

ANALISIS PENGARUH U-TURN TERHADAP KINERJA ARUS LALU LINTAS RUAS JALAN MONDOROKO KEC. SINGOSARI, KAB. MALANG

Widarto Sutrisno ^{*1)}, Kumalasari ¹⁾, Dewi Sulistyorini ¹⁾, Yudhia Pratidina Pestalozzi ²⁾

¹⁾ Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa
Jl. Miliran No. 16 Umbulharjo Yogyakarta, 55165

²⁾ Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Prof Dr Hazairin SH
Jl. Jendral Ahmad Yani No.1 Bengkulu, 38115

*E-mail: widarto.sutrisno@ustjogja.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan volume kendaraan yang tidak diimbangi dengan kinerja jaringan jalan yang baik dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan. Perlambatan kendaraan ketika melakukan U-Turn juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan kendaraan dimana kendaraan akan melambat dan berhenti. Dengan studi kasus Ruas Jalan Raya Mondoroko, maka dalam penelitian ini akan mengetahui tingkat pelayanan jalan saat ini dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014, sehingga dapat menentukan penanganan yang tepat untuk meningkatkan kinerja jalan. Penelitian dilakukan selama 7 hari pada jam puncak yaitu pagi hari pukul 06.00 – 08.00 WIB, siang hari pukul 11.00 – 13.00 WIB dan sore hari pukul 16.00 – 18.00 WIB. Penelitian ini mendapatkan data volume arus lalu lintas terbesar terjadi pada hari Senin yaitu 10.728 kend/jam dengan kapasitas jalan 3135 skr/jam. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka kategori Tingkat Pelayanan Jalan E dan F, yaitu menjelaskan bahwa Ruas Jalan Raya Mondoroko mengalami kemacetan yang disebabkan oleh fasilitas U-Turn.

Kata kunci: Volume, U-Turn, Kapasitas, Tingkat Pelayanan Jalan.

PENDAHULUAN

Peningkatan volume kendaraan yang tidak diimbangi dengan kinerja jaringan jalan yang baik dapat mengakibatkan permasalahan arus lalu lintas seperti kemacetan. Beberapa penyebab yang dapat menimbulkan kemacetan yaitu: volume kendaraan yang tinggi, kapasitas jalan yang rendah, perilaku pengguna jalan yang kurang baik, dan adanya aktivitas yang mengganggu arus lalu lintas (Hanifah, 2019)

Menurut Lefrandt, dkk (2019), Fasilitas U-Turn tidak secara keseluruhan dapat mengatasi permasalahan yang terjadi pada arus lalu lintas, sebab U-Turn itu sendiri dapat menimbulkan permasalahan tersendiri yaitu hambatan baik terhadap arus lalu

lintas yang berlawanan arah maupun arus lalu lintas searah. Perlambatan kendaraan ketika melakukan U-Turn menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan kendaraan dimana kendaraan akan melambat dan berhenti. Pergerakan perlambatan ini yang dapat menyebabkan tingginya tundaan kendaraan, kecepatan semakin rendah maka semakin tinggi pula kepadatan kendaraannya.

Menurut Heddy R Agah (2007), Fasilitas median yang merupakan area pemisahan antara kendaraan arus lurus dan kendaraan arus balik arah perlu disesuaikan dengan kondisi arus lalu lintas, kondisi geometrik jalan dan komposisi arus lalu lintas. Median jalan merupakan bagian dari jalan yang tidak dapat dilalui oleh kendaraan dengan

bentuk memanjang sejajar, terletak di sumbu / tengah jalan, dimaksudkan untuk memisah arus lalu lintas yang berlawanan. Pada pedoman konstruksi dan bangunan, (2004), Median dapat berbentuk median yang ditinggikan, median yang diturunkan, atau median datar.

Menurut PKJI (2014) Volume arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada ruas jalan tertentu yang dinyatakan dalam satuan kendaraan per satuan waktu (skr/jam). Kapasitas (C) didefinisikan arus lalu lintas maksimum yang dipertahankan sepanjang segmen jalan tertentu dalam kondisi tertentu. Derajat Kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentu tingkat kinerja simpang dan ruas jalan.

Analisis karakteristik arus lalu lintas untuk suatu ruas jalan dapat dilakukan dengan mempelajari hubungan matematis antara kecepatan, volume dan kepadatan lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan. Ada tiga jenis model pendekatan yang digunakan yaitu:

Model Greenshield, Greenshield (1934) telah melakukan studi pada jalan di luar kota Ohio, mengusulkan bahwa hubungan antara kecepatan rata - rata ruang dan kerapatan kendaraan dalam suatu arus lalu lintas adalah linier.

Model Greenberg, model ini sangat cocok untuk kepadatan arus lalu lintas yang tinggi, karena dapat menghasilkan nilai kecepatan pada saat terjadi macet total.

Model *Underwood*, biasanya digunakan pada kondisi arus lalu lintas yang rendah karena dapat menghasilkan nilai kecepatan sama dengan kecepatan pada arus bebas. Hubungan matematis antara kecepatan dan kepadatan bukan

merupakan fungsi linier melainkan fungsi logaritmik.

Tingkat Pelayanan Jalan atau *Level of Service* (LoS), salah satu metode yang digunakan untuk menilai indikator dari kemacetan. Suatu jalan dikategorikan mengalami kemacetan apabila hasil perhitungan LoS menghasilkan nilai mendekati 1.

Permasalahan dari penelitian ini adalah mencari volume terbesar dan kapasitas ruas Jalan Mondoroko menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014, menganalisis dan mengetahui model hubungan mana yang

mendekati kondisi eksisting lalu lintas, serta menganalisis LoS ruas jalan Mondoroko yang dilengkapi dengan fasilitas *U-Turn*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besar volume terbesar dan kapasitas ruas jalan Mondoroko, untuk menganalisis dan mengetahui model hubungan matematis antara kecepatan, volume dan kepadatan lalu lintas yang mendekati kondisi eksisting, serta mengetahui Tingkat Pelayanan Jalan (LoS) pada ruas jalan Raya Mondoroko yang dilengkapi dengan fasilitas *U-Turn*. Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan masukan bagi perencanaan yang tepat, efisien dan efektif untuk meningkatkan kinerja jalan tersebut.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dimulai dari latar belakang, penentuan rumusan masalah, studi literatur, pengumpulan data (Data Sekunder dan data primer), analisis data, pembahasan dan kesimpulan.

Data sekunder berupa kapasitas jalan, sedangkan data primer meliputi kondisi geometrik jalan, volume arus lalu lintas dan kecepatan kendaraan.

Pengumpulan data volume lalu lintas ada tiga kategori yaitu:

1. Volume lalu lintas arah Surabaya – Malang.
2. Volume lalu lintas Malang – Surabaya.
3. Volume lalu lintas yang melalui U-Turn.

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data yang dilakukan selama seminggu. Hal ini dimaksudkan mendapatkan jam tersibuk yaitu, pagi hari pukul 06.00 – 08.00 WIB, siang hari pukul 11.00 – 13.00 WIB dan sore hari pukul 16.00 – 18.00 WIB.

Lokasi penelitian ini adalah Ruas Jalan Mondoroko, Kecamatan Singosari, Kab. Malang yang memiliki fasilitas *U-Turn*. Tepatnya di depan Toko Perlengkapan Bayi hingga Bank Mandiri.

Pengolahan dan penganalisisan data dilakukan dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014. Sehingga didapatkan kesimpulan yang sesuai dengan perumusan masalah dan dapat memberikan saran berdasarkan kesimpulan yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

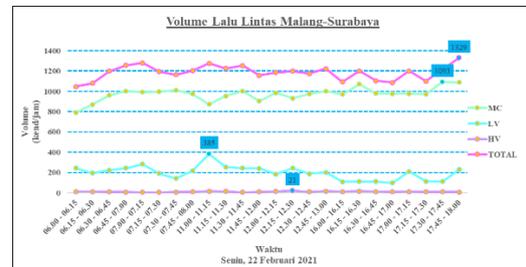
Volume Lalu Lintas

Data yang dikumpulkan adalah data volume lalu lintas per 15 menit lengkap dengan komposisi kendaraan pada *peak hours*.



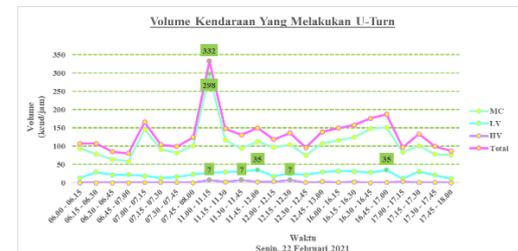
Gambar 1. Perhitungan Volume Lalu Lintas arah Surabaya - Malang

Pada gambar 1 dapat dijelaskan bahwa pengamatan pada hari Rabu untuk arah Surabaya - Malang diperoleh jam puncak pada jam 07.45 – 08.00 WIB dengan volume kendaraan total sebesar 1278 kend/jam.



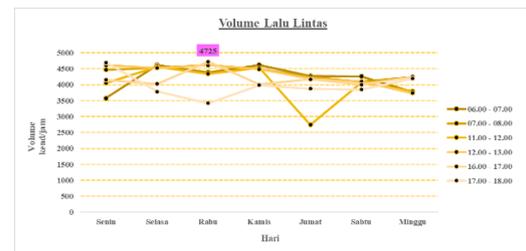
Gambar 2. Perhitungan Volume Lalu Lintas arah Malang-Surabaya

Pada gambar 2 dapat dijelaskan bahwa pengamatan pada hari Senin untuk arah Malang - Surabaya diperoleh jam puncak pada jam 17.45 – 01.00 WIB dengan volume kendaraan total sebesar 1329 kend/jam.



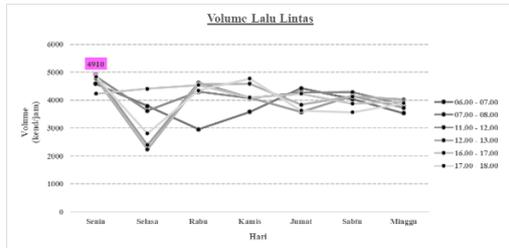
Gambar 3. Perhitungan Volume Lalu Lintas yang melakukan *U-Turn*

Pada gambar 3 dapat dijelaskan bahwa pengamatan pada hari Senin untuk kendaraan yang melakukan *U-Turn* diperoleh jam puncak pada jam 11.00 – 11.15 WIB dengan volume kendaraan total sebesar 332 kend/jam.



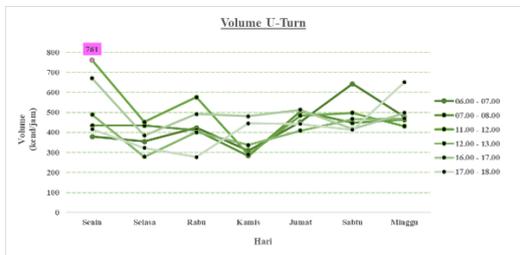
Gambar 4. Perhitungan Total Volume Lalu Lintas selama 7 Hari pada arah Surabaya - Malang

Pada gambar 4 dapat dijelaskan bahwa pengamatan untuk volume lalu lintas total arah Surabaya - Malang selama 7 hari diperoleh jam puncak pada hari rabu, tanggal 24 Februari 2021 pukul 16.00 -17.00 WIB sebesar 4725 kend/jam.



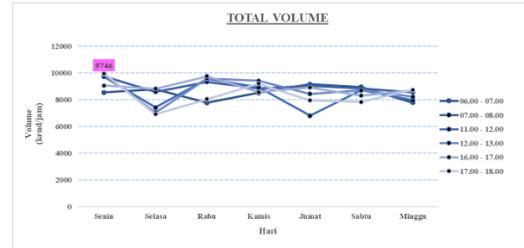
Gambar 5. Perhitungan Total Volume Lalu Lintas selama 7 Hari pada arah Malang - Surabaya

Pada gambar 5 dapat dijelaskan bahwa pengamatan untuk volume lalu lintas total arah Malang - Surabaya selama 7 hari diperoleh jam puncak pada hari senin, tanggal 22 Februari 2021 pukul 11.00 - 12.00 WIB sebesar 4910 kend/jam.



Gambar 6. Perhitungan Total Volume Lalu Lintas selama 7 Hari pada kendaraan yang melakukan U-Turn

Pada gambar 6 dapat dijelaskan bahwa pengamatan untuk volume lalu lintas total pada kendaraan yang melakukan U-Turn selama 7 hari diperoleh jam puncak pada hari senin, tanggal 22 Februari 2021 pukul 11.00 - 12.00 WIB sebesar 761 kend/jam.



Gambar 7. Perhitungan Total Volume Lalu Lintas selama 7 Hari

Pada gambar 7 dapat dijelaskan bahwa pengamatan untuk volume lalu lintas total pada jalan Mondoroko selama 7 hari diperoleh jam puncak pada hari senin, tanggal 22 Februari 2021 pukul 06.00 - 07.00 WIB sebesar 8538 kend/jam.

Analisis Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas jalan menggunakan rumus yang ada dalam PKJI 2014 yang memiliki faktor penyesuaian sebagai berikut:

$$C = C_o \times F_{CLJ} \times F_{CPA} \times F_{CHS} \times F_{CUK}$$

Tabel 1.

C _o	Kapabilitas Jalan untuk 4/2 T				C
	Faktor Penyesuaian				
	F _{CLJ}	F _{CPA}	F _{CHS}	F _{CUK}	
Kapasitas Dasar	Lebar Jalur	Pemisah Arah	Hambatan Samping	Ukuran Kota	Kapasitas Jalan
1650	1.00	1.00	0.95	1.00	31.35

Pada Tabel 1 didapatkan nilai dari perkalian kapasitas dasar dengan faktor-faktor penyesuaian kapasitas pada jalan Mondoroko yaitu 3135 skr/jam.

Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan ditentukan menggunakan arus dan kapasitas lalu lintas dalam satuan skr/jam.

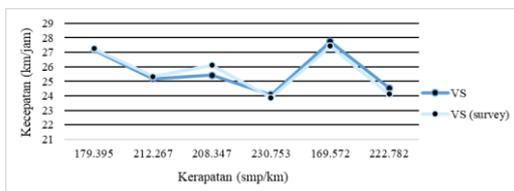
Tabel 2.

Arah	Tanggal Waktu	Volume (Q)	Kapasitas (C)		Ds (Q/C)
			Volume (Q) skr/jam	Kapasitas (C) skr/jam	
Surabaya - Malang	Rabu, 24 Feb 2021	16.00 - 17.00	3043	3135	0.97
Malang - Surabaya	Senin, 22 Feb 2021	11.00 - 12.00	3515.7	3135	1.12

Pada tabel 2 didapatkan nilai derajat kejenuhan pada jalan Mondoroko yang dibagi 2 arah yaitu arah Surabaya - Malang sebesar 0.97 dan arah Malang - Surabaya sebesar 1.12.

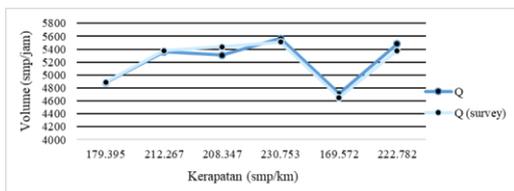
Analisis Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan dengan Model Greenshield

Greenshield mengemukakan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan merupakan fungsi linier. Berikut perhitungan model *Greenshield* untuk hari Senin, 22 Februari 2021.



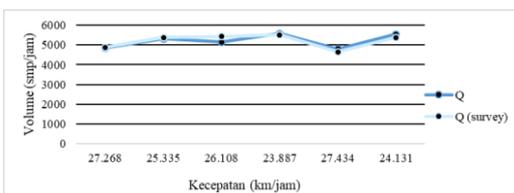
Gambar 8. Hubungan Kepadatan dan Kecepatan Model *Greenshield*

Gambar 8 di atas merupakan model hubungan kepadatan dan kecepatan yang memperoleh persamaan $S = 37.97 - 0.06D$. Kemacetan terjadi pada saat $D_j = 630.39$ skr/jam.



Gambar 9. Hubungan Kepadatan dan Volume Model *Greenshield*

Gambar 9 di atas merupakan model hubungan kepadatan dan volume yang memperoleh persamaan $V = 37.97D - 0.06D^2$. Volume maksimum (VM) = 5984.56 skr/jam.

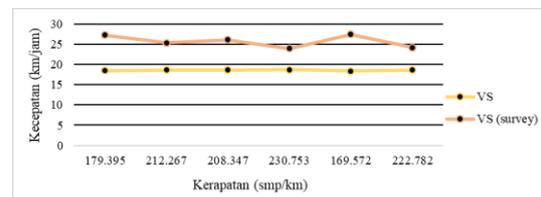


Gambar 10. Hubungan Kecepatan dan Volume Model *Greenshield*

Gambar 10 di atas merupakan model hubungan kecepatan dan volume yang memperoleh persamaan $V = 630.39S - 16.6S^2$ dan kecepatan maksimum (US) = 18.99 km/jam.

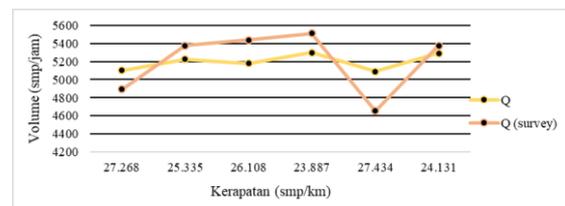
Analisis Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan dengan Model Greenberg

Greenberg mengemukakan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan dalam bentuk logaritmik. Berikut perhitungan model *Greenberg* untuk hari Senin, 22 Februari 2021.



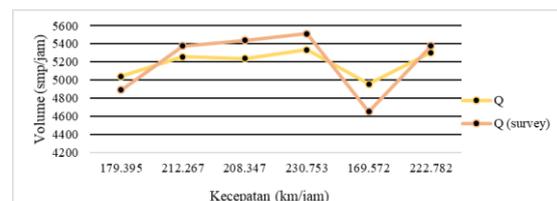
Gambar 11. Hubungan Kepadatan dan Kecepatan Model *Greenberg*

Gambar 11 di atas merupakan model hubungan kepadatan dan kecepatan yang memperoleh persamaan $V = 19.85 - \ln(739.311/D)$. Kemacetan terjadi pada saat $DJ = 739.31$ skr/jam



Gambar 12. Hubungan Kepadatan dan Volume Model *Greenberg*

Gambar 12 di atas merupakan model hubungan kepadatan dan volume yang memperoleh persamaan $V = 19.85 \times D \times \ln(739.311/D)$. Volume maksimum (VM) = 5398.47 skr/jam.

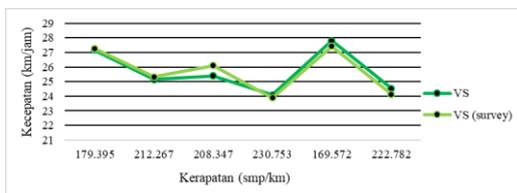


Gambar 13. Hubungan Kecepatan dan Volume Model *Greenberg*

Gambar 13 di atas merupakan model hubungan kecepatan dan volume yang memperoleh persamaan $V = VS \times 739.31e^{-Vs/19.85}$ dan kecepatan maksimum (US) = 19.85 km/jam.

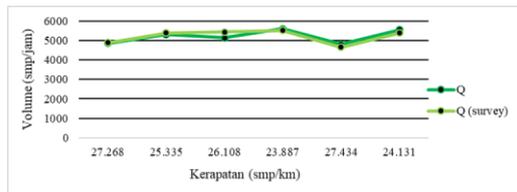
Analisis Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan dengan Model Underwood

Underwood mengemukakan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan dalam bentuk eksponensial. Berikut perhitungan model *Underwood* untuk hari Senin, 22 Februari 2021.



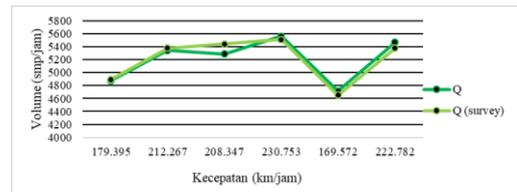
Gambar 14. Hubungan Kepadatan dan Kecepatan Model *Underwood*

Gambar 14 di atas merupakan model hubungan kepadatan dan kecepatan yang memperoleh persamaan $S = 41.34 \times e^{-D/427.25}$. Kemacetan terjadi pada saat $DM = 427.25$ skr/jam



Gambar 15. Hubungan Kepadatan dan Volume Model *Underwood*

Gambar 15 di atas merupakan model hubungan kepadatan dan volume yang memperoleh persamaan $V = D \times 41.34 \times e^{D/427.25}$. Volume maksimum (VM) = 6498.2 skr/jam

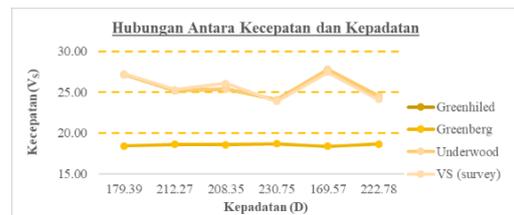


Gambar 16. Hubungan Kecepatan dan Volume Model *Underwood*

Gambar 16 di atas merupakan model hubungan kecepatan dan volume yang memperoleh persamaan $V = S \times 427.25 \times (\ln 41.34 - \ln S)$ dan kecepatan maksimum (SM) = 15.21 km/jam.

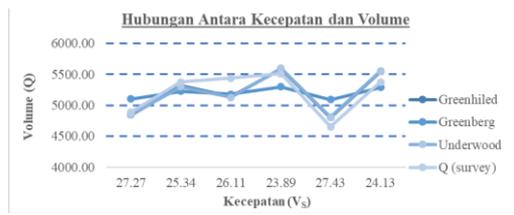
Tabel 3.
Rekapiulasi Perhitungan Kapasitas Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan

Variabel	Satuan	Model		
		Greenshield	Greenberg	Underwood
Volume Maksimum (V_{max})	smp/jam	5984.56	5398.47	6498.32
Kecepatan Bebas (S_{FF})	km/jam	37.97	131.12	41.34
Kecepatan Maksimum (V_s)	km/jam	18.99	19.85	15.21
Kepadatan Maksimum (D_j)	smp/jam	630.39	739.31	427.25
Koefisien Determinan (r^2)	-	81×10^{-7}	0.0292	0.0017



Gambar 17. Hubungan Matematis antara Kepadatan dan Kecepatan pada hari Senin, 22 Februari 2021

Pada gambar 17 dapat dilihat bahwa pada data lapangan kecepatan tertinggi adalah 27.434 km/jam pada kepadatan 167.57 skr/jam dan kecepatan terendah adalah 23.887km/jam pada kepadatan 230.75 skr/jam. Untuk model *Greenshiled*, terjadi kemacetan pada $DJ = 230.75$ skr/jam. Untuk model *Greenberg*, terjadi kemacetan pada $DJ = 169.57$ skr/jam. Untuk model *Underwood*, terjadi kemacetan pada $DJ = 230.75$ skr/jam.



Gambar 18. Hubungan Matematis antara Kecepatan dan Volume pada hari Senin, 22 Februari 2021

Pada gambar 18 dapat dilihat bahwa untuk data lapangan volume maksimum sebesar 5512.1 skr/jam terjadi pada kondisi kecepatan = 23.89 km/jam. Untuk model *Greenshield*, volume maksimum sebesar 5586.282 skr/jam, terjadi pada kondisi kecepatan maksimum = 23.89 km/jam. Untuk model *Greenberg*, volume maksimum sebesar 5301.116 skr/jam, terjadi pada kondisi kecepatan maksimum = 23.89 km/jam. Untuk model *Underwood*, volume maksimum sebesar 5597.715 skr/jam, terjadi pada kondisi kecepatan maksimum = 23.89 km/jam.



Gambar 19. Hubungan Matematis antara Kepadatan dan Volume pada hari Senin, 22 Februari 2021

Pada gambar 19 dapat dilihat bahwa untuk data lapangan volume maksimum sebesar 5512.1 skr/jam terjadi pada kondisi kepadatan sebesar 230.75 skr/km. Untuk model *Greenshield*, volume maksimum sebesar 5566.876 skr/jam terjadi pada kondisi kepadatan 230.75 skr/km. Untuk model *Greenberg*, volume maksimum sebesar 5333.333 skr/jam terjadi pada kondisi kepadatan 230.75 skr/km. Untuk model *Underwood*, volume maksimum sebesar 5558.534 skr/jam terjadi pada kondisi kepadatan 230.75 skr/km. Pada grafik yang menunjukkan hubungan antara kecepatan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan maka kepadatan semakin rendah, begitu pula sebaliknya. Untuk grafik hubungan antara volume dan kecepatan dapat disimpulkan bahwa semakin besar volume maka kecepatan akan semakin rendah, begitupula sebaliknya. Grafik hubungan antara volume dan kepadatan

dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kepadatan maka semakin tinggi pula nilai volume.

Tingkat Pelayanan Jalan

Tabel 4.
Tingkat Pelayanan Jalan (Level Of Service)

Arah	Tanggal	Waktu	Volume (Q) skr/jam	Kapasitas (C) Skr/jam	Ds (Q/C)	LOS
Surabaya - Malang	Rabu, 24 Feb 2021	16.00 - 17.00	3043	3135	0.97	E
Malang - Surabaya	Senin, 22 Feb 2021	11.00 - 12.00	3515.7	3135	1.12	F

Tingkat Pelayanan Jalan untuk Jalan Raya Mondoroko:

1. Arah Surabaya - Malang: E, volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus tidak stabil dengan kondisi yang sering terhenti
2. Arah Malang - Surabaya: F, arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan yang besar.

PENUTUP

Simpulan

Total volume lalu lintas pada Jl. Raya Mondoroko dari hasil penelitian selama 7 hari didapatkan volume terbesar yaitu pada hari Senin, 22 Februari 2021 yaitu sebesar 10.728 knd/jam dengan kapasitas jalan sebesar 3135 skr/jam.

Model pendekatan yang mendekati hasil data penelitian lalu lintas yang menggambarkan hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada Jl. Raya Mondoroko yaitu Model *Greenshield* dengan persamaan untuk hubungan kecepatan dan kepadatan: $VS=37.97-0.06D$. Untuk hubungan kecepatan dan volume: $Q=630.39-16.6VS^2$. Untuk hubungan

volume dan kepadatan: $Q=37.97D-0.06D^2$.

Tingkat Pelayanan Jalan (*Level Of Service*) Jl. Raya Mondoroko yang dilengkapi fasilitas *U-Turn* untuk arah Surabaya - Malang, yaitu volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Sedangkan untuk arah Malang - Surabaya, yaitu arus lalu lintas yang macet, terjadi antrian yang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Heddy R, Agah. 2007. *Perhitungan Tundaan Pada Fasilitas Putaran Balik (U-Turn) di Jakarta*
- Departemen Kimpraswil. 2004. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan tentang Perencanaan Median Jalan*
- Hanifah, I. N. 2019. *Analisis Kinerja Ruas Jalan Raya Taman Sidoarjo*. V (Oktober), 25–32.
- Lefrandt, L. I. R., & Timboeleng, J. A. (2019). *Analisis Pengaruh U-Turn Terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas Di Ruas Jalan Robert Wolter Monginsidi Kota Manado*. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12), 1569–1584.
- PKJI. 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI)*.