

Analisis Ruas Jalan Jenderal Sudirman Kota Manado Berbasis Data UAV

Rut Theodora Budiman¹, Febriane Paulina Makalew², Merci Freki Hosang³

¹Program Studi Teknik Jalan Jembatan, ²Program Studi Teknik Konstruksi Bangunan Gedung, ³Program Studi Teknik Jalan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado

*e-mail: theosky23@gmail.com¹, febriane.makalew@polimdo.ac.id², mfhosang@gmail.com³

Received:	Revised:	Accepted:	Available online:
17.06.2026	21.06.2026	30.06.2026	05.07.2026

Abstract: Sudirman Road in Manado City is one of the main corridors serving various urban activities and therefore carries a high traffic volume. This condition may reduce road performance due to increased vehicle flow and side friction. This study analyzes the traffic characteristics, road capacity, and degree of saturation of the corridor, and tests the accuracy of data acquired using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV). A seven-day field survey was conducted from 24 to 30 April 2026, between 06:00 and 18:00 WITA, with data collected through UAV imagery and the Multi Counter application, then analyzed based on the 1997 Indonesian Highway Capacity Manual (MKJI). The results show that the highest traffic volume occurred on Monday during the 07:00-08:00 peak hour at 2,089 pcu/hour, with a degree of saturation of 1.42, indicating that the road has exceeded its capacity. The weighted side friction was recorded at 282.7 events/hour (low class, SFC-L). Validation of the UAV data against manual measurement produced a relative error of 2.58% for road width and 0.24% for road length, confirming a good level of accuracy. These findings can serve as a basis for improving urban traffic performance and management.

Keywords: Road Performance, Traffic Volume, Side Friction, Degree of Saturation, UAV, MKJI 1997.

Abstrak: Ruas Jalan Jenderal Sudirman Kota Manado merupakan salah satu koridor utama yang melayani berbagai aktivitas perkotaan sehingga memiliki volume lalu lintas yang tinggi. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kinerja jalan akibat meningkatnya arus kendaraan dan hambatan samping. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik lalu lintas, kapasitas jalan, dan derajat kejenuhan, serta menguji keakuratan data yang diperoleh menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Survei lapangan dilakukan selama tujuh hari, yaitu 24-30 April 2026 pada pukul 06:00-18:00 WITA, dengan pengumpulan data melalui UAV dan aplikasi Multi Counter, kemudian dianalisis berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil penelitian menunjukkan volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Senin pada jam puncak 07:00-08:00 sebesar 2.089 smp/jam dengan nilai derajat kejenuhan 1,42, yang menunjukkan kondisi jalan telah melampaui kapasitas. Hambatan samping berbobot tercatat sebesar 282,7 kejadian/jam (kelas rendah, SFC-L). Validasi data UAV terhadap pengukuran manual menghasilkan selisih relatif sebesar 2,58% pada pengukuran lebar dan 0,24% pada pengukuran panjang, sehingga akurasi tergolong baik. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam upaya peningkatan kinerja dan manajemen lalu lintas perkotaan.

Kata kunci: Kinerja Jalan, Volume Lalu Lintas, Hambatan Samping, Derajat Kejenuhan, UAV, MKJI 1997.

1. PENDAHULUAN

Jalan Jenderal Sudirman merupakan salah satu koridor arteri primer di Kota Manado yang menghubungkan kawasan perdagangan, perkantoran, pendidikan, dan permukiman. Tingginya aktivitas di sepanjang ruas ini menimbulkan intensitas lalu lintas yang padat sekaligus hambatan samping yang berasal dari kendaraan keluar-masuk pertokoan, parkir di badan jalan, dan pejalan kaki. Apabila pertumbuhan jumlah kendaraan tidak diimbangi kapasitas jalan yang memadai, ruas ini berpotensi mengalami penurunan kecepatan, peningkatan derajat kejenuhan, dan kemacetan pada jam sibuk. Permasalahan kinerja serupa pada ruas jalan perkotaan telah banyak dilaporkan, baik akibat tingginya volume kendaraan (Apriyono & Rumlus, 2021; Mulyani dkk., 2025; Sapilun dkk., 2025) maupun akibat hambatan samping dan parkir di badan jalan (Bertarina dkk., 2022; Novianto, 2020; Simanjuntak dkk., 2022).

Menurut Tamin (2007), masalah transportasi perkotaan pada dasarnya bersumber dari ketidakseimbangan antara kebutuhan perjalanan dan ketersediaan fasilitas transportasi. Ketidakseimbangan ini semakin nyata pada ruas jalan yang melayani beragam guna lahan secara bersamaan, seperti Jalan Jenderal Sudirman.

Pertumbuhan penduduk di kawasan perkotaan turut memicu persoalan sosial dan lingkungan, mulai dari meningkatnya pencemaran hingga maraknya aktivitas pedagang kaki lima yang tidak

tertata, yang pada akhirnya kerap memperparah kemacetan lalu lintas di kota-kota besar (Wilonoyudho, 2011).

Transportasi merupakan sarana penting yang menopang kegiatan ekonomi, sosial, dan mobilitas masyarakat perkotaan. Pertumbuhan penduduk yang disertai peningkatan kepemilikan kendaraan bermotor membuat kebutuhan terhadap infrastruktur jalan semakin besar, sehingga volume lalu lintas terus bertambah, terutama pada ruas-ruas utama yang menjadi pusat aktivitas. Oleh karena itu, kinerja jalan perlu dievaluasi melalui indikator volume lalu lintas, kapasitas, dan derajat kejenuhan. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada ruas Jalan Jenderal Sudirman, Kelurahan Komo Luar, Kota Manado, dengan pengamatan selama tujuh hari pada rentang 06:00-18:00 WITA dan analisis yang mengacu pada MKJI 1997. Penelitian ini juga menguji pemanfaatan UAV sebagai metode alternatif pengumpulan data lalu lintas dan data geometrik jalan.

1.1. Kajian Literatur

Menurut MKJI (1997), kinerja ruas jalan dapat dievaluasi melalui indikator derajat kejenuhan (DS) dan kecepatan arus bebas (FV). Kedua indikator ini menggambarkan karakteristik arus lalu lintas, tingkat pemanfaatan kapasitas jalan, serta kualitas pelayanan terhadap pengguna jalan. Pendekatan MKJI 1997 secara luas digunakan untuk menilai kinerja ruas jalan perkotaan di berbagai kota di Indonesia (Erliana dkk., 2020; Raya, 2022; Rokhman dkk., 2022; Wardi dkk., 2021). Selain volume kendaraan, hambatan samping terbukti berpengaruh signifikan terhadap kapasitas dan kecepatan kendaraan (Mubarak dkk., 2021; Halim dkk., 2019), khususnya di kawasan pendidikan dan pertokoan pada jam sibuk (Irmawandi dkk., 2024). Evaluasi kinerja ruas jalan juga kerap dikaitkan dengan tingkat pelayanan dan biaya perjalanan akibat tundaan (Indrayana & Agung, 2013; Kariyana dkk., 2024). Pendekatan evaluasi berbasis data serupa juga diterapkan pada infrastruktur lain di Kota Manado, misalnya evaluasi kelayakan struktur gedung untuk kebutuhan retrofitting (Tenda dkk., 2026), yang menegaskan pentingnya penilaian kondisi infrastruktur secara terukur sebelum pengambilan keputusan.

1.2. Tujuan

- Menganalisis volume lalu lintas pada ruas Jalan Jenderal Sudirman untuk mengetahui karakteristik dan jumlah arus kendaraan yang melintas.
 - Mengevaluasi kinerja ruas jalan melalui analisis kapasitas dan derajat kejenuhan (DS) berdasarkan MKJI 1997.
- Menguji keakuratan data UAV dibandingkan survei manual sebagai dasar pemanfaatannya untuk pengumpulan data lalu lintas dan data geometrik jalan.

2. METODE

2.1. Lokasi Dan Metode

Survei lapangan dilakukan di ruas Jalan Jenderal Sudirman selama tujuh hari berturut-turut, yaitu pada 24-30 April 2026 (Sabtu, Minggu, Senin, Selasa, Rabu, Kamis, dan Jumat), setiap hari pada pukul 06:00-18:00 WITA.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan dukungan survei lapangan untuk memperoleh data yang dianalisis. Data yang digunakan merupakan data primer yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian, dengan pedoman analisis mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Survei volume lalu lintas dilakukan dengan menghitung jumlah kendaraan yang melintas menggunakan aplikasi Multi Counter. Kendaraan diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV). Data yang dikumpulkan meliputi volume atau arus lalu lintas, jumlah kendaraan, serta klasifikasi kendaraan pada masing-masing arah perjalanan.

2.2 Pengumpulan Data

2.2.1 Data UAV

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau pesawat nirawak adalah wahana terbang yang dikendalikan dari jarak jauh atau terbang secara mandiri berdasarkan program yang dimasukkan sebelum penerbangan.

Pemanfaatan UAV di bidang pemetaan sangat menjanjikan, antara lain untuk pemetaan daerah irigasi, pemetaan kawasan perkotaan, serta penyajian model tiga dimensi yang memungkinkan perhitungan volume material maupun pemetaan berskala besar.

2.2.2 Data Primer

Data primer adalah data hasil survei langsung di ruas Jalan Jenderal Sudirman selama tujuh hari, dengan aplikasi Multi Counter sebagai alat bantu untuk menghitung volume arus lalu lintas (LHR).

2.3 Metode Analisis (MKJI 1997)

2.3.1 Volume Lalu Lintas (Q) dalam SMP/Jam

Volume lalu lintas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp/jam) dengan mengonversikan setiap jenis kendaraan menggunakan faktor ekivalen mobil penumpang (EMP)

Rumus perhitungan volume lalu lintas:

$$Q = \sum (n_i \times EMP_i)$$

Keterangan:

- Q = Volume lalu lintas (smp/jam)
- n_i = Jumlah Kendaraan jenis ke-i (kendaraan/jam)
- EMP_i = Nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan jenis ke-i

2.3.2 Kapasitas ($C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$)

Kapasitas jalan adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada ruas jalan dalam kondisi tertentu, yang dinyatakan dalam satuan smp/jam. Menurut MKJI 1997 kapasitas jalan dihitung dengan rumus:

$$(C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}).$$

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

2.3.3 Derajat Kejenuhan ($DS = Q/C$)

Berdasarkan MKJI 1997 derajat kejenuhan didefinisikan sebagai perbandingan antara arus lalu lintas (Q) dalam satuan SMP/jam dengan kapasitas jalan (C) dalam satuan SMP/jam. Nilai DS digunakan sebagai indikator penting dalam menilai tingkat kinerja suatu ruas jalan. Menurut MKJI 1997, nilai DS yang masih dapat diterima untuk jalan perkotaan adalah maksimum 0,75.

Nilai DS menunjukkan tingkat pemanfaatan kapasitas jalan oleh arus lalu lintas yang melintas. Apabila nilai DS melebihi 0,75, maka kondisi tersebut mengindikasikan bahwa ruas jalan mulai mengalami kejenuhan sehingga diperlukan upaya penanganan, seperti pengaturan atau pengurangan arus lalu lintas (Q), agar nilai DS dapat kembali berada di bawah batas yang direkomendasikan. Setelah nilai DS diperoleh, kinerja operasional ruas jalan dapat dievaluasi berdasarkan tingkat pelayanan yang dihasilkan.

Rumus derajat kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q}{C}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Geometrik Jalan

Jalan Jenderal Sudirman di Kelurahan Komo Luar, Kota Manado, merupakan ruas jalan perkotaan yang berfungsi sebagai jalan arteri primer dengan volume lalu lintas cukup tinggi. Karakteristik geometrik ruas jalan hasil pengukuran disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Geometrik Ruas Jalan Jenderal Sudirman

Uraian	Keterangan
Nama Jalan	Jalan Jenderal Sudirman
Tipe Jalan	2/2 D
Jenis Perkerasan	Aspal
Lebar Jalur	12.8 Meter
Lebar Bahu Jalan Kiri	2.43 Meter
Lebar Bahu Jalan Kanan	2.45 Meter
Median Jalan	-

3.2. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau segmen jalan dalam kurun waktu tertentu, dan digunakan untuk menggambarkan besarnya arus kendaraan pada suatu ruas. Pengumpulan data dilakukan melalui pencatatan kendaraan berdasarkan klasifikasi jenisnya. Hasil pengamatan dinyatakan dalam satuan kendaraan per jam (kend/jam) atau dikonversi ke satuan mobil penumpang (smp/jam) untuk keperluan analisis kapasitas dan tingkat pelayanan jalan. Rekapitulasi volume lalu lintas harian selama tujuh hari disajikan pada Tabel 2 sampai Tabel 8.

3.2.1 Data penelitian yang telah diperoleh dibuat dalam tabel berikut guna memberikan gambaran yang lebih jelas terhadap kondisi yang diamati (MC, LV, HV) Selama 7 Hari.

Tabel 2 Data Lapangan Perhitungan Volume Hari Sabtu

Sabtu	Waktu	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Total / Jam
		Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam
Pagi	06:00-07:00	484	22	1108	1614
	07:00-08:00	855	40	1905	2800
	08:00-09:00	1104	51	2135	3290
	09:00-10:00	1142	59	1980	3181
Siang	10:00-11:00	1299	66	2124	3489
	11:00-12:00	1264	57	1965	3286
	12:00-13:00	1312	50	2011	3373
	13:00-14:00	1339	52	2039	3430
	14:00-15:00	1346	55	2014	3415
Sore	15:00-16:00	1332	48	1807	3187
	16:00-17:00	1246	55	2160	3461
	17:00-18:00	1238	39	2438	3715
	18:00-19:00	1172	29	2094	3295
Total					41536

Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

Tabel 3 Data Lapangan Perhitungan Volume Hari Minggu

Minggu	Waktu	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Total / Jam
		Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam
Pagi	06:00-07:00	642	23	1604	2269
	07:00-08:00	884	23	2047	2954
	08:00-09:00	1171	30	2389	3590
	09:00-10:00	1150	37	1507	2694
Siang	10:00-11:00	1053	24	1543	2620
	11:00-12:00	1218	37	1566	2821
	12:00-13:00	1369	45	1476	2890

	13:00-14:00	1502	33	1559	3094
	14:00-15:00	1531	43	1674	3248
Sore	15:00-16:00	1516	24	1698	3283
	16:00-17:00	1458	34	1556	3048
	17:00-18:00	1399	35	1499	2933
	18:00-19:00	1321	31	1396	2748
Total					38192

Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

Tabel 4 Data Lapangan Perhitungan Volume Hari Senin

Senin	Waktu	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Total / Jam
		Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam
Pagi	06:00-07:00	782	37	1852	2671
	07:00-08:00	1340	35	2828	4203
	08:00-09:00	1202	39	2360	3601
	09:00-10:00	1243	51	2143	3437
Siang	10:00-11:00	1123	44	2196	3363
	11:00-12:00	1316	28	2376	3720
	12:00-13:00	1491	45	2314	3850
	13:00-14:00	1781	53	2186	4020
Sore	14:00-15:00	1537	32	2138	3707
	15:00-16:00	1322	30	2068	3438
	16:00-17:00	1226	40	2186	3452
	17:00-18:00	1267	37	2345	3649
	18:00-19:00	1324	36	2521	3881
Total					46992

Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

Tabel 5 Data Lapangan Perhitungan Volume Hari Selasa

Selasa	Waktu	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Total / Jam
		Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam
Pagi	06:00-07:00	901	31	935	1867
	07:00-08:00	1085	38	1141	2264
	08:00-09:00	1082	50	1716	2848
	09:00-10:00	1117	54	2027	3198
Siang	10:00-11:00	1113	50	2044	3207
	11:00-12:00	1441	50	2182	3673
	12:00-13:00	1723	38	2077	3838
	13:00-14:00	1436	44	2160	3640
Sore	14:00-15:00	1352	29	2209	3590
	15:00-16:00	1481	69	2546	4096
	16:00-17:00	1384	48	2534	3966
	17:00-18:00	1494	49	2443	3986
	18:00-19:00	1178	35	2011	3224
Total					43397

Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

Tabel 6. Data Lapangan Perhitungan Volume Hari Rabu

Rabu	Waktu	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Total / Jam
		Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam	Kend/1 jam
Pagi	06:00-07:00	797	31	918	1746
	07:00-08:00	1124	33	989	2146
	08:00-09:00	1301	33	1289	2623
	09:00-10:00	1465	28	1396	2889
Siang	10:00-11:00	1446	37	1487	2970
	11:00-12:00	1323	36	1675	334
	12:00-13:00	1046	32	1735	2813
	13:00-14:00	1277	50	1937	3264
	14:00-15:00	1347	42	2117	3506

Sore	15:00-16:00	1340	47	1707	3094
	16:00-17:00	1427	51	2431	3909
	17:00-18:00	1367	41	2741	4149
	18:00-19:00	1327	41	2547	3915
Total					40058

Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

Tabel 7 Data Lapangan Perhitungan Volume Hari Kamis

Kamis	Waktu	Kendaraan Ringan (LV) Kend/1 jam	Kendaraan Berat (HV) Kend/1 jam	Sepeda Motor (MC) Kend/1 jam	Total / Jam Kend/1 jam
Pagi	06:00-07:00	625	27	848	1500
	07:00-08:00	1118	27	1168	2313
	08:00-09:00	1318	37	1420	2775
	09:00-10:00	1426	37	1431	2894
Siang	10:00-11:00	1382	36	1463	2881
	11:00-12:00	1166	32	1679	2877
	12:00-13:00	1058	37	1952	3047
	13:00-14:00	1389	39	1929	3357
Sore	14:00-15:00	1301	35	1945	3281
	15:00-16:00	1382	50	2120	3552
	16:00-17:00	1358	35	2126	3519
	17:00-18:00	1210	28	1847	3085
	18:00-19:00	1146	36	1609	2791
Total					37872

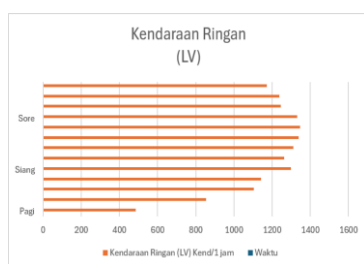
Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

Tabel 8 Data Lapangan Perhitungan Volume Hari Jumat

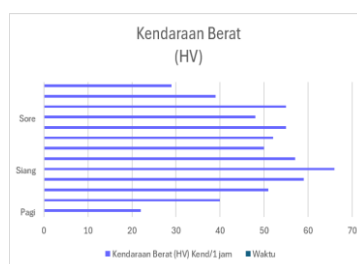
Jumat	Waktu	Kendaraan Ringan (LV) Kend/1 jam	Kendaraan Berat (HV) Kend/1 jam	Sepeda Motor (MC) Kend/1 jam	Total / Jam Kend/1 jam
Pagi	06:00-07:00	628	28	799	1455
	07:00-08:00	1008	36	1112	2156
	08:00-09:00	1053	35	1353	2441
	09:00-10:00	1024	36	1470	2530
Siang	10:00-11:00	1066	38	1635	2739
	11:00-12:00	1061	34	1869	2964
	12:00-13:00	988	40	2043	3071
	13:00-14:00	1165	35	1906	3106
Sore	14:00-15:00	1046	43	1694	2783
	15:00-16:00	994	25	1874	2893
	16:00-17:00	1028	27	1802	2857
	17:00-18:00	1187	19	1637	2843
	18:00-19:00	1386	22	1414	2822
Total					34660

Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

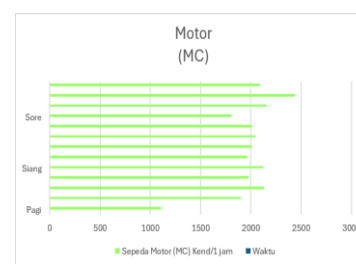
3.2.2 Data pada grafik berikut menunjukkan karakteristik yang diperoleh berdasarkan hasil survey lapangan dan pengambilan di (jam puncak pagi, siang, sore)



Gambar 1. Grafik LV

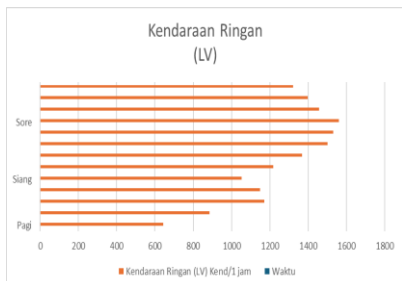


Gambar 2. Grafik HV

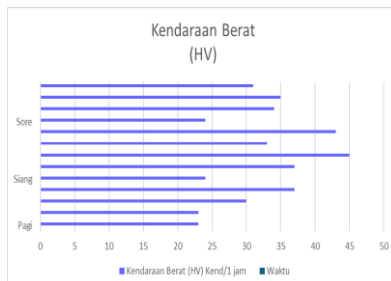


Gambar 3. Grafik MC

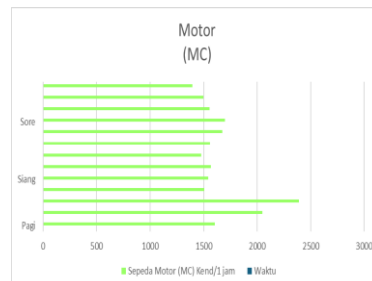
Grafik volume lalu lintas hari Sabtu (Gambar 1-3) memperlihatkan sebaran arus selama jendela pengamatan 06:00-18:00 WITA. Volume tertinggi untuk kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC) terjadi pada periode jam sibuk, bukan merata sepanjang rentang pengamatan.



Gambar 4. Grafik LV

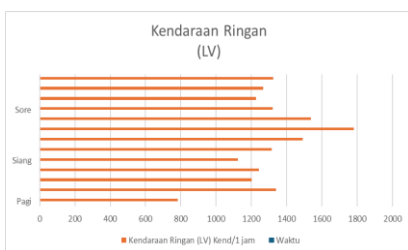


Gambar 5. Grafik HV

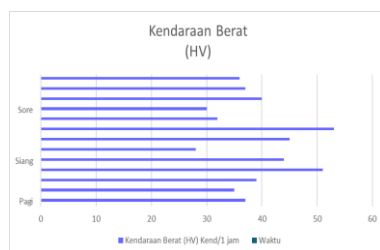


Gambar 6. Grafik MC

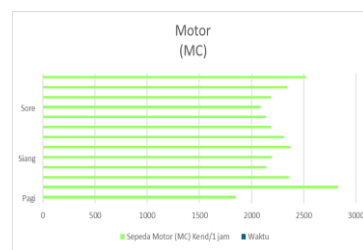
Pada hari Minggu (Gambar 4-6), sebaran volume relatif lebih merata sepanjang 06:00-18:00 WITA dengan puncak pada periode siang hingga sore, sejalan dengan aktivitas non-kerja pada akhir pekan.



Gambar 7. Grafik LV

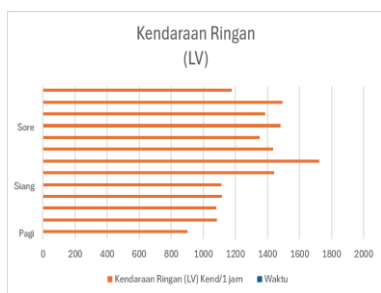


Gambar 8. Grafik HV

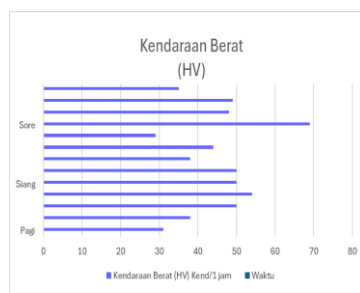


Gambar 9. Grafik MC

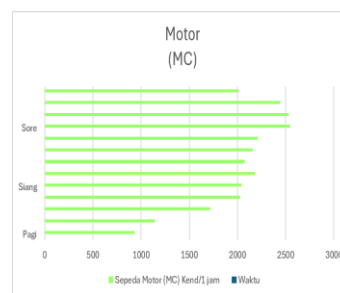
Hari Senin (Gambar 7-9) menunjukkan volume tertinggi selama penelitian, dengan puncak pada jam sibuk pagi pukul 07:00-08:00 WITA untuk seluruh klasifikasi kendaraan (LV, HV, dan MC).



Gambar 10. Grafik LV

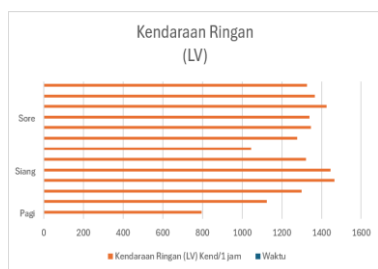


Gambar 11. Grafik HV

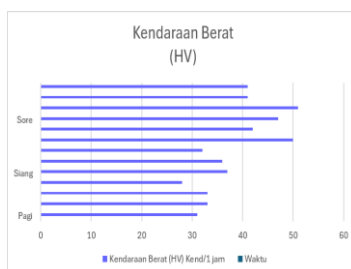


Gambar 12. Grafik MC

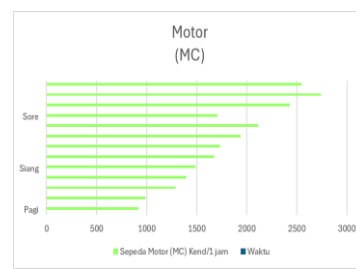
Pada hari Selasa (Gambar 10-12), volume kendaraan kembali memuncak pada jam sibuk pagi dan sore di dalam jendela pengamatan 06:00-18:00 WITA.



Gambar 13 Grafik LV.

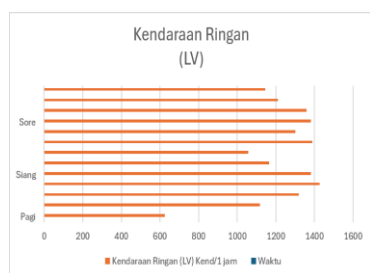


Gambar 14 Grafik HV.

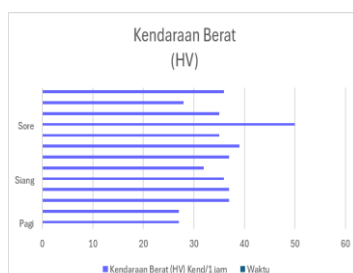


Gambar 15 Grafik MC.

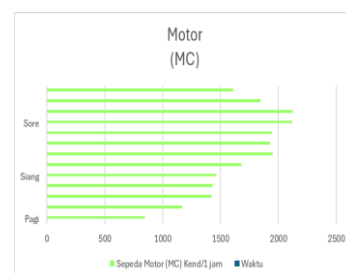
Hari Rabu (Gambar 13-15) memperlihatkan pola serupa, dengan konsentrasi volume pada periode pagi dan sore hari.



Gambar 16 Grafik LV.

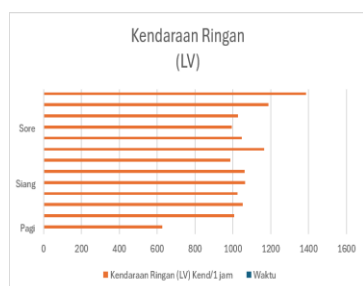


Gambar 17 Grafik HV.

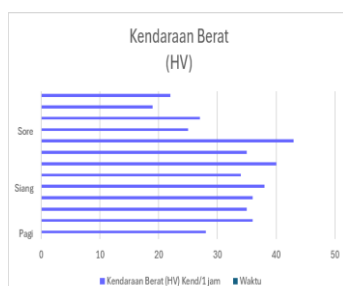


Gambar 18 Grafik MC.

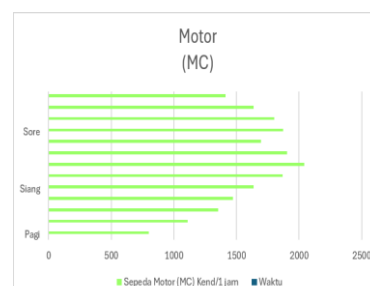
Pada hari Kamis (Gambar 16-18), puncak volume terjadi pada jam masuk dan pulang kerja, sementara volume di luar periode tersebut cenderung menurun.



Gambar 19 Grafik LV.



Gambar 20 Grafik HV.



Gambar 21 Grafik 21 MC.

Hari Jumat (Gambar 19-21) menunjukkan puncak volume pada pagi dan sore hari, dengan pola yang konsisten terhadap hari kerja lainnya.

3.3 Hambatan Samping

Hambatan samping berbagai aktivitas yang terjadi di tepi atau sekitar jalan yang dapat mengganggu kelancaran arus lalu lintas. Hambatan ini meliputi pejalan kaki yang menyeberang, kendaraan yang berhenti atau parkir, kendaraan yang keluar-masuk akses samping, serta kendaraan lambat.

3.3.1 Tabel Frekuensi Kejadian Hambatan Samping

Tabel 9 Data Hambatan Samping Paling Tinggi Di Hari Senin								
Waktu	PED		PSV		EEV		SMV	
	Hasil survey	Faktor bobot	Hasil Survey	Faktor bobot	Hasil Survey	Faktor bobot	Hasil Survey	Faktor bobot
		PED		PSV		EEV		SMV
		SF/Jam		SF/Jam		SF/Jam		SF/Jam
06:00-07:00	97	48.5	83	83	80	56	20	8

07:00-08:00	102	51	95	95	89	62.3	19	7.6
08:00-09:00	109	54.5	102	102	95	66.5	23	9.2
09:00-10:00	115	57.5	109	109	103	72.1	25	10
10:00-11:00	103	51.5	116	116	110	77	21	8.4
11:00-12:00	92	46	120	120	115	80.5	18	7.2
12:00-13:00	100	50	126	126	119	83.3	22	8.8
13:00-14:00	111	55.5	130	130	124	86.8	26	10.4
14:00-15:00	119	59.5	124	124	126	88.2	22	8.8
15:00-16:00	108	54	117	117	118	82.6	18	7.2
16:00-17:00	98	49	109	109	111	77.7	17	6.8
17:00-18:00	91	45.5	100	100	107	74.9	15	6
18:00-19:00	85	42.5	95	95	100	70	16	6.4

Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

Tabel 10 Total Hambatan Samping Selama 7 Hari

Waktu	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
06:00-07:00	169.6	192.4	195.5	193.6	184.9	175.8	156.7
07:00-08:00	201.4	208.6	215.9	208	195.5	187.9	167.3
08:00-09:00	189.4	227	232.2	223.1	198.4	201.7	179.9
09:00-10:00	196.3	242.4	248.6	241.6	213.2	207.9	190.3
10:00-11:00	205	248.7	252.9	255.1	226.5	217.3	200.5
11:00-12:00	218.8	251.3	253.7	263.2	234	231.8	213.7
12:00-13:00	225.5	250.7	268.1	271.9	240	246.5	226.9
13:00-14:00	220.1	231.9	282.7	269.3	251.6	250.4	240.7
14:00-15:00	217.3	219.5	280.5	254.1	245.1	246.5	245.5
15:00-16:00	214.4	211.5	260.8	237	230.5	232.3	231.5
16:00-17:00	204.3	196.3	242.5	227.5	231	216.8	218.1
17:00-18:00	185.8	183.1	226.4	217.4	202.7	209.2	205.3
18:00-19:00	1667	169.3	213.9	205.5	190.2	196.8	192.6

Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

3.3.2 Kelas SFC

Tabel 11. Kelas SFC selama penelitian 1 jam di pukul 13:00-14:00 pada hari senin

Jenis Hambatan Samping	Frekuensi	Bobot	Nilai Berbobot
Pejalan kaki	111	0.5	55.5
Kendaraan parkir/berhenti	130	1	130
Kendaraan keluar-masuk	124	0.7	86.8
Kendaraan lambat	26	0.4	10.4
Total			282.7

Sumber: Olahan Data Penulis (2026)

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai hambatan samping berbobot sebesar 282,7 kejadian per jam. Mengacu pada klasifikasi Side Friction Class (SFC) dalam MKJI 1997, nilai tersebut termasuk ke dalam kategori Rendah (L). Penentuan kategori ini dilakukan dengan membandingkan nilai hambatan samping berbobot terhadap rentang kelas hambatan samping yang telah ditetapkan.

Tabel 12. Kelas SFC (Side Friction Class/Kelas Hambatan Samping) MKJI 1997.

Kelas Hambatan Samping	Kode	Jumlah Bebobot Kejadian
Sangat Rendah	VL	< 100
Rendah	L	100 - 299
Sedang	M	300 - 499
Tinggi	H	500 - 899
Sangat Tinggi	VH	> 900

Sumber: Olahan Data Penulis 2026

3.4 Kinerja Ruas Jalan

Kapasitas (C) hasil perhitungan – Tabel factor penyesuaia
Hasil Perhitungan Lebar Efektif

$w_e = 8,8$ Meter

Maka Nilai berada di antara

8 Meter $\rightarrow FC_w = 0,94$

9 Meter $\rightarrow FC_w = 0,97$

$FC_w = 0,94 + \frac{8,8-8}{9-8} \times (0,97 - 0,94)$

$FC_w = 0,964$

$FC_w = 0,96$

Lebar efektif = 8,8 Meter pada jalan 2/2 UD di peroleh

$FC_w = 0,96$

Pengguna dalam Kapasitas

$C_o = 1700$ Smp/Jam

$FC_w = 0,96$

$FC_{sp} = 1,00$

$FC_{sf} = 1,00$

$FC_{cs} = 0,90$

Maka $= 1700 \times 0,96 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,90$

$C = 1468$ Smp/Jam

3.4.1 Tabel Faktor penyesuaian menurut manual kapasitas jalan Indonesia 1997

Tabel 13 & 14. Kapasitas Dasar (Co) dan Faktor Penyesuaian Lebar Jalur (FCw)					
Tipe Jalan	Co (Smp/Jam)	Catatan	Jenis Jalan	Ukuran Jalan Lintas Efektif (Wc) (M)	FCw
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	1700	Per lajur (satu arah)	Dua lajur tak terbagi	5	0.56
				6	0.87
				7	1.00
				8	1.14
				9	1.25
				10	1.29
				11	1.34

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 15 & 16. Faktor FCsp dan FCsf Jalan Perkotaan dengan Bahu							
Pemisah Arah SP % - %	Dua lajur 2/2	Empat lajur 4/2	Kelas SFC	Ws ≤ 0.5 m	1.0 m	1.5 m	≥ 2.0 m
FCsp	50-50	1	VL	0.94	0.96	0.99	1.01
	55-45	0.97	L	0.92	0.94	0.97	1.00
	60-40	0.94	M	0.89	0.92	0.95	0.98
	65-35	0.91	H	0.82	0.86	0.9	0.95
	70-30	0.88	VH	0.73	0.79	0.85	0.91
		0.94					

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tabel 17. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)	
Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Aspek Penyesuaian bagi Ukuran Kota (Fcs)
< .1	0.86
0..1 - 0.5	0.9
0.5 - 1.0	0.94
1.0 - 3.0	1
> 3.0	1.04

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

3.4.2 Derajat Kejenuhan (DS)

Tabel 18. Jumlah Kendaraan Selama 1 jam menggunakan factor ekivalen (EMP)

Jenis Kendaraan	Jumlah (Kend/Jam)	EMP	Smp/Jam
Motor	2828	0.25	707
Mobil	1340	1.00	1340
Truk	35	1.20	42

Sumber: Olahan Data Penulis 2026

Total

$$Q = 707 + 1340 + 42 = 2.089 \text{ smp/jam}$$

Nilai C = 1468 Smp/Jam

Hitungan DS

$$DS = \frac{2080}{1468} = 1,42$$

3.4.3 Kecepatan Arus Bebas

Rumus = $FV = (FVo + FVw) \times FFVsf \times FFVcs$

Tabel yang dipakai:

Tabel 19. FVo – Kecepatan dasar

Tipe Jalan	Fvo Km/Jam
2/2 UD	44
4/2 UD	53
4/2 UD	56

Sumber: Olahan Data Penulis 2026

Tabel 20. Tabel FVw – Koreksi Lebar Jalan

Lebar Efektif (M)	FVw (Km/Jam)
5	-9
6	-3
7	0
8	2
9	3

Sumber: Olahan Data Penulis 2026

Tabel 21. FFVsf – Hambatan Sampling

Hambatan Sampling	FFVsf
VC	1,05
L	1
M	0.95
H	0.9
VH	0.85

Sumber: Olahan Data Penulis 2026

Tabel 22. FFVcs – Ukuran Kota

Penduduk (Juta)	FFVcs
< 0,1	1,03
0,1 - 0,5	1
0,5 - 1,0	0,98
3-Jan	0,96
> 3	0,92

Sumber: Olahan Data Penulis 2026

Hitungan Fv

$$FV = (44+2,5) \times 1,00 \times 1,00$$

$$FV = 46,5 \times 1,00 \times 1,00 = 46,5 \text{ Km/Jam}$$

3.4.4 Kecepatan Tempuh

Rumus:

$$V = \frac{\text{Jarak}}{\text{Waktu Kecepatan}}$$

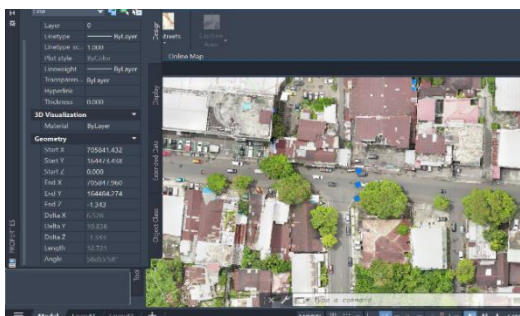
- 410 Panjang
- Start: 16: 00: 00
- Finish: 16: 03: 36

$$TT = 3,4 \text{ Menit} = 204 \text{ Detik} = 0,0567 \text{ Jam} (\approx 0,057 \text{ jam})$$

$$V = \frac{L}{TT} = \frac{410}{0,057} = 72 \text{ Km/ Jam}$$

3.5 Perbandingan Data UAV Dan Survey Manual

Perbandingan antara survey manual dan pengambilan data menggunakan UAV (Unmanned Aerial Vehicle) menunjukkan bahwa kedua metode tersebut memiliki tujuan yang sama, yaitu memperoleh informasi kondisi lalu lintas secara akurat. Namun, masing-masing metode memiliki karakteristik dan keunggulan yang berbeda. Survey manual dilakukan melalui pengambilan data langsung di lapangan oleh peneliti, sehingga kualitas data yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh tingkat ketelitian, fokus, serta kemampuan pengamat dalam mengidentifikasi dan mencatat berbagai kejadian lalu lintas yang terjadi selama periode pengamatan.



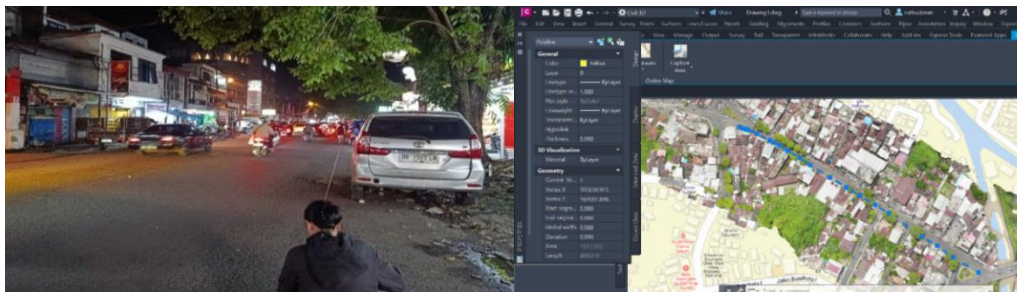
Gambar 22. Hasil Foto Udara (12.72 m)



Gambar 23. Hasil Pengambilan Data Manual (12.40 m)

Perbandingan Titik Elevasi (Error)			
Lebar Jalan Jendral Sudirman			
Titik	Elevasi UAV (M)	Elevasi Manual (M)	Selisi (M)
P1	13, 35	13,35	—
P2	12, 65	12, 65	—
P3	12, 72	12, 40	0, 32

Sumber: Olahan Data Penulis 2026



Gambar 25. Hasil Pengambilan Data Manual (410,00 m)

Gambar 24. Hasil Foto Udara (409,010 m)

Perbandingan Titik Elevasi (Error)

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= \text{Data}_{UAV} - \text{Data}_{Manual} \\
 &= 409.10 - 410 \text{ (M)} \\
 &= 0,99 \text{ (M)}
 \end{aligned}$$

Hasil validasi menunjukkan bahwa data UAV memiliki tingkat akurasi yang baik dibandingkan pengukuran manual. Selisih relatif yang kecil, yaitu 2,58% pada pengukuran lebar (0,32 m) dan 0,24% pada pengukuran panjang (0,99 m), menunjukkan bahwa data UAV mampu merepresentasikan kondisi lapangan dengan baik dan layak digunakan untuk keperluan survei serta pemetaan lalu lintas.

3.6 Penyebab Dan Dampak Kemacetan

1. Penyebab Kemacetan

- Volume Kendaraan Yang Tinggi

Jumlah kendaraan yang melintasi melebihi kapasitas ruas jalan Jenderal Sudirman dan terutama kendaraan yang melintasi di jam sibuk.

- Hambatan Samping
Hambatan samping juga menjadi penyebab kemacetan terutama kendaraan yang keluar masuk di area pertokoan, serta kendaraan yang berhenti untuk menaik dan menurunkan seperti bus dikarenakan di jalan tersebut ada titik bus sehingga mengganggu kelancaran arus lalu lintas dan kendaraan parkir di badan jalan serta pejalan kaki.

2. Dampak Kemacetan

- Kemacetan pada ruas jalan disebabkan oleh volume lalu lintas yang tinggi hingga mendekati atau melampaui kapasitas jalan yang tersedia, sehingga menghambat kelancaran pergerakan kendaraan. Kondisi ini semakin memburuk akibat adanya hambatan samping, seperti kendaraan yang parkir di tepi jalan, aktivitas keluar-masuk kendaraan dari akses jalan, pergerakan pejalan kaki, serta kegiatan di sepanjang sisi jalan. Keberadaan faktor-faktor tersebut berdampak pada penurunan kinerja ruas jalan, bertambahnya waktu perjalanan, dan menurunnya tingkat pelayanan jalan.

REKOMENDASI

- Pengendalian hambatan samping perlu ditingkatkan melalui pengawasan terhadap kendaraan yang parkir di badan jalan, aktivitas menaik dan menurunkan penumpang, serta kendaraan yang keluar-masuk kawasan pertokoan agar tidak menghambat kelancaran arus lalu lintas.
- Penyediaan fasilitas parkir yang memadai di sekitar area pertokoan dan fasilitas umum perlu dipertimbangkan untuk meminimalkan penggunaan badan jalan sebagai lokasi parkir kendaraan.
- Perbaikan dan penambahan fasilitas bagi pejalan kaki, seperti trotoar dan zebra cross, diperlukan untuk meningkatkan keamanan serta mengurangi gangguan terhadap arus lalu lintas kendaraan.
- Perlu dilakukan studi lanjutan terkait kapasitas jalan mengingat nilai derajat kejenuhan (DS) telah melampaui batas yang direkomendasikan oleh MKJI ($DS > 0,75$). Hasil tersebut dapat menjadi dasar dalam mempertimbangkan maupun penerapan strategi manajemen transportasi lainnya guna meningkatkan kinerja ruas jalan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis Ruas Jalan Jenderal Sudirman Kota Manado, dapat disimpulkan bahwa:

- Volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Senin pukul 07.00–08.00 WITA sebesar 2.089,0 smp/jam, yang dipengaruhi oleh aktivitas jam kerja dan kegiatan Apel Perdana di kawasan Tikala.
- Hambatan samping tertinggi terjadi pada hari Senin sebesar 282,7 kejadian/jam yang tergolong kelas rendah (SFC-L), akibat tingginya aktivitas pendidikan dan pertokoan di sepanjang ruas jalan.
- Nilai derajat kejenuhan tertinggi sebesar 1,42 terjadi pada hari Senin pukul 07.00–08.00 WITA, yang menunjukkan bahwa volume lalu lintas telah melebihi kapasitas jalan.
- Perbandingan data UAV dan pengukuran manual menunjukkan selisih yang relatif kecil, yaitu 0,32 meter (2,58%) untuk lebar jalan dan 0,99 meter (0,24%) untuk panjang jalan, sehingga data UAV dinilai cukup akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyono, T., & Rumlus, D. P. (2021). Analisis faktor-faktor yang mengakibatkan kemacetan lalu lintas pada ruas jalan budi utomo dan jalan hasannudin di kota timika. *JURNAL KRITIS (Kebijakan, Riset, Dan Inovasi)*, 5(2), 96-114.
- Bertarina, O. M., Lestari, F., & Safitri, D. (2022). Analisis Pengaruh Hambatan Samping (Studi Kasus: Jalan Raya Za Pagar Alam di Bawah Flyover Kedaton Kota Bandar Lampung). *J. Tek. Sipil Itp*, 9(1), 5.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

- Erliana, H., Yusra, C. L., & Rizka, F. (2020). Analisis Kinerja Jalan Pada Ruas Jalan Lintas Meulaboh–Tapak Tuan Kabupaten Nagan Raya. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 2(1), 1-10.
- Halim, H., Mustari, I., & Zakariah, A. (2019). Analisis kinerja operasional ruas jalan satu arah dengan menggunakan mikrosimulasi Vissim (Studi kasus: Jalan Masjid Raya di Kota Makassar). *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3(2), 99-108.
- Indrayana, I. G. N. G. A., & Agung, G. N. G. (2013). Analisis Kinerja Ruas Jalan dan Biaya Perjalanan Akibat Tundaan Pada Ruas Jalan. *J. Ilm. Elektron. Infra Strktur Tek. Sipil*, 2.
- Irmawandi, R., Fauzan, M., Maulani, E., Afra, L., & Yuslinda, Y. (2024). Analisis Kemacetan Lalu-Lintas Pada Jam Antar Dan Jemput Sekolah Di Kawasan Pendidikan (Studi Kasus: Jalan Samudera Kota Lhokseumawe). *Sisfo: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 8(2), 108-117.
- Kariyana, I. M., Antika, N. M. A. J., & Pamungkas, T. H. (2024). EVALUASI ANALISIS KINERJA RUAS JALAN. *Jurnal Teknik Gradien*, 16(01), 56-64.
- Mubarak, H., Ningrum, P., Toyeb, M., & Tuti, R. G. W. (2021). Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Lalu Lintas Di Kabupaten Kampar. *Musamus Journal of Civil Engineering*, 4(01), 16-21.
- Mulyani, F., Lisya, M., Alam, S., & Alam, K. (2025). Analisis Kinerja Ruas Jalan Yos Sudarso Kota Pekanbaru. *Sumber*, 1(3), 0-35.
- Novianto, H. (2020). Analisis Kemacetan Lalu Lintas Akibat Parkir Di Badan Jalan: Studi Kasus: Sekitar Jalan Ketapang Selatan Depan Pasar Cepu Kabupaten Blora. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 19-29.
- Raya, J. S. (2022). Analisis Kinerja Ruas Jalan Perkotaan Menggunakan MKJI 1997. *Jurnal Artesis. Vol*, 2(1), 40-45.
- Rokhman, A., Putri, D., & Siswoyo, S. D. (2022). Analisis Ruas Jalan Nasional Klari Kabupaten Karawang Menggunakan Metode MKJI 1997. In *Jurnal Forum Mekanika* (Vol. 11, No. 1, p. 457328). Institut Teknologi Perusahaan Listrik Negara.
- Sapilun, I. S. S., Samaduri, L., & Lutfie, M. (2025). ANALISIS KEMACETAN PADA RUAS JALAN JENDERAL AHMAD YANI KOTA LUWUK. *Jurnal Babasal Teknik Sipil*, 1(1).
- Simanjuntak, N. I., Simanjuntak, J. O., & Gan, Y. P. (2022). Analisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Parkir Pada Bahu Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Halat Kota Medan). *Jurnal Construct*, 1(2), 15-23.
- Tamin, O. Z. (2007). Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi: Teori, Contoh Soal, dan Aplikasi. Bandung: Penerbit ITB.
- Tenda, J. E., Pinasang, D. B., Hosang, M. F., Wala, M., & Kalumata, F. (2026). Evaluasi Kelayakan Struktur dan Rekomendasi Retrofitting Gedung Kuliah Jurusan Administrasi Bisnis Kampus Politeknik Negeri Manado. *Jurnal Altifani Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 6(3), 1519-1527.
- Wardi, S., Yeza, N. O., & Anita, S. (2021). Analisis Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus: Jalan Raya Siteba Kota Padang). *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 8(2), 75-80.
- Wilonoyudho, S. (2011). Dampak Urbanisasi bagi Perkembangan Kota di Indonesia. *Forum Ilmu Sosial*, 38(1), 1-10.