

Hubungan Elemen Arus lalu lintas Dengan Metode Underwood, Greenberg dan Greenshield, Di Jalan Timor Raya Kota Kupang

The Relationship of traffic flow elements With Underwood, Greenberg and Greenshield Methodson on Timor Raya Road In Kupang City

Andi Kumalawati¹, Yuliana A. Pisinsu, Elsy E. Hange³, Hidayat Rizal^{4*})

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Abstrak

Article Info :

Kata kunci:

Elemen, Arus Lalu Lintas, Underwood dan Greenshield, Jalan Timor Raya

Keywords:

Elements, Traffic Flow, Timor Raya Road

Article history :

Received: 13-07-2022

Accepted: 30-09-2022

^{*}Koresponden email:

kumalawatirizal@gmail.com

Jalan Timor Raya merupakan jalan yang sering mengalami masalah lalu lintas, Hal ini disebabkan karena meningkatnya volume kendaraan setiap tahunnya. Dari hasil analisis data menunjukkan bahwa pada titik pengamatan 1 model hubungan V-S-D adalah model *Greenshield* dengan $R^2 = 0,9257$, $Sd = 0,3822$ dengan persamaan $Q = 0,0573.D - 19,374$. Pada titik pengamatan 2 model hubungan V-S-D yang sesuai adalah model *Underwood* dengan $R^2 = 0,9662$, $Sd = 0,4707$ dengan persamaan $Q = 15,364 e^{0,001.D}$. Pada titik pengamatan 3 model hubungan V-S-D yang sesuai adalah model *Greenshield* dengan $R^2 = 0,9732$, $Sd = 0,4377$ dengan persamaan $Q = 0,0499.D - 9,2086$. Pada titik pengamatan 4 model hubungan V-S-D yang sesuai adalah model *Underwood* dengan $R^2 = 0,9826$, $Sd = 0,4354$ dengan persamaan $Q = 14,861 e^{0,001.D}$. Nilai tingkat pelayanan jalan pada ke empat titik adalah C. Dimana kondisi arus lalu lintas masih dalam batas stabil.

Abstract

Timor Raya road is a often experiences traffic problems. This is due to the increasing volume of vehicles every year. From the result of data analysis, it shows that a the observation poin 1 the V-S-D relationship model that is suitable is the Greenshield model with $R^2 = 0.9257$, $Sd = 0.3822$ with the equation $Q = 0.0573. D - 19,374$. At observation point 2, the V-S-D relationship model that is suitable is the Underwood mode with $R^2 = 0,9662$, $Sd = 0.4707$ with the equation $Q = 15.364. At observation poin 3 the V-S-D relationship model that is suitable is the Greenshield model with $R^2 = 0.9732$, $Sd = 0.4377$ with the equation $Q = 0.0499.D - 9.2086$. At the observation poin 4 the V-S-D relationship model that is suitable is the Underwood model with $R^2 = 0.9826$, $Sd = 0.4354$ with the equation $Q = 14.861 e^{0,001.D}$. The value of the road service level at the four points is C. Where traffic flow conditions are still.$

Kutipan:

Copy Right to J-ForTeks

DOI :

1. Pendahuluan

Meningkatnya aktifitas pada jalan perkotaan maupun jalan luar kota yang diakibatkan bertambahnya kepemilikan kendaraan, terbatasnya sumberdaya untuk pembangunan jalan raya, dan belum optimalnya pengoperasian fasilitas lalu lintas yang ada, merupakan persoalan utama yang sering terjadi di kota besar. Masalah transportasi perkotaan saat ini sudah merupakan masalah utama yang sulit di pecahkan di kota-kota besar, dan masalah transportasi ini juga terjadi di kota Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Kota Kupang merupakan Ibukota Provinsi Nusa Tenggara Timur yang memiliki 51 Desa/Kelurahan yang terbagi dalam 6 (enam) kecamatan dengan jumlah penduduk pada tahun 2019 mencapai 423.800 jiwa yang terdiri dari 216.796 jiwa laki-laki dan 207.004 jiwa perempuan dan kepadatannya mencapai 2.350,92 jiwa/ km² dengan kepadatan penduduk tertinggi adalah kepadatan penduduk di Kecamatan Kota Lama yaitu mencapai 10.887,89 jiwa/km² (Data Badan Pusat Statistik NTT, 2019).

Jalan Timor Raya Kota Kupang merupakan jalan yang cukup ramai lalu lintasnya karena kawasan ini dilalui oleh berbagai jenis kendaraan mulai dari sepeda motor, kendaraan pribadi, kendaraan umum maupun kendaraan angkutan berat. Tahun 2018 jumlah kendaraan bermotor terdaftar pada Samsat kota Kupang meningkat menjadi 183.989 unit, jumlah mobil penumpang 14.565 unit, jumlah truk 6.766 unit. Sehingga menyebabkan volume kendaraan meningkat, yang berdampak pada menurunnya kinerja jalan akibat pergerakan lalu lintas melebihi kapasitas ruas jalan yang ada.

Hubungan antara kecepatan dan volume lalu lintas secara mendasar dapat dinyatakan sebagai berikut: apabila arus lalu lintas pada suatu ruas jalan bertambah maka kecepatan pada ruas jalan tersebut akan berkurang. Dengan menggunakan hubungan antara kecepatan dengan volume lalu lintas, maka dapat diketahui peningkatan arus dan hasil kecepatan kendaraan pada ruas jalan tertentu sampai terjadinya kemacetan pada jalur tersebut. Hubungan kecepatan dengan volume lalu lintas tersebut dapat dipakai sebagai dasar dalam penerapan 'Manajemen Lalu lintas' (Andi Kumalawati at all, 2021)

Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis elemen arus lalu lintas dan tingkat pelayanan jalan sebagai bahan pertimbangan dan pendukung dalam peningkatan kapasitas di Jalan Timor Raya dan juga untuk memberikan tolak ukur serta pengetahuan kepada instansi terkait agar memperhatikan kinerja dan tingkat pelayanan jalan terhadap pemakai jalan sehingga di harapkan bisa menjadi referensi untuk penanganan yang diperlukan kedepan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan dengan terlebih dahulu mencari pokok-pokok permasalahan yang terjadi pada Jalan Timor Raya Kota Kupang. Setelah pokok-pokok permasalahan tersebut didapat maka permasalahan-permasalahan tersebut akan menjadi obyek utama yang akan di cari solusinya dalam penelitian ini. Setelah itu dilakukan survei lalu lintas selama 7 (tujuh) hari dari hari Senin sampai Minggu untuk menghitung volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada Jalan Timor Raya Kota Kupang dan mengacu pada (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI), 2014) sebagai pedoman dalam perhitungan ini. Volume dan Kecepatan lalu lintas ini dianalisis dengan 3 (tiga) metode yakni metode *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*. Didapat dengan terlebih dahulu mencari hubungan matematis antara para meter volume dan

kecepatan serta koefisien determinasi (R^2) yang tertinggi dan nilai standar deviasi terkecil, (Ali, 2006).

2.1. Hubungan Elemen Arus Lalu Lintas

2.1.1 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melintas suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit).

Tingkat arus (*rate flow*) adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik dalam waktu kurang dari 1 (satu) jam, tetapi di ekuivalenkan ke tingkat rata-rata per jam (Khisty dan Lall, 2003)

Untuk mencari arus lalu lintas total dalam skr/jam adalah :

$$Q = \{(ekrKR \times KR) + (ekrKB \times KB) + (ekrSM \times SM)\} \quad (1)$$

Keterangan :

Q	: Jumlah arus kendaraan dalam (Skr)
Ekr KR	: Ekuivalen kendaraan ringan
KR	: Kendaraan ringan
Ekr KB	: Ekuivalen kendaraan berat
KB	: Kendaraan berat
Ekr SM	: Ekuivalen kendaraan sepeda motor
SM	: Sepeda motor

2.1.2 Kecepatan lalu lintas

Kecepatan lalu lintas kendaraan didefinisikan sebagai perbandingan antara jarak yang ditempuh dengan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut. Hubungan Kecepatan Dan Kerapatan Digambarkan Sebagai Suatu Garis Lurus Atau Fungsi Linear Sedangkan Hubungan Volume Dan Kerapatan Digambarkan Sebagai Garis Lengkung Atau Fungsi Parabola (Rulhendri 2007). (V), kecepatan (S), dan kepadatan (D) diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) dengan menggunakan model *Greenshield*. (Greyti S.J.Timpal, at all 2018).

$$V = \frac{S}{T} \quad (2)$$

Keterangan :

V	: Kecepatan perjalanan (m/s)
S	: Jarak perjalanan (m)
T	: Waktu perjalanan (s)

2.1.3 Kepadatan lalu lintas

Kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati panjang jalan yang diamati, dibagi panjang jalan yang diamati tersebut.

Ke Tiga Model menunjukkan bahwa nilai kecepatan arus bebas, kepadatan, kecepatan optimum, dan arus maksimum tiap kelas persentase sepeda motor, terdapat perbedaan, yang menunjukkan adanya pengaruh persentase sepeda motor terhadap karakteristik lalulintas campuran, Rahmat Sadili, 2011.

$$D = \frac{V}{US} \quad (3)$$

Keterangan :

- D : Kepadatan lalu lintas (kend/km)
- V : Volume lalu lintas (kend/jam)
- US : Kecepatan kendaraan (km/jam)

2.2. Model hubungan elemen arus lalu lintas

Dalam analisis data ini model yang digunakan adalah model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*. Model *Greenshield* adalah model yang mengasumsikan hubungan antara kecepatan dan kepadatan berbentuk linear. Model *Greenberg* mengasumsikan hubungan antara kecepatan, volume dan kepadatan berbentuk logaritme. Sedangkan model *Underwood* mengasumsikan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan merupakan hubungan eksponensial (Julianto, 2010).

Menurut Ririn Gamran at all 2015 dan Suryawan at all 2015 Berdasarkan Perhitungan dari ketiga Model *Greenshield*, Model *Greenberg*, Model *Underwood*, berdasarkan nilai PKJI 2014 Model *Greenberg* Merupakan Model Yang Paling Mendekati Nilai Kapasitas

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hubungan Elemen Arus Lalu Lintas

Hubungan elemen arus lalu lintas yang diperoleh pada ruas jalan Timor Raya adalah sebagai berikut :

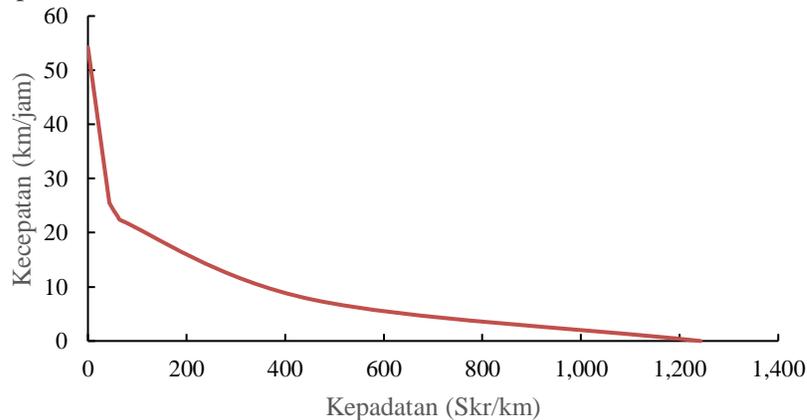
1. Volume lalu lintas yang paling maksimum pada titik 1 terjadi pada hari Sabtu pukul 19.00-20.00 dengan jumlah volume lalu lintasnya 1672,35 skr/jam, sedangkan untuk volume lalu lintas minimumnya terjadi pada hari minggu pukul 07.00-08.00 dengan jumlah volume lalu lintasnya 1007,50 skr/jam. Pada titik 2 volume lalu lintas maksimum terjadi pada hari Sabtu pukul 19.00-20.00 dengan jumlah volume lalu lintasnya 1628,45 skr/jam, sedangkan untuk volume lalu lintas minimumnya terjadi pada hari Jumat pukul 07.00-08.00 dengan jumlah volume lalu lintasnya 944,05 skr/jam. Pada titik 3 volume lalu lintas maksimum terjadi pada hari Sabtu pukul 19.00-20.00 dengan jumlah volume lalu lintasnya 1706,95 skr/jam, sedangkan untuk volume lalu lintas minimumnya terjadi pada hari rabu pukul 08.00-09.00 dengan jumlah volume lalu lintasnya 877,80 skr/jam. Pada titik 4 volume lalu lintas maksimum terjadi pada hari Minggu pukul 19.00-20.00 dengan jumlah volume lalu lintasnya 1591,30 skr/jam, sedangkan untuk volume lalu lintas minimumnya terjadi pada hari Selasa pukul 07.00-08.00 dengan jumlah volume lalu lintasnya 842,50 skr/jam.
2. Kecepatan yang paling maksimum pada titik 1 terjadi pada hari Minggu pukul 07.00-08.00 dengan kecepatan rata-rata 28,56 km/jam, sedangkan untuk kecepatan sesaat kendaraan minimum terjadi pada hari Sabtu pukul 19.00-20.00 dengan kecepatan tempuh 20,21 km/jam. Pada titik 2 kecepatan maksimum terjadi pada hari Jumat pukul 07.00-08.00 dengan kecepatan rata-rata 27,10 km/jam, sedangkan untuk kecepatan minimum terjadi pada hari Sabtu pukul 19.00-20.00 dengan kecepatan rata-rata 19,24 km/jam. Pada titik 3 kecepatan maksimum terjadi pada hari Rabu pukul 08.00-09.00 dengan kecepatan tempuh 27,80 km/jam, sedangkan untuk kecepatan minimum terjadi pada hari Minggu pukul 19.00-20.00 dengan kecepatan tempuh 20,07 km/jam.
3. Kepadatan yang paling tinggi pada titik 1 terjadi pada hari Sabtu pukul 19.00-20.00 dengan nilai kepadatannya 82,76 skr/km dan kepadatan paling rendah terjadi pada hari Minggu pukul 07.00-08.00 sebesar 35,28 skr/km. pada titik 2 kepadatan yang paling tinggi terjadi pada hari Sabtu pukul 19.00-20.00 dengan nilai kepadatannya 84,63 skr/km dan kepadatan yang paling minimum terjadi pada hari jumat pukul 07.00-08.00 dengan nilai kepadatannya 34,83 skr/km. pada titik 3 kepadatan yang paling tinggi terjadi pada hari Sabtu pukul 19.00-20.00 dengan nilai kepadatannya 79,09 skr/km dan kepadatan yang paling minimum terjadi

pada hari Rabu pukul 08.00-09.00 dengan nilai kepadatannya 31,58 skr/km. Pada titik 4 kepadatan yang paling maksimum terjadi pada hari Minggu pukul 19.00-20.00 dengan nilai kepadatannya 79,28 skr/km dan kepadatan yang paling minimum terjadi pada hari Selasa pukul 07.00-08.00 dengan nilai kepadatannya 29,81 skr/km.

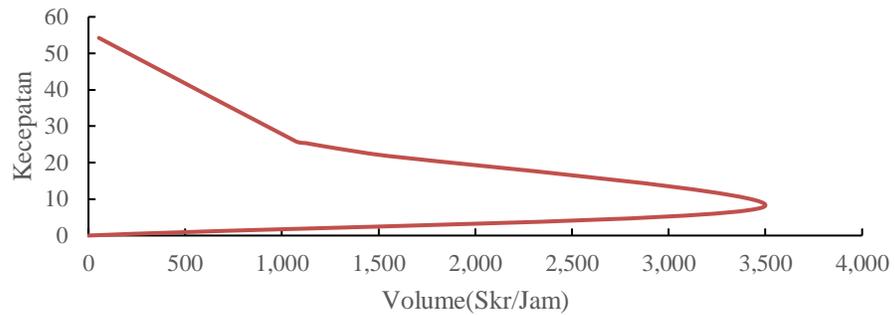
4. Model terbaik pada titik 1 untuk hubungan kecepatan dan kepadatan berdasarkan nilai r^2 terbesar dan standar deviasi terkecil yaitu model Greenberg dengan nilai $R^2= 0,7257$ dan $Sd=0,9406$. Untuk hubungan kecepatan dan volume model terbaik adalah model Greenberg dengan $R= 0,4576$ dan $Sd= 0,7508$, untuk hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model Greenshield dengan nilai $R=0,9257$ dan $Sd= 0,3822$. Pada titik 2 model terbaik untuk hubungan kecepatan dan kepadatan berdasarkan nilai R^2 terbesar dan Sd terkecil yaitu model Underwood dengan nilai $R^2= 0,7154$ dan $Sd= 0,8562$. Untuk hubungan kecepatan dan volume model terbaik adalah model Underwood dengan nilai $R^2=0,5407$ dan $Sd= 0,7493$ dan untuk hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model Underwood dengan $R^2=0,9662$ dan $Sd= 0,4707$. Pada titik 3 model terbaik untuk hubungan kecepatan dan kepadatan berdasarkan nilai R^2 terbesar dan standar deviasi terkecil yaitu model Greenberg dengan nilai $R^2=0,6776$ dan $Sd=0,7175$. Untuk hubungan kecepatan dan volume model terbaik adalah model Greenberg dengan $R^2=0,5324$ dan $Sd=0,6244$, untuk hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model Greenshield dengan $R^2=0,9732$ dan $Sd=0,4377$. Pada titik 4 model terbaik untuk hubungan kecepatan dan kepadatan berdasarkan nilai R^2 terbesar dan Sd terkecil adalah model Underwood dengan nilai $R^2=0,7787$ dan $Sd=0,7304$. Untuk hubungan kecepatan dan volume model terbaik adalah model Underwood dengan $R^2=0,6694$ dan $Sd=0,6824$. Sedangkan untuk hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model Underwood dengan nilai $R^2=0,9826$ dan $Sd=0,4354$.

3.2 Pemilihan Model Yang Sesuai

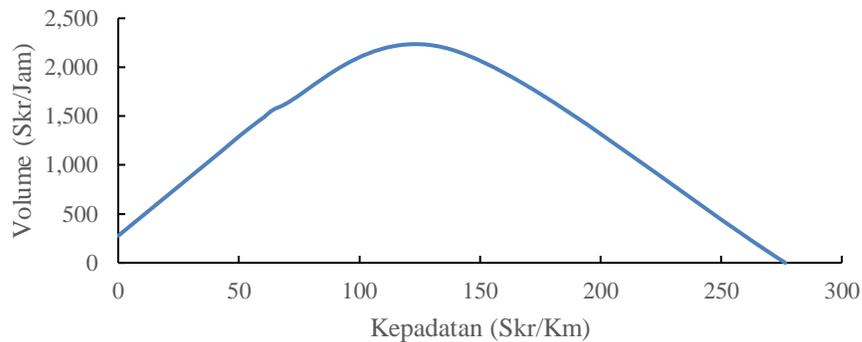
1. Model terpilih titik 1



Gambar 1. Grafik Hubungan Kecepatan Dan Kepadatan Titik 1 Dengan Model *Greenberg*



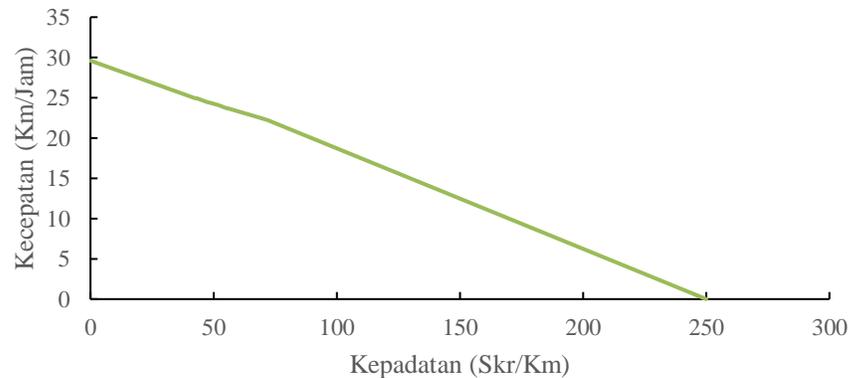
Gambar 2. Grafik Hubungan Kecepatan Dan Volume Titik 1 Dengan Model *Greenberg*



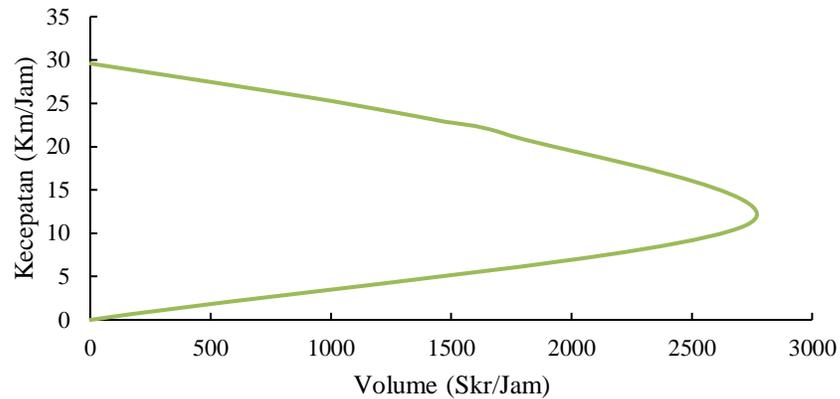
Gambar 3. Grafik Hubungan Volume Dan Kepadatan Titik 1 Dengan Model *Greenshield*

Untuk titik pengamatan 1, model *Greenberg* merupakan model terbaik untuk dua jenis hubungan yakni kecepatan dan kepadatan, kecepatan dan volume. Untuk hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model *Greenshield*

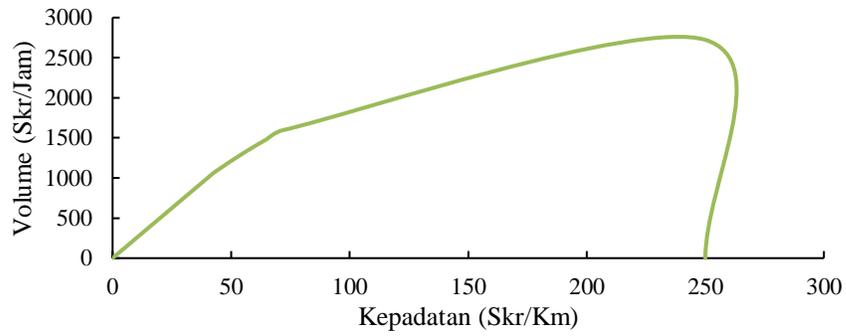
2. Model terpilih titik 2



Gambar 4. Grafik Hubungan Kecepatan Dan Kepadatan Titik 2 Dengan Model *Underwood*



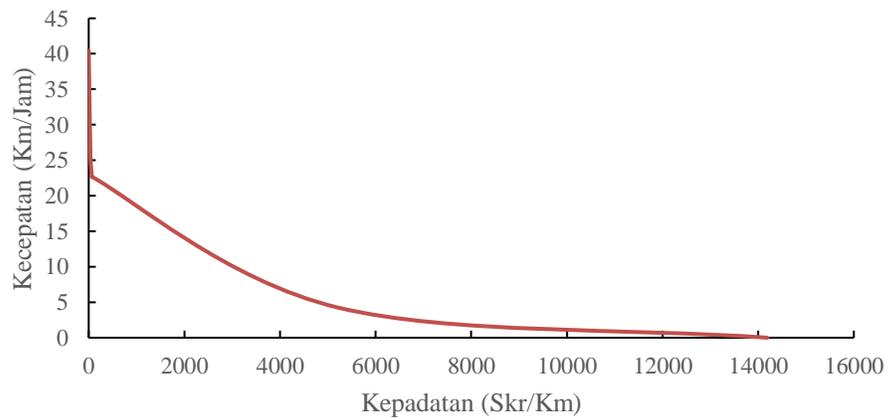
Gambar 5. Grafik Hubungan Volume Dan Kecepatan Titik 2 Dengan Model *Underwood*



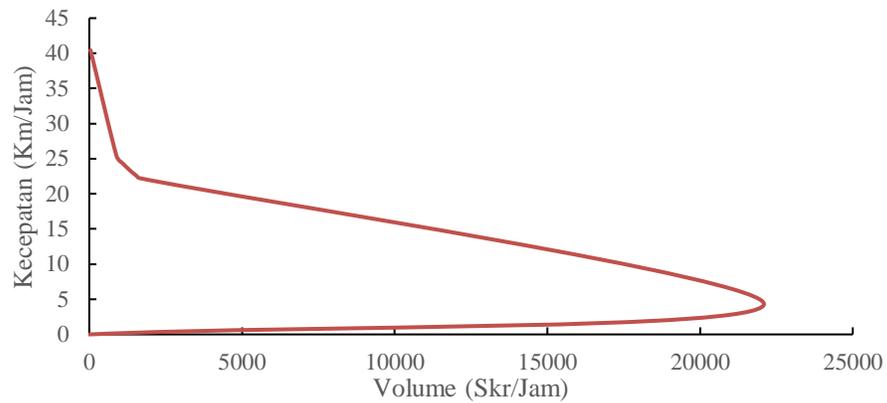
Gambar 6. Grafik Hubungan Volume Dan Kecepatan Titik 2 Dengan Model *Underwood*

Untuk titik pengamatan 2, model *Underwood* merupakan model terbaik untuk tiga hubungan, hal ini dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi (r^2) terbesar dan standar deviasi terkecil (sd).

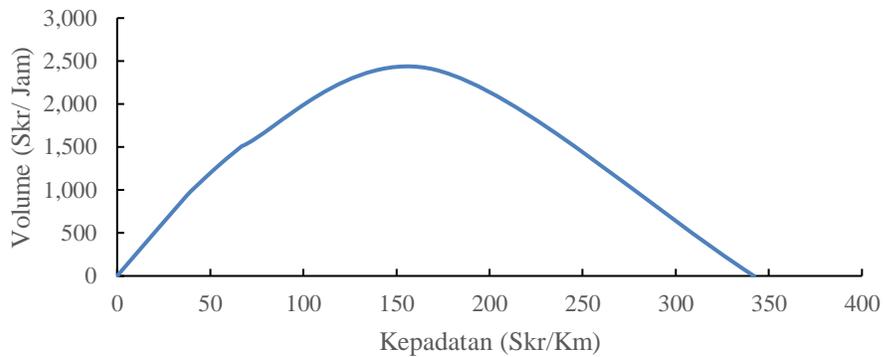
3. Model terpilih titik 3



Gambar 7. Grafik Hubungan Kecepatan Dan Kecepatan Titik 3 Dengan Model *Greenberg*



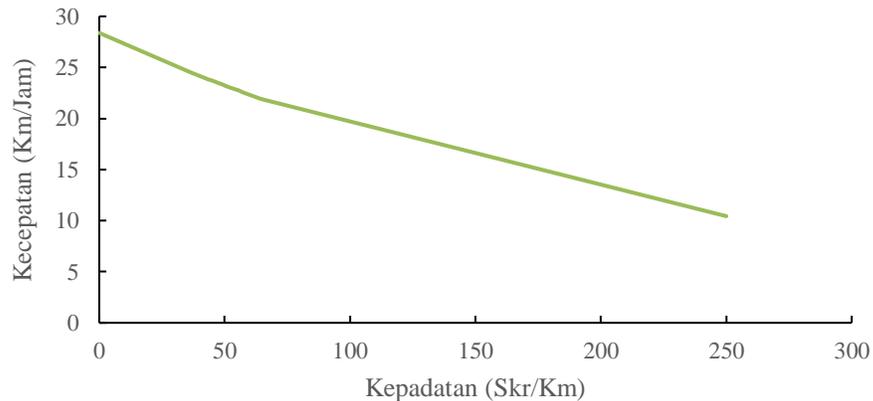
Gambar 8. Grafik Hubungan Kecepatan Dan Volume Titik 3 Dengan Model *Greenberg*



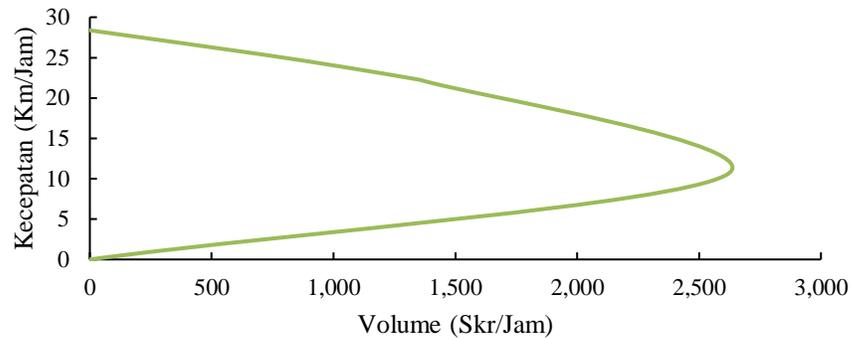
Gambar 9. Grafik Hubungan Volume Dan Kepadatan Titik 3 Dengan Model *Greenshield*

Untuk titik pengamatan 3, model *Greenberg* merupakan model terbaik untuk dua jenis hubungan yakni kecepatan dan kepadatan, kecepatan dan volume. Untuk hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model *Greenshield*, hal ini dilihat dari nilai koefisien determinasi (r^2) terbesar dan standar deviasi terkecil (sd).

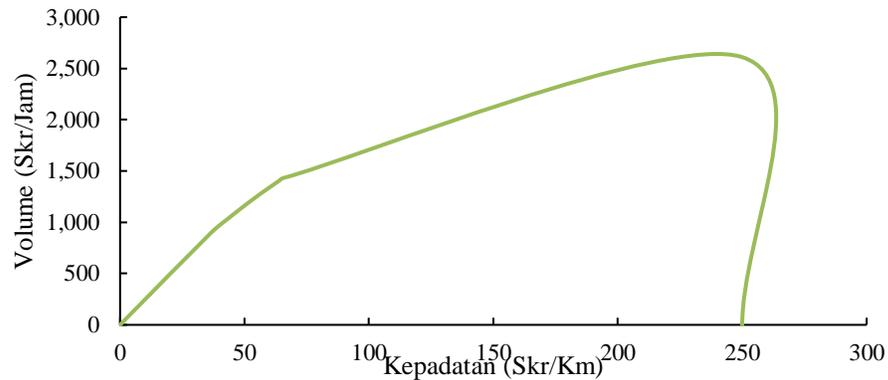
4. Model terpilih titik 4



Gambar 10. Grafik Hubungan Kecepatan Dan Kepadatan Titik 4 Dengan Model *Underwood*



Gambar 11. Grafik Hubungan Kecepatan Dan Volume Titik 4 Dengan Model *Underwood*



Gambar 12. Grafik Hubungan Volume Dan Kepadatan Titik 4 Dengan Model *Underwood*

Untuk titik pengamatan 4, model *underwood* merupakan model terbaik untuk tiga jenis hubungan, hal ini dilihat dari nilai koefisien determinasi (r^2) terbesar dan standar deviasi terkecil (sd).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hubungan elemen arus lalu lintas, pada titik 1 untuk hubungan kecepatan dan kepadatan berdasarkan nilai r^2 terbesar dan standar deviasi terkecil yaitu model Greenberg dengan nilai $r^2=0,7257$ dan $sd=0,9406$. Untuk hubungan kecepatan dan volume model terbaik adalah model Greenberg dengan nilai $r^2=0,4576$ dan $sd=0,7508$. Untuk hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model Greenshield dengan nilai $r^2=0,9257$ dan $sd=0,3822$. Pada titik 2 hubungan kecepatan dan kepadatan model terbaik adalah model Greenberg dengan nilai $r^2=0,7538$ dan $sd=0,6925$. Untuk hubungan kecepatan dan volume model terbaik adalah model *Underwood* dengan nilai $r^2=0,6484$ dan $sd=0,4995$. Untuk hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model Greenshield dengan nilai $r^2=0,982$ dan $sd=0,4578$. Pada titik 3 untuk hubungan kecepatan dan kepadatan, model terbaik adalah model Greenberg dengan nilai $r^2=0,677$ dan $sd=0,7188$. Untuk hubungan kecepatan dan volume model terbaik adalah model Greenberg dengan nilai $r^2=0,5325$ dan $sd=0,6245$. Untuk hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model Greenshield dengan nilai $r^2=0,9733$ dan $sd=0,4377$. Pada titik 4 untuk hubungan kecepatan dan kepadatan terbaik adalah model *Underwood* dengan nilai $r^2=0,7837$ dan $sd=0,7330$. Untuk hubungan kecepatan dan volume model terbaik adalah model *Underwood* dengan nilai $r^2=0,6799$ dan $sd=0,6814$. Untuk

hubungan volume dan kepadatan model terbaik adalah model Underwood dengan nilai $r^2=0,9833$ dan $sd=0,4460$.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Nur, Ramli, Muhammad Isran, (2006). Studi Model Hubungan Volume-Kecepatan-Kepadatan Pada Jalan Perkotaan Tipe 2 Lajur dan 4 Lajur Tak Terbagi (2 UD dan 4 UD), Jurnal Transportasi, No. 2, Hal. 117-128, Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanudin, Makassar.
- Andi Kumalawati, Sudiyo Utomo, John H. Frans, Judi K. Nasjono. Hubungan Volume Dan Kecepatan Lalu Lintas Terhadap Kinerja Jalan Ahmad Yani Kota Kupang, Jurnal Teknik Sipil, Vol. 10, No 2, September 2021
- Badan Pusat Statistik (BPS) NTT, 2019. *Kota Kupang dalam Angka 2019*.
- Greyti S. J. Timpal dan Theo K.Sendow, Audie L. E. Rumayar, (2018). Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan *Greenshield*, *Greenberg* Dan Underwood Dan Analisa Kinerja Jalan Pada Ruas Jalan Samratulangi Manado, Jurnal Sipil Static Vol.6 No.8, Hal 599-610, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Julianto, Eko Nugroho. 2010, Hubungan Antara Kecepatan, Volume dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang. Jurnal Teknik sipil Perencanaan, Hal 151 – 160.
- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI), (2014). Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ririn Gamran, Freddy Jansen, M. J. Paransa, (2015). Analisa Perbandingan Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode *Greenshields*, *Greenberg*, Dan Underwood Terhadap Perhitungan, Jurnal Sipil Static Vol.3 No.7, Hal 466-474, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi.
- Rulhendri, 2007. Analisa Penggunaan Model *Greenshields* Untuk Perhitungan Volume, Kecepatan dan Kerapatan Arus Lalulintas (Studi Kasus di Jalan Tol Jogorawi), Khazana, Jurnal Ilmiah Vol. 3, No. 3, Hlm. 227-358, Dosen Tetap Fakultas Teknik UIKA, Bogor.
- Rahmat Sadili, (2011). Analisis Karakteristik Arus Lalulintas Campuran Dngan Variasi Komposisi Kendaraan Sepeda Motor Pada Jalan Di Daerah Perkotaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Indonesia
- Suryawan, I Kadek Edy Wira., Negara, I. N. Widana, Wikrama, A. A. N. A. Jaya, 2015. Pemilihan Model Hubungan Antara Volume, Kecepatan dan Kerapatan Jalan Dalam Kota (Studi kasus: Jalan Ahmad Yani, Denpasar), Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 19,

No. 1, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali.

Zulfianilsih, Fivi dan Ulfa Jusi, 2016, Analisa Kinerja Ruas Jalan berdasarkan Derajat Kejenuhan Jalan, Jurnal Teknik Sipil Siklus, Vol. 2, No. 1, April 2016