

Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas pada Jalan Kabupaten Aceh Tamiang (Studi Kasus Jalan Banda Aceh – Medan Sta. 464+700 s/d Sta. 465+200)

T. Chairumansyah¹, Lely Masthura², Defry Basrin³

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Langsa

Email: t.chairumansyah@gmail.com; lelymasthura@unsam.ac.id;* defrybasrin@gmail.com

ABSTRAK

Jalan raya adalah suatu prasarana transportasi yang sangat penting dalam membantu pengembangan wilayah, sehingga tanpa adanya arus transportasi yang lancar maka akan banyak memberikan pengaruh di dalam menunjang laju pembangunan yang cenderung meningkatkan pertumbuhan masyarakat. Maka dari itu diperlukan sistem pemantauan badan jalan secara menyeluruh agar dapat mengetahui permasalahan kemacetan yang ada di ruas jalan. Tujuan penelitian mendapatkan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas dan mendapatkan grafik hubungan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada jalan Banda Aceh – Medan STA. 464+700 s/d STA. 465+200 Desa Kedai Besi Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *greenshields* dan *underwood*. Hasil penelitian didapatkan untuk arah Langsa - Kuala Simpang S-D (Kecepatan-Kepadatan), dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,198$). V-D (Volume-Kepadatan), dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,988$). V-D (Volume-Kecepatan) dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,537$). Untuk arah Kuala Simpang - Langsa S-D (Kecepatan-Kepadatan), dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,999$). V-D (Volume-Kepadatan), dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,991$). V-D (Volume-Kecepatan) dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,209$). Jadi kesimpulan dari penelitian untuk jalan arah Kuala Simpang – Langsa lebih cocok menggunakan model *underwood*. Sedangkan untuk arah Langsa - Kuala Simpang lebih cocok menggunakan model *greenshields*.

Kata Kunci: *Greenshields*, Jalan Raya, Transportasi, *Underwood*.

ABSTRACT

Highways are a very important transportation infrastructure in helping regional development, so that without a smooth flow of transportation it will have a lot of influence in supporting the rate of development which tends to increase community growth. Therefore, a comprehensive road monitoring system is needed in order to find out the problems of congestion on the road. The aim of the research is to obtain the volume, speed and density of traffic and obtain a graph of the relationship between volume, speed and traffic density on the Banda Aceh – Medan STA road. 464+700 to STA. 465+200 Kedai Besi Village, Karang Baru District, Aceh Tamiang Regency. The method used in this research is the greenshields and underwood method. The research results were obtained for the direction Langsa - Kuala Simpang S-D (Speed-Density), with the highest R^2 value ($R^2 = 0.198$). V-D (Volume-Density), with the highest R^2 value ($R^2 = 0.988$). V-D (Volume-Speed) with the highest R^2 value ($R^2 = 0.537$). For the direction Kuala Simpang - Langsa S-D (Speed-Density), with the highest R^2 value ($R^2 = 0,999$). V-D (Volume-Density), with the highest R^2 value ($R^2 = 0.991$). V-D (Volume-Speed) with the highest R^2 value ($R^2 = 0.209$). So the conclusion from the research for the Kuala Simpang – Langsa road is that it is more suitable to use the underwood model. Meanwhile, for the Langsa - Kuala Simpang direction, it is more suitable to use the greenshields model.

Keywords: Greenshields, Highways, Transportation, Underwood.

Submitted:
23 November 2023

Reviewed:
15 Desember 2023

Revised
22 Januari 2024

Published:
01 August 2024

PENDAHULUAN

Jalan raya adalah suatu prasarana transportasi yang sangat penting dalam membantu pengembangan wilayah, sehingga tanpa adanya arus transportasi yang lancar maka akan banyak memberikan pengaruh di dalam menunjang laju pembangunan yang cenderung meningkatkan pertumbuhan masyarakat (Saputra & Savitri, 2021). Karena dengan adanya jalan raya maka akan banyak dicapai kemudahan-kemudahan dalam keseimbangan guna meningkatkan taraf

hidup antar daerah. Perkembangan suatu kota selain ditandai dengan bertambahnya jumlah penduduk juga adanya peningkatan sarana transportasi, berupa bertambahnya jumlah kendaraan bermotor sebagai salah satu sarana masyarakat perkotaan untuk melakukan aktifitas sehari-hari (Azka & Mardi, 2020). Dan seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor maka diperlukan peningkatan ruas jalan yang ada ataupun modifikasi ruas jalan yang sudah ada sebelumnya.

Kota Kuala Simpang sebagai salah satu kota yang memiliki banyaknya jumlah volume kendaraan bermotor. Seiring dengan perkembangan waktu yang ada, beberapa ruas jalan arteri seringkali tidak sanggup menampung mobilitas kendaraan yang melaluinya, Maka dari itu diperlukan sistem pemantauan badan jalan secara menyeluruh agar dapat diketahui dengan lebih dini problem kemacetan yang ada di ruas jalan terutama jalan arteri primer dan arteri sekunder (Desmi et al., 2019; Widari et al., 2021). Melihat kondisi lalu lintas diruas jalan Banda Aceh – Medan STA. 464+700 s/d STA. 465+200 Desa Kedai Besi Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang. Dikarenakan ada permasalahan lalu lintas tentang masalah penyempitan badan jalan dari 2 (dua) jalur ke 1 (satu) jalur maka terjadinya volume kepadatan lalu lintas yang terjadi. Sehingga dampak yang ditimbulkan adalah terjadinya perlambatan kecepatan dan penumpukan jumlah kendaraan yang ada pada ruas jalan tersebut. Untuk itu diperlukan adanya penanganan jumlah ruas jalan yang ada sehingga masyarakat pengguna jalan dapat memiliki kemudahan akses jalan dengan lebih nyaman dan aman (Fadilah, 2023). Dalam perencanaan sistem operasional angkutan, karakteristik lalu lintas akan mencerminkan sifat-sifat aliran kendaraan dan penumpang secara kualitatif dan kuantitatif pada sistem tersebut (Tamin, 1992). Terdapat 3 (tiga) karakteristik lalu lintas pada suatu penggal jalan yang dijadikan parameter untuk menganalisis perilaku lalu lintas yang bergerak di atasnya yaitu volume kecepatan dan kepadatan arus lalu lintas (Fauzan, 2021), keamanan, kenyamanan, biaya, *headway* dan lain sebagainya. (Abdi et al., 2019) Penyempitan jalan merupakan kondisi suatu jalan yang dimana mengalami perbedaan kapasitas jalan sebelum dan sesudah penyempitan, hal ini diakibatkan oleh adanya perubahan arus, kecepatan dan kerapatan (Widari et al., 2021).

Adapun tujuan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Mendapatkan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada jalan Banda Aceh – Medan STA. 464+700 s/d STA. 465+200 Desa Kedai Besi Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang.
2. Mendapatkan grafik hubungan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada jalan Banda Aceh – Medan STA. 464+700 s/d STA. 465+200 Desa Kedai Besi Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimanakah menghitung volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada jalan Banda Aceh – Medan STA. 464+700 s/d STA. 465+200 Desa Kedai Besi Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang.
2. Bagaimanakah grafik hubungan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada jalan Banda Aceh – Medan STA. 464+700 s/d STA. 465+200 Desa Kedai Besi Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang.

Adapun manfaat dalam penelitian ini, yaitu :

1. Dapat menjadi rujukan untuk instansi terkait mengenai kondisi jalan di Ruas Jalan Banda Aceh – Medan STA. 464+700 s/d STA. 465+200 Desa Kedai Besi Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dan pertimbangan bagi peneliti selanjutnya, khususnya untuk mahasiswa teknik sipil mengenai masalah lalu lintas.

METODE PENELITIAN

Menggunakan 2 metode *Greenshields* dan *Underwood* yaitu:

Metode *Greenshields*

Greenshields, menurut (Hakim, 2017; Saputra & Savitri, 2021), merumuskan bahwa hubungan matematis antara Kecepatan-Kepadatan diasumsikan linier, seperti yang dinyatakan dengan persamaan (1).

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

D_j = kepadatan pada kondisi arus lalu lintas macet total (kendaraan/km)

S_{ff} = kecepatan pada kondisi arus lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kepadatan mendekati 0 (nol) atau kecepatan arus bebas (km/jam)

S = Kecepatan rata-rata(km/jamm)

D = Kepadatan (kend/km)

Metode *Underwood*

Underwood menurut (Afandi, 2022; Wibisana & Utono, 2019), mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara Kecepatan-Kepadatan bukan merupakan fungsi linier melainkan fungsi Logaritmik. Persamaan dasar model Underwood dapat dinyatakan melalui persamaan (2).

$$S = S_{ff} \cdot e^{-\frac{D}{D_m}} \dots\dots\dots(2)$$

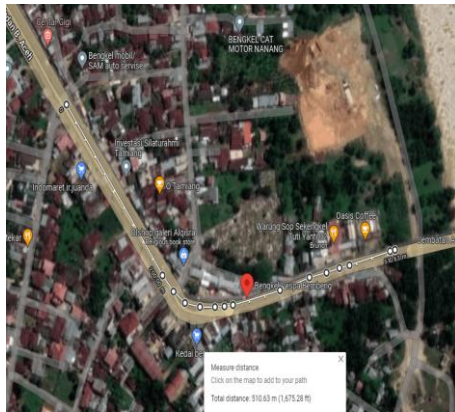
Dimana:

S_{ff} = kecepatan arus bebas

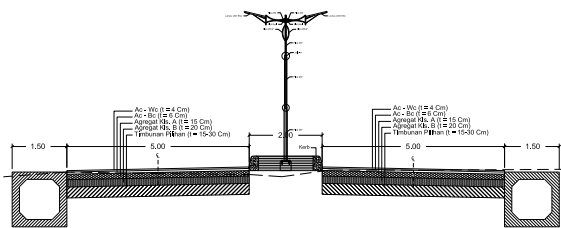
D_m = kepadatan pada kondisi arus maksimum (kapasitas).

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan berada di jalan Banda Aceh-Medan STA. 464+700 s/d STA. 465+200 Desa Kedai Besi Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang. Merupakan jalan lintas sumatera pantai timur yang menghubungkan kota Banda Aceh dengan kota-kota lain di pulau sumatera. Ruas jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota propinsi, dan jalan strategis nasional di seputaran daerah Desa Kedai Besi Kecamatan Karang Baru Kabupaten Aceh Tamiang. Dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.

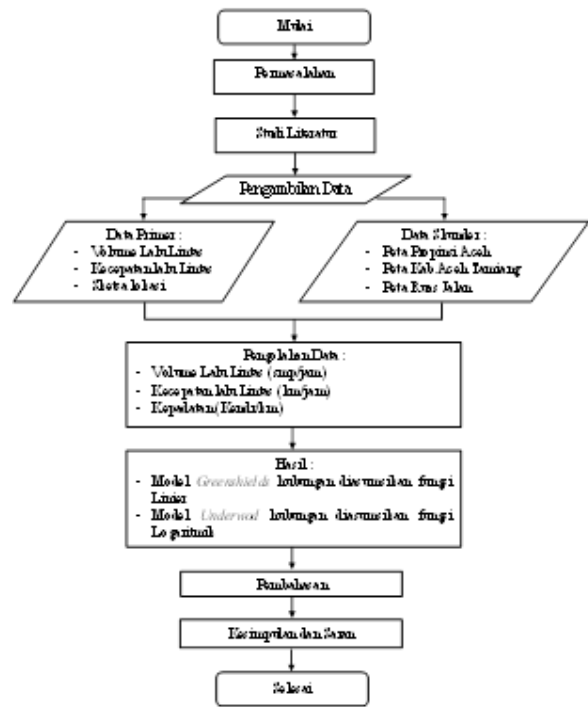


Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Potongan cross section

Bagan alir penelitian



Gambar 3. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Lalu Lintas

Perhitungan besarnya volume kendaraan untuk semua kendaraan yang melintas dilakukan pengamatan persetiap 15 menit. Interval waktu yang diamati selama 2 jam dalam 7 hari untuk arah Kota Langsa – Kuala Simpang dan arah Kuala simpang – Kota Langsa. Hasil pengolahan data hari senin diperoleh volume lalu lintas rata-rata yang dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data volume lalu lintas rata - rata

Waktu Pengamatan	Jenis Kendaraan											Volume Peng SMP		
	Sepeda Motor (SM)		Mobil Penumpang (MP)		Bus Kecil (BK)		Bus Besar (BB)		Truk (T)		Becak Mesin (BM)		Peng.	SMP
	Peng.	SMP	Peng.	SMP	Peng.	SMP	Peng.	SMP	Peng.	SMP	Peng.	SMP		
6,30 - 6,45	332	66,4	24	24	9	11,7	0	0	9	14	10	5	384	121
6,45 - 7,00	361	72,2	27	27	8	10,4	0	0	12	18	12	6	420	134
7,00 - 7,15	401	80,2	47	47	10	13	1	1,8	13	20	26	13	498	175
7,15 - 7,30	482	96,4	71	71	12	15,6	0	0	15	23	24	12	604	218
7,30 - 7,45	372	74,4	64	64	16	20,8	0	0	17	26	23	12	492	196
7,45 - 8,00	300	60	59	59	18	23,4	0	0	19	29	12	6	408	177
8,00 - 8,15	339	67,8	63	63	13	16,9	0	0	15	23	14	7	444	177
8,15 - 8,30	319	63,8	57	57	12	15,6	0	0	14	21	18	9	420	166
12,00 - 12,15	442	88,4	90	90	8	10,4	0	0	21	32	22	11	583	231
12,15 - 12,30	453	90,6	82	82	11	14,3	0	0	14	21	14	7	574	215
12,30 - 12,45	398	79,6	77	77	12	15,6	0	0	23	35	15	7,5	525	214
12,45 - 13,00	318	63,6	68	68	17	22,1	1	1,8	18	27	12	6	434	189
13,00 - 13,15	276	55,2	69	69	15	19,5	0	0	26	39	11	5,5	397	188
13,15 - 13,30	365	73	63	63	12	15,6	0	0	20	30	14	7	474	189
13,30 - 13,45	362	72,4	59	59	11	14,3	0	0	21	32	20	10	473	187
13,45 - 14,00	385	77	63	63	12	15,6	0	0	12	18	22	11	494	185
16,30 - 16,45	420	84	59	59	8	10,4	0	0	19	29	21	11	527	192
16,45 - 17,00	525	105	64	64	10	13	0	0	22	33	17	8,5	638	224
17,00 - 17,15	567	113,4	57	57	12	15,6	0	0	26	39	9	4,5	671	230
17,15 - 17,30	643	128,6	70	70	16	20,8	1	1,8	23	35	14	7	767	263

Waktu Pengamatan	Jenis Kendaraan												Volume			
	Sepeda		Mobil		Bus		Bus		Truk		Becak		Peng	SMP		
	Motor		Penumpang		Kecil		Besar				Mesin					
	(SM)		(MP)		(BK)		(BB)		(T)		(BM)					
Peng.	SMP	Peng.	SMP	Peng.	SMP	Peng.	SMP	Peng.	SMP	Peng.	SMP					
17,30	-	17,45	554	110,8	79	87	19	24,7	0	0	18	27	12	6	682	256
17,45	-	18,00	498	99,6	65	64	21	27,3	0	0	24	36	9	4,5	617	231
18,00	-	18,15	389	77,8	60	60	15	19,5	0	0	23	35	17	8,5	504	200
18,15	-	18,30	368	73,6	61	61	13	16,9	0	0	14	21	13	6,5	469	179

(sumber: hasil analisis, 2023)

Kecepatan Lalu Lintas

Rekapitulasi data kecepatan lalu lintas rata – rata pada hari senin yang diperoleh dari hasil

perhitungan dengan menggunakan metode statistik dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi data kecepatan lalu lintas rata – rata dengan metode statistik

Golongan Kecepatan (km/jam)	Mean Speed (km/jam)	Jumlah Kendaraan (frekuensi)	Persen Distribusi (%)	Persen Komulatif (%)	Mean x Frekuensi (km/jam)
(L)	(L + i)				
34,43 - 35,87	35,15	3	12,50	12,50	105,44
35,88 - 37,32	36,60	4	16,67	29,17	146,41
37,33 - 38,78	38,06	3	12,50	41,67	114,17
38,79 - 40,23	39,51	7	29,17	70,83	276,58
40,24 - 41,69	40,97	4	16,67	87,50	163,87
41,70 - 43,14	42,42	3	12,50	100,00	127,26
Jumlah		24	100,00		933,74
Rata - Rata					38,91

(sumber: hasil analisis, 2023)

Interval waktu yang diamati selama 2 jam dalam 7 hari untuk arah Kota Langsa – Kuala Simpang dan arah Kuala simpang – Kota Langsa.

Menentukan banyak kelas interval

$$K = 1 + 3,3 \text{ Log } n$$

$$K = 1 + 3,3 \text{ Log } 24$$

$$K = 5,555 = 6 \text{ Kelas}$$

Menentukan panjang Rentang

$$R = H - L$$

$$H = 43,09$$

$$L = 34,43$$

$$R = 43,09 - 34,43 = 8.67$$

Panjang interval dapat ditentukan dengan rumus :

$$i = R / k$$

$$= 5,555 / 8,67 = 1,445$$

Menentukan batas kelas

$$baa = bba + i,$$

$$baa = 34,43 + 1,445 = 35,9$$

Hubungan Matematis Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas

Mengetahui hubungan matematis volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas dilakukan dengan menggunakan perhitungan analisis regresi-linier untuk model *Greenshields*, dan *Underwood* tabel 3 di bawah, sedangkan Grafik hubungan matematis volume, kecepatan dan kepadatan Lalu Lintas untuk model *Grenshilds*, dan *Underwood* dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.

Tabel 3. Kecepatan dan kepadatan rata-rata dengan metode regresi-linear (Model *Greenshields*)

No.	Periode	V (Xi.Yi) (smp/15 mnt)	S = Yi (km/jam)	D = V/S = Xi	(Xi) ²	Keterangan
		1	2	3 = (1)/(2)	4 = (3) ²	
1	6,30 - 6,45	116,48	37,89	3,07	9,45	Data Kecepatan Dan Kepadatan (Model Greenshilds), Hari Senin - Jum'at, Pos 1 Depan FS Coffe, Cuaca Cerah, Arah Langsa - Kuala Simpang
2	6,45 - 7,00	129,34	36,45	3,55	12,59	
3	7,00 - 7,15	172,42	36,35	4,74	22,50	
4	7,15 - 7,30	209,04	37,70	5,54	30,75	
5	7,30 - 7,45	188,92	38,73	4,88	23,79	
6	7,45 - 8,00	176,48	40,17	4,39	19,30	
7	8,00 - 8,15	177,64	40,78	4,36	18,97	
8	8,15 - 8,30	168,06	40,02	4,20	17,63	
9	12,00 - 12,15	211,54	39,70	5,33	28,39	
10	12,15 - 12,30	207,76	40,93	5,08	25,77	
11	12,30 - 12,45	198,68	41,18	4,82	23,28	
12	12,45 - 13,00	186,38	41,05	4,54	20,62	
13	13,00 - 13,15	184,14	40,81	4,51	20,36	

No.	Periode		V (Xi.Yi) (smp/15 mnt)	S = Yi (km/jam)	D = V/S = Xi	(Xi) ²	Keterangan
	1	2	1	2	3 = (1)/(2)	4 = (3) ²	
14	13,15	-	13,30	186,16	40,09	4,64	21,56
15	13,30	-	13,45	185,86	39,51	4,70	22,13
16	13,45	-	14,00	189,36	40,22	4,71	22,17
17	16,30	-	16,45	188,42	36,65	5,14	26,42
18	16,45	-	17,00	212,96	36,58	5,82	33,90
19	17,00	-	17,15	226,54	34,86	6,50	42,24
20	17,15	-	17,30	252,28	35,16	7,17	51,47
21	17,30	-	17,45	255,26	38,06	6,71	44,99
22	17,45	-	18,00	222,36	38,28	5,81	33,74
23	18,00	-	18,15	196,24	38,77	5,06	25,62
24	18,15	-	18,30	188,88	38,03	4,97	24,67
Jumlah			4632,20	929,97	120,26	622,31	
Rata-rata				38,67	5,01		

Model Greenshields

$$B = \frac{N \sum (Xi Yi) - \sum Xi \cdot \sum Yi}{N \sum (Xi)^2 - (\sum Xi)^2}$$

$$A = \bar{Y} - B \bar{X} = \frac{(24) \cdot (4632,20) - (120,26) \cdot (929,97)}{(24) \cdot (622,31) - (120,96)^2} = -1,39$$

A = (38,67) - (-1,39) \cdot (5,01) = 45,65
 Dengan menggunakan nilai S_{ff} dan D_j, maka dapat ditentukan hubungan matematis antara parameter sebagai berikut :

-Hubungan Kecepatan-Kepadatan: S = 45,65 - 1,39 D

$$R^2 = 1 - \frac{(71,11)}{(84,45)} = 0,158$$

Hubungan Volume-Kepadatan: V = 45,65 D - 1,39 D²

$$R^2 = 1 - \frac{(1448,436)}{(115518,62)} = 0,987$$

Hubungan Volume-Kecepatan: V = 32,74 S - 0,718 S²

$$R^2 = 1 - \frac{(53131,71)}{(115518,62)} = 0,540$$

$$D_M = \frac{32,74}{2} = 16,37 \text{ smp/km}$$

$$S_M = \frac{45,65}{2} = 22,83 \text{ smp/km}$$

$$V_M = \frac{(32,74) \cdot (45,65)}{5} = 298,90 \text{ smp/km}$$

Tabel 4. Nilai koefisien determinasi (R²) hubungan matematis antara volume, kecepatan dan kepadatan arah Langsa – Kuala Simpang.

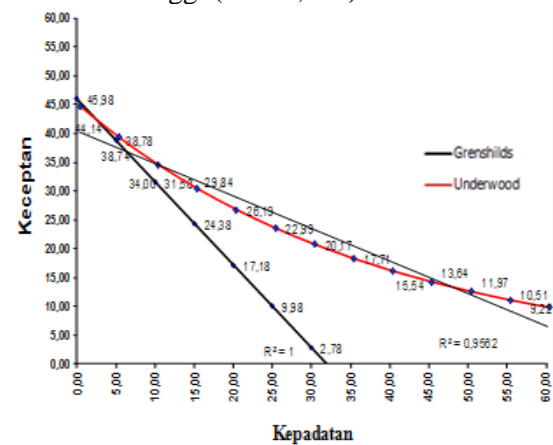
Model	Greenshields (R ²)	Underwood (R ²)
S-D	0,158	0,198
V-D	0,987	0,988
V-S	0,537	0,066

Tabel 5. Nilai koefisien determinasi (R²) hubungan matematis antara volume, kecepatan dan kepadatan arah Kuala Simpang - Langsa.

Model	Greenshields (R ²)	Underwood (R ²)
S-D	0,999	0,988

V-D	0,991	0,989
V-S	0,209	0,147

Hasil penelitian didapatkan untuk arah Langsa - Kuala Simpang S-D (Kecepatan-Kepadatan), dengan nilai R² tertinggi (R² = 0,198). V-D (Volume-Kepadatan), dengan nilai R² tertinggi (R² = 0,988). V-D (Volume-Kecepatan) dengan nilai R² tertinggi (R² = 0,537). Untuk arah Kuala Simpang - Langsa S-D (Kecepatan-Kepadatan), dengan nilai R² tertinggi (R² = 0, 0,999). V-D (Volume-Kepadatan), dengan nilai R² tertinggi (R² = 0,991). V-D (Volume-Kecepatan) dengan nilai R² tertinggi (R² = 0,209).



Gambar 3. Grafik hubungan matematis kecepatan – kepadatan untuk model *Greenshields*, dan *Underwood*

Analisis hubungan matematis antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas dengan menggunakan model *Greenshields*, dan *Underwood*. Grafik hubungan matematis volume, kecepatan dan kepadatan Lalu Lintas untuk model *Greenshields*, dan *Underwood* arah Langsa - Kuala Simpang dapat dilihat pada gambar 3.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data untuk kedua arah lalu lintas, hubungan antara volume-

kepadatan, kecepatan-kepadatan dan volume-kecepatan untuk masing-masing arah nilai koefisien determinasi (R^2) memenuhi persyaratan sesuai dengan perencanaan.

Berdasarkan hasil perhitungan, untuk arah Langsa - Kuala Simpang maka didapat:

1. Model *Underwood* mendominasi model yang terbaik untuk jalan arah Kuala Simpang – Langsa, dengan nilai hubungan matematis antara S-D (Kecepatan-Kepadatan) dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,198$), V-D (Volume-Kepadatan) dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,988$), V-D (Volume-Kecepatan) dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,537$), maka model yang cocok untuk jalan arah Kuala Simpang – Langsa adalah model *underwood*.
2. Model *greenshields* mendominasi model yang terbaik untuk jalan arah Langsa - Kuala Simpang, dengan nilai hubungan matematis antara S-D (Kecepatan-Kepadatan) dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0, 0,999$), V-D (Volume-Kepadatan) dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,991$), V-D (Volume-Kecepatan) dengan nilai R^2 tertinggi ($R^2 = 0,209$), maka model yang cocok untuk jalan arah Langsa - Kuala Simpang adalah model *Greenshields*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, G. N., Priyanto, S., & Malkamah, S. (2019). Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman. *Teknisia*, XXIV(1), 55–64. <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol24.iss1.art6>
- Afandi, K. (2022). *Pengaruh Penyempitan Badan Jalan dan Karakteristik Lalulintas di Ruas Jalan Cemara Kota Medan dengan Menggunakan Metode Greenshields dan Greenberg (Studi Kasus)* [Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara]. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/18948>
- Azka, C. N., & Mardi, R. (2020). Pemodelan Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Pada Jalan Soekarno Hatta Kota Banda Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(Juni), 42–50.
- Desmi, A., Widari, L. A., & Yanti, R. (2019). Efektifitas Model Karakteristik Arus Lalu Lintas pada Ruas Jalan Simpang 4 Bireun (Perbandingan dengan Metode Greenshield, Greenberg, Underwood). *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 19–28. <https://doi.org/10.29103/TJ.V9I1.178>
- Fadilah, R. (2023). *Analisis Hubungan Volume, Kecapatan, dan Kepadatan Lalu Lintas pada Ruas Jalan Raya Kletek Sidoarjo dengan Metode Grennberg dan Greenshield* (Vol. 20) [UPN Veteran Jawa Timur]. <https://repository.upnjatim.ac.id/16081/>
- Fauzan, M. R. (2021). Analisis Pemilihan Moda Transportasi Darat Dalam Pola Pergerakan Barang Rute Medan-Banda Aceh (Studi Kasus). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik*, 1, 1–58. <https://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/739>
- Hakim, L. (2017). Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan Pada Jalan Raya Pajajaran KM 5 Arah Sukasari-Baranangsiang dengan Menggunakan Model Greenberg. *Astonjadro*, 6(2), 87–96. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.V6I2.2265>
- Saputra, B., & Savitri, D. (2021). Analisis Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu-Lintas Berdasarkan Model Greenshield, Greenberg dan Underwood. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 5(1), 43–60. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v5i1.8742>
- Tamin, O. Z. (1992). Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalulintas di Ruas Jalan H.R. Rasuna Said (Jakarta). *Jurnal Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil ITB, ISSN: 0853–2982.*, 5, 1–11.
- Wibisana, H., & Utono, N. (2019). Pemetaan Kecepatan dan Kerapatan Lalu Lintas di Ruas Jalan Arteri Kota Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 121–145. <https://doi.org/10.28932/jts.v12i2.1420>
- Widari, L. A., Akbar, S. J., & Fajar, R. (2021). Analisis Tingkat Pelayanan Jalan (Studi Kasus Jalan Medan –Banda Aceh km 254+800 s.d km 256+700). *Teras Jurnal*, 5(2), 89–98. <https://doi.org/10.29103/tj.v5i2.11>