

PEMODELAN KINERJA LALU LINTAS DENGAN MODEL GREENSHIELD, GREENBERG, UNDERWOOD, DAN BELL PADA JALAN KAPTEN HANAFIAH KABUPATEN SUBANG

TRAFFIC FLOW MODELING WITH GREENSHIELD, GREENBERG, UNDERWOOD, AND BELL MODELS ON KAPTEN HANAFIAH ROAD OF SUBANG DISTRICT

Irfan Hafidh Armmawadin¹, Bobby Agung Hermawan², Fauzi³

¹Taruna Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, Jalan Raya Setu No. 89, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

²Dosen Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, Jalan Raya Setu No. 89, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

³ Dosen Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, Jalan Raya Setu No. 89, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

Email: bamaarmmawadin@gmail.com

ABSTRACT

As time goes by the population increases. An increase in population can cause traffic congestion. Congestion itself is influenced by 3 (three) parameters, namely speed, density and volume. These three parameters also influence each other. To understand the characteristics of a road, modeling is carried out on the three parameters, namely speed, density and volume. One of the roads where traffic jams occur is Jalan Captain Hanafiah which is located in Subang Regency. To find out the characteristics of Jalan Captain Hanafiah, traffic performance modeling was carried out using the Greenshield, Greenberg, Underwood, and Bell models.

Based on the results, the appropriate model to describe the traffic performance conditions for Jalan Captain Hanafiah for both directions is the Greenberg Model. The direction of the Wessel-Cibogo Intersection has a velocity value when the maximum volume (S_m) is 8.52 km/hour, the density when the maximum volume (D_m) is 180.03 pcu/km and the maximum volume (V_m) is 1533.60 pcu/hour . Then for the Cibogo-Wessel Simpang direction, the velocity value at maximum volume (S_m) is 9.33 km/hour, the density at maximum volume (D_m) is 168.40 pcu/km and for maximum volume (V_m) is 1571.93 pcu/hour.

Keywords: *Traffic Flow Model, Traffic Performance, Greenshield Model, Greenberg Model, Underwood Model, Bell Model.*

ABSTRAK

Seiring dengan berjalannya waktu jumlah penduduk semakin meningkat. Peningkatan jumlah penduduk dapat menimbulkan kemacetan. Kemacetan sendiri dipengaruhi oleh 3 (tiga) parameter yaitu kecepatan, kepadatan dan juga volume. Ketiga parameter tersebut juga saling mempengaruhi satu sama lain. Untuk memahami karakteristik dari suatu jalan maka dilakukan permodelan terhadap ketiga parameter yaitu kecepatan, kepadatan, dan volume. Salah satu jalan yang terjadi kemacetan yaitu Jalan Kapten Hanafiah yang terletak di Kabupaten Subang. Untuk mengetahui karakteristik Jalan Kapten Hanafiah maka dilakukan pemodelan kinerja lalu lintas dengan menggunakan Model Greenshield, Greenberg, Underwood, dan Bell.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan Model yang sesuai untuk menggambarkan kondisi kinerja lalu lintas Jalan Kapten Hanafiah untuk kedua arah adalah Model Greenberg. Arah Simpang Wessel-Cibogo memiliki nilai kecepatan saat volume maksimum (S_m) adalah sebesar 8,52 km/jam, kepadatan saat volume maksimum (D_m) sebesar 180,03 smp/km dan volume maksimum (V_m) sebesar 1533,60 smp/jam. Lalu untuk arah Cibogo-Simpang Wessel nilai kecepatan saat volume maksimum (S_m) sebesar 9,33 km/jam, kepadatan saat volume maksimum (D_m) sebesar 168,40 smp/km dan untuk volume maksimum (V_m) sebesar 1571,93 smp/jam.

Kata Kunci: Model Arus Lalu Lintas, Kinerja Lalu Lintas, Model Greenshield, Model Greenberg, Model Underwood, Model Bell.

PENDAHULUAN

Seiring dengan berjalannya waktu jumlah penduduk semakin meningkat, terutama di kawasan perkotaan. Peningkatan jumlah penduduk secara langsung dapat memicu meningkatnya kebutuhan akan penggunaan alat-alat transportasi seperti mobil, motor dan lain-lain, dan secara tidak langsung dapat menyebabkan kemacetan, terlebih apabila kapasitas jalan yang ada tidak mampu mengakomodasi peningkatan jumlah kendaraan (Ali & Abidin, 2019). Faktor-faktor yang mempengaruhi timbulnya masalah-masalah kemacetan yang terjadi di perkotaan sangat beragam, antara lain ledakan penduduk, tingginya jumlah kendaraan bermotor, urbanisasi, dan adanya pusat industri (Panjaitan, Sudarsono, Sasmito, 2014).

Salah satu jalan yang terjadi kemacetan yaitu Jalan Kapten Hanafiah. Jalan Kapten Hanafiah terletak di Kabupaten Subang. Jalan ini menghubungkan perusahaan PT. Taekwang yang merupakan perusahaan terbesar di Kabupaten Subang. Berdasarkan data Laporan Umum PKL Kabupaten Subang, volume tertinggi pada Jalan Kapten Hanafiah sebesar 2.702,8 smp/jam dan perhitungan menggunakan MKJI, kapasitas jalan sebesar 2.972,5 smp/jam. Dari kedua nilai tersebut didapatkan perbandingan antara kapasitas dan juga volume sebesar 0,91, yang berarti 91% dari kapasitas jalan tersebut digunakan pada saat jam puncak, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk tentu pada tahun-tahun selanjutnya akan terjadi kelebihan kapasitas pada jalan tersebut. Dengan kecepatan rata-rata kendaraan pada jalan ini sebesar 9,35 km/jam maka setelah dilakukan perhitungan terhadap kecepatan maka didapat Speed Reduction Index senilai 7,52, dimana kemacetan terjadi ketika nilai indeks melebihi 4 hingga 5. Lalu Jalan Kapten Hanafiah juga memiliki Speed Performance Index sebesar 23,86 yang mana termasuk level kemacetan parah. Selain itu Jalan Kapten Hanafiah memiliki kepadatan tertinggi diantara jalan-jalan lain di Kabupaten Subang, yaitu sebesar 289,22 smp/km.

Kemacetan sendiri dipengaruhi oleh 3 (tiga) parameter yaitu kecepatan, kepadatan dan juga volume. Ketiga parameter tersebut juga saling mempengaruhi satu sama lain. Hubungan parameter-parameter tersebut juga menggambarkan karakteristik jalan tersebut. Setiap jalan memiliki karakteristiknya masing-masing, walaupun kondisi lingkungan antara jalan yang satu dengan yang lainnya sama, akan tetapi belum tentu memiliki karakteristik yang sama. Karakteristik dari suatu jalan merupakan dasar dalam perencanaan jalan. Salah satu pendekatan untuk memahami perilaku lalu lintas adalah dengan melakukan analisis arus lalu lintas dengan pemodelan dan menjabarkannya dalam bentuk hubungan matematis dan grafis (Sainuddin, 2019).

Model arus lalu lintas ini dapat digunakan dalam perencanaan, desain, dan juga operasi fasilitas transportasi (May, 1990). Pemodelan arus lalu lintas telah diterapkan dalam berbagai penerapan, termasuk didalamnya metode peramalan arus lalu lintas dan juga penilaian kondisi lalu lintas (Romanowska & Jamroz, 2021). Terdapat 3 (tiga) model yang sering digunakan dalam menggambarkan kinerja lalu lintas yaitu Model Greenshield yaitu model hubungan antar parameter digambarkan dengan hubungan linear, Model Greenberg yaitu model kinerja lalu lintas yang menganalogikan konsep arus-fluida, dan Model Underwood yaitu model yang menggambarkan hubungan antar variabel berupa eksponensial negatif (Risdiyanto, 2014). Maka dari itu guna mengetahui karakteristik Jalan Kapten Hanafiah maka dilakukan pemodelan pada jalan ini.

METODE PENELITIAN

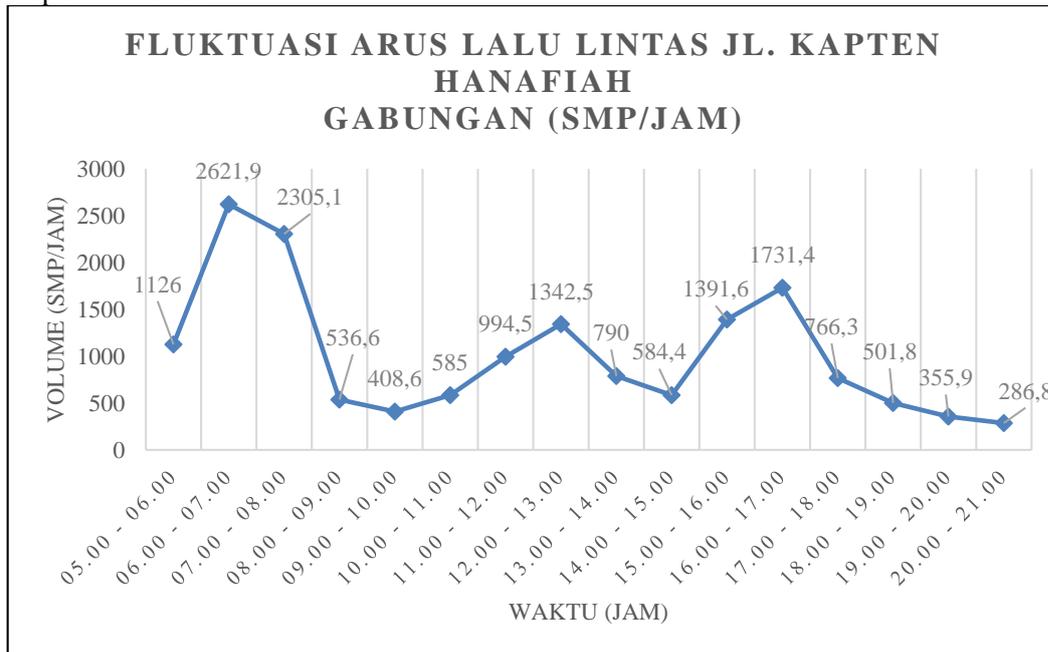
Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, tahap yang pertama yaitu identifikasi masalah pada Jalan Kapten Hanafiah berdasarkan Laporan Umum PKL Kabupaten Subang STTD masalah terindikasi dari kinerja jalan ini yang sudah melebihi batas standard dan dikategorikan macet, sehingga untuk mengetahui kinerja yang lebih representative maka dilakukan pemodelan. Tahap yang kedua yaitu pengumpulan data, pada penelitian ini data yang dicari data kecepatan, volume, dan kepadatan. Untuk mencari kecepatan pada jalan ini dilakukan survei kecepatan yang dilakukan di ujung segmen Jalan Kapten Hanafiah dan ujung segmen lainnya, survey ini dilakukan selama 16 jam dengan interval 15 menit dan dilakukan untuk mendapatkan kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang menempati suatu ruang jalan selama periode tertentu atau *space mean speed* (SMS) lalu setelah itu dilakukan survei *traffic counting* untuk mendapatkan data volume kendaraan pada Jalan Kapten Hanafiah, survey ini dilakukan selama 16 jam dengan interval waktu 15 menit nantinya data jumlah kendaraan yang didapat dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang/SMP. Dari kedua data yang didapat bisa dicari data kepadatan dengan cara membagi nilai volume dengan kecepatan, sehingga didapatkan nilai dari kepadatan.

Setelah didapatkan data kecepatan, volume, dan kepadatan lalu lintas pada Jalan Kapten Hanafiah selanjutnya data tersebut diolah, dalam penelitian ini data-data tersebut dimasukkan ke dalam keempat model lalu data-data tersebut dilakukan analisis regresi untuk mendapatkan persamaan keempat model, selain dilakukan analisis regresi, dari keempat model tersebut dilakukan analisis korelasi untuk menentukan model mana yang paling sesuai dengan kondisi lapangan dilihat dari nilai koefisien determinasinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jalan Kapten Hanafiah merupakan akses jalan menuju ke Central Buisness District (CBD) dari Kecamatan Cibogo dan Kabupaten Sumedang. Pada jalan ini terjadi kemacetan pada saat jam kerja yaitu antara jam 6-7 pagi, jalan ini banyak dilalui oleh pegawai dari PT. Taekwang yang merupakan perusahaan industri sepatu terbesar di Kabupaten Subang. Pegawai dari PT. Taekwang menggunakan jalan ini saat berangkat jam kerja di pagi hari, jam istirahat saat siang, dan juga saat sore hari saat jam pulang kerja. Selain itu jalan ini juga sering dilalui oleh angkutan barang yang berasal dari perusahaan yang terdapat di Kecamatan Cibogo dan juga yang berasal dari Kabupaten Indramayu. Jalan ini memiliki panjang jalan 1.100 meter dengan lebar jalan total 9 meter. Jalan ini memiliki dua lajur dan dua jalur dengan lebar jalur efektif kedua arahnya sebesar 4,5 meter. Jalan ini tidak memiliki median. Lebar trotoar kiri dan kanan sebesar 1,5 meter, lebar bahu jalan sebesar 0,5 meter, dan lebar drainase sebesar 1 (satu) meter untuk sebelah kiri dan kanan. Status jalan provinsi dan fungsi jalan kolektor.

Berdasarkan Survei Traffic Counting yang dilakukan selama 16 jam dengan interval 15 menit di Jalan Kapten Hanafiah Kabupaten Subang, maka diperoleh data volume lalu lintas harian di Jalan Kapten Hanafiah Subang. Data jumlah kendaraan yang didapat dari Survei Traffic Counting kemudian dikonversikan menjadi smp/jam. Berikut merupakan fluktuasi volume lalu lintas pada Jalan Kapten Hanafiah:



Sumber: Hasil Analisis

Gambar 1 Grafik Fluktuasi Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas pada Jalan Kapten Hanafiah Kabupaten Subang mengalami kenaikan dan penurunan jumlah volume selama 16 jam. Volume tertinggi terjadi pada saat jam pagi yaitu jam 06.00-07.00 sebesar 2621,9 smp/jam, yang merupakan waktu masuk kerja dan juga waktu masuk siswa sekolah. Lalu volume mengalami penurunan pada jam-jam berikutnya kemudian saat waktu siang volume mengalami kenaikan lagi yaitu pada jam 12.00-13.00 sebesar 1342,5 smp/jam, hal ini dikarenakan pada jam tersebut merupakan waktu istirahat siang untuk pegawai kantor, lalu volume lalu lintas mengalami penurunan lagi pada jam-jam berikutnya. Pada jam 16.00-17.00 volume mengalami kenaikan lagi sebesar 1731,4 smp/jam yang mana jam ini merupakan jam pulang kerja. Sedangkan untuk volume terendah terjadi pada jam 20.00-21.00 sebesar 286,8 smp/jam, yang mana

pada jam ini aktivitas sedikit terjadi dan sudah jarang dilalui orang.

Untuk survey kecepatan dilakukan selama 16 jam dengan interval 15 menit dan dilakukan bersamaan dengan survey traffic counting dan mencatat waktu kendaraan lewat. Dari waktu tiap kendaraan yang lewat akan dirata-ratakan lalu, hasil rata-rata kemudian panjang Jalan Kapten Hanafiah dibagi dengan rata-rata kecepatan sehingga dihasilkan kecepatan rata-rata ruang Jalan Kapten Hanafiah. Berikut merupakan rekapitulasi kecepatan rata rata ruang pada Jalan Kapten Hanafiah:



Sumber: Hasil Analisis

Gambar 2 Grafik Kecepatan Jalan Kapten Hanafiah

Kecepatan rata-rata terendah pada Jalan Kapten Hanafiah terjadi pada jam 06.00-07.00 sebesar 14,69 km/jam, pada jam ini merupakan jam masuk kerja dan juga merupakan jam puncak pada saat volume tertinggi terjadi sehingga banyak kendaraan yang melalui jalan ini sehingga mengurangi kecepatan kendaraan. Lalu kecepatan juga turun pada jam 12.00-13.00 sebesar 24,9 km/jam, yang merupakan waktu istirahat siang pekerja dan juga pada jam 16.00-17.00 yang merupakan waktu pulang pekerja. Sedangkan untuk waktu kecepatan tertinggi terjadi saat jam 20.00-21.00 sebesar 44,12 km/jam yang merupakan waktu malam yang mana pada jam ini volume kendaraan yang melewati jalan ini juga rendah sehingga jalanan menjadi lenggang dan membuat kendaraan dapat melalui jalan ini dengan cepat tanpa dihalangi kendaraan lain

Untuk mendapatkan data kepadatan maka data volume dibagi dengan kecepatan, Lalu berikut hasil rekapitulasi kepadatan pada Jalan Kapten Hanafiah



Sumber: Hasil Analisis

Gambar 3 Grafik Kepadatan Lalu Lintas Jalan Kapten Hanafiah

Kepadatan tertinggi terjadi pada jam 06.00-07.00 sebesar 184,25 smp/km, hal ini terjadi karena pada jam ini terjadi volume tertinggi dan juga pada jam ini terjadi kecepatan terendah juga, sehingga nilai kepadatan Jalan Kapten Hanafiah pada jam ini tinggi. Lalu setelah itu kepadatan naik kembali pada jam 12.00-13.00 sebesar 54,19 smp/km dan juga pada jam 16.00-17.00 sebesar 89,5 smp/km. Pada jam-jam tersebut juga merupakan jam-jam sibuk jalan ini sehingga juga meningkatkan kepadatan pada jam-jam tersebut. Kepadatan terendah terjadi pada jam 20.00-21.00 sebesar 6,53 smp/km, hal ini dikarenakan pada jam tersebut aktivitas berkurang sehingga kendaraan yang melewati jalan tersebut juga berkurang dan kecepatan Jalan Kapten Hanafiah naik sehingga kepadatan rendah pada jam ini. Setelah didapatkan ketiga data selanjutnya data-data tersebut dianalisis regresi berdasarkan keempat model sehingga didapatkan persamaan untuk arah Simpang Wessel-Cibogo sebagai berikut:

Table 1 Tabel Persamaan Model Arah Simpang Wessel-Cibogo

Model	S-D	V-D	V-S
Greenshiel d	$S = 36,92 - 0,23 D$	$S = 36,92 D - 0,23 D^2$	$V = 158,90 S - 4,55 S^2$
Greenberg	$S = 52,76 - 8,52 \ln D$	$V = 52,76 D - 8,52 D \ln D$	$V = S \times 489,37 \times \exp(-\frac{S}{8,52})$
Underwoo d	$\ln S = 3,63 - 0,010042 D$	$V = 37,66 D e^{-0,010042 D}$	$V = 95,90 S \ln \frac{37,66}{S}$
Bell	$\ln S = 3,50 \times -0,000070 D^2$	$V = 33,02 D e^{-0,000070 D^2}$	$V = 119,48 S (\ln \frac{33,02}{S})^{0,5}$

Sumber: Hasil Analisis

Lalu untuk arah sebaliknya didapatkan persamaan dari hasil analisis regresi sebagai berikut:

Table 2 Tabel Persamaan Model Arah Cibogo-Simpang Wessel

Model	S-D	V-D	V-S
Greenshiel d	$S = 40,01 - 0,35 D$	$V = 40,01 D - 0,35 D^2$	$V = 114,50 S - 2,86 S^2$
Greenberg	$S = 57,19 - 9,33 \ln D$	$V = 57,19 D - 9,33 D \ln D$	$V = S \times 457,75 \times \exp\left(-\frac{S}{9,33}\right)$
Underwood d	$\ln S = 3,71 - 0,01283 D$	$V = 40,99 D e^{-0,01283 D}$	$V = 77,92 S \ln \frac{40,99}{S}$
Bell	$\ln S = 3,55 \times -0,000122 D^2$	$V = 34,89 D e^{-0,000122 D^2}$	$V = 90,45 S \left(\ln \frac{34,89}{S}\right)^{0,5}$

Sumber: Hasil Analisis

Dari persamaan hasil analisis regresi dan grafik di atas juga dapat diketahui nilai-nilai kinerja lalu lintas. Untuk nilai kinerja lalu lintas arah Simpang Wessel-Cibogo adalah sebagai berikut:

Table 3 Nilai Kinerja Lalu Lintas Simpang Wessel-Cibogo

Parameter	Model Greenshield	Model Greenberg	Model Underwood	Model Bell
S_{ff}	36,92 km/jam	∞ km/jam	37,66 km/jam	33,02 km/jam
D_j	158,90 smp/km	489,37 smp/km	∞ smp/km	∞ smp/km
S_m	18,46 km/jam	8,52 km/jam	13,86 km/jam	20,03 km/jam
D_m	79,45 smp/km	180,03 smp/km	95,90 smp/km	84,49 smp/km
V_m	1466,73 smp/jam	1533,60 smp/jam	1328,64 smp/jam	1692,08 smp/jam

Sumber: Hasil Analisis

Dari Tabel di atas untuk kinerja lalu lintas arah Simpang Wessel-Cibogo, untuk nilai kecepatan arus bebas (S_{ff}) terbesar adalah Model Underwood sebesar 37,66 km/jam dan terkecil yaitu Model Bell sebesar 33,02 km/jam, untuk kepadatan saat macet total (D_j) terbesar yaitu Model Greenberg sebesar 489,37 smp/km dan terkecil yaitu Model Greenshield sebesar 158,90 smp/km, lalu kecepatan saat volume maksimum (S_m) terbesar yaitu Model Bell sebesar 20,03 km/jam dan terkecil yaitu Model Greenberg sebesar 8,52 smp/km, untuk nilai kepadatan saat volume maksimum (D_m) terbesar yaitu Model Greenberg sebesar 180,03 smp/km dan terkecil yaitu Model Greenshield sebesar 79,45 smp/km, kemudian untuk volume maksimum (V_m) terbesar yaitu Model Bell sebesar 1692,08 smp/jam dan terkecil yaitu Model Underwood sebesar 1328,64 smp/jam. Terdapat beberapa nilai tak

hingga pada beberapa variabel hal ini dikarenakan terdapat bilangan euler/konstanta eksponensial pada persamaan tersebut sehingga membuat grafik tidak pernah mencapai nilai nol. Untuk nilai kinerja lalu lintas arah Cibogo-Simpang Wessel adalah sebagai berikut:

Table 4 Nilai Kinerja Lalu Lintas Arah Cibogo-Simpang Wessel

Parameter	Model Greenshield	Model Greenberg	Model Underwood	Model Bell
S_{ff}	40,01 km/jam	∞ km/jam	40,99 km/jam	34,89 km/jam
D_j	114,50 smp/km	457,75 jam/km	∞ jam/km	∞ smp/km
S_m	20,01 km/jam	9,33 km/jam	15,08 km/jam	21,16 km/jam
D_m	57,25 smp/km	168,40 smp/km	77,92 smp/km	63,96 smp/km
V_m	1145,32 smp/jam	1571,93 smp/jam	1174,91 smp/jam	1353,64 smp/jam

Sumber: Hasil Analisis

Dari Tabel di atas untuk kinerja lalu lintas arah Cibogo-Simpang Wessel, untuk nilai kecepatan arus bebas (S_{ff}) terbesar adalah Model Underwood sebesar 40,99 km/jam dan terkecil yaitu Model Bell sebesar 34,89 km/jam, untuk kepadatan saat macet total (D_j) terbesar yaitu Model Greenberg sebesar 457,75 smp/km dan terkecil yaitu Model Greenshield sebesar 114,50 smp/km, lalu kecepatan saat volume maksimum (S_m) terbesar yaitu Model Bell sebesar 21,16 km/jam dan terkecil yaitu Model Greenberg sebesar 9,33 smp/km, untuk nilai kepadatan saat volume maksimum (D_m) terbesar yaitu Model Greenberg sebesar 168,40 smp/km dan terkecil yaitu Model Greenshield sebesar 57,25 smp/km, kemudian untuk volume maksimum (V_m) terbesar yaitu Model Greenberg sebesar 1571,93 smp/jam dan terkecil yaitu Model Greenshield sebesar 1145,32 smp/jam. Terdapat beberapa nilai tak hingga pada beberapa variabel hal ini dikarenakan terdapat bilangan euler/konstanta eksponensial pada persamaan tersebut sehingga membuat grafik tidak pernah mencapai nilai nol.

Lalu Untuk menentukan model mana yang paling baik maka dilakukan analisis korelasi untuk mendapatkan koefisien determinasinya. Dari hasil perhitungan analisis regresi dan koefisien determinasi masing-masing model untuk arah Simpang Wessel-Cibogo didapatkan hasil sebagai berikut:

Table 5 Tabel Koefisien Determinasi Tiap Model Arah Simpang Wessel-Cibogo

Model	Persamaan	R^2
Greenshield	$S = 35,87 - 0,22 D$	0,69
Greenberg	$S = 50,09 - 7,76 \ln D$	0,86
Underwood	$\ln S = 3,60 - 0,01009 D$	0,85
Bell	$\ln S = 3,48 \times -0,000068 D^2$	0,70

Sumber: Hasil Analisis

Dari Tabel di atas model yang memiliki koefisien determinasi tertinggi yaitu Model Greenberg

yaitu sebesar 0,86, yang memiliki arti bahwa variable X (ln D) pada Model Greenberg berpengaruh terhadap variable Y (S) sebesar 86% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variable lain. Dapat disimpulkan bahwa Model Greenberg adalah model yang paling sesuai untuk menggambarkan hubungan antar kinerja lalu lintas pada Jalan Kapten Hanafiah arah Simpang Wessel-Cibogo. Lalu untuk arah Cibogo-Simpang Wessel didapat nilai koefisien determinasi tiap model adalah sebagai berikut:

Table 6 Tabel Koefisien Determinasi Tiap Model Arah Cibogo-Simpang Wessel

Model	Persamaan	R ²
Greeshield	$S = 40,01 - 0,35 D$	0,70
Greenberg	$S = 57,19 - 9,33 \ln D$	0,87
Underwood	$\ln S = 3,71 - 0,01283 D$	0,82
Bell	$\ln S = 3,55 \times -0,000122 D^2$	0,60

Sumber: Hasil Analisis

Dari Tabel di atas model yang memiliki koefisien determinasi tertinggi yaitu Model Greenberg yaitu sebesar 0,87, yang memiliki arti bahwa variabel X (ln D) pada Model Greenberg berpengaruh terhadap variable Y (S) sebesar 87% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain. Dapat disimpulkan bahwa Model Greenberg adalah model yang paling sesuai untuk menggambarkan hubungan antar kinerja lalu lintas pada Jalan Kapten Hanafiah arah Cibogo-Simpang Wessel.

KESIMPULAN

Pada Jalan Kapten Hanafiah untuk arah Simpang Wessel-Cibogo jam tersibuk terjadi pada jam 06.00-07.00 karena pada jam ini terjadi volume tertinggi sebesar 1366,5 smp/jam, kecepatan paling rendah sebesar 11,39 km/jam, dan juga kepadatan terbesar sebesar 120,14 smp/km. Sedangkan untuk arah Cibogo-Simpang Wessel jam sibuk terjadi pada jam 06.00-07.00 karena pada jam ini terjadi volume tertinggi sebesar 1255,4 smp/jam, kecepatan terendah sebesar 17,99 km/jam, dan juga kepadatan tertinggi sebesar 77,28 smp/km.

Berdasarkan hasil analisis, Model yang sesuai untuk menggambarkan kondisi kinerja lalu lintas Jalan Kapten Hanafiah untuk arah Simpang Wessel-Cibogo adalah Model Greenberg dikarenakan memiliki nilai koefisien determinasi (R²) terbesar yaitu sebesar 0,86 yang mana memiliki arti bahwa variable X pada Model Greenberg berpengaruh terhadap variable Y sebesar 86% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variable lain. Sedangkan untuk arah Cibogo-Simpang Wessel model yang paling sesuai untuk menggambarkan kondisi kinerja lalu lintas Jalan Kapten Hanafiah yaitu Model Greenberg dikarenakan memiliki koefisien determinasi (R²) sebesar 0,87 memiliki arti bahwa variabel X pada Model Greenberg berpengaruh terhadap variable Y sebesar 87% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain. Persamaan hubungan kinerja lalu lintas hasil analisis regresi Model Greenberg untuk arah Simpang Wessel-Cibogo adalah sebagai berikut:

Persamaan hubungan antara kecepatan-kepadatan adalah: $S = 52,76 - 8,52 \ln D$

Persamaan hubungan antara volume-kepadatan adalah: $V = 52,76 D - 8,52 D \ln D$

Persamaan hubungan antara volume-kecepatan adalah: $V = S \times 489,37 \times \exp\left(-\frac{S}{8,52}\right)$

Persamaan Model Greenberg untuk arah Cibogo-Simpang Wessel adalah sebagai berikut:

Persamaan hubungan antara kecepatan-kepadatan adalah: $S = 57,19 - 9,33 \ln D$

Persamaan hubungan antara volume-kepadatan adalah: $V = 57,19 D - 9,33 D \ln D$

Persamaan hubungan antara volume-kecepatan adalah: $V = S \times 457,75 \times \exp\left(-\frac{S}{9,33}\right)$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan yang didapat dan model terpilih, maka dapat diketahui nilai karakteristik lalu lintas untuk arah Simpang Wessel-Cibogo untuk nilai kepadatan macet total (Dj) sebesar 489,37 smp/km, untuk kecepatan saat volume maksimum (Sm) adalah sebesar 8,52 km/jam, kepadatan saat volume maksimum (Dm) sebesar 180,03 smp/km dan untuk nilai volume maksimum (Vm) sebesar 1533,60 smp/jam. Lalu untuk arah Cibogo-Simpang

Wessel dapat diketahui bahwa nilai karakteristik arus lalu lintas untuk kepadatan saat macet total (D_j) sebesar 457,75 smp/km, kecepatan saat volume maksimum (S_m) sebesar 9,33 km/jam, kepadatan saat volume maksimum (D_m) sebesar 168,40 smp/km dan untuk volume maksimum (V_m) sebesar 1571,93 smp/jam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, dosen pembimbing, dosen penguji, Kepala Dinas Perhubungan Kabupaten Subang beserta jajarannya, keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan serta rekan-rekan angkatan XLI yang telah memberikan bantuan dalam proses penyusunan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2004, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 tentang Jalan.
- _____, 2006, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 tentang Jalan.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Subang. (2021). Kabupaten Subang Dalam Angka 2021.
- PTDI STTD. (2023). Pedoman Tugas Akhir Dan Artikel Ilmiah.
- TIM PKL Kabupaten Subang Angkatan XLI.
- Ali, M. I., & Abidin, M. R. (2019). Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap Intensitas Kemacetan Lalu Lintas di Kecamatan Rappocini Makassar. PROSIDING SEMINAR NASIONAL LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR “Diseminasi Hasil Penelitian melalui Optimalisasi Sinta dan Hak Kekayaan Intelektual” ISBN : 978-602-5554-71-1.
- Rizkitasari, E. R., Sudarsono, B., & Sasmito, B. (2014). Analisis Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap Kepadatan Ruas Jalan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kecamatan Tembalang, Semarang). Jurnal Geodesi Undip, 3(4), 96-105.
- Sainuddin, S. (2020). Model Hubungan Persamaan Antara Kecepatan, Kepadatan Dan Volume Lalu Lintas Ruas Jalan Arteri Primer Kabupaten Gowa (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Widanar, S. (2020). Pemodelan Kinerja Lalu Lintas Menggunakan Model Greenshield, Greenberg dan Underwood (Studi Kasus Ruas Jalan Gajah Mada Kabupaten Jember). Skripsi. Universitas Jember.
- Romanowska, A., & Jamroz, K. (2021). Comparison of Traffic Flow Models with Real Traffic Data Based on a Quantitative Assessment. Applied Sciences, 11(21), 9914.
- Sutrisna, Wahyu (2020) Analisis Ruas Jalan Dengan Metode Greenshield, Greenberg, Underwood, Terhadap PKJI 2014 (Studi Kasus Ruas jalan Otto Iskandar Dinata Kota Bandung). Skripsi, Univesitas Komputer Indonesia.
- Tiwari, H., & Marsani, A. (2014). Calibration of conventional macroscopic traffic flow models for Nepalese roads. In IOEG Conference (Vol. 2014).
- Lubis, A. S., Muis, Z. A., & Nasution, T. (2016). Pemodelan Hubungan Parameter Karakteristik Lalu

- Lintas pada Jalan Tol Belmera. *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 22(2), 151-160.
- Kasan, M. (2011). Analisis Fluktuasi Arus Lalu Lintas Kota Palu (Studi Kasus: Kota Palu Bagian Barat). *Jurnal rekayasa dan Manajemen Transportasi*, 1(2).
- Haryati, S., & Najid, N. (2021). Analisis Kapasitas dan Kinerja Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Jenderal Sudirman Jakarta. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 95-108.
- Raudah, Z. N., Kushartomo, W., & Najid, N. (2021). Analisis Kapasitas Dan Kecepatan Arus Bebas Berdasarkan Mkji Di Ruas Jalan Gatot Subroto. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 129-138.
- Tamin, Ofyar Z. (2000). *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*. Bandung: Penerbit ITB.
- May, Adolf D. (1990). *Traffic Flow Fundamentals*. New Jersey: Prentice Hall.
- B. K. Lall, C. J. Khisty. (2005). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Risdiyanto. (2014). *Rekayasa & Manajemen Lalu Lintas Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Leutikaprio.
- Silvia, S. (1999). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- Suyono. (2015). *Analisis Regresi Untuk Penelitian*. Yogyakarta: Deepublish.
- Garber, N, Hoel, L. (2009). *Traffic and Highway Engineering Fourth Edition*. Toronto: Cengage Learning.

