

Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan Greenshield, Greenberg, Dan Underwood Pada Ruas Jalan Jalan Tgk Muhammad Luddin Kota Blangkejeren

Sultan¹, Marwan Lubis², Hamidun Batubara³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara
Kota Medan, 20217, Indonesia

Email: sultangayo96@gmail.com , marwanlubis@yahoo.com ,
hamidunbatubara@unimed.ac.id

Abstrak

Jalan Tgk Muhammad Luddin merupakan salah satu jalan di kota Blangkejeren yang termasuk dalam kelas jalan arteri primer dengan tipe lajur 2/2 UD yang merupakan kawasan ekonomi yang menyebabkan volume lalu lintas semakin besar sehingga mengakibatkan kinerja ruas jalan menjadi berkurang. Adapun tujuan penelitian ini adalah menentukan parameter kapasitas ruas jalan hubungan matematis antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas dengan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*. Juga untuk mengetahui tingkat pelayanan di ruas jalan jalan Tgk Muhammad Luddin. Dalam Penelitian ini, dianalisa hubungan antara ketiga komponen utama arus lalu lintas yakni volume (Q), kecepatan (V) dan kepadatan (D) dalam tiga metode, yaitu Model *Greenshield*, Model *Greenberg*, dan Model *Underwood*. Untuk kapasitas dicari dengan rumusan yang ada pada MKJI 1997. Dari hasil penelitian dan analisis data arus lalu lintas, model yang paling baik untuk menggambarkan kepadatan pada saat macet (D_j) adalah Model *Greenberg* karena nilai determinasi R^2 yang paling mendekati angka 1 adalah model *Greenberg*. Volume lalu lintas tertinggi pada jam puncak terjadi pada hari Selasa 15 November 2022 yaitu sebesar 1513.7 smp/jam yang terjadi pada jam 16.00 – 17.00 WIB. Kecepatan rata-rata lalu lintas tertinggi terdapat pada hari Senin sore yaitu pukul 17.00 – 18.00 sebesar 28.93 km/jam. Kepadatan lalu-lintas tertinggi pada jam Puncak terjadi pada hari Selasa, 15 November 2022 yaitu sebesar 63.20 smp/km pada kisaran jam 13.00 – 14.00 WIB. Nilai kapasitas untuk total 2 arah yaitu 2770,69 smp/jam sedangkan tingkat pelayanan digolongkan pada tingkat pelayanan golongan A yaitu arus lancar, volume rendah, kecepatan tinggi.

Kata kunci: *Greenshield*, *Greenberg*, *Underwood*, Kapasitas, Tingkat Pelayanan.

1 Pendahuluan

Masalah transportasi yang dapat ditimbulkan akibat ketidakseimbangan antara sarana transportasi dan perasarana transportasi adalah kemacetan lalu lintas. Tingkat fungsional sasaran jaringan jalan akan ditentukan oleh tinggi rendahnya arus lalu lintas yang melalui jaringan jalan tersebut. Dengan kata lain, lalu lintas akan menterjemahkan tingkat efisiensi dari suatu jaringan jalan dan fungsi jaringan jalan dan fungsi jaringan jalan tersebut. data lalu lintas diperlukan untuk kebutuhan sesuai maksud dan tujuan yang jelas, misalnya untuk memperbaiki kinerja jalan tersebut akibat adanya pertumbuhan yang pesat pada jumlah kendaraan tapi tidak diimbangi dengan kemajuan sarana dan perasarana jalan.

Berdasarkan PP No 30 Tahun 2021 Penyelenggara Bidang lalu lintas dan angkutan jalan mendefinisikan jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel. Perasarana lalu lintas dan angkutan jalan adalah ruang lalu lintas, terminal dan perlengkapan jalan yang meliputi marka, rambu, dan pemberi isyarat lalu lintas, alat pengendali dan pengamanan pengguna jalan, alat pengawasan dan pengamanan jalan serta fasilitas pendukung. Jalan sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam bidang

ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.

2 Landasan Teori

2.1 Pengertian Jalan

Menurut peraturan pemerintah nomor 34 tahun 2006, jalan adalah prasarana Transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang di peruntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. [2](Syahputra, Sebayang, and Herianto 2015).

2.2 Kapasitas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan waktu pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. [3](Timpal, Sendow, and Rumaya 2018) Untuk menentukan kapasitas biasanya di pakai persamaan sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_w \times FC_p \times FC_{sf} \times FC_{cs} \text{ (smp/jam)} \quad (1)$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam).

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam).

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas.

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah.

FC_{cs} = Faktor penyesuaian untuk ukuran kota.

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan.

2.3 Volume Lalu Lintas

Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama periode waktu tertentu. Nilai volume lalu lintas mencerminkan komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (SMP) yang dikonversikan dengan mengalikan nilai ekivalensi mobil penumpang (EMP). [4](Sari, Salonten, and Supiyan 2021) Volume kendaraan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$Q = \frac{N}{T} \quad (2)$$

Dimana:

Q = Volume (kend/jam).

N = Jumlah kendaraan (kend).

T = waktu pengamatan (jam).

2.4 Kepadatan Lalu Lintas

Kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati panjang jalan yang diamati dibagi panjang jalan tersebut. Kepadatan sulit untuk diukur secara pasti. Kepadatan dapat dihitung berdasarkan kecepatan dan volume. Hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan adalah:

$$V = D.S \quad (3)$$

Dimana :

D = Kepadatan lalu lintas (smp/km).

V = Volume lalu lintas (smp/jam).

S = Kecepatan kendaraan (km/jam).

2.5 Model Greenshield

Tabel 1. Rangkuman Persamaan yang Dihasilkan *Greenshield*.

Hubungan	Persamaan yang dihasilkan	Hubungan	Persamaan yang dihasilkan
S-D	$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D$	V_M	$V_M = \frac{D_j \cdot S_{ff}}{4}$
V-D	$V = D \cdot S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D^2$	S_M	$S_M = \frac{S_{ff}}{2}$
V-S	$V = S_{ff} - \frac{D_j}{S_{ff}} \cdot S^2$	D_M	$D_M = \frac{D_j}{4}$

2.6 Model Greenberg

Tabel 2. Rangkuman Persamaan yang Dihasilkan *Greenberg*.

Hubungan	Persamaan yang dihasilkan	Hubungan	Persamaan yang dihasilkan
S - D	$S = S_M \ln \frac{C}{D}$	V_M	$V_M = \frac{C}{b e}$
V - D	$V = D S_M \ln \frac{C}{D}$	S_M	$S_M = \frac{1}{b}$
V - S	$V = S \cdot C \cdot e^{\frac{-S}{S_M}}$	D_M	$D_M = \frac{C}{e}$

2.7 Model Underwood

Tabel 3. Rangkuman Persamaan yang Dihasilkan *Underwood*.

Hubungan	Persamaan yang dihasilkan	Hubungan	Persamaan yang dihasilkan
S-D	$S = S_{ff} \cdot e^{\frac{-D}{D_M}}$	V_M	$V_M = \frac{D_M \cdot S_{ff}}{e}$
V-D	$V = D \cdot S_{ff} \cdot e^{\frac{-D}{D_M}}$	S_M	$S_M = \frac{S_{ff}}{2}$

V-S

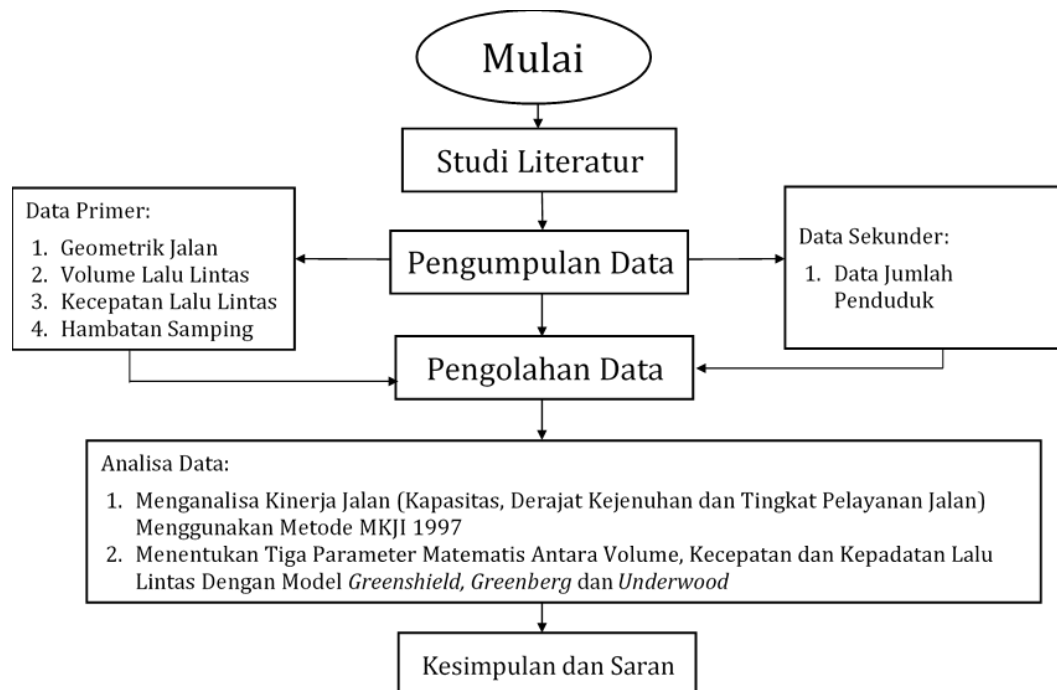
$$V = SD_M L_n - \frac{S_{ff}}{S}$$

D_M

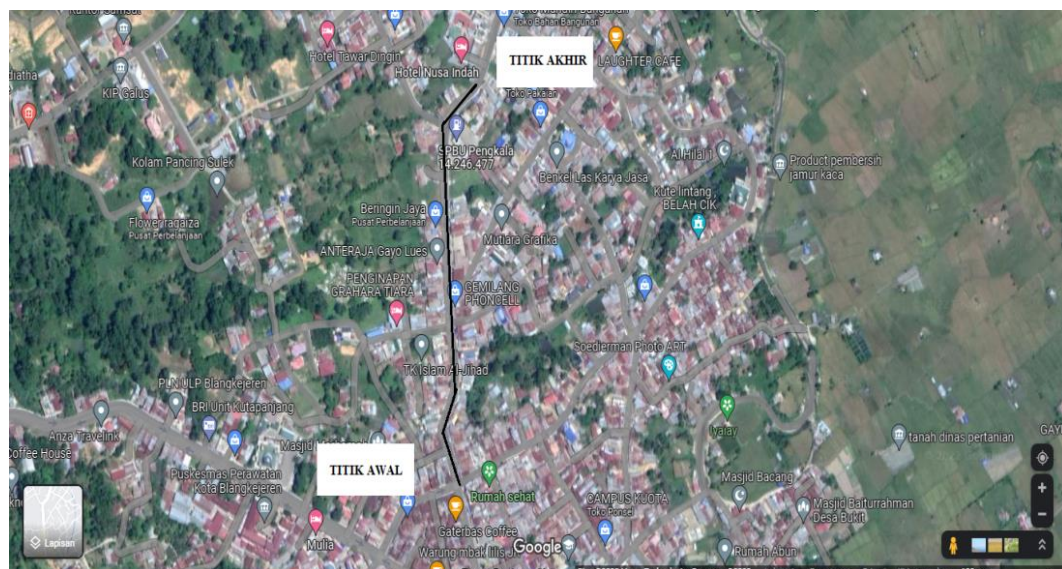
D_M

3 Metode Penelitian

Adapun tahap bagan alir penelitian merupakan suatu kerangka dasar yang membentuk alur kerja dan berfungsi sebagai pedoman umum untuk membantu proses penyusunan penelitian yang dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Berdasarkan Gambar 2 lokasi penelitian terletak pada ruas jalan Tengku Muhammad Luddin mulai dari simpang tiga Pengkala sampai dengan SPBU Pengkala sepanjang 500 m merupakan jalan Kolektor Sekunder.

Adapun tahapan penelitian terdiri dari tahapan persiapan, tahap pengumpulan data dan pengolahan data, sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Tahapan Persiapan meliputi Studi pustaka terhadap materi untuk proses evaluasi dan perencanaan, menentukan kebutuhan data, menentukan waktu penelitian, mengadakan alat survei untuk pengumpulan data penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

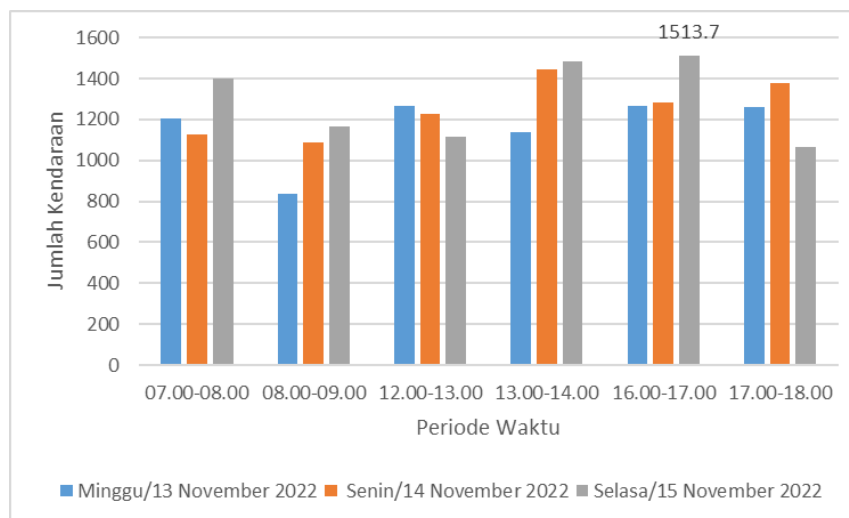
Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini ada dua, yaitu primer dan sekunder.

3. Tahap Pengolahan Data

Setelah semua data yang dibutuhkan dalam penelitian akan diolah menggunakan metode MKJI 1997 untuk menghitung kapasitas jalan dan kemudian dilakukan pemodelan menggunakan pemodelan Greenshield, Greenberg Dan Underwood.

4 Hasil Analisis Penelitian

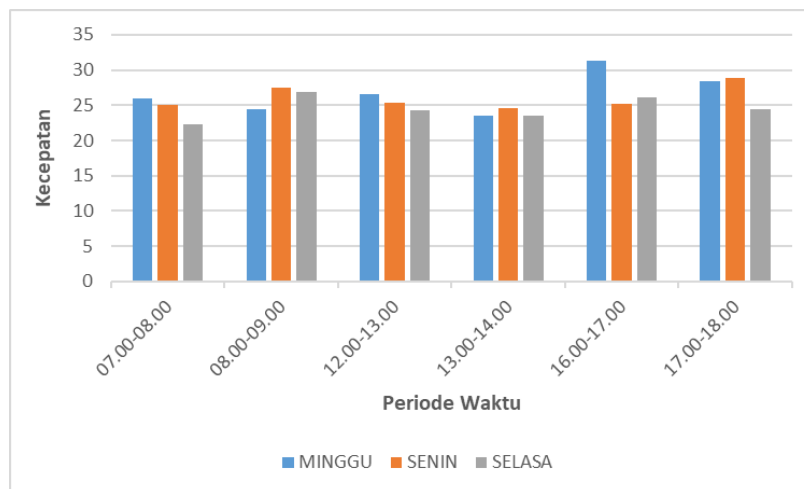
4.1 Hasil Analisis Volume Kendaraan



Gambar 3. Hasil Analisis Volume Lalu Lintas

Dari gambar tersebut dapat dilihat pada hari kerja volume lalu lintasnya relatif sama, akan tetapi terjadi perubahan penurunan volume lalu lintas yang signifikan pada hari libur di ruas jalan Jalan Tengku Muhammad Luddin Blangkejren . Perbedaan hari kerja dan hari libur bukan berarti hari libur lebih rendah dari hari kerja untuk ruas-ruas jalan tertentu, terutama untuk akses menuju kawasan wisata dan perbelanjaan, pada hari libur kerja justru terjadi kenaikan. Karakteristik volume jam puncak ini sangat tergantung kepada kebijakan suatu instansi untuk menerapkan jam aktivitas.

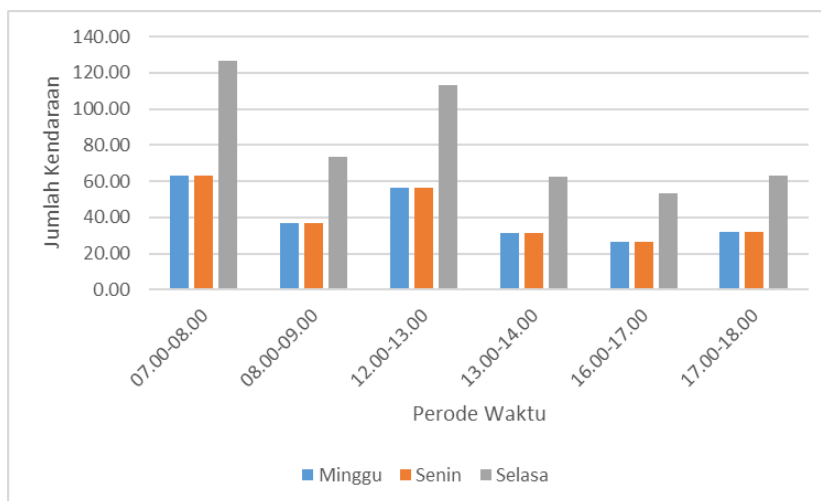
4.2 Hasil Analisis Kecepatan



Gambar 4. Hasil Analisis Kecepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan ringan rata-rata yang dihasilkan perhari di setiap titiknya menghasilkan kecepatan kendaraan berkisar dari 23 – 26 km/jam di setiap jam dan harinya. Dengan data kecepatan tertinggi terdapat pada hari senin sore yaitu pukul 17.00 – 18.00 sebesar 28.93 km/jam dan kecepatan terendah terdapat pada hari selasa pagi yaitu 07.00-08.00 dengan kecepatan sebesar 22.26 km/jam. Dari sini dapat kita ketahui hubungan antara volume lalu lintas dengan kecepatan kendaraan sangat erat kaitannya.

4.3 Hasil Analisis Hambatan Samping



Gambar 5. Hasil Analisis Hambatan Samping

Dapat dilihat pada Gambar 5 nilai frekuensi bobot pada hambatan samping di tiap hari survey nya, untuk faktor pejalan kaki (PED) nilai maksimum terdapat pada hari minggu pada pukul 07.00 – 08.00 pagi dengan bobot nilai 11.05, terkecilnya adalah sebesar 2 di hari yang sama pada pukul 12.00 - 13.00. Faktor kendaraan lambat (SMV) nilai maksimumnya adalah 14.8 pada hari senin pengamatan di siang hari dengan waktu 13.00 – 14.00, sedangkan untuk nilai minimumnya adalah 1,20 di hari minggu pada waktu 16.00 – 17.00. Kendaraan parkir

(PSV) nilai terbesarnya ada pada hari selasa dengan bobot nilai 38 pada waktu 12.00 – 13.00 sedangkan untuk nilai terendahnya ada di hari senin dengan nilai 3 pada waktu 17.00 – 18.00, untuk data kendaraan masuk keluar (EEV) nilai terbesarnya adalah 17.5 pada pukul 17.00 – 18.00 di hari senin pengamatan sedangkan nilai terendah kendaraan masuk keluar terdapat pada hari minggu dengan bobot nilai 2.8 pada pukul 08.00-09.00.

4.4 Hasil Analisis Kepadatan Kendaraan

Tabel 4. Kepadatan Kendaraan Berdasarkan Perhitungan Rerata V/Us

Periode Waktu	Rata-Rata Volume Per Jam	Rata-Rata Kecepatan Per Jam	Kepadatan Kendaraan
	V	Us	D
07.00-08.00	1245.80	24.41	51.04
08.00-09.00	1028.95	26.29	39.14
12.00-13.00	1203.25	25.44	47.29
13.00-14.00	1355.80	23.87	56.80
16.00-17.00	1354.95	27.56	49.16
17.00-18.00	1236.03	27.23	45.39

4.5 Analisis Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan (*Level of service*) diartikan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) sebagai tingkat pelayanan suatu ruas jalan sebagai ukuran kuantitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai sebuah kendaraan di jalan tersebut. [5](Gamran et al. 2015) Hasil yang didapatkan dari nilai derajat kejenuhan tersebut dapat digolongkan ke dalam tingkat pelayanan tersebut.

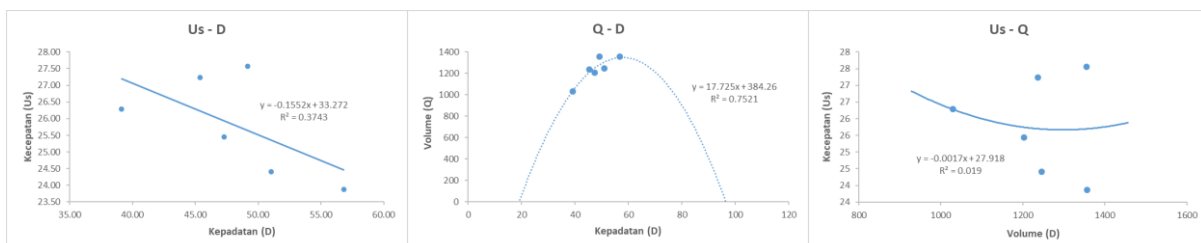
- Volume kendaraan terdapat pada hari Selasa pukul 16.00 – 17.00 WIB yaitu, 1513,7 smp/jam.
- Kapasitas (C) = 2770,69 smp/jam.

Maka, $DS = Q/C = 1513,7/2770,69 = 0,55$

Dari hasil derajat kejenuhan, didapatkan nilai tertinggi derajat kejenuhan sebesar 0,55 yang digolongkan pada tingkat pelayanan golongan A yaitu arus lancar, volume rendah, kecepatan tinggi.

4.6 Pemodelan Greenshield, Greenberg dan Underwood

1. Model Greenshield

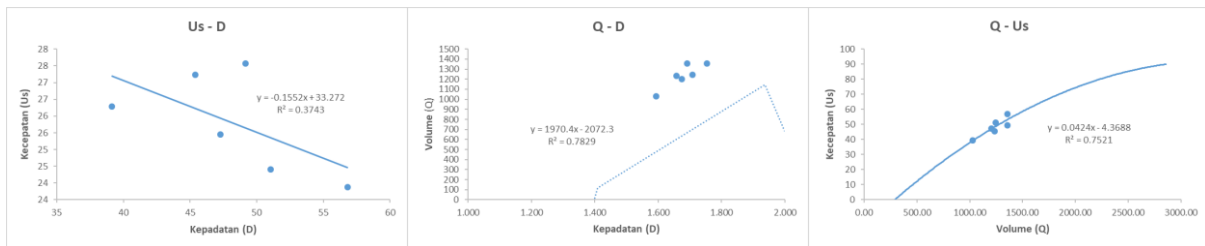


Gambar 6. Hubungan Volume-Kepadatan-Kecepatan Model *Greenshield*.

Dari gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai masing-masing V_m , S_m dan D_m paling besar adalah 866,9117 , 27,197472 dan 26,168785. Volume maksimum (V_m) terjadi

pada saat kepadatan mencapai titik Dm (kapasitas jalur jalan sudah tercapai), setelah mencapai titik ini volume akan menurun walaupun kepadatan bertambah sampai terjadi kemacetan di titik Dj.

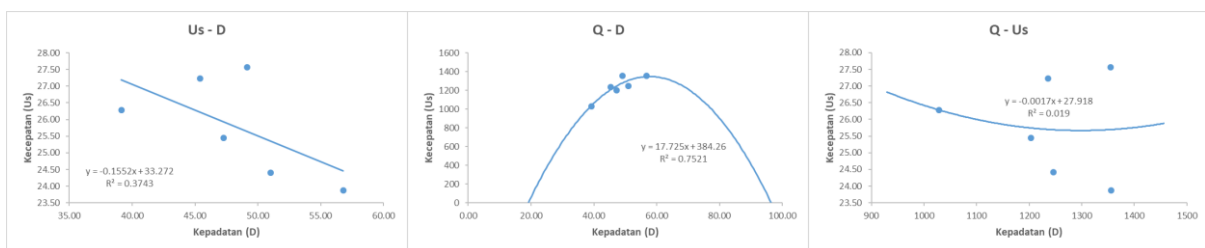
2. Model *Greenberg*



Gambar 7. Hubungan Volume-Kepadatan-Kecepatan Model *Greenberg*.

Dari gambar grafik diatas menunjukkan hubungan volume – kepadatan – kecepatan dalam pemodelan Greenberg mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara Kepadatan dan kecepatan merupakan fungsi eksponensial.

3. Model *Underwood*



Gambar 8. Hubungan Volume-Kepadatan-Kecepatan Model *Underwood*.

Dari gambar grafik di atas terlihat bahwa nilai kecepatan arus bebas ($\bar{U}_f$) dan kerapatan pada saat macet (D_j) pada kedua arah pergerakan terdapat perbedaan yang cukup signifikan. Jadi bisa dikatakan bahwa terdapat perbedaan kecepatan maupun kerapatan lalu lintas pada kedua arah pergerakan di jalan Tengku Muhammad Luddin Kota Blangkejren.

4.7 Pembahasan

Dari ketiga hubungan parameter karakteristik arus lalu lintas yang terpilih cukup berkorelasi dengan baik karena untuk hubungan kecepatan – kepadatan nilai R^2 yang didapat adalah 70,8% sedangkan untuk model hubungan volume – kecepatan nilai R^2 yang didapat sebesar 31,1% hal ini bisa terjadi karena dipengaruhi oleh hasil kecepatan, nilai yang didapat memiliki perbedaan tiap waktunya hal ini disebabkan karena kondisi pada ruas Jl. Tengku Muhammad Luddin masih dikategorikan baik sehingga para pengendara dapat dengan mudah menentukan kecepatannya masing-masing dan data kecepatan yang didapat dari hasil survei dirata-rata per waktu pagi siang dan sore hari. Sedangkan untuk hubungan volume – kepadatan nilai R^2 yang diperoleh sebesar 84,7% model ini cukup berkorelasi dengan baik karena memang model ini tidak dipengaruhi oleh kecepatan secara langsung. Hubungan parameter karakteristik ini menggunakan nilai kepadatan yang didapat dari pembagian antara volume dan kecepatan. Pemodelan pada ruas Jl. Tengku Muhammad Luddin ini

menggunakan data yang dirata-ratakan dari titik pengamatan menjadi satu dalam waktu masing – masingnya yaitu pagi siang dan sore, sehingga model yang diperoleh adalah untuk keseluruhan ruas Jl. Tengku Muhammad Luddin.

5 Kesimpulan

Dari hasil analisa dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat Pelayanan di ruas Jalan Tengku Muhammad Luddin pada hari Minggu hingga hari Selasa (tiga hari penelitian) didapatkan nilai tertinggi derajat kejenuhan sebesar 0,55 yang digolongkan pada tingkat pelayanan golongan A yaitu arus lancer, volume rendah, kecepatan tinggi.
2. Perhitungan Kapasitas dengan menggunakan hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan yang memiliki koefisien determinasi tertinggi:

a) *Greenshield*

Kapasitas (VM) = 866.9117 skr/jam

Kepadatan Maksimum (DM) = 26.168785 skr/km

Kecepatan Maksimum (SM) = 27.197472 km/jam.

b) *Greenberg*

Kapasitas (VM) = 112280.26 skr/jam

Kepadatan Maksimum (DM) = 53.11712 skr/km

Kecepatan Maksimum (SM) = 27.1970064 km/jam.

c) *Underwood*

Kapasitas (VM) = 872.761 skr/jam

Kepadatan Maksimum (DM) = 26.168785 skr/km

Kecepatan Maksimum (SM) = 27.197472 km/jam.

Referensi

- [1] Pemerintah Pusat, *PP No 30 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta, Indonesia, 2021.
- [2] Pemerintah Pusat, *Peraturan Pemerintah No 36 tahun 2006 tentang Jalan*. Jakarta: jdihn.go.id, 2006.
- [3] Taufan Guntur Stallone Merentek, "EVALUASI PERHITUNGAN KAPASITAS MENURUT METODE MKJI," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 4, p. 191, Maret 2016.
- [4] Syukur Sebayang, Dwi Herianto Randy Syaputra, "Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Lalu Lintas Jalan Nasional," *JRSDD*, vol. 3, p. 443, 2015.
- [5] Bina Marga, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*. Jakarta: Bina Marga, 1997.