bhayangkara, Pasar Mardika, dll maupunyai kepentingan di daerah Galala, Halong, Latta, Lateri, dll pastikan memilih melewati Jembatan Merah Putih dan putar balik di jalan Jenderal Sudirman karena dapat mempersingkat waktu tempuh perjalanan. Hal ini yang menyebabkan kemacetan pada jalan jenderal sudirman karena adanya tundaan dan antrian yang terjadi ketika kendaraan putar balik sehingga mengakibatkan polusi suara dan polusi udara. Maka dari itu aksesibilitas dari Jembatan Merah Putih, Galala, dan Gunung Malintang harus ditingkatkan dengan menyediakan sistem jaringan transportasi seperti Underpass.

Underpass Sudirman memiliki panjang 150 meter dan lebar rata-rata 7 meter. Underpass atau jalan terowongan ini menjadi jalur utama untuk kendaraan yang bertujuan ke wilayah-wilayah yang disebutkan diatas, sehingga tidak ada lagi tundaan dan antrian yang menyebabkan kemacetan pada jalan Jenderal Sudirman. Tujuan penelitian ini yakni menganalisis kinerja lalu lintas akibat pembangunan underpass di jalan jenderal sudirman kota ambon.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Pengumpulan dan pengolahan data yang diperoleh dari hasil pengamatan lapangan baik berupa data primer maupun data sekunder. Data primer adalah data yang secara langsung diukur dari lokasi penelitian, sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai sumber yang relevan. Setelah data terkumpul selanjutnya dilakukan pengolahan data dan analisa terhadap hasil pengolahan data berdasarkan MKJI 1997, dengan menggunakan persamaan-persamaan untuk menentukan kecepatan arus bebas, kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan, dan waktu tempuh. Tahap akhir adalah menarik kesimpulan berdasarkan analisa yang dilakukan dan memberikan saran-saran sebagai masukan untuk perbaikan kinerja lalu lintas yaitu tundaan dan antrian.

Hasil dan Pembahasan

A. Kondisi Geometrik Jalan

Tabel 1. Kondisi Geometrik Jalan

Ruas Jalan	Tipe Jalan	Panjang (Km)	Lebar jalur (m)		Lebar Median (m)	Jumlah Lajur Kota	Lebar Bahu (m)
			Ruas	Simpang			
Jenderal	2 D	2,79	19,1	-	-	1-0,5 jt	2

Sudirman							
-----------------	--	--	--	--	--	--	--

B. Analisis Lokasi Pertama (Sebelum adanya Underpass)

1. Analisis Volume Lalu Lintas

Perhitungan dimulai dengan merekapitulasi hasil survey counting. Contoh perhitungan untuk hari Senin, 11 November 2019 pukul 06.00 – 07.00 WIT pada lokasi pertama (sebelum) arah 1, lihat tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Volume Kendaraan Per Jam

Waktu	Kendaraan / 5 Menit		
	LV	HV	MC
06.00 – 06.15	88	5	91
06.15 – 06.30	113	11	130
06.30 – 06.45	115	8	223
06.45 – 07.00	176	9	264

Dari hasil survei yang memiliki periode waktu per 15 menit selanjutnya dilakukan perhitungan kendaraan per jam, contoh perhitungan untuk rentang waktu 06.00 – 07.00 sebagai berikut :

LV adalah Jumlah LV per 15 menit mulai pukul 06.00 sampai dengan pukul 07.00
 $= 88 + 113 + 115 + 176$
 $= 488 \text{ Kend/jam}$

2. Analisa Kecepatan Rata-rata

Adapun pengambilan data kecepatan dilakukan pada saat yang bersamaan dengan data volume kendaraan. Yang dihitung disini adalah waktu tempuh dari kendaraan. Dalam waktu 1 jam diambil sebanyak 10 sampel.

Hasil analisa data waktu tempuh rata-rata kendaraan berbelok di jalan Jenderal Sudirman sebelum adanya Underpass, diperoleh data pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil analisa data waktu tempuh rata-rata kendaraan berbelok di jalan Jenderal Sudirman sebelum adanya Underpass

Periode	Waktu Tempuh Rata-Rata	Jarak Tempuh	Kecepatan Sesaat		
			(M/Det)	(M/Menit)	(Km/Jam)
(Jam)	(Det)	(M)			
06.00 -07.00	6.96	50	7.18	431.08	25.86
07.00 - 08.00	8.45	50	5.91	354.89	21.29

08.00 - 09.00	8.55	50	5.85	350.91	21.05	
09.00 - 10.00	12.86	50	3.89	233.26	14.00	
10.00 - 11.00	10.11	50	4.95	296.75	17.80	
11.00 - 12.00	25.72	50	1.94	116.62	7.00	
12.00 - 13.00	26.30	50	1.90	114.09	6.85	
13.00 - 14.00	26.06	50	1.92	115.13	6.91	
14.00 - 15.00	17.34	50	2.88	172.98	10.38	
15.00 - 16.00	17.89	50	2.80	167.71	10.06	
16.00 - 17.00	26.44	50	1.89	113.46	6.81	
17.00 - 18.00	26.78	50	1.87	112.01	6.72	
Kecepatan Rata-Rata	17.79	50	3.58	214.91	12.89	

Kecepatan kendaraan pada saat penelitian mempunyai kecepatan maksimum sebesar 25,86 km/jam yang terjadi pada jam 06.00 – 07.00 WIT dan kecepatan minimum terjadi pada jam 17.00 – 18.00 WIT sebesar 6,72 km/jam

C. Analisis Lokasi Kedua (Sesudah adanya Underpass)

1. Analisis Volume Lalu Lintas

Perhitungan dimulai dengan merekapitulasi hasil survey counting. Contoh perhitungan untuk hari Senin, 20 Januari 2020 pukul 06.00 – 07.00 WIT pada lokasi kedua (sesudah) titik 1, lihat tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Volume Kendaraan Per Jam

Waktu	Kendaraan / 5 Menit		
	LV	HV	MC
06.00 – 06.15	44	5	57
06.15 – 06.30	65	3	86
06.30 – 06.45	63	7	114
06.45 – 07.00	77	6	108

Dari hasil survei yang memiliki periode waktu per 15 menit selanjutnya dilakukan perhitungan kendaraan per jam, contoh perhitungan untuk rentang waktu 06.00 – 07.00 sebagai berikut :

LV adalah Jumlah LV per 15 menit mulai pukul 06.00 sampai dengan pukul 07.00
 $= 44 + 65 + 63 + 77$
 $= 249 \text{ Kend/jam}$

2. Analisis Kecepatan Rata-rata

Adapun pengambilan data kecepatan dilakukan pada saat yang bersamaan dengan data volume kendaraan. Yang dihitung disini adalah waktu tempuh dari kendaraan. Dalam waktu 1 jam diambil sebanyak 10 sampel.

Hasil analisis data waktu tempuh rata-rata kendaraan berbelok di jalan Jenderal Sudirman sesudah adanya Underpass, diperoleh data pada tabel berikut :

Tabel 5. Hasil Analisa Data Waktu Tempuh Rata-Rata Kendaraan Berbelok Di Jalan Jenderal Sudirman Sesudah Adanya Underpass

Periode	Waktu Tempuh Rata-Rata	Jarak Tempuh	Kecepatan Sesaat		
(Jam)	(Det)	(M)	(M/Det)	(M/Menit)	(Km/Jam)
06.00 - 07.00	6.55	50	7.64	458.25	27.49
07.00 - 08.00	7.81	50	6.40	383.90	23.03
08.00 - 09.00	7.99	50	6.26	375.39	22.52
09.00 - 10.00	8.13	50	6.15	369.23	22.15
10.00 - 11.00	7.96	50	6.28	376.96	22.62
11.00 - 12.00	8.21	50	6.09	365.41	21.92
12.00 - 13.00	9.02	50	5.54	332.46	19.95
13.00 - 14.00	8.50	50	5.88	353.07	21.18
14.00 - 15.00	8.15	50	6.13	367.90	22.07
15.00 - 16.00	8.09	50	6.18	371.03	22.26
16.00 - 17.00	8.50	50	5.89	353.10	21.19
17.00 - 18.00	10.03	50	4.98	229.03	17.94
Kecepatan Rata-Rata	8.25	50	6.12	367.15	22.03

Kecepatan kendaraan pada saat penelitian mempunyai kecepatan maksimum sebesar 27,49 km/jam yang terjadi pada jam 06.00 – 07.00 WIT dan kecepatan minimum terjadi pada jam 17.00 – 18.00 WIT sebesar 17,94 km/jam.

D. Analisis Derajat Kejenuhan

Hasil dari survei volume lalu lintas di atas selanjutnya diolah lebih lanjut dengan metode MKJI 1997 untuk mendapatkan nilai kapasitas. Sebagai data pendukung adalah geometrik jalan, dll. Analisis dalam menentukan tingkat kinerja operasional jalan perkotaan diperlukan langkah-langkah berikut. Contoh perhitungan ruas jalan Jenderal Sudirman sebelum adanya underpass hari Selasa diambil jam 17.00 – 18.00.

1. Data arus lalu lintas
 - a. Masukkan data arus lalu lintas sesuai dengan tipe kendaraan (Kendaraan ringan/LV, kendaraan berat/HV, sepeda motor/MC) kemudian mengalikannya dengan faktor emp (Tabel 2.4).

- b. Menghitung arus untuk masing-masing arah dan total 1+2.
- c. Menghitung pemisahan arah yang diberikan dalam (%).
- d. Menghitung faktor satuan mobil penumpang $F_{smp} = Q_{smp} / Q_{kend}$.

Tabel 6. Data arus kend/jam

Baris	Tipe kend.	Kend. Ringan		Kend. Berat		Sepeda motor		Arus Total Q		
1,1	emp arah-1	LV:	1.0	HV	1.2	MC:	0.25			
1,2	emp arah-2	LV:		HV		MC:				
2	Arah	kend./jam	smp/jam	kend./jam	smp/jam	kend./jam	smp/jam	Arah%	kend./jam	smp/jam
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
3	1	2024	2024	48	58	2596	649	55%	4666	2730
4										
5										
6										
7						Pemisahan arah, $SP = Q_1 / (Q_1 + 2)$			55%	
						Faktor-smp F_{smp}				0.59

2. Menghitung kecepatan arus bebas kendaraan ringan, sesuai dengan rumus (2.6).

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

- a. Menghitung kecepatan arus bebas dasar FV_0 .

Kecepatan arus bebas dasar FV_0 diperoleh dari Tabel 2.6 dengan memperhatikan tipe jalan (4/2 D) yaitu 57.

- b. Menghitung faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_W .

faktor penyesuaian untuk lebar jalur FV_W diperoleh dari Tabel 2.7 yaitu 4.

- c. Menjumlahkan $FV_0 + FV_W$, maka didapat 61 km/jam.

- d. Menghitung faktor penyesuaian kecepatan arus bebas.

Diperoleh dari faktor penyesuaian hambatan samping FFV_{SF} untuk tipe jalan 4/2 D digunakan kelas hambatan samping sangat rendah dan lebar bahu efektif rata-rata 1,50 m dari Tabel 2.8 didapat 1,01 dan faktor penyesuaian untuk ukuran kota FFV_{CS} dengan jumlah penduduk 0,1-0,5 juta adalah 0,93 (Tabel 2.9). Jadi,

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

$$= (57+4) \times 1,01 \times 0,93 = 57$$

3. Menghitung kapasitas $C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$ (rumus 2.7).

- a. Menghitung kapasitas dasar

Kapasitas dasar C_0 diperoleh dari Tabel 2.10 untuk tipe jalan 4/2 D adalah 1650.

b. Faktor penyesuaian untuk kapasitas

Lebar jalur FC_W Tabel 2.11 yaitu 1,08; pemisahan arah FC_{SP} Tabel 2.12 yaitu 0,985; hambatan samping FC_{SF} Tabel 2.13 yaitu 0,99; ukuran kota FC_{CS} Tabel 2.14 yaitu 0,90. Jadi,

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\ &= 1650 \times 1,08 \times 0,985 \times 0,99 \times 0,90 \\ &= 1564 \text{ smp/jam.} \end{aligned}$$

4. Menghitung derajat kejenuhan.

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \text{ (rumus 2.8)} \\ &= 2730/1564 \\ &= 1,75 \end{aligned}$$

E. Perbandingan Kinerja Sebelum Dan Sesudah Adanya Underpass

Perbandingan hasil analisa kinerja lalu lintas sebelum adanya underpass dengan hasil analisa kinerja lalu lintas sesudah adanya underpass dibuat dalam tabel dibawah :

Tabel 7. Perbandingan Derajat Kejenuhan sebelum dan sesudah adanya underpass (Titik 1)

Waktu	Derajat kejenuhan sebelum adanya Underpass							Derajat kejenuhan sebelum adanya Underpass						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
06.00 - 07.00	0.45	0.38	0.39	0.40	0.39	0.32	0.38	0.29	0.13	0.28	0.22	0.28	0.23	0.22
07.00 - 08.00	1.08	0.96	0.91	0.90	0.83	0.57	0.49	0.52	0.31	0.53	0.42	0.48	0.24	0.25
08.00 - 09.00	1.27	1.35	1.22	1.36	1.35	1.01	0.89	0.54	0.40	0.53	0.54	0.56	0.30	0.29
09.00 - 10.00	1.28	1.38	1.35	1.27	1.42	1.07	0.98	0.51	0.48	0.54	0.54	0.58	0.36	0.35
10.00 - 11.00	1.34	1.39	1.34	1.33	1.30	1.14	1.06	0.56	0.52	0.52	0.57	0.57	0.39	0.38
11.00 - 12.00	1.41	1.43	1.539	1.32	1.22	1.28	1.12	0.60	0.52	0.65	0.58	0.60	0.38	0.48
12.00	1.50	1.45	1.50	1.44	0.96	1.31	1.11	0.60	0.59	0.6	0.58	0.67	0.47	0.49

0 - 13.00										8				
13.00 - 14.00	1.41	1.46	1.47	1.53	1.10	1.27	1.11	0.62	0.71	0.65	0.64	0.71	0.47	0.55
14.00 - 15.00	1.41	1.47	1.46	1.48	1.34	1.23	1.16	0.54	0.59	0.65	0.69	0.59	0.49	0.55
15.00 - 16.00	1.43	1.52	1.38	1.50	1.35	1.26	1.16	0.61	0.69	0.65	0.73	0.60	0.51	0.60
16.00 - 17.00	1.47	1.59	1.35	1.55	1.38	1.32	1.18	0.61	0.55	0.71	0.78	0.66	0.54	0.60
17.00 - 18.00	1.64	1.75	1.535	1.61	1.49	1.42	1.30	0.62	0.52	0.73	0.84	0.72	0.62	0.60

Dari tabel menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan mengalami penurunan. Pada hari senin pukul 06.00 – 07.00 WIT dari 0,45 sebelum adanya underpass menjadi 0,29 sesudah adanya underpass, Pukul 07.00 – 08.00 WIT dari 1,08 sebelum adanya underpass menjadi 0,52 sesudah adanya Underpass,dsb.

Tabel 8. Perbandingan Derajat Kejenuhan Sebelum Dan Sesudah Adanya Underpass (Titik 2)

Waktu	Derajat kejenuhan sebelum adanya Underpass							Derajat kejenuhan sebelum adanya Underpass						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
06.00 - 07.00	0.52	0.45	0.49	0.46	0.46	0.39	0.34	0.29	0.13	0.28	0.22	0.28	0.23	0.22
07.00 - 08.00	1.22	1.01	1.04	0.90	1.10	0.77	0.52	0.52	0.31	0.53	0.42	0.48	0.24	0.25
08.00 - 09.00	1.32	1.29	1.33	1.16	1.44	1.04	0.70	0.54	0.40	0.53	0.54	0.56	0.30	0.29
09.00 - 10.00	1.33	1.26	1.43	1.28	1.37	1.06	0.93	0.51	0.48	0.54	0.54	0.58	0.36	0.35
10.00 - 11.00	1.34	1.28	1.38	1.35	1.33	1.14	1.11	0.56	0.52	0.52	0.57	0.57	0.39	0.38
11.00 -	1.50	1.27	1.37	1.34	1.30	1.17	1.14	0.60	0.52	0.65	0.58	0.60	0.38	0.48

12.0 0														
12.0 0 - 13.0 0	1.5 6	1.34	1.4 3	1.4 5	1.29	1.2 5	1.21	0.6 0	0.59	0.6 8	0.5 8	0.67	0.4 7	0.49
13.0 0 - 14.0 0	1.5 3	1.34	1.4 2	1.4 7	1.25	1.3 4	1.19	0.6 2	0.71	0.6 5	0.6 4	0.71	0.4 7	0.55
14.0 0 - 15.0 0	1.5 5	1.41	1.3 9	1.4 6	1.38	1.3 0	1.25	0.5 4	0.59	0.6 5	0.6 9	0.59	0.4 9	0.55
15.0 0 - 16.0 0	1.6 2	1.48	1.3 1	1.4 7	1.43	1.3 8	1.27	0.6 1	0.69	0.6 5	0.7 3	0.60	0.5 1	0.60
16.0 0 - 17.0 0	1.7 3	1.65	1.3 2	1.4 8	1.36	1.3 7	1.43	0.6 1	0.55	0.7 1	0.7 8	0.66	0.5 4	0.60
17.0 0 - 18.0 0	1.6 9	1.70	1.5 3	1.6 7	1.56	1.3 6	1.47	0.6 2	0.52	0.7 3	0.8 4	0.72	0.6 2	0.60

Dari tabel menunjukkan bahwa nilai derajat kejenuhan mengalami penurunan. Pada hari senin pukul 06.00 – 07.00 WIT dari 0,52 sebelum adanya underpass menjadi 0,29 sesudah adanya underpass, Pukul 07.00 – 08.00 WIT dari 1,22 sebelum adanya underpass menjadi 0,52 sesudah adanya Underpass,dsb.

Kesimpulan

Pada tahun 2019, sebelum pembangunan underpass di Jalan Jenderal Sudirman, tingkat kepadatan tertinggi terjadi pada hari Selasa, 12 November 2019, dengan Derajat Kejenuhan (DS) > 1,75 smp/jam. Pada tahun 2020, setelah pembangunan underpass, tingkat kepadatan tertinggi terjadi pada hari Kamis, 23 Januari 2020, dengan DS > 0,84 smp/jam.

Dibandingkan dengan tahun 2019, kinerja lalu lintas pada tahun 2020 mengalami penurunan sebanyak 43,1%, dengan rata-rata Derajat Kejenuhan (DS) turun dari 1,23 smp/jam menjadi 0,53 smp/jam. Meskipun terjadi penurunan, kinerja lalu lintas pada tahun 2020 dianggap lebih baik daripada tahun 2019 setelah adanya underpass. Kecepatan kendaraan pada penelitian menunjukkan kecepatan maksimum 25,86 km/jam pada jam 06.00 – 07.00 WIT dan kecepatan minimum 6,72 km/jam pada jam 17.00 – 18.00 WIT di tahun 2019. Sedangkan pada tahun 2020, kecepatan maksimum 27,49 km/jam pada jam 06.00 – 07.00 WIT dan kecepatan minimum 17,94 km/jam pada jam 17.00 – 18.00 WIT.

Referensi

- Cahyono, B. A., Arwani, Y., Supriyono, S., & Yulipriyono, E. E. (2014). Evaluasi Kelayakan Teknis Lalu Lintas pada Perancangan Underpass Jatingaleh Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(1), 249-258
- Cahyono, M. S. D., Muhtadi, A., & Wibisono, R. E. (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo–Jl. Mayjen Sungkono Terkait Pembangunan Underpass GKB Gresik. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 4(01).
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum RI.
- http://etd.repository.ugm.ac.id/home/detail_pencarian/178243, (diunduh 2019), *Analisis Dampak Lalu Lintas Pembangunan Underpass Bundaran Dolog Kota Surabaya*, Agus Sembodo, Prof. Dr.-Ing, dkk. D.I Yogyakarta.
- <https://www.google.com/www.jurnal.unsyiah.ac.id> (diunduh September 2017), *Studi Dampak Lalu Lintas Kawasan Akibat Pembangunan Jalan Layang (Flyover) Simpang Surabaya Dan Jalan Lintas Bawah (Underpass) Kuta Alam Kota Banda Aceh*, Dedek Ariansyah, dkk. Banda Aceh.
- <https://www.google.com/Feprints.ums.ac.id> (di unduh 2018), *Analisa Kinerja Ruas Jalan Underpass Makamhaji Sukoharjo*, Neno setyawan. Surakarta, Jawa Tengah.
- Muhtadi, A., & Cahyono, M. S. D. (2020). Evaluasi Kinerja Simpang GKB Kebomas Terkait Pembangunan Underpass Gresik. *NAROTAMA Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 31-40.
- Peraturan Pemerintah, Nomor 43, Tahun 1993, *Tentang prasarana dan Lalulintas Jalan*.
- Putra, A. S. (2020). Efektifitas Sistem Jalan Underpass untuk Kota Pintar DKI Jakarta. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 5(3), 220-227.
- Suthanaya, P. A., & Rosita, N. N. (2017). Kajian Efektivitas Pengelolaan Simpang Dengan Underpass (Studi Kasus Simpang Tugu Ngurah Rai Di Provinsi Bali). *Jurnal Spektran*, 5(2), 147-154.
- Warpani, Suwardjoko, 2002, *Rekayasa Lalu Lintas*, Jakarta: Bhratara.