

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA VOLUME, KECEPATAN, DAN KERAPATAN LALU LINTAS DENGAN MODEL *GREENSHIELD*, *GREENBERG*, DAN *UNDERWOOD* PADA RUAS JALAN GEREJA KOTA TANJUNGBALAI

Clara Apriani Siringoringo¹, Muhammad Irwansyah²

^{1,2} Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Asahan, Jl. A. Yani Kisaran, Asahan 20224
Email : ¹aprianiclara@gmail.com

Artikel Info

Artikel Historis :

Terima: 3 Oktober 2022

Terima dan di revisi : 15 Oktober 2022

Disetujui: 20 Oktober 2022

Kata Kunci :

Hubungan Volume, Kecepatan, Kerapatan, *Greenshield*, *Greenberg*, *Underwood*



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International licens

Abstrak

Pergerakan warga masyarakat yg terus meningkat sejalan dengan perkembangan yang terjadi sehingga meningkatnya arus lalu lintas Jalan Gereja merupakan daerah pertokoan dan lebarnya relatif sempit, ini meyebabkan meningkatnya masalah yang timbul sehingga menyebabkan menurunnya kecepatan arus lalu lintas dan menurunnya kapasitas arus lalu lintas yang dilalui oleh jalan tersebut. Studi penelitian yang dilakukan pada ruas jalan Gereja Kota Tanjungbalai dilakukan untuk memperoleh gambaran terhadap pergerakan arus lalu lintas di ruas jalan tersebut dengan menggunakan korelasi antara volume, kecepatan dan kerapatan dengan tiga model, yaitu *Greenshield*, *Greenberg*, *Underwood*. Dari hasil analisa tersebut, diperoleh model Greenberg merupakan pendekatan terbaik untuk ruas jalan Gereja Kota Tanjungbalai dengan koefisien determinan mendekati +1 (nilai $R^2 = 0,514$, dan $R^2 = 0,348$). Model persamaan adalah sebagai berikut :

$$37,287 - 4,927 \ln D \quad (Us - D)$$

$$40,937D - 6,201 D \ln D \quad (Q - D)$$

$$736,329Us e^{(-0,161Us)} \quad (Q - Us)$$

Dari hasil Model Greenberg ini diperoleh volume maksimum terbesar (QM) pada hari Sabtu dan Minggu sebesar 1682,486 smp/jam dan 3524,09 smp/jam , kecepatan maksimum terbesar (UM) pada hari Sabtu dan Minggu sebesar 6,211 km/jam dan 4,940 km/jam dan kepadatan saat macet terbesar (DM) pada hari Sabtu dan Minggu sebesar 270,880 smp/km dan 711,867 smp/km. Ini juga menjadi alasan bahwa Metode Greenberg inilah lebih tepat dalam menganalisis hubungan volume, kecepatan, dan kerapatan arus lalu lintas untuk ruas jalan Gereja Kota Tanjungbalai.

Keywords :

Voltage, *Current*, *Transformer*, *Hysteresis Loss*

Abstract

The movement of community members continues to increase in line with developments that occur so that the increasing traffic flow. Church Street is a shopping area and its width is relatively narrow, this causes increased problems that arise, causing a decrease in the speed of traffic flow and a decrease in the capacity of the traffic flow traversed by the road. Research studies conducted on the Tanjungbalai City Church road were carried out to obtain an overview of the movement of traffic flows on these roads by using the correlation between volume, speed and density with three models, namely *Greenshield*, *Greenberg*, *Underwood*. From the results of this analysis, it is found that the Greenberg model is the best approach for the Tanjungbalai City Church road with a determinant coefficient

close to +1 (value of $R^2 = 0.514$, and $R^2 = 0.348$). The equation model is as follows:

$$37,287 - 4,927 \ln D (Us - D)$$

$$40,937D - 6,201 D \ln D (Q - D)$$

$$736,329Us e^{(-0.161Us)} (Q - Us)$$

From the results of the Greenberg model, the largest maximum volume (QM) on Saturday and Sunday was 1682.486 pcu/hour and 3524.09 pcu/hour, the largest maximum speed (UM) on Saturday and Sunday was 6,211 km/hour and 4,940 km/hour and the highest traffic density (DM) on Saturday and Sunday of 270,880 pcu/km and 711,867 pcu/km. This is also the reason that the Greenberg method is more appropriate in analyzing the relationship between volume, speed, and traffic flow density for the Tanjungbalai City Church road section

PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang mencakup segala bagian jalan, termasuk di dalamnya bangunan pelengkap serta perlengkapan yang diperuntukkan untuk lalu lintas, yg berada pada permukaan tanah, di bagian atas tanah, di bagian bawah permukaan tanah dan/ atau air, serta di bagian atas air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, serta jalan kabel [1]. Pergerakan warga masyarakat yg terus meningkat sejalan dengan perkembangan yang terjadi sehingga meningkatnya arus lalu lintas. Pada umumnya jalan perkotaan, khususnya pada ruas jalan Gereja Kota Tanjungbalai harus melayani arus lalu lintas yang cukup besar. Oleh karena itu ruas jalan harus mampu beroperasi secara maksimal. Jalan Gereja ini merupakan jalan akses menuju Stasiun Kereta Api. Sedangkan jalan ini merupakan daerah pertokoan dan lebarnya relatif sempit, hal ini menyebabkan meningkatnya masalah yang timbul sehingga menyebabkan menurunnya kecepatan arus lalu lintas dan menurunnya kapasitas arus lalu lintas yang dilalui oleh jalan tersebut. Adapun karakteristik utama arus lalu lintas yang diperlukan untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas adalah sebagai berikut :

1. Volume (q)
2. Kecepatan (v)
3. Kerapatan (k) atau (D)

Volume lalu lintas memperlihatkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu. Volume

lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$q = n/t \quad (1)$$

$$PHF = \frac{\text{Volume per jam}}{4 \times \text{peak rate factor of flow}} \quad (2)$$

Kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan, dan dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$v = \frac{d}{t} \quad (3)$$

Kerapatan sulit diukur secara langsung di lapangan, melainkan dihitung dari nilai kecepatan dan arus sebagai hubungan :

$$\text{Sehingga: } \begin{aligned} q &= k \cdot \bar{U}_s \\ K &= q / \bar{U}_s \end{aligned} \quad (4)$$

Tabel 1 Nilai EMP Metode Kapasitas pada Jalan (Jalan Pekotaan Terbagi)

Arah lalu lintas per lajur (km/jam)	LV	HV	MC
< 1050	1,00	1,30	0,40
≥ 1050	1,00	1,20	0,25

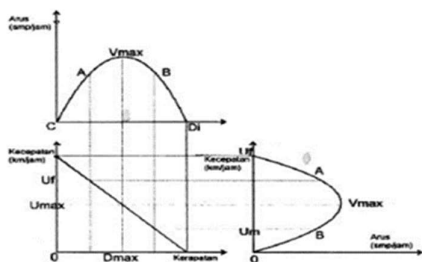
Sumber : (MKJI, 1997) [2]

Tabel 2 Nilai EMP Metode Kapasitas pada Jalan (Jalan Pekotaan tak Terbagi)

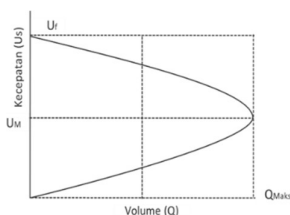
Arah lalu lintas per lajur (km/jam)	LV	HV	MC
< 3700	1,00	1,30	0,40

≥ 3700	1,00	1,20	0,25
-------------	------	------	------

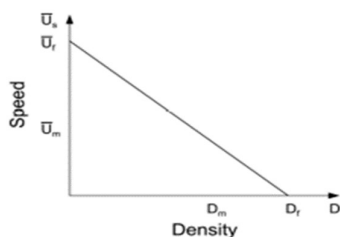
Sumber : (MKJI, 1997) [2]



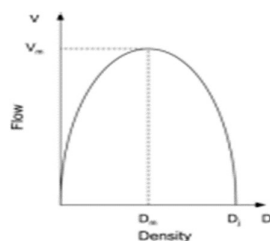
Gambar 1 Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kerapatan
Sumber : (Julianto, 2010) [3]



Gambar 2 Hubungan Kecepatan – Volume
Sumber : (Saputra & Savitri, 2021) [4]



Gambar 3 Hubungan antara Kecepatan – Kepadatan
Sumber : (Saputra & Savitri, 2021) [4]



Gambar 4 Hubungan antara Volume – Kepadatan
Sumber : (Saputra & Savitri, 2021) [4]

Model Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Model ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$U_s = U_f - (U_f/D_j) D \quad (2.5)$$

$$Q = D \cdot U_f - U_f/D_j \cdot D^2 \quad (2.6)$$

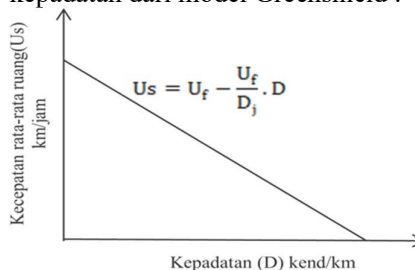
$$Q = D_j \cdot U_s - D_j/U_f \cdot U_s \quad (2.7)$$

$$Q_m = (D_j \cdot U_f)/4 \quad (2.8)$$

$$U_m = U_f/2 \quad (2.9)$$

$$D_m = D_j/2 \quad (2.10)$$

Berikut adalah grafik hubungan kecepatan dan kepadatan dari model Greenshield :



Gambar 5 Grafik Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model Greenshield
Sumber : (Saputra & Savitri, 2021) [4]

Persamaan yang dihasilkan oleh model Greenberg adalah sebagai berikut :

$$U_s = U_m \cdot \ln D_j/D \quad (2.11)$$

$$Q = D \cdot U_m \ln D_j/D \quad (2.12)$$

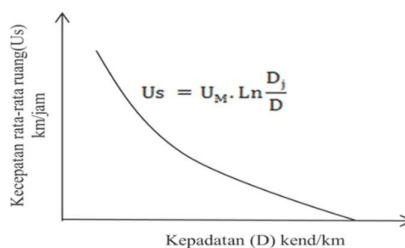
$$Q = U_s \cdot D_j \cdot e^{-U_s/U_m} \quad (2.13)$$

$$Q_m = D_j/b_e \quad (2.14)$$

$$U_m = 1/b \quad (2.15)$$

$$D_m = D_j/e \quad (2.16)$$

Berikut ini adalah grafik hubungan kecepatan dan kepadatan dari model Greenberg.



Gambar 6 Grafik Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model Greenberg
Sumber : (Saputra & Savitri, 2021) [4]

Persamaan yang dihasilkan oleh model Underwood adalah sebagai berikut :

$$U_s = U_f \cdot e^{-(-D)/D_m} \quad (2.17)$$

$$Q = D \cdot U_f \cdot e^{-(-D)/D_m} \quad (2.18)$$

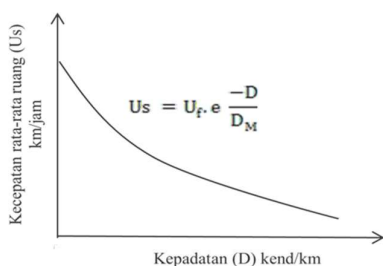
$$Q = U_s \cdot D_m \cdot \ln U_f/U_s \quad (2.19)$$

$$Q_m = (D_m \cdot U_f)/e \quad (2.20)$$

$$U_m = U_f/e \quad (2.21)$$

$$D_m = D_m \quad (2.22)$$

Berikut adalah grafik hubungan kecepatan dan kepadatan dari Model Underwood.



Gambar 7 Grafik Hubungan Kecepatan dan Kepadatan model Underwood

Sumber : (Saputra & Savitri, 2021) [4]

METODOLOGI PENELITIAN

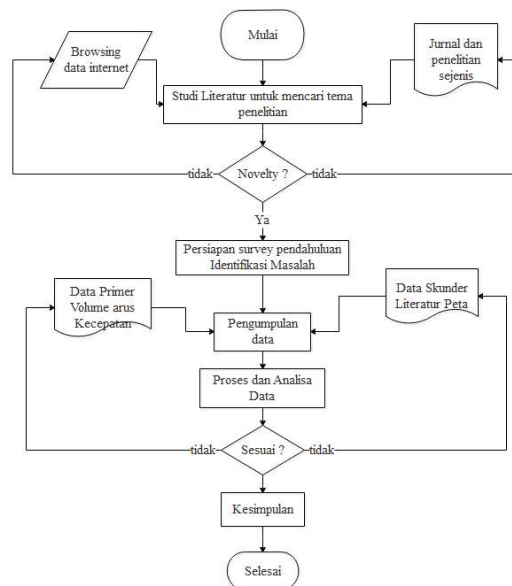
Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah observasi dan literatur studi, hal ini dilakukan mengingat metode yang paling efektif dan mudah penggunaannya menggunakan metode tersebut. Menurut [5] metodologi penelitian hal yang paling mendasar dalam melakukan penelitian yang baik dan berjalan dengan konsep. Untuk lokasi penelitian yaitu di Kecamatan Tanjungbalai Selatan



Gambar 8 Peta Lokasi Daerah Pengamatan

Sumber : Peta Kecamatan – Kecamatan Tanjungbalai Selatan

Untuk menggambarkan alur proses dalam penelitian tersebut, dapat dilihat pada gambar flow chart tersebut



Gambar 9 Flowchart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai konversi tersebut disesuaikan dengan lebar jalur dan jumlah total kendaraan yang lewat per lajunya dalam satu jam di antara 0-1700 kendaraan/jam. Sehingga faktor konversi yang dipilih 1,3 untuk HV, 1 untuk LV, 0,4 untuk MC. Kemudian dari data dalam smp tersebut dapat dihitung besarnya volume kendaraan yang lewat dalam smp/jam dalam kelompok pengamatan 10 menit. Untuk interval waktu 1 jam, dikalikan 6 sehingga menjadi smp/jam. Sebagai contoh perhitungan diambil data Hari Sabtu 18 Juni 2022 untuk interval waktu 10 menit periode 06.00 – 06.10 WIB sebagai berikut :

- HV = 0 kendaraan
- LV = 56 kendaraan
- MC = 124 kendaraan

Maka nilai volume dalam smp/10 menit, HV = $0 \cdot 1,3 = 0$ smp/10 menit, LV = $56 \cdot 1 = 56$ smp/10 menit, MC = $124 \cdot 0,4 = 49,6$ smp/10 menit. Sehingga nilai volume kendaraan yang melalui jalur tersebut $(q_1) = (0 + 56 + 124) \cdot (60/10) = 633,6$ smp/jam.

Perhitungan Kecepatan Rata-rata Kendaraan

perhitungan diambil data hari Sabtu 18 Juni 2022 untuk periode waktu 06.00-06.10 WIB antara lain sepeda motor 7,53 detik/100 meter = 47,80 km/jam, becak 18,17 detik/100 meter = 19,81 km/jam, mobil 19,32 detik/100 meter = 18,63 km/jam dan sepeda 23,96 detik/100 meter = 13,35 km/jam. Untuk rata-ratanya antara lain $47,80 + 19,81 + 18,63 + 13,35 = 101,2865 / 4 = 25,32162$.

Perhitungan Kerapatan Lalu Lintas

Sebagai contoh diambil volume kendaraan dengan kecepatan rata-rata ruang pada data Sabtu, 18 Juni 2022 periode 06.00 – 06.10 WIB yang telah dihitung sebelumnya. Didapatkan dari perhitungan sebelumnya nilai volume (q) = 679,20 smp/jam dan nilai kecepatan rata-rata (U_s) = 18,19 km/jam. Maka nilai kerapatan pada interval waktu tersebut, $k = q/U_s = 679,2/18,19 = 37,34$ smp/km.

Persamaan Regresi Linier

$$B = \frac{n \cdot (\sum XiYi) - \sum Xi \sum Yi}{n \cdot \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2} = \frac{96 \cdot 64648,20 - 348 \cdot 92 \cdot (1804,99)}{96 \cdot 132663,66 - (3489,92)^2} = -0,167$$

$$A = \bar{Y} - BX = 18,80 - (-0,167) (36,35) = 24,870$$

Dari perhitungan diatas dihasilkan $U_f = 24,870$ km/jam dan

$$D_j = -\frac{24,870}{-0,167} = 148,922$$

Dengan menggunakan nilai U_f dan D_j , maka dapat ditentukan hubungan matematis antar parameter sebagai berikut:

- Hubungan Kecepatan-Kepadatan
 $U_s = U_f - (U_f/D_j)D$
 $U_s = 24,870 - (0,167)D$
- Hubungan Volume-Kepadatan
 $Q = U_f \cdot D - (U_f/D_j)D^2$
 $Q = 24,870D - (0,167)D^2$
- Hubungan Volume-Kecepatan
 $Q = D_j \cdot U_s - (D_j/U_f)U_s^2$
 $Q = (148,922) U_s - (5,988)U_s^2$

Sedangkan volume (Q_M), kecepatan (U_M) dan kepadatan (D_M) kendaraan pada kondisi maksimum adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{➤ } Q_M &= \frac{D_j \cdot U_f}{4} \\ &= \frac{148,922 \cdot (24,870)}{4} = 925,922 \\ \text{➤ } U_M &= \frac{U_f}{2} = \frac{24,870}{2} = 12,435 \\ \text{➤ } D_M &= \frac{D_j}{2} = \frac{148,922}{2} = 74,461 \end{aligned}$$

Koefisien korelasi (r)

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2] \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

$$r = \frac{(96 \cdot 64648,20) - (3489,92 \cdot 1804,99)}{\sqrt{(96 \cdot 132663,66) - (3489,92^2) \cdot (96 \cdot 34282,93) - (1804,99^2)}} = -0,685$$

$$r^2 = 0,469$$

Langkah perhitungan model Greenshields diatas berlaku untuk semua data (pada hari Minggu) Tabel *Greenberg* Sabtu

$$B = \frac{n \cdot (\sum XiYi) - \sum Xi \sum Yi}{n \cdot \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2} = \frac{96 \cdot 6414,82 - 342 \cdot 702 \cdot (1804,99)}{96 \cdot 1228,003 - (342,702)^2} = -6,201$$

$$A = \bar{Y} - BX = 18,80 - (-6,201) (3,570) = 40,937$$

$$C = D_j = e^{\frac{40,937}{6,201}} = 736,329 \text{ smp/km}$$

Dengan menggunakan nilai b dan D_j , maka dapat ditentukan hubungan matematis antar parameter sebagai berikut :

- Hubungan Kecepatan-Kepadatan
 $U_s = \ln D \cdot B + A$
 $U_s = 40,937 - 6,201 \ln D$
- Hubungan Volume-Kepadatan
 $Q = D \ln D \cdot B + D \cdot A$
 $Q = 40,937 D - 6,201 D \ln D$
- Hubungan Volume-Kecepatan
 $Q = U_s \cdot D_j \cdot e^{bU_s}$
 $Q = U_s \cdot (e^{\frac{40,937}{6,201}}) \cdot e^{(-0,161U_s)}$
 $Q = 736,329 U_s e^{(-0,161U_s)}$

Sedangkan volume (Q_M), kecepatan (U_M) dan kepadatan (D_M) kendaraan pada kondisi maksimum adalah sebagai berikut :

$$Q_M = \frac{Dj}{be} = \frac{736,329}{0,161 \cdot \text{Exp}(1)} = 1682,486 \text{ smp/jam}$$

$$U_M = \frac{1}{b} = \frac{1}{0,161} = 6,211 \text{ km/jam}$$

$$D_M = \frac{Dj}{e} = \frac{736,329}{\text{Exp}(1)} = 270,880 \text{ smp/jam}$$

$$r = \frac{n \cdot (\sum Xi yi) - \sum Xi \sum Yi}{\sqrt{n \cdot \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2} \cdot \sqrt{n \cdot \sum Yi^2 - (\sum Yi)^2}}$$

$$r = \frac{96 \cdot 6414,82 - 342,702 \cdot (1804,99)}{\sqrt{(96 \cdot 1228,003) - (342,702^2)} \cdot \sqrt{(96 \cdot 34282,928) - (1804,99)^2}}$$

$$r = -0,717$$

$$r^2 = 0,514$$

Langkah perhitungan model Greenberg diatas berlaku untuk semua data (pada hari Minggu) Tabel *Underwood* Sabtu

Untuk perhitungan data dilakukan dengan menggunakan regresi linear :

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

$$= \frac{96 \cdot 10172,84 - 3489,92 \cdot (281,208)}{96 \cdot 132663,662 - (3489,92)^2}$$

$$= -0,008$$

$$A = \bar{Y} - B\bar{X}$$

$$= 2,929 - (-0,008) (36,35)$$

$$= 3,219$$

Dari perhitungan di atas dihasilkan beberapa nilai berikut :

$$A = \text{Ln } U_f \text{ dan } B = -\frac{1}{DM}$$

Sehingga,

$$DM = -\frac{1}{B} = -\frac{1}{-0,008} = 125 \text{ smp/km}$$

$$U_f = e^A = e^{3,219} = 25,003 \text{ km/jam}$$

Dengan menggunakan DM dan U_f , maka hubungan matematis antar parameter adalah sebagai berikut :

- Hubungan Kecepatan – Kepadatan

$$U_s = U_f \cdot e^{\frac{-D}{DM}}$$

$$U_s = U_f \cdot e^{\frac{-D}{B}}$$

$$U_s = 25,003 \cdot e^{-0,008D}$$

- Hubungan Volume – Kepadatan

$$Q = D \cdot U_f \cdot e^{\frac{-D}{DM}}$$

$$Q = D \cdot 25,003 \cdot e^{\frac{-D}{B}}$$

$$Q = D \cdot 25,003 \cdot e^{-D \cdot B}$$

$$Q = 25,003 \cdot e^{-D \cdot B}$$

$$Q = 25,003 D e^{-0,008D}$$

- Hubungan Volume – Kecepatan

$$Q = U_s \cdot D_M (\text{Ln } U_f - \text{Ln } U_s)$$

$$= U_s \cdot \frac{1}{B} (\text{Ln } 25,003 - \text{Ln } U_s)$$

$$= U_s \cdot \frac{1}{B} (3,218 - \text{Ln } U_s)$$

$$= 402,25 U_s - 125 U_s \text{Ln } U_s$$

Sedangkan volume (QM), kecepatan (UM) dan kepadatan (DM) kendaraan pada kondisi maksimum adalah sebagai berikut :

$$\text{U}_M = e^{\text{Ln } U_f - 1}$$

$$U_M = e^{(\text{Ln } 25,003) - 1}$$

$$U_M = 9,198 \text{ km/jam}$$

$$\text{D}_M = -\frac{1}{B}$$

$$D_M = -\frac{1}{-0,008}$$

$$D_M = 125 \text{ smp/km}$$

$$Q_M = U_M \cdot D_M (\text{Ln } U_f - \text{Ln } U_M)$$

$$Q_M = 9,198 \cdot (125) (\text{Ln } 25,003 - \text{Ln } 9,198)$$

$$Q_M = 1149,761 \text{ smp/jam}$$

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$=$$

$$\frac{96 \cdot 10172,84 - 34 \cdot 92 \cdot (281,208)}{\sqrt{(96 \cdot 132663,662) - (281,208^2)} \cdot \sqrt{(96 \cdot 824,602) - (281,208)^2}}$$

$$= -0,147$$

$$r^2 = 0,021$$

Hubungan antara Kecepatan – Kepadatan, Volume-Kepadatan dan Volume-Kecepatan untuk Model Greenshields, Greenberg, Underwood

Pada Hari Sabtu, 18 Juni 2022

Mode	Greenshield	Greenber	Underwood
$U_s - D$	24,870 - (0,167)D	40,937 - 6,201 Ln D	25,003 $e^{-0,008D}$
$Q - D$	24,870 D - (0,167)D ²	40,937D - 6,201 D LnD	25,003 $D e^{-0,008D}$
$Q - U_s$	(148,922)U _s - (5,988)U _s ²	736,329U _s $e^{(-0,161U_s)}$	402,25U _s - 125 U _s Ln U _s

Nilai QM, UM, DM, U_f dan Dj untuk model Greenshields, Greenberg, Underwood

Pada Hari Sabtu, 18 Juni 2022

Model	Greenshield	Greenberg	Underwood
QM	925,922	1682,486	1149,761
UM	12,435	6,211	9,198
DM	74,461	270,880	125
Uf	24,870	∞	25,003
Dj	148,922	736,329	402,25

Nilai r^2 untuk model Greenshields, Greenberg, Underwood
Pada Hari Sabtu, 18 Juni 2022

Nilai r^2	Greenshield	Greenberg	Underwood
	0,469	0,514	0,021

Hubungan antara Kecepatan – Kepadatan, Volume-Kepadatan dan Volume-Kecepatan untuk Model Greenshields, Greenberg, Underwood

Pada Hari Minggu, 19 Juni 2022

Model	Greenshields	Greenberg	Underwood
Us – D	24,938 – (0,145) D	37,287 – 4,927 Ln D	24,410. $e^{-0,006D}$
Q – D	24,938 D – (0,145) D ²	37,287 D – 4,927 D Ln D	24,410 $D e^{-0,006D}$
Q - Us	(24,938) Us – (6,896) Us ²	1935,055 Us $e^{(-0,202Us)}$	532,333 Us – 166,667 Us Ln Us

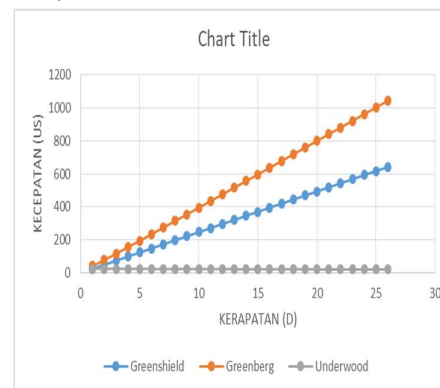
Nilai QM, UM, DM, Uf dan Dj untuk model Greenshields, Greenberg, Underwood
Pada Hari Minggu, 19 Juni 2022

Model	Greenshield	Greenberg	Underwood
QM	1072,246	3524,09	1496,659
UM	12,469	4,950	8,979
DM	85,993	711,867	166,667
Uf	24,938	∞	24,410
Dj	171,341	1935,055	532,333

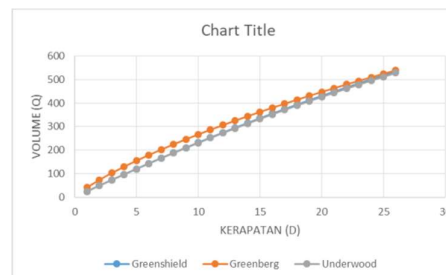
Nilai r^2 untuk model Greenshields, Greenberg, Underwood
Pada Hari Minggu, 19 Juni 2022

Nilai r^2	Greenshield	Greenberg	Underwood
	0,331	0,348	0,031

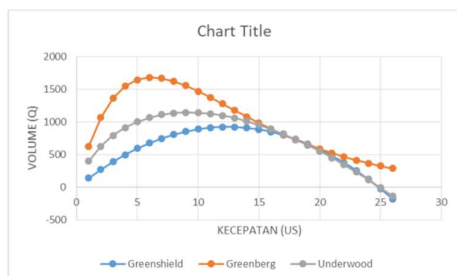
Berikut adalah grafik hubungan antara Kecepatan-Kepadatan (Us – D), Volume-Kepadatan (Q - D) dan Volume – Kecepatan (Q – Us).



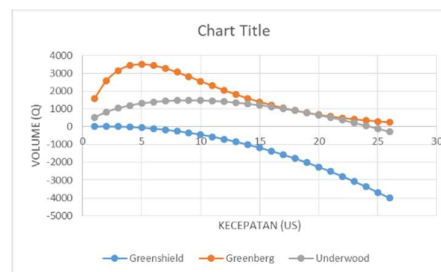
Gambar 10 Grafik Hubungan antara Kecepatan - Kepadatan (Us-D) untuk model Greenshield, Greenberg, dan Underwood hari Sabtu, 18 Juni 2022



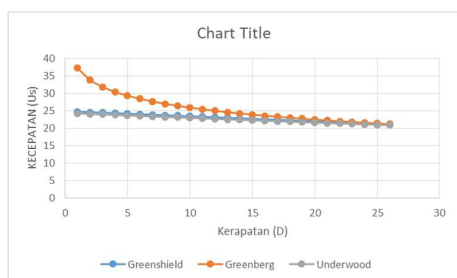
Gambar 11 Grafik Hubungan antara Volume – Kepadatan (Q – D) untuk model Greenshield, Greenberg, dan Underwood hari Sabtu, 18 Juni 2022



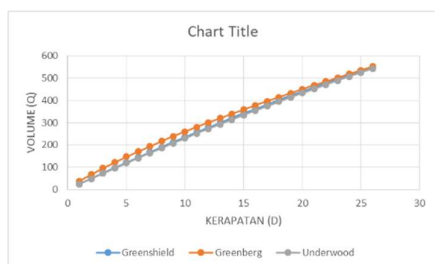
Gambar 12 Grafik Hubungan antara Volume – Kecepatan (Q – Us) untuk model Greenshield, Greenberg, dan Underwood hari Sabtu, 18 Juni 2022



Gambar 15 Grafik Hubungan antara Volume



Gambar 13 Grafik Hubungan antara Kecepatan - Kerapatan (Us-D) untuk model Greenshield, Greenberg, dan Underwood hari Minggu, 19 Juni 2022



Gambar 14 Grafik Hubungan antara Volume – Kerapatan (Q – D) untuk model Greenshield, Greenberg, dan Underwood hari Minggu, 19 Juni 2022

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari perhitungan hubungan volume, kecepatan dan kerapatan lalu lintas model *Greenshield* adalah sebagai berikut :

Sabtu, 18 Juni 2022

$$24,870 - (0,167) D \quad (Us - D)$$

$$24,870 D - (0,167)D^2 \quad (Q - D)$$

$$(148,922)Us - (5,988)Us^2 \quad (Q - Us)$$

Minggu, 19 Juni 2022

$$24,938 - (0,145) D \quad (Us - D)$$

$$24,938 D - (0,145)D^2 \quad (Q - D)$$

$$(24,938)Us - (6,896)Us^2 \quad (Q - Us)$$

2. Hasil dari perhitungan hubungan volume, kecepatan dan kerapatan lalu lintas model *Greenberg* adalah sebagai berikut :

Sabtu, 18 Juni 2022

$$40,937 - (6,201) \ln D \quad (Us - D)$$

$$40,937 D - (6,201)D^2 \quad (Q - D)$$

$$736,329 Us e^{(-0,161Us)} \quad (Q - Us)$$

Minggu, 19 Juni 2022

$$37,287 - (4,927) \ln D \quad (Us - D)$$

$$37,287 D - (4,927)D^2 \quad (Q - D)$$

$$1935,055Us e^{(-0,202Us)} \quad (Q - Us)$$

3. Hasil dari perhitungan hubungan volume, kecepatan dan kerapatan lalu lintas model *Underwood* adalah sebagai berikut :

Sabtu, 18 Juni 2022

$$25,003 \cdot e^{-0,008D} \quad (Us - D)$$

$$25,003 D e^{-0,008D} \quad (Q - D)$$

$$402,25Us - 125 Us \ln Us \quad (Q - Us)$$

Minggu, 19 Juni 2022

$$24,410 \cdot e^{-0,006D} \quad (Us - D)$$

$$24,410 D e^{-0,006D} \quad (Q - D)$$

- 532,333Us – 166,667 Us Ln Us (Q – Us)
4. Dari hasil perhitungan ketiga model tersebut, model Greenberg memiliki tingkat akurasi terbaik dengan koefisien determinan mendekati +1 (nilai $R^2 = 0,514$, dan nilai $R^2 = 0,348$). Model hubungan lalu lintas yang sesuai untuk ruas jalan Gereja Kota Tanjungbalai adalah model Greenberg dengan persamaan model sebagai berikut :
- $$37,287 - 4,927Ln D \quad (Us - D)$$
- $$40,937D - 6,201 D LnD \quad (Q - D)$$
- $$736,329Us e^{(-0,161Us)} \quad (Q - Us)$$

Dari hasil Model Greenberg ini diperoleh volume maksimum terbesar (Q_M) pada hari Sabtu sebesar 1682,486 smp/jam, kecepatan maksimum terbesar (U_M) pada hari Sabtu sebesar 6,211 km/jam dan kepadatan saat macet terbesar (DM) pada hari Sabtu sebesar 270,880 smp/km. Dari hasil Model Greenberg ini juga diperoleh volume maksimum terbesar (Q_M) pada hari Minggu sebesar 3524,09 smp/jam, kecepatan maksimum terbesar (U_M) pada hari Minggu sebesar 4,940 km/jam dan kepadatan saat macet terbesar (DM) pada hari Minggu sebesar 711,867 smp/km. Ini juga menjadi alasan bahwa Metode Greenberg inilah lebih tepat dalam menganalisis hubungan volume, kecepatan, dan kerapatan arus lalu lintas untuk ruas jalan Gereja Kota Tanjungbalai.

Model Greenshield, Greenberg dan Underwood. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 5(1).

- [5] Z. H. Siregar, "Penggunaan metode Capacity Requirement Planning (CRP) dengan aplikasi Pom For Windows dalam perhitungan kapasitas produksi (Studi Kasus Industri Pengolahan Tahu XYZ)," *J. Vor.*, vol. 1, no. 1, hal. 20–43, 2020, doi: 10.54123/vorteks.v1i1.13.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indonesia, P. R. (2006). Peraturan Pemerintah nomor 34 tahun 2006 tentang jalan. *Jakarta (ID): Sekretariat Negara*.
- [2] Indonesia, M. K. J. (1997). Departemen Pekerjaan Umum. *Direktorat Jenderal Bina Marga*.
- [3] Julianto, E. N. (2010). Hubungan Antara Kecepatan, Volume dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 12(2).
- [4] Saputra, B., & Savitri, D. (2021). Analisis Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu-Lintas Berdasarkan