

ANALISIS HUBUNGAN VOLUME, KECEPATAN, DAN KEPADATAN ARUS LALU LINTAS PADA RUAS JALAN PROF. DR. H.B. JASSIN DENGAN MEMBANDINGKAN METODE *GREENSHIELD* DAN METODE *GREENBERG*

Disusun Oleh :

Muhammad Taufiq Nursalam Thalib
Mahasiswa Teknik Sipil
STITEK Bina Taruna Gorontalo
INDONESIA
oepick.thalib93@gmail.com

ABSTRAK

Jalan Prof. Dr. H.B Jassin Kota Gorontalo merupakan merupakan jalan Nasional yang sangat strategis, dikarenakan terdapat beberapa kegiatan yaitu permukiman, perkantoran, perdagangan/jasa, rumah sakit dan pendidikan. Jalan ini melayani lalu lintas yang cukup padat. Oleh karenanya perlu dilakukan penelitian terhadap ruas jalan Prof. Dr. H.B Jassin dengan menganalisis Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan dengan membandingkan “Metode *Greenshield* dan Metode *Greenberg*”.

Penelitian di lakukan dari hari senin, jum’at dan minggu dari pukul 06.00 s/d 18.30 wita. Dalam merepresentasikan hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas digunakan perbandingan metode *Greenshield* dan metode *Greenberg* untuk mengetahui metode yang tepat di ruas jalan Prof. Dr. H.B Jassin.

Hasil Analisis dengan Metode *Greenshield* diperoleh Q_{max} terbesar senin sebesar 1357,4303 smp/jam, V_m terbesar Minggu sebesar 24,0346 km/jam D_j terbesar senin sebesar 123,1813 smp/jam dengan Metode *Greenberg* diperoleh Q_{max} terbesar hari senin sebesar 1489,1872 smp/jam, sedangkan V_m terbesar Minggu sebesar 14,6243 km/jam dan untuk D_j terbesar senin sebesar 276,0201 smp/jam untuk Metode yang tepat adalah Model *Greenberg* dengan keofisien determinan mendekati +1 adapun nilai keofisien yang dihasilkan oleh metode *Greenberg* Senin $R^2 = 0.8504$, Jum’at $R^2 = 0.8517$, Minggu $R^2 = 0.9056$.

Kata Kunci : *Volume, Kecepatan, Kepadatan*

1. PENDAHULUAN

Teori arus lalu lintas adalah suatu kajian tentang gerakan pengemudi dan kendaraan antara dua titik dan interaksi antara keduanya membuat satu sama lain. Namun, mempelajari arus lalu lintas sulit karena perilaku pengemudi adalah sesuatu yang tidak dapat diprediksi dengan pasti. Pengemudi cenderung berperilaku dalam kisaran cukup konsisten, Dengan demikian, aliran lalu lintas cenderung memiliki beberapa konsistensi yang wajar dan secara kasar dapat direpresentasikan secara matematis. Untuk lebih mewakili arus lalu lintas, hubungan telah dibuat antara tiga karakteristik utama: (1) arus, (2) kepadatan, dan (3) kecepatan. Hubungan ini membantu

dalam perencanaan, desain, dan operasi fasilitas jalan.

Ruas jalan Prof. Dr. H.B Jassin merupakan salah satu jalan penghubung menuju Kota Gorontalo yang terkena dampak perubahan guna lahan, yang mengakibatkan meningkatnya permintaan akan pergerakan pada ruas jalan tersebut. Dampak dari meningkatnya permintaan pergerakan seperti meningkatnya volume lalu lintas, bertambahnya waktu perjalanan dan menurunnya kecepatan perjalanan pada ruas jalan dikarenakan kepadatan yang terjadi. Hal-hal tersebut tentunya akan membebani jalan sehingga akan mengakibatkan terjadinya penurunan kinerja ruas jalan tersebut. Oleh karenanya perlu dilakukan penelitian terhadap ruas jalan Prof. Dr. H.B Jassin dengan menganalisis Hubungan

Volume, Kecepatan dan Kepadatan dengan membandingkan “Metode *Greenshield* dan Metode *Greenberg*”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Arus Lalu-lintas

2.1.2 Arus lalu lintas jalan

Arus lalu-lintas adalah suatu fenomena yang kompleks. Cukup dengan sekedar pengamatan sepintas saja ketika kita berkendara di sebuah jalan tol (*freeway*), kita dapat mengetahui bahwa pada saat arus lalu lintas meningkat, umumnya kecepatan akan menurun. Kecepatan juga akan menurun ketika kendaraan-kendaraan cenderung berkumpul menjadi satu entah dengan alasan apapun.

2.2 Variabel utama dalam Karakteristik Arus Lalu-lintas

Terdapat tiga variabel utama yang diperlukan dalam menganalisis karakteristik arus lalu lintas secara mikroskopik yaitu volume, kecepatan dan kepadatan arus lalu-lintas.

2.2.1 Volume

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu. Volume lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Morlok, E.K. 1991) berikut :

$$q = \frac{n}{t} \dots(2.1)$$

Dimana :

q = volume lalu lintas yang melalui suatu titik

n = jumlah kendaraan yang melalui titik itu dalam interval waktu

pengamatan

t = interval waktu pengamatan

2.2.2 Kecepatan

Kecepatan merupakan besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh. Adapun rumus untuk menghitung kecepatan (Morlok, E.K. 1991) :

$$V = \frac{d}{t} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana : V = kecepatan (km/jam, m/det)

d = jarak tempuh (km, m)

t = waktu tempuh (jam, detik)

2.2.3 Kepadatan

Kepadatan adalah jumlah rata-rata kendaraan persatuan panjang jalur gerak dalam waktu tertentu, dan dapat dihitung dengan rumus (Morlok, E. K. 1991) berikut :

$$D = \frac{n}{t} \dots\dots\dots(2.5)$$

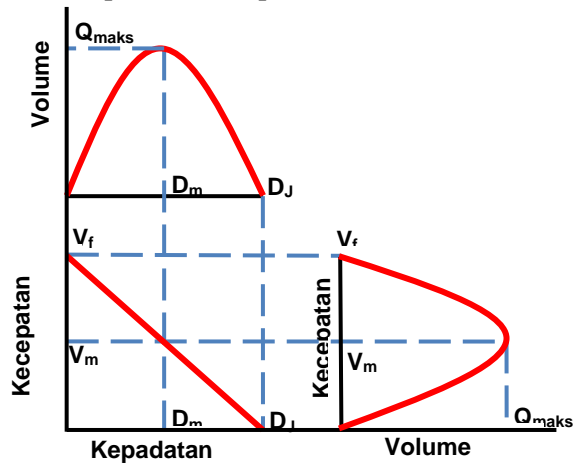
Dimana :

D = kepadatan (kend/km)

n = jumlah kendaraan di jalan

t = waktu (det)

2.3 Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Arus Lalu lintas



Gambar 2.1 Hubungan Antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan

Dimana:

Q_m = adalah kapasitas atau volume maksimum

V_m = adalah kecepatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum

D_m = adalah Kepadatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum

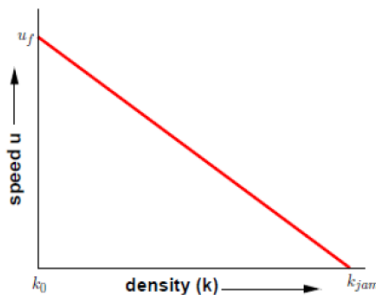
V_f = adalah Kecepatan pada kondisi volume lalu lintas sangat rendah

D_j = adalah Kepadatan kondisi volume lalu lintas macet total

2.4 Model Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Arus Lalu-lintas

2.4.1 Metode *Greenshield*

Metode *Greenshield* (1935). Model umum yang menghubungkan kecepatan arus, dan kepadatan *Greenshield* mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan bersifat linier.



Gambar 2.2 Hubungan kecepatan dan kepadatan menurut *Greenshield*
 (Sumber : M. Jabeena et al Int. Journal of Engineering Research and Applications)

Metode *Greenshield* dapat dijabarkan pada persamaan berikut:

$$V_s = V_f - \frac{V_f}{D_j} \cdot D \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

V_s = Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)

V_f = Kecepatan pada kondisi arus bebas

(km/jam)

D_j = Kepadatan saat macet (smp/jam)

D = Kepadatan lalu lintas (smp/jam)

Dari persamaan di atas, pada dasarnya merupakan suatu persamaan linier, $Y = a + b_x$, dimana dianggap bahwa V_f merupakan konstanta a dan $V_f / D_j = b$ sedangkan V_s dan D masing-masing merupakan variabel y dan x . Kedua konstanta tersebut dapat dinyatakan sebagai kecepatan

bebas (*free flow speed*) dimana pengendara dapat memacu kecepatan sesuai dengan keinginan dan puncak kepadatan dimana kendaraan tidak dapat bergerak sama sekali.

$$y = V_s ; a = V_f ; b = -\frac{V_f}{D_j} ; \text{ dan } x \text{ (2.7)}$$

Hubungan antara volume dan kepadatan didapat dengan mengubah persamaan menjadi bentuk $V = \frac{Q}{D}$ kemudian disubstitusikan ke persamaan (2.6) dan didapatkan persamaan 2.8 berikut:

$$Q = V_f \cdot D \cdot \frac{V_f}{D_j} \cdot D^2 \text{(2.8)}$$

Persamaan tersebut merupakan persamaan parabolik $Q = f(D)$

Hubungan antara volume dan kecepatan didapat dengan mengubah persamaan $Q = V \times D$ menjadi $D = Q / V$ yang kemudian disubstitusikan pada persamaan (2.6), maka akan diperoleh hubungan volume dan kecepatan yaitu :

$$Q = D_j \cdot V_s - \frac{D_j}{V_f} \cdot V_s^2 \text{(2.9)}$$

Persamaan tersebut merupakan persamaan parabolik $Q = f(V)$

Volume maksimum (Q_m) untuk metode Greenshield dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Q_m = D_m \times V_m \text{(2.10)}$$

Dari persamaan tersebut dapat disampaikan bahwa D_m adalah kepadatan pada saat volume maksimum dan V_m adalah kecepatan pada saat volume maksimum. Kepadatan saat volume maksimum (D_m) untuk metode Greenshield dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$D = D_m = (0.5 \cdot D_j) \text{(2.11)}$$

Kecepatan saat volume maksimum (U_m) untuk metode Greenshield dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

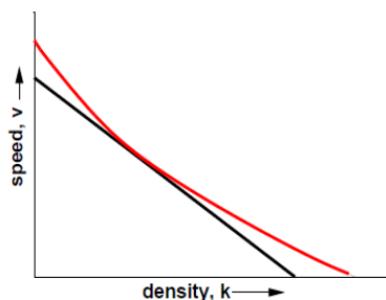
$$V_s = V_m = (V_f / 2) \text{(2.12)}$$

Apabila persamaan (2.11) dan (2.12) disubstitusikan pada persamaan (2.10), maka volume maksimum dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q_m = (D_j / V_f) / 4 \text{(2.13)}$$

2.4.2 Metode Greenberg

Metode *Greenberg* (1959) mengembangkan model untuk melakukan pengukuran kecepatan, arus, dan kepadatan di *Lincoln Tunnel* (Terowongan Lincoln) dan menyimpulkan bahwa hubungan kecepatan – kepadatan merupakan fungsi logaritmik fungsi logaritmik.



Gambar 2.3 Hubungan kecepatan dan kepadatan menurut Greenberg
 (Sumber : M. Jabeena et al Int. Journal of Engineering Research and Applications)

Rumus dasar dari *Greenberg* adalah:

$$D = c \cdot e^{bv} \text{(2.14)}$$

dimana :

D = kepadatan

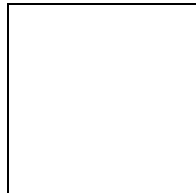
C dan e = koefisien
 S = kecepatan

dengan c dan b merupakan nilai konstanta. Dengan menggunakan analogi aliran fluida dia mengkombinasikan persamaan gerak dan

kontinuitas untuk satu kesatuan dimensi gerak dan menurunkan persamaan sebagai berikut :

$$V_s = V_m \cdot L_n \cdot \frac{D_j}{D} \quad \text{.....(2.15)}$$

dimana :



= Kecepatan pada saat volume

maksimum

D_j = Kepadatan pada saat macet

Pada metode *Greenberg* ini diperlukan pengetahuan tentang parameter-parameter kecepatan optimum dan kerapatan kondisi macet. Sama dengan model *Greenshield*, kepadatan kondisi macet sangat sulit diamati di lapangan dan estimasi terhadap kecepatan optimum lebih sulit diperkirakan dari pada kecepatan bebas rata-rata.

Estimasi kasar untuk menentukan kecepatan optimum kurang lebih setengah dari kecepatan rencana. Ketidakuntungan lain dari metode ini adalah kecepatan bebas rata-rata tidak bisa dihitung. Persamaan (2.15) tersebut diatas dapat ditulis kedalam bentuk persamaan matematika lain yaitu:

Untuk mendapatkan nilai konstanta V_m dan D_j maka persamaan diatas kemudian diubah menjadi persamaan linier $y = a + bx$ sebagai berikut :

$$V_s = V_m \cdot L_n \cdot (D_j) - V_m \cdot L_n(D) \quad \text{....(2.16)}$$

Dengan memisalkan :

$$y = V_s ; a = V_m \cdot L_n (D_j) ; b = -V_m \text{ dan } x = L_n (D)$$

Hubungan antara volume dan kepadatan didapat dengan mengubah persamaan $Q = V \times D$ menjadi $V = Q / D = y$ kemudian disubstitusikan pada persamaan (2.15) sehingga diperoleh :

$$Q = V_m \cdot D \cdot L_n \frac{D_j}{D} \quad \text{.....(2.17)}$$

Hubungan antara volume dan kecepatan didapat dengan mengubah persamaan menjadi $D = Q/V$ yang kemudian disubstitusikan pada persamaan (2.15), maka akan diperoleh :

$$Q = V_s \cdot D_j \cdot \exp \frac{-V_s}{V_m} \quad \text{.....(2.18)}$$

Volume maksimum (Q_m) untuk metode *Greenberg* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.10) diatas. Untuk menentukan konstanta D_m dan V_m , maka persamaan (2.17) dan (2.18) harus dideferensir masing-masing terhadap kepadatan dan kecepatan.

Kepadatan saat volume maksimum (D_m) untuk metode *Greenberg* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$D = D_m = (D_j / e) \quad \text{.....(2.19)}$$

Kecepatan saat volume maksimum (V_m) untuk metode *Greenberg* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_s = V_m \quad \text{.....(2.20)}$$

Apabila persamaan (2.19) dan (2.20) disubstitusikan pada persamaan (2.10), maka volume maksimum dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q_{maks} = \frac{D_j \cdot V_m}{e} = V_m \cdot D_m \quad \text{.....(2.21)}$$

3. METODE PENELITIAN



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Melalui Google Maps
(Sumber : Google Maps)

3.1 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

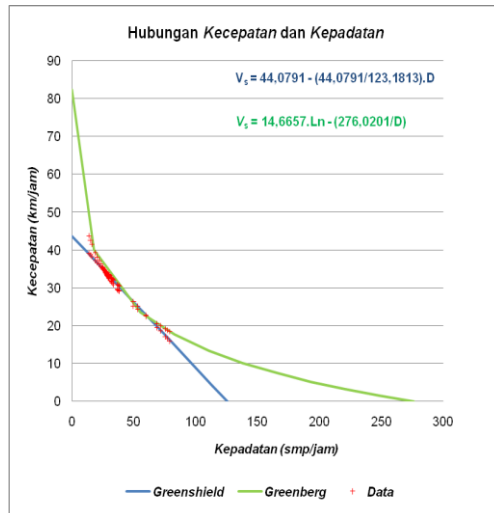
1. **Data Geometrik Jalan** diperoleh dengan mengukur secara langsung dilapangan dengan menggunakan alat ukur rol meter, pengukuran meliputi : panjang segmen jalan, lebar jalur lalu lintas, jumlah dan lebar lajur.
2. **Data Lalu-lintas kendaraan** yang dihitung dikelompokkan dalam beberapa jenis menurut MKJI 1997, yaitu : kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor dan kendaraan tak bermotor. Pada segmen jalan yang menjadi lokasi penelitian, jadi untuk setiap jalur jalan ditempatkan orang yang bertugas mengamati dan mencatat jenis – jenis kendaraan yang lewat beserta jumlahnya pada formulir survey lalu-lintas yang telah disiapkan.
3. **Data kecepatan** diperoleh berdasarkan “Panduan Survey” dan “Perhitungan Waktu Perjalanan” lalu lintas yang dikeluarkan oleh BINKOT dengan menetapkan titik awal dan titik akhir dari rute yang di survey untuk memperkirakan

- kondisi lalu lintas yang ada, kemudian pengamat yang berada dalam dikendaraan contoh menjalankan *stopwath* ketika kendaraan melewati titik awal survey, selanjutnya kendaraan contoh bergerak berjalan pada segmen jalan yang ditentukan yaitu sepanjang 50 m setelah kendaraan melewati titik akhir survey maka *stop watch* dihentikan dan catat waktu total perjalanan. Karena lokasi survey yang diambil berdekatan maka perhitungan kecepatan dilakukan secara bersamaan dengan masing – masing segmen jalan 0.00 m .
4. **Data sekunder** adalah data jaringan jalan Kota Gorontalo, serta data jumlah kendaraan bermotor di Kota Gorontalo.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

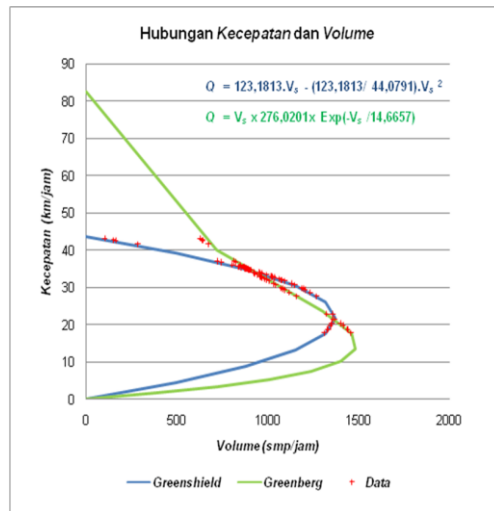
Berdasarkan analisa yang dilakukan diperoleh :

1. Data Analisis volume, kecepatan dan kepadatan diruas jalan Prof. Dr. H.B Jassin dengan membandingkan metode Greenshield dan Metode Greenberg seperti dibawah ini :



Gambar 4.1 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Hari Senin

Sumber : Hasil Analisis 2016



Gambar 4.2 Hubungan Kecepatan dan Volume Hari Senin

Sumber : Hasil Analisis 2016

a. Metode Greenshield Pada Senin

(hubungan kecepatan dan kepadatan)

$$V_s = 44,0791 - (44,0791/123,1813).D$$

(hubungan volume dan kecepatan)

$$Q = 123,1813.V_s - (123,1813/44,0791).V_s^2$$

(hubungan volume dan kepadatan)

$$Q = 44,0791.D - (44,0791/123,1813).D^2$$

b. Metode Greenberg Senin

(hubungan kecepatan dan kepadatan)

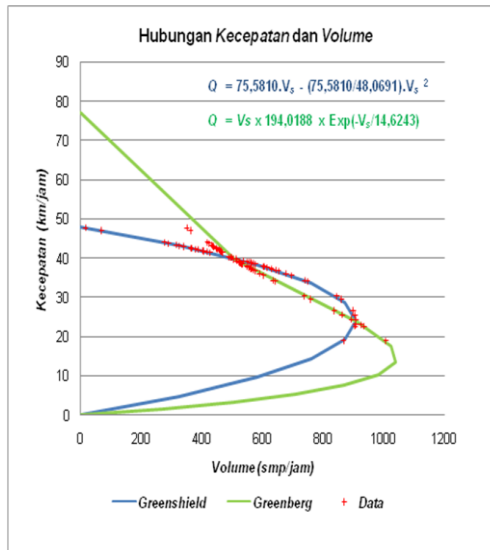
$$V_s = 14,6657x \text{Ln} (276,0201/D) \quad Q = V_s x$$

(hubungan volume dan kecepatan)

$$276,0201x \text{Exp}(-V_s /14,6657) \quad Q = 14,6657x$$

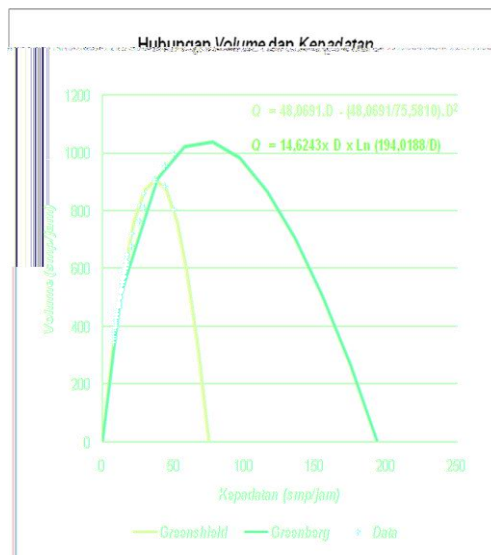
(hubungan volume dan kepadatan)

$$)D x \text{Ln} (276,0201/D)$$



Gambar 4.3 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Hari Senin

Sumber : Hasil Analisis 2016



Gambar 4.4 Hubungan Volume dan Kepadatan Hari Minggu

Sumber : Hasil Analisis 2016

a. Metode Greenshield Pada Minggu

(hubungan kecepatan dan kepadatan)

$$V_s = 48,0691 - (48,0691/75,5810).D$$

(hubungan volume dan kecepatan)

$$Q = 75,5810.V_s - (75,5810/48,0691).V_s^2$$

(hubungan volume dan kepadatan)

$$Q = 48,0691.D - (48,0691/75,5810).D^2$$

$$V_s = 14,6243 \times \ln(194,0188/D)$$

(hubungan volume dan kecepatan)

$$Q = V_s \times 194,0188 \times \exp(-V_s/14,6243)$$

(hubungan volume dan kepadatan)

$$Q = 14,6243 \times D \times \ln(194,0188/D)$$

b. Metode Greenberg Minggu

(hubungan kecepatan dan kepadatan)

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan di ruas jalan Prof. Dr. H.B Jassin, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari hasil perhitungan perbandingan antara Metode *Greenshield* dengan Metode *Greenberg* diperoleh pada hari senin volume maksimum (Q_{maks}) untuk model *Greenshield* sebesar 1357,4303 smp/jam dan model *Greenberg* 1489,1872 smp/jam, kecepatan maksimum (V_m) untuk model *Greenshield* sebesar 22,0396 km/jam untuk model *Greenberg* 14,6657 km/jam, kepadatan saat macet (D_j) untuk model *Greenshield* 123,1813 smp/km untuk model *Greenberg* 276,0201 smp/km. Pada hari jum'at volume maksimum (Q_{maks}) untuk model *Greenshield* sebesar 1315,3692 smp/jam dan model *Greenberg* 1428,2395 smp/jam, kecepatan maksimum (V_m) untuk model *Greenshield* sebesar 23,5750 km/jam untuk model *Greenberg* 15,7580 km/jam, kepadatan saat macet (D_j) untuk model *Greenshield* 111,5901 smp/km untuk model *Greenberg* 246,3736 smp/km. Pada hari minggu volume maksimum (Q_{maks}) untuk model *Greenshield* sebesar 908,2780 smp/jam dan model *Greenberg* 1043,8177 smp/jam, kecepatan maksimum (V_m) untuk model *Greenshield* sebesar 24,0346 km/jam untuk model *Greenberg* 14,6243 km/jam, kepadatan saat macet (D_j) untuk model *Greenshield* 75,5810 smp/km untuk model *Greenberg* 194,0188 smp/km.
- b. Hasil Analisis dengan **Metode *Greenshield*** diperoleh Volume maksimum terbesar pada hari senin dengan sebesar 1357,4303 smp/jam, Kecepatan Maksimum terbesar pada hari Minggu sebesar 24,0346 km/jam Kepadatan Maksimum saat macet terbesar pada hari senin diperoleh sebesar 123,1813 smp/km sedangkan dengan **Metode *Greenberg*** diperoleh Volume maksimum terbesar pada hari senin

dengan sebesar 1489,1872 smp/jam, sedangkan Kecepatan Maksimum terbesar pada hari Minggu sebesar 14,6243 km/jam dan untuk Kepadatan Maksimum saat macet terbesar pada hari senin diperoleh sebesar 276,0201 smp/km. Ini berarti bahwa metode *Greenberg* lebih tepat dalam menganalisis hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan arus lalu lintas diruas jalan Prof. Dr. H.B Jassin.

- c. Metode yang tepat dalam menganalisis hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan di ruas Jl. Prof. Dr. H.B Jassin adalah Metode *Greenberg* karena Metode *Greenberg* memberikan tingkat akurasi terbaik dengan keefisien determinan mendekati +1 adapun nilai keofisien yang dihasilkan oleh metode *Greenberg* adalah sebagai berikut :
Hari senin : ($R^2=0.8504$)
Hari Jum'at : ($R^2=0.8517$)
Hari Minggu : ($R^2=0.9056$)

5.2 Saran

a. Bagi Pemerintah

1. Diperlukan pembenahan manajemen lalu lintas di Jalan Prof. Dr. H.B Jassin Kota Gorontalo karena semakin meningkatnya volume lalu lintas dan permasalahan transportasi di ruas jalan tersebut.
2. Diperlukan pembenahan tata guna lahan dan perbaikan infrastruktur transportasi guna memperlancar sistem transportasi lalu lintas di ruas Jl. Prof Dr. H.B Jassin dan juga ruas jalan lainnya yang ada di Kota Gorontalo
3. Diperlukan kebijakan untuk masyarakat untuk menggunakan kendaraan transportasi umum, agar dapat mengurangi kemacetan.
4. Mengoptimalkan pengoperasian fasilitas arus lalu lintas yang ada di Kota Gorontalo.

b. Bagi Penulis

1. Analisis hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas dengan model Linier *Greenshields*, dan Model *Greenberg* perlu dilakukan studi di lokasi yang ada di

Gorontalo untuk mendapatkan hasil yang lebih baik lagi dalam penelitian selanjutnya khususnya di bidang Transportasi.

2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan pembandingan Analisis hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas seperti Metode *Underwood*.

DAFTAR PUSTAKA

Sumber Buku :

- Direktoral Jendral Bina Marga, Direktorat Pembinaan Jalan Kota, 1990, *Panduan Survey dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu-lintas* No.001/T/BNKT/1990
- Direktoral Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Indonesia.
- Drew, D. R. (1968). *Traffic Flow Theory and Control*, McGraw-Hill, New York.
- Jabeena, M. et al (2013). *Int. Journal of Engineering Research and Applications*
- Khisty C. Jotin C. ,Lall B. Kent,2005. "Dasar – dasar Rekayasa Transportasi" Erlangga, Bandung.
- Lay, M.G. (1968a). *Handbook of Road Technology*, Vol. 2, Traffic and Transport, Gordon and Breach, New York
- Lay, M.G. (1968b). Update for Source Book of Australian Road Research Board, Canberra, ch, 17.
- Mc. Shane., Roess,1990, *Traffic Enggining*. Prentice Hall, USA.
- Morlok, Edward K. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Di Jalan.
- Putranto, Leksmono Suryo, Ir. M.T. Ph.D. 2008. *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Indeks.
- Soedirdjo, T. L. 2002. *Rekayasa Lalu Lintas*. Penerbit ITB. Bandung.
- Sugiono, Prof. Dr. Statistik Nonparametrik Untuk Penelitian, Penerbit CV ALFABETA Bandung, 2004

Tamin O.Z. 1991, *Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Lalulintas*, *Jurnal Teknik Sipil*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Tamin, O.Z., 2003. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi* Bandung: Institut Teknologi.

Transportation Reserch Board (TRB) (2000). *Highway Capacity Manual*, National Research Council, Washington, DC.

Undang-Undang RI No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Bandung : Sinar Grafika.

Sumber Internet :

- Googlemaps(2016). *Peta Jalan H.B Jassin*. <https://www.google.co.id/maps/place/Jl.+Prof.+Dr.+H.B.+Jassin,+Kota+Gorontalo,+Gorontalo/data>. Diakses pada tanggal 27 Februari 2016
- Wikibooks. 2012. *Kapasitas Jalan*. https://id.wikibooks.org/wiki/Rekayasa_Lalu_Lintas/Kapasitas_jalan. Diakses dari pada tanggal 26 Februari 2016