

ANALISA KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS DENGAN MODEL METODE GREENSHIELDS GREENBERG UNDERWOOD PADA RUAS JALAN A. H. NASUTION MEDAN JOHOR STA 3+350 S/D 3+

Marwan Lubis¹⁾, Hamidun Batubara²⁾, Muhammad Fayyadh Athaya³⁾

^{1),2)}Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara

³⁾Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara

marwanlubis@gmail.com; mfayyadhathaya@gmail.com

Abstrak

Analisa dilakukan mengetahui bagaimana karakteristik jalan A.H. Nasution dengan melihat hubungan volume, kepadatan, kecepatan menggunakan model greenshields, greenberg, underwood dikarenakan berdasarkan probabilitas, di jalan A.H. Nasution adanya berbagai kendaraan, kemungkinan akan terjadi permasalahan lalu lintas kedepan dan bagaimana ruas jalan mampu mengantisipasi lonjakan pertumbuhan kedepan maka diperlukan karakteristik jalan dari sekarang. Arah underpass ke fly over, Model greenshields, greenberg, underwood hari sabtu merupakan model yang terbaik hubungan V-D dengan nilai $R^2 = 0,983$. Arah fly over ke underpass, Model greenshields, greenberg, underwood hari sabtu merupakan model yang terbaik hubungan V-D dengan nilai yaitu $R^2 = 0,988$. Hasil perhitungan dengan model greenshields, greenberg, underwood, bahwan model greenshields memiliki hasil untuk Vm, Sff, Dj, sementara untuk model greenberg memiliki hasil Vm dan Dj, untuk Sff didapat hasil ∞ (tidak terbatas), kemudian untuk model underwood memiliki hasil untuk Vm dan Sff, untuk Dj didapat hasil ∞ (tidak terbatas). Arah underpass ke fly over menggunakan model greenshields hari selasa, Dm 34,386, Sm 23,733, Hd 29,17, Sp 26,17, menghasilkan Vm 813,69 smp/jam. Kemudian, arah fly over ke underpass menggunakan model greenshields hari selasa, Dm 35,734, Sm 23,036, Hd 27,98 dan Sp 24,98, menghasilkan Vm 823,16 smp/jam. kondisi ini yang diharapkan dimana arus lalu lintas bergerak.

Kata Kunci : Greenshields, Greenberg, Underwood, Vmaks, Kepadatan

I. PENDAHULUAN

Jalan A. H. Nasution medan johor merupakan jalan arteri yang sudah pasti fungsinya sudah sangat diperlukan untuk aktivitas transportasi dari banyaknya kegiatan kanan kiri dari ruas jalan ini yang akan mengakibatkan yang namanya kepadatan dan menurunnya kecepatan kendaraan pada ruas jalan, hal ini yang membuat saya mengangkat judul ini untuk diteliti lebih lanjut dikarenakan didaerah ini akan ada peningkatan aktivitas kanan kiri kedepan jalan, mulai pedagang kaki lima, footcourt, secara lalu lintas ini akan menghambat laju lalu lintas. Mengingat wilayah medan johor merupakan kawasan padat penduduk, ini berpeluang akan bertambahnya aktivitas pada kana kiri jalan yang berpengaruh pada jalan ini terlebih saat pagi atau sore hari.

Berdasarkan probabilitas, di jalan A.H. Nasution adanya berbagai macam kendaraan, mulai dari sepeda motor, mini bus, truk trailer, dari semua jenis kendaraan tadi maka kemungkinan akan terjadi permasalahan lalu lintas kedepan dan bagaimana ruas jalan itu mampu mengantisipasi lonjakan pertumbuhan kedepan maka diperlukan karakteristik jalan tersebut dari sekarang.

1.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana persamaan antara kecepatan-kepadatan, volume-kecepatan, dan volume-kepadatan?
1. Berapa nilai arus bebas dan kepadatan pada kondisi macet total?

2. Bagaimana kondisi lalu lintas dapat terjadi pada volume maksimum?

1.2 Batasan Masalah

Penelitian saya ini memiliki arah yang jelas, karena mengarah pada tujuan penelitian dan upaya untuk menghindari penelitian yang membahas terlalu besar, maka saya membatasi dengan menitik beratkan:

1. Lokasi survei terletak pada ruas jalan A.H.Nasution medan depan kantor Bank BNI Syariah sampai Rumah makan Padang Raya.
2. Penelitian ini mengambil ruas terpanjang setelah u-turn hingga sampai ke u- turn berikutnya sepanjang 500 meter.
3. Survei dilaksanakan selama 3 hari, 2 hari pada hari kerja (puncak/sibuk/padat) yaitu (senin dan sabtu) dan 1 hari pada hari biasa (Selasa).
4. Pengamatan dan pengumpulan data volume dan kecepatan kendaraan pada waktu pagi hari (07:00) s/d (10:00), siang hari (11:00) s/d (13:00), sore hari (15:00) s/d (18:00) dan dilakukan pencatatan dengan step (interval) waktu 15 menit.
5. kendaraan meliputi kendaraan kendaraan ringan, kendaraan berat menengah, dan sepeda motor.
6. Metode untuk mengambil kecepatan kendaraan menggunakan kecepatan perjalanan (over all speed), dengan menggunakan sampel yang memiliki smp 1 (satu) yaitu kendaraan ringan.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui persamaan antara kecepatan-kepadatan, volume-kecepatan, dan volume-kepadatan.
2. Mengetahui berapa nilai arus bebas dan kepadatan pada kondisi macet total.
3. Bagaimana kondisi lalu lintas dapat terjadi pada volume maksimum.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Volume Kendaraan

Volume kendaraan adalah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan pada ruas jalan sepanjang satuan panjang. Volume kendaraan ini meliputi kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor.

2.2 Kecepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan adalah jarak perpindahan kendaraan ke tujuan yang biasanya menggunakan satuan meter per detik (m/s).

Kepadatan

Kepadatan kendaraan adalah jumlah atau banyaknya kendaraan yang menempati suatu ruas jalan dengan satuan (smp/km).

$$D = \frac{V}{S}$$

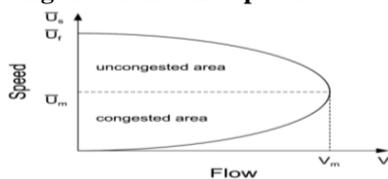
dimana :

D = Kepadatan lalu lintas (smp/km)

V = Volume lalu lintas (smp/jam)

S = Kecepatan kendaraan (km/jam)

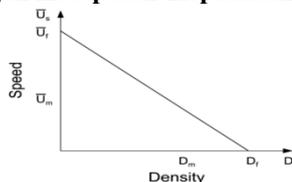
2.3 Hubungan Volume-Kecepatan



Gambar 1. Grafik hubungan volume- kecepatan

Hubungan volume-kecepatan ini adalah pada saat volume mendekati nol maka kecepatan berada pada kecepatan arus bebas, ketika volume meningkat maka kecepatan mulai menurun pada sampai \$v_m\$, volume menurun, kecepatan juga menurun.

2.4 Hubungan Kecepatan-Kepadatan



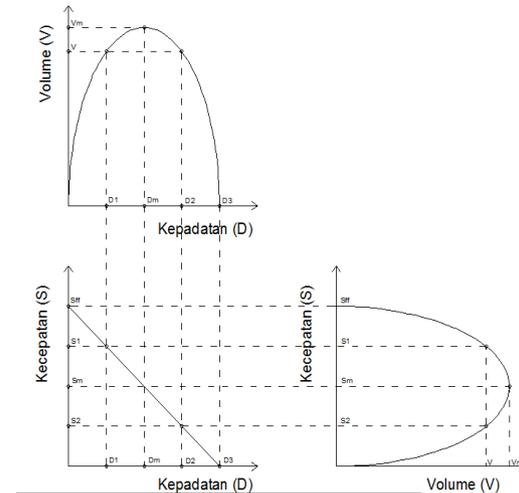
Gambar 2. Grafik hubungan kecepatan - kepadatan

Hubungan Kecepatan-Kepadatan ini adalah ketika kepadatan mendekati nol maka kecepatan berada pada posisi arus bebas, ketika kepadatan meningkat, kecepatan mulai menurun hingga sampai pada titik

kecepatan sudah mendekati nol dan kepadatan macet total.

2.5 Hubungan Volume-Kepadatan

Hubungan Volume-Kepadatan ini adalah ketika volume mendekati nol maka kepadatan juga mendekati nol memiliki arti bahwa lokasi pengamatan tidak ada kendaraan yang lewat. Kemudian volume meningkat maka kepadatan juga mulai meningkat hingga sampai \$v_m\$ terjadinya yang namanya kepadatan kritis atau sudah mulai ada antrian kendaraan.



Gambar 3. Hubungan volume - kepadatan

2.6 Model Greenshields

Greenshields menjadikan bahwa hubungan matematis antara S-D diasumsikan linier.

Dengan persamaan berikut:

$$S = Sff - \frac{Sff}{D_j} \cdot D$$

Tabel 1. Persamaan Model Greenshields

Hubungan	Persamaan
S-D	$S = Sff - \frac{Sff}{D_j} \cdot D$
V-D	$V = D \cdot Sff - \frac{Sff}{D_j} \cdot D^2$
V-S	$V = D_j \cdot S - \frac{D_j}{Sff} \cdot S^2$

2.7 Model Greenberg

Greenberg menjadikan bahwa hubungan matematis antara S-D fungsi logaritma. Dengan persamaan berikut:

$$D = C \cdot e^{-bS}$$

Tabel 2. Persamaan Model Greenberg

Hubungan	Persamaan
S-D	$S = Sm Ln \frac{C}{D}$
V-D	$V = DSm Ln \frac{C}{D}$
V-S	$V = S.C. e^{\frac{-S}{Sm}}$

2.8 Model Underwood

Underwood menjadikan bahwa hubungan matematis S-D fungsi eksponensial. Dengan persamaan berikut:

$$S = Sff. e^{\frac{-D}{Dm}}$$

Tabel 3. Persamaan Model Underwood

Hubungan	Persamaan
S-D	$S = Sff. e^{\frac{-D}{Dm}}$
V-D	$V = D. Sff. e^{\frac{-D}{Dm}}$
V-S	$V = SDm Ln \frac{Sff}{S}$

2.9 Headway dan Spacing

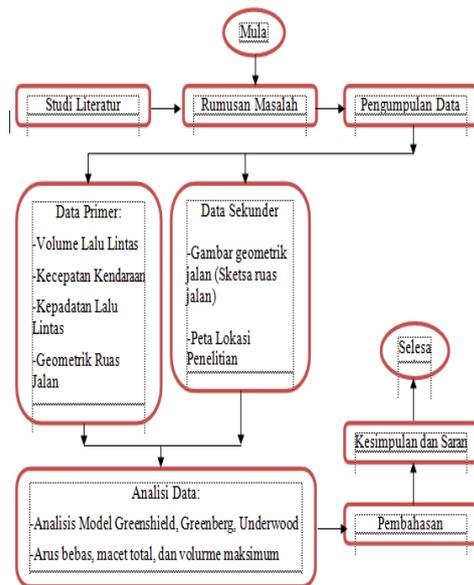
Headway adalah jarak antara bumper depan kendaraan ke bumper kendaraan yang ada dibelakang dengan satuan meter. Spacing adalah jarak bumper belakang kendaraan ke bumper depan kendaraan yang ada dibelakang dengan satuan meter. Dengan persamaan headway berikut:

$$Hd = \frac{1}{D} = \frac{L}{N} \tag{2,4}$$

Dengan persamaan spacing berikut:

$$Sp = Hd - \rho \tag{4,5}$$

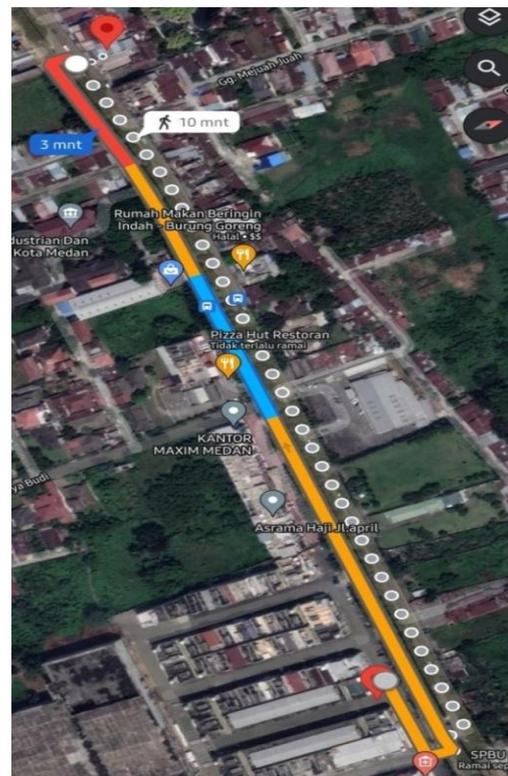
III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 4. Diagram Alir penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan A.H Nasutio medan dengan ruang lingkup sepanjang 500 meter dari kantor BNI Syariah sampai rumah makan padang. Sket lokasi diperlukan untuk mendukung pemahaman yang lebih baik dengan memperlihatkan penggal jalan yang ditinjau dari u-turn pertama ke u-turn terakhir yang memiliki panjang 500 meter. Survei ini dibatasi hanya sepanjang 500 meter, dari putar balik (u-turn) dekat asrama haji sampai (u-turn) depan rumah makan padang raya. Metode yang digunakan untuk pengambilan kecepatan kendaraan (over all speed) dengan mengikuti kendaraan yang diperlukan data kecepatannya menggunakan sampel kendaraan yang memiliki smp sama dengan 1(satu).

Data geometrik ruas jalan juga diperlukan karena data pendukung untuk mengetahui karakteristik ruas jalan yang diamati. Dengan pengukuran dimulai dengan ukuran median, bahu dalam, lajur jalan, dan bahu luar.



(Sumber: Google maps)

Gambar 5. Peta Lokasi Survei Jalan A.H Nasution

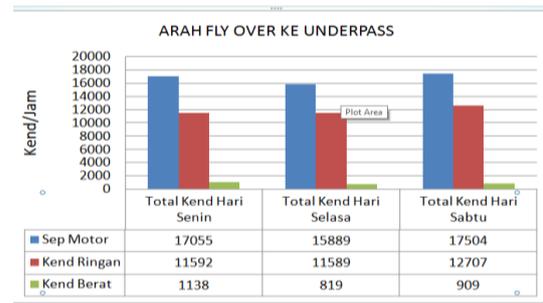
IV. ANALISA DATA

Pengambilan data volume kendaraan dilakukan selama tiga hari dimulai sesi pagi dari pukul 07:00 sampai pukul 10:00 wib, sesi siang dari pukul 11:00 wib sampai pukul 13:00 wib, dan sesi sore dari pukul 15:00 wib sampai pukul 18:00 wib. Untuk pengambilan survei kecepatan dilakukan dengan metode kecepatan perjalanan (over all speed) dengan mengikuti kendaraan yang melintas dari belakang hingga ke titik tujuan.

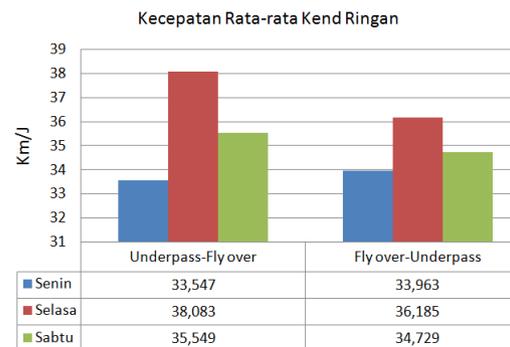
Tabel 4. Hasil volume, kecepatan dan kepadatan.

VOLUME UNDERPASS KE FLY OVER			
SELASA 14/6	V= SMP	S= KM/J	D= V/S
07:00 - 07:15	152,9	45	3,39778
07:15 - 07:30	175,9	41,09	4,28085
07:30 - 07:45	190,75	45,89	4,15668
07:45 - 08:00	199,5	43,23	4,61485
08:00 - 08:15	219,6	41,31	5,3159
08:15 - 08:30	240,85	43,74	5,5064
08:30 - 08:45	302,5	42,8	7,06776
08:45 - 09:00	321,75	41,97	7,66619
09:00 - 09:15	377,25	38,12	9,89638
09:15 - 09:30	496,7	40,3	12,3251
09:30 - 09:45	488,55	39,51	12,3652
09:45 - 10:00	490,4	41,85	11,718
11:00 - 11:15	548,6	42,22	12,9938
11:15 - 11:30	460,5	39,2	11,7474
11:30 - 11:45	567,2	42,92	13,2153
11:45 - 12:00	491,65	43,58	11,2816
12:00 - 12:15	431,55	40,57	10,6372
12:15 - 12:30	532,3	36,49	14,5876
12:30 - 12:45	612,95	39,16	15,6525
12:45 - 13:00	637,35	37	17,2257
15:00 - 15:15	613,3	35,1	17,4729
15:15 - 15:30	647,15	36,94	17,5189
15:30 - 15:45	583,3	32,44	17,9809
15:45 - 16:00	534,3	34,9	15,3095
16:00 - 16:15	521,2	33,25	15,6752
16:15 - 16:30	583,45	34	17,1603
16:30 - 16:45	591,4	29,35	20,1499
16:45 - 17:00	644,15	30,8	20,914
17:00 - 17:15	655,25	36,24	18,0808
17:15 - 17:30	793,6	31,46	25,2257
17:30 - 17:45	753,95	28,27	26,6696
17:45 - 18:00	777	29,94	25,9519
JUMLAH	15636,8	1218,64	433,762
RATA-RATA	488,65	38,0825	13,5551

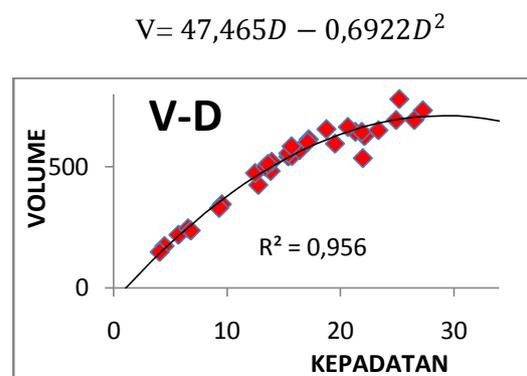
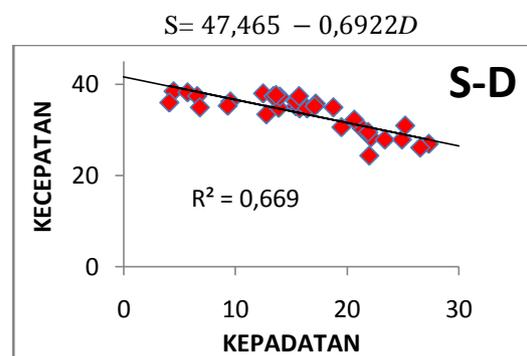
Rekapitulasi hasil volume jalan A. H. Nasution.



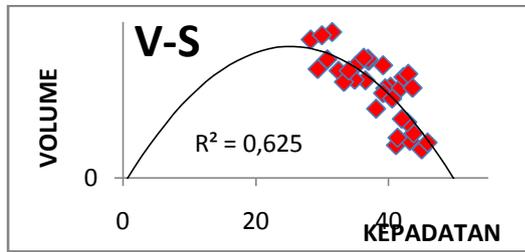
Rekapitulasi hasil kecepatan kendaraan jalan A. H. Nasution.



Grafik model Greenshields

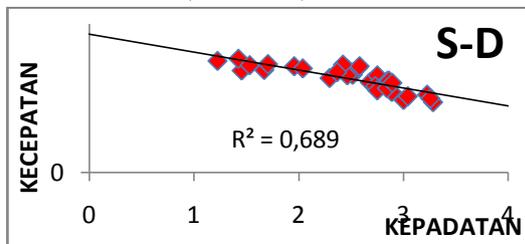


$V = 68,572 S - 1,4446S^2$

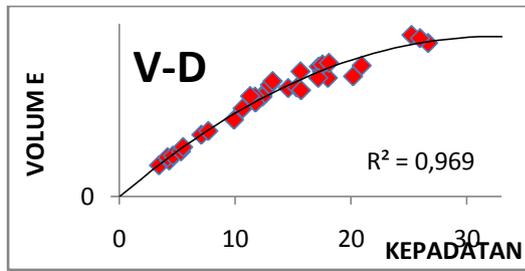


Grafik model Greenberg

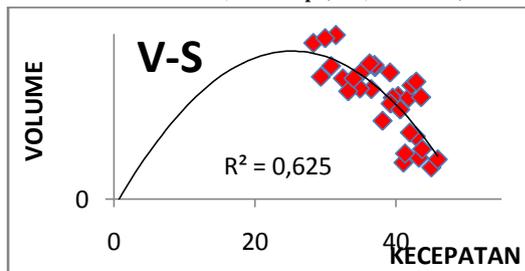
$$S = 55,9777 - 7,23983 \ln D$$



$$V = 55,9777D - 7,23983D \ln D$$

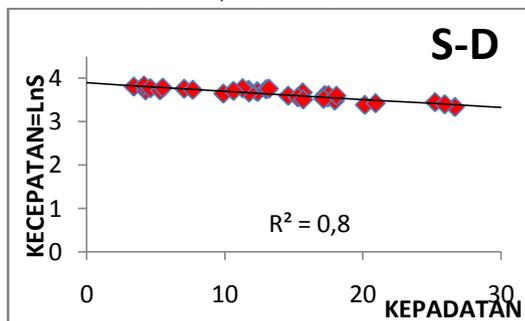


$$S = 2279,96S \exp(-0,13812S)$$

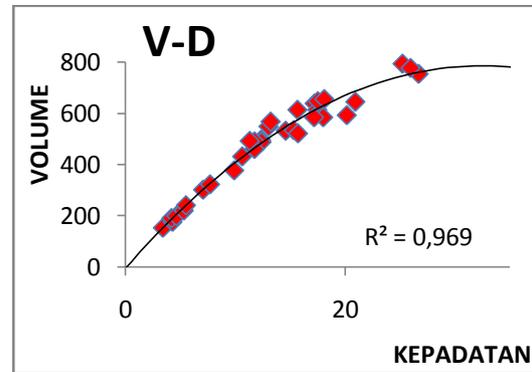


Grafik model Underwood

$$S = 48,76358 \cdot e^{-0,018875 D}$$



$$V = 48,76358 D e^{-0,018875 D}$$



Tabel 5. Rekapitulasi Persamaan Greenshields

ARAH UNDERPASS KE FLY OVER (13 JUNI 2022)		(R ²)
Model	GREENSHIELDS	
S-D	$S = 41,62143 - 0,503683D$	0,669
V-D	$V = 41,62143D - 0,503683D^2$	0,956
V-S	$V = 82,6342S - 1,98538S^2$	0,411
ARAH FLY OVER KE UNDERPASS (13 JUNI 2022)		
S-D	$S = 43,6594 - 0,57187D$	0,669
V-D	$V = 43,6594D - 0,57187D^2$	0,956
V-S	$V = 76,3453S - 1,74865S^2$	0,841
ARAH UNDERPASS KE FLY OVER (14 JUNI 2022)		
S-D	$S = 47,465 - 0,6922D$	0,669
V-D	$V = 47,465D - 0,6922D^2$	0,956
V-S	$V = 68,572S - 1,4446S^2$	0,625
ARAH FLY OVER KE UNDERPASS (14 JUNI 2022)		
S-D	$S = 46,072 - 0,64466D$	0,808
V-D	$V = 46,072D - 0,64466D^2$	0,969
V-S	$V = 71,4676S - 1,55121S^2$	0,669
ARAH UNDERPASS KE FLY OVER (18 JUNI 2022)		
S-D	$S = 45,6839 - 0,61632D$	0,890
V-D	$V = 45,6839D - 0,61632D^2$	0,983
V-S	$V = 74,1239S - 1,6225S^2$	0,760
ARAH FLY OVER KE UNDERPASS (18 JUNI 2022)		
S-D	$S = 45,6451 - 0,61834D$	0,887
V-D	$V = 45,6451D - 0,61834D^2$	0,988
V-S	$V = 73,8194S - 1,61724S^2$	0,716

Tabel 6. Rekapitulasi Persamaan Greenberg

ARAH UNDERPASS KE FLY OVER (13 JUNI 2022)		(R ²)
Model	GREENBERG	
S-D	$S = 48,35957 - 5,551908LnD$	0,498
V-D	$V = 48,35957D - 5,551908DLnD$	0,952
V-S	$V = 6065,93S \exp\left(\frac{-0,180118S}{D}\right)$	0,411
ARAH FLY OVER KE UNDERPASS (13 JUNI 2022)		
S-D	$S = 53,98974 - 7,488092LnD$	0,881
V-D	$V = 53,98974D - 7,488092DLnD$	0,983
V-S	$V = 1353S \exp\left(\frac{-0,133545S}{D}\right)$	0,850
ARAH UNDERPASS KE FLY OVER (14 JUNI 2022)		
S-D	$S = 55,9777 - 7,23983LnD$	0,689
V-D	$V = 55,9777D - 7,23983DLnD$	0,969
V-S	$V = 2279,96S \exp\left(\frac{-0,13812S}{D}\right)$	0,625
ARAH FLY OVER KE UNDERPASS (14 JUNI 2022)		
S-D	$S = 56,99207 - 8,094088LnD$	0,809
V-D	$V = 56,99207D - 8,094088DLnD$	0,969
V-S	$V = 1142,755S \exp\left(\frac{-0,123547S}{D}\right)$	0,682
ARAH UNDERPASS KE FLY OVER (18 JUNI 2022)		
S-D	$S = 55,45922 - 7,569966LnD$	0,769
V-D	$V = 55,45922D - 7,569966DLnD$	0,983
V-S	$V = 1519,624S \exp\left(\frac{-0,132101S}{D}\right)$	0,764
ARAH FLY OVER KE UNDERPASS (18 JUNI 2022)		
S-D	$S = 57,5057 - 8,38162LnD$	0,805
V-D	$V = 57,5057D - 8,38162DLnD$	0,988
V-S	$V = 954,251S \exp\left(\frac{-0,11931S}{D}\right)$	0,771

Tabel 7. Rekapitulasi Persamaan Underwood

ARAH UNDERPASS KE FLY OVER (13 JUNI 2022)		(R ²)
Model	UNDERWOOD	
S-D	$S = 42,82481 \cdot e^{-0,015699D}$	0,648
V-D	$V = 42,82481 D e^{-0,015699D}$	0,952
V-S	$V = 239,3250303S - 63,69911SLnS$	0,411
ARAH FLY OVER KE UNDERPASS (13 JUNI 2022)		

S-D	$S = 44,62435 \cdot e^{-0,0167D}$	0,911
V-D	$V = 44,62435 D e^{-0,0167D}$	0,983
V-S	$V = 227,4399254S - 59,87972SLnS$	0,850
ARAH UNDERPASS KE FLY OVER (14 JUNI 2022)		
S-D	$S = 48,76358 \cdot e^{-0,018875D}$	0,800
V-D	$V = 48,76358 D e^{-0,018875D}$	0,969
V-S	$V = 205,9379249S - 52,98142SLnS$	0,625
ARAH FLY OVER KE UNDERPASS (14 JUNI 2022)		
S-D	$S = 47,17206 \cdot e^{-0,01805D}$	0,814
V-D	$V = 47,17206 D e^{-0,01805D}$	0,969
V-S	$V = 213,501375S - 55,4002SLnS$	0,682
ARAH UNDERPASS KE FLY OVER (18 JUNI 2022)		
S-D	$S = 47,05249 \cdot e^{-0,01779D}$	0,887
V-D	$V = 47,05249 D e^{-0,01779D}$	0,983
V-S	$V = 216,4818488S - 56,2106SLnS$	0,764
ARAH FLY OVER KE UNDERPASS (18 JUNI 2022)		
S-D	$S = 47,18368 \cdot e^{-0,018108D}$	0,899
V-D	$V = 47,18368 D e^{-0,018108D}$	0,988
V-S	$V = 212,8360037S - 55,22402SLnS$	0,716

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan perhitungan dari hasil survei penelitian dilapangan selama tiga hari pada lokasi ruas jalan A.H. Nasution Medan Johor maka diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Hubungan matematis

Arah Underpass ke Fly Over

- Model greenshields pada hari sabtu merupakan model yang terbaik untuk hubungan matematis S-D dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,890$.
- Model greenshields, greenberg, underwood pada hari sabtu merupakan model yang terbaik untuk hubungan matematis V-D dengan koefisien determinasi yang sama yaitu $R^2 = 0,983$.
- Model geenberg, underwood pada hari selasa dan sabtu merupakan model yang terbaik untuk hubungan matematis V-S dengan koefisien determinasi yang sama yaitu $R^2 = 0,764$.

Arah Fly Over ke Underpass

- a. Model underwood pada hari senin merupakan model yang terbaik untuk hubungan matematis S-D dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,911$.
 - b. Model greenshields, greenberg, underwood pada hari sabtu merupakan model yang terbaik untuk hubungan matematis V-D dengan koefisien determinasi yang sama yaitu $R^2 = 0,988$.
 - c. Model greenberg, underwood pada hari selasa dan sabtu merupakan model yang terbaik untuk hubungan matematis V-S dengan koefisien determinasi yang sama yaitu $R^2 = 0,850$.
2. Arus bebas dan kepadatan saat macet total.
Disimpulkan bahwan model greenshields memiliki hasil untuk V_m , S_{ff} , D_j , sementara untuk model greenberg memiliki hasil V_m dan D_j , untuk S_{ff} didapat hasil ∞ (tidak terbatas), kemudian untuk model underwood memiliki hasil untuk V_m dan S_{ff} , untuk D_j didapat hasil ∞ (tidak terbatas)
 3. Kondisi lalu lintas pada volume maksimum.
Disimpulkan untuk dari arah underpass ke fly over menggunakan model greenshields pada hari selasa, kondisi ini yang diharapkan dimana arus lalu lintas bergerak pada kepadatan D_m 34,386, S_m 23,733 dengan H_d sebesar 29,17 dan S_p sebesar 26,17, yang akan menghasilkan V_m sebesar 813,69 smp/jam. Kemudian, untuk dari arah fly over ke underpass menggunakan model greenshields pada hari selasa, kondisi ini yang diharapkan dimana arus lalu lintas bergerak pada kepadatan D_m 35,734, S_m 23,036 dengan H_d sebesar 27,98 dan S_p sebesar 24,98, yang akan menghasilkan V_m sebesar 823,16 smp per jam.

5.2 Saran

Hasil survei lapangan yang telah saya dilakukan memperlihatkan volume lalu lintas yang melewati ruas jalan A. H. Nasution medan tergolong tinggi, hal ini perlu dilakukan kegiatan manajemen lalu lintas oleh instansi daerah sekitar, Dengan hasil ini demikian diharapkan dapat menjadi acuan yang baik untuk mengurangi tingkat kepadatan pada ruas jalan A. H. Nasution medan ini. Untuk hasil survei dari perhitungan perbandingan kapasitas atau volume maksimum dan hubungan karakteristik arus yang lebih baik, alangkah lebih baik dilakukan survei tambahan pada zona lain dari ruas jalan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Tamin, Ofyar. Z., 2008, "*Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu lintas* (Bab 21), ISBN 978-979-1344-22-7.
- [2]. Tamin, Ofyar. Z., 1997, "*Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu lintas* (Edisi 2), ISBN 979-9299-10-1.
- [3]. Farhan sholahudin:Dicky Nurmayadi, "*Analisa Karakteristik Arus Lalu Lintas Dengan Model Greenshield, Greenberg, Dan Underwood Di Ruas Jalan KHZ Musthofa Kota Tasikmalaya*" ISSN 2615-7195.
- [4]. Bagas Saputra dan Dian Savitri,"*Analisa Hubungan Antara Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Llalulintas Berdasarkan Model Greenshield, Greenberg, Dan Underwood*. ISSN 2615-1847"ISSN 2615-1839.
- [5]. Hobbs, F. D. "*Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*" Edisi kedua, UGM
- [6]. Prof, Ir, Leksmono Suryo Putranto, 2015, "*Rekayasa Lalu Lintas*, Edisi ketiga
- [7]. Badan Pusat Statistik Kota medan, Kota medan dalam Angka 2021 (<http://medankota.bps.go.id/>).
- [8]. M isran ramli, Danjte runtulalo, Muralia hustim, S. Hamid al. "*Model Karakteristik Makro Lalu Lintas Heterogen Pada Ruas Jalan Satu Arah Kota Makasar*."
- [9]. Eko nugroho julianto, "*Hubungan Antara Kecepatan, Volume Dan Kepadatan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Silingawi Semarang*."
- [10]. Widodo, W., Wicaksono, N., dan Harwin, H., 2012, "*Analisis Volume, Kecepatan, Dan Kepadatan Lalu Lintas Dengan Motode Greenshields Dan Greenberg*. *Semesta Teknika*, 15(2), 178-184.
- [11]. Morlok, E, K, 1991, "*Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga. Jakarta.
- [12]. NKJI 1997, "*Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*". Binakarya. Direktorat Jendral. Bina marga. Jakarta.