

PENGARUH KENDARAAN BERAT TERHADAP KINERJA RUAS JALAN R.E. MARTADINATA PALU DENGAN MENGGUNAKAN MODEL HUBUNGAN VOLUME, KECEPATAN, DAN KEPADATAN LALU LINTAS RATIKA

Aliviani¹⁾, Taslim Bahar²⁾, Arief Setiawan³⁾

¹⁾Mahasiswa Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako, Palu

^{2,3)}Dosen Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako, Palu

Email: taslim_bahar@yahoo.com

Abstrak

Terdapat tiga karakteristik arus lalu-lintas pada suatu ruas jalan yang dijadikan parameter untuk menganalisis perilaku lalu-lintas yang bergerak di atasnya yaitu, Kecepatan – Volume dan Kepadatan arus lalu-lintas. Untuk merepresentasikan hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas digunakan tiga model sebagai berikut Greenshield, Greenberg, dan Underwood. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggambarkan hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan arus lalu lintas pada ruas jalan R.E. Martadinata Palu, memberikan penilaian tentang kinerja ruas jalan tersebut dan menganalisis pengaruh kendaraan berat terhadap kondisi eksisting. Hasil analisis dari ketiga model di atas berdasarkan analisis statistik dan karakteristik di lapangan, diambil kesimpulan awal bahwa model hubungan Greenberg memberikan hasil yang terbaik untuk menggambarkan kondisi yang ada. Model Greenberg memberikan nilai koefisien determinasi $r^2 = 0,76$ untuk kondisi dengan kendaraan berat dan $r^2 = 0,82$ untuk kondisi tanpa kendaraan berat, dengan nilai V_{maks} masing-masing kondisi 1725 smp/jam dan 1534 smp/jam dengan perkiraan kapasitas model mengalami penurunan sebesar 11,07% dari kondisi dengan kendaraan berat ke kondisi tanpa kendaraan berat. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kapasitas model dipengaruhi dengan jumlah volume lalu lintas.

Kata Kunci: Volume, Kecepatan, Kepadatan, Model Greenshield, Model Greenberg, Model Underwood, Metode MKJI 1997, Kendaraan Berat.

Abstract

There are three characteristics of traffic flow on a road section that are used as parameters to analyze the behavior of traffic moving on it, namely, Speed - Volume and Density of traffic flow. To represent the mathematical relationship between volume, speed, and traffic density, three models are used as follows: Greenshield, Greenberg, and Underwood. The purpose of this study is to describe the relationship between volume, speed and density of traffic flow on the R.E. Martadinata Palu road section, provide an assessment of the performance of the road section and analyze the effect of heavy vehicles on existing conditions. The results of the analysis of the three models above based on statistical analysis and characteristics in the field, the initial conclusion is that the Greenberg relationship model provides the best results to describe existing conditions. The Greenberg model provides a coefficient of determination value of $r^2 = 0.76$ for conditions with heavy vehicles and $r^2 = 0.82$ for conditions without heavy vehicles, with V_{maks} values for each condition of 1725 smp/hour and 1534 smp/hour with an estimated model capacity decreasing by 11.07% from conditions with heavy vehicles to conditions without heavy vehicles. This shows that the model capacity value is influenced by the amount of traffic volume.

Keywords: Volume, Speed, Density, Greenshield Model, Greenberg Model, Underwood Model, MKJI 1997, Method, Heavy Vehicles.

1. Pendahuluan

Kota Palu sebagai Ibu Kota Provinsi Sulawesi Tengah, sama seperti kota-kota lainnya mengalami perkembangan yang signifikan setiap tahunnya. Perkembangan yang terjadi baik dari pertumbuhan jumlah penduduk, sarana prasarana dan pertumbuhan ekonomi yang diikuti kenaikan jumlah kebutuhan logistik masyarakat Kota Palu. Data dari BPS 2022 menunjukkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) ADHK menurut pengeluaran Kota Palu Tahun 2021 adalah sebesar 16,39 triliun rupiah dan mengalami peningkatan sebesar 5,97% jika dibandingkan dengan kondisi tahun 2020 yang sebesar 15,46 triliun rupiah. Seluruh komponen pengeluaran konsumsi, baik rumah tangga dan pemerintah mengalami kenaikan setiap tahun. Hal ini mengimplikasikan terjadi kenaikan pergerakan arus mobilitas logistik ke Kota Palu setiap tahunnya seiring dengan besarnya kenaikan konsumsi masyarakat Kota Palu. Hal ini tentunya akan paralel dengan kenaikan jumlah aktivitas kendaraan berat yang mana merupakan sarana distribusi logistik utama jalur darat. Jalan RE. Martadinata sebagai salah satu ruas penghubung masuk ke Kota Palu dan arah sebaliknya baik dari jalur Lintas Timur (ruas Palu—Kebon Kopi—Marisa—Gorontalo), jalur Lintas Barat (Palu—Pelabuhan Pantoloan—Toli-toli—Buol) dan jalur Lintas Tengah (Palu—Kebon Kopi—Parigi—Poso) menjadi salah satu ruas pergerakan arus kendaraan berat yang utama. Kendaraan berat yang akan melakukan bongkar muat barang sebagian besar akan melalui ruas jalan ini sebelum memasuki pusat Kota Palu dan meninggalkan Kota Palu baik menuju Pelabuhan maupun menuju lintas darat. Uraian tersebut menjadi salah satu pertimbangan jalan kewenangan pemerintah pusat ini dirasa perlu untuk dikaji lebih lanjut.

Teori pergerakan arus lalu lintas memegang peranan penting dalam perencanaan, perancangan, dan penetapan berbagai kebijakan sistem transportasi (Utama, 2016). Teori pergerakan lalu lintas menjelaskan mengenai kualitas dan kuantitas dari arus lalu lintas sehingga dapat diterapkan kebijakan atau pemilihan sistem yang paling tepat untuk menampung lalu lintas yang ada (kapasitas jalan). Salah satu cara pendekatan untuk memahami perilaku lalu lintas dalam penerapan teori pergerakan lalu lintas yaitu dengan mengajarkannya dalam bentuk hubungan matematis dan grafis, dimana secara teoritis terdapat hubungan dasar antara volume (flow), kecepatan (speed), dan kepadatan (density). Ketiga faktor ini pada pengaplikasiannya dapat digunakan sebagai dasar dalam penerapan manajemen lalu lintas (Traffic Management) sesuai dengan kondisi jalan yang ada.

Penelitian ini akan mengkaji tentang pengaruh aktivitas kendaraan berat terhadap kinerja ruas jalan dengan menggunakan model hubungan antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas pada ruas Jalan R.E. Martadinata, Kota Palu dan untuk menggambarkan hubungan matematis tersebut, penulis mencoba menggunakan tiga model pendekatan diantaranya model Greenshield, Greenberg, dan Underwood. Untuk mengkaji uraian diatas, dalam penelitian ini penulis mengambil Judul “Pengaruh Kendaraan Berat Terhadap Kinerja Ruas Jalan R.E. Martadinata Palu Dengan Menggunakan Model Hubungan Volume, Kecepatan, Dan Kepadatan Lalu Lintas”.

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menggambarkan hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan arus lalu lintas pada ruas jalan R.E. Martadinata Palu.
2. Memberikan penilaian tentang kinerja ruas jalan RE Martadinata
3. Menganalisis pengaruh kendaraan berat terhadap kondisi eksisting kinerja ruas jalan R.E. Martadinata Palu.

2. Kajian Pustaka Karakteristik

2.1. Arus Lalu Lintas

Karakteristik arus lalu lintas didasarkan atas hubungan variabel Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Karena persepsi dan kemampuan individu pengemudi mempunyai sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku pengemudi yang berbeda yang dikarenakan oleh karakteristik lokal dan kebiasaan pengemudi. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasar waktunya. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas. Dalam menggambarkan arus lalu lintas secara kuantitatif dalam rangka untuk mengerti tentang keragaman karakteristiknya dan rentang kondisi perilakunya, maka perlu suatu parameter. Parameter tersebut harus dapat didefinisikan dan diukur oleh insinyur lalu lintas dalam menganalisis, mengevaluasi, dan melakukan perbaikan fasilitas lalu lintas berdasarkan parameter dan pengetahuan pelakunya (Oglesby, C.H.& Hicks.R.G. 1998).

1. *Volume (V)*

Volume merupakan jumlah kendaraan yang diamati melewati suatu titik tertentu dari suatu ruas jalan selama rentang waktu tertentu. Volume lalu lintas biasanya dinyatakan dengan satuan kendaraan/jam (smp/jam) atau kendaraan/hari (smp/hari).

2. *Kecepatan (S)*

Kecepatan merupakan parameter utama kedua yang menjelaskan keadaan arus lalu lintas di jalan. Menurut. McShane, Roess, dan Prassas (2004) kecepatan didefinisikan sebagai rasio pergerakan dari kendaraan dalam jarak per satuan waktu. Dalam pergerakan arus lalu lintas, tiap kendaraan berjalan pada kecepatan yang berbeda, maka demikian pada arus lalu lintas tidak dikenal karakteristik kecepatan tunggal akan tetapi lebih sebagai distribusi dari kecepatan kendaraan tunggal. Dari distribusi tersebut, sehingga jumlah rata-rata atau nilai tipikal dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik dari arus lalu lintas (Timpal dkk, 2018).

3. *Kepadatan*

Kepadatan yaitu jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan tertentu pada periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam jumlah kendaraan per satuan panjang per lajur. Untuk ruas jalan dua lajur

dua arah tak terbagi, kepadatan dinyatakan dalam jumlah kendaraan per satuan panjang total 2 arah yang dinyatakan dalam satuan kend/km atau smp/km.

2.2. Komposisi Lalu Lintas

Semua arus lalu lintas diubah menjadi Satuan Mobil Penumpang (SMP) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (EMP). Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) untuk masing-masing tipe kendaraan

tergantung pada tipe jalan dan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam kend/jam.

Tabel 1. Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP)

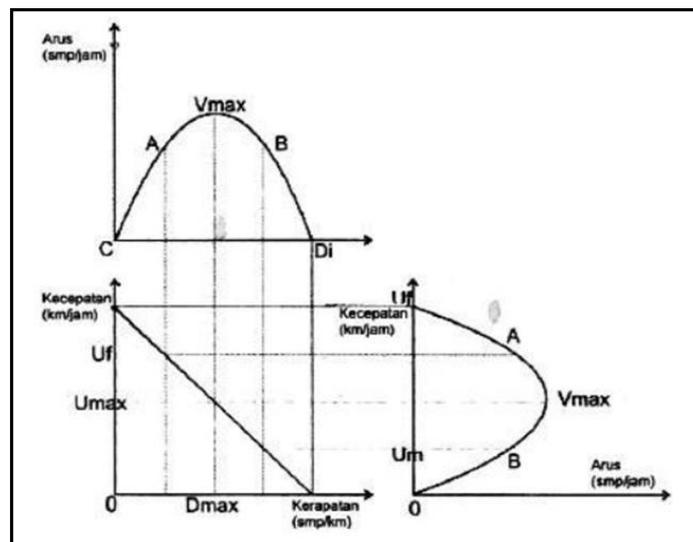
Jenis Kendaraan	Faktor EMP
Kendaraan Ringan (LV)	1
Kendaraan Berat (HV)	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,4

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*

2.3. Hubungan Antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Pada aliran lalu lintas suatu ruas jalan raya terdapat 3 (tiga) variabel utama yang digunakan untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas, yaitu:

- Volume (flow), yaitu jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tinjau tertentu pada suatu ruas jalan persatuan waktu tertentu.
 - Kecepatan (speed), yaitu jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada ruas jalan per satuan waktu.
 - Kepadatan (density), yaitu jumlah kendaraan per satuan panjang jalan tertentu.
- c. Hubungan dasar antara variabel volume, kecepatan, dan kepadatan dapat terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Grafik Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Hubungan mendasar antara volume dan kecepatan adalah dengan bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan rata-rata ruangnya akan berkurang sampai kepadatan kritis (volume maksimum) tercapai (MKJI, 1997). Setelah kepadatan kritis tercapai, maka kecepatan rata-rata ruang dan volume akan berkurang. Jadi kurva diatas menggambarkan dua kondisi yang berbeda, lengan atas menunjukkan kondisi stabil dan lengan bawah menunjukkan kondisi arus padat (MKJI, 1997). Kecepatan akan menurun apabila kepadatan bertambah. Kecepatan arus bebas akan terjadi apabila kepadatan sama dengan nol, dan pada saat kecepatan sama dengan nol maka akan terjadi kemacetan (MKJI, 1997). Sedangkan Volume maksimum (V_{max}) terjadi pada saat kepadatan mencapai titik D_{max} (kapasitas jalur jalan sudah tercapai). Setelah mencapai titik ini volume akan menurun walaupun kepadatan bertambah sampai terjadi kemacetan di titik D_{max} (MKJI, 1997).

2.4. Model Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

1. Metode Green Shield

Studi Greenshield dilakukan pada jalur jalan di luar Kota Ohio, dimana kondisi lalu lintas bergerak bebas tanpa gangguan (*steady state condition*). Menurut Greenshield hubungan antara kecepatan rata-rata ruang dengan kepadatan kendaraan dalam suatu arus lalu lintas adalah linier. Model ini memerlukan nilai kecepatan arus bebas (S_f) dan kepadatan macet (D_j) untuk menyelesaikan persamaan hubungan kecepatan - kepadatan. Nilai S_f lebih mudah diperkirakan di lapangan dimana terletak antara batas kecepatan dan kecepatan rencana dari jalan tersebut. Sedangkan nilai kepadatan macet sangat sulit didapatkan di lapangan, umumnya terletak antara 185 dan 250 kend/mil dengan asumsi ruang yang dibutuhkan bagi kendaraan adalah antara 21 ft dan 28 ft. Nilai kepadatan optimum (D_o) adalah setengah dari nilai D_j , namun nilai ini tidak sesuai di lapangan dimana didapatkan nilai antara 40 sampai 70 kend/mil. Model ini sesuai bila nilai kepadatan antara 27% - 90% dari nilai kepadatan maksimum (Saxena 1983, dalam Widana N, I.N 1991).

2. Metode Greenberg

Studi Greenberg Tahun 1959 dilakukan pada terowongan di Lincoln New York, dimana arus lalu lintas diasumsikan dengan aliran fluida dengan menganalisa hubungan antara kecepatan dan kepadatan. Hasil studi didapatkan hubungan kecepatan dan kepadatan adalah fungsi logaritma. Model ini memberikan nilai kepadatan macet (D_j) yang lebih realistis dan hubungan kecepatan - kepadatan sesuai untuk kepadatan sedang sampai tinggi, namun menghasilkan nilai kecepatan arus bebas (S_f) yang jelek pada kepadatan rendah.

3. Metode Underwood

Model Underwood berdasarkan studi lalu lintas yang dilakukan pada jalan raya Merrit Packway di Connecticut, didapatkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah merupakan hubungan eksponensial. Model ini memberikan kecocokan hubungan yang baik untuk volume lalu lintas rendah

dan kurang baik pada volume lalu lintas tinggi, dimana pada nilai kepadatan nol nilai kecepatan rata-rata ruang sama dengan kecepatan arus bebas.

4. Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satu jam (kend/jam), atau dengan mempertimbangan berbagai jenis kendaraan yang melalui suatu jalan digunakan satuan mobil penumpang sebagai satuan kendaraan dalam perhitungan kapasitas maka kapasitas menggunakan satuan satuan mobil penumpang per jam atau (smp)/jam.

5. Derajat Kejenuhan

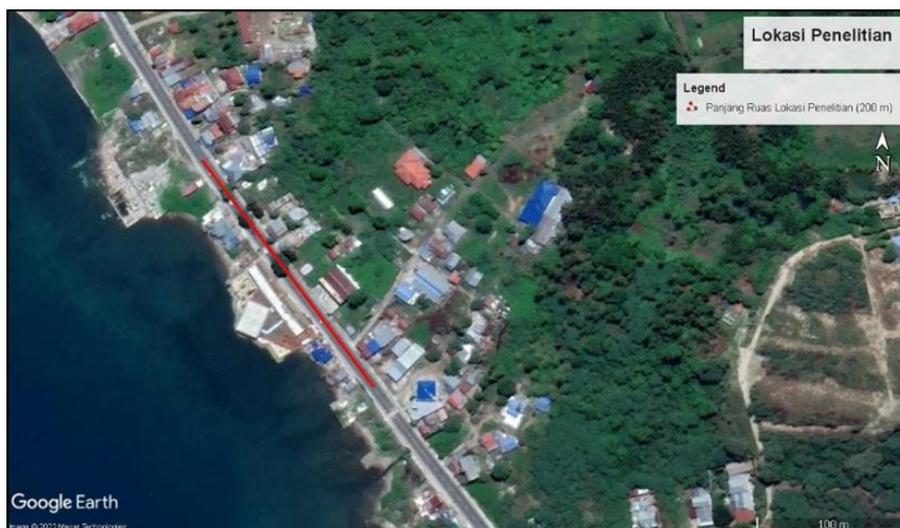
Derajat Kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume (Q) terhadap kapasitas (C) dan digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu ruas jalan. Nilai DS menunjukkan apakah ruas jalan tersebut masih memenuhi kapasitas atau tidak.

6. Tingkat Pelayanan (Level Of Service)

Tingkat Pelayanan (Level Of Service) adalah suatu ukuran kinerja ruas atau simpang jalan yang dihitung berdasarkan besarnya tingkat penggunaan jalan, kecepatan, kepadatan, dan hambatan yang terjadi. Tingkat pelayanan dapat diketahui berdasarkan 6 (enam) tingkat pelayanan.

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan tipe penelitian survey dengan pendekatan kuantitatif. Pelaksanaan waktu survei, penulis mengambil sampel 1 hari yaitu pada hari Rabu. Dimana pada hari tersebut dianggap stabil karena aktivitas masyarakat baik itu perkantoran, sekolah, mahasiswa, maupun masyarakat umum sudah dalam keadaan stabil dan merupakan hari yang dimana banyak kendaraan lewat berdasarkan info dari Dinas Perhubungan UPPKB Kayumalue. Survei akan dilaksanakan selama 15 jam yaitu dari jam 07.00 – 22.00 WITA.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth, 2022)

3.1 Data Primer

- Data volume lalu lintas yang meliputi jumlah sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV) dan kendaraan berat (HV).
- Kecepatan Rata-rata Ruang di lapangan dilakukan dengan metode kecepatan setempat dan jenis kecepatan kendaraan yang ditinjau adalah kecepatan rata-rata ruang pada batasan lokasi penelitian.
- Data inventori jalan yang meliputi lebar ruas jalan, jumlah lajur dan jenis hambatan samping jika ada dan lainnya.

3.2. Analisa Data (Analisis Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan)

Hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan dianalisa dengan menggunakan pendekatan model Greenshield, Greenberg, dan Underwood. Parameter model didapatkan dengan analisis regresi dan untuk mengetahui ketepatan fungsi regresi maka dilakukan uji statistik, yaitu analisis korelasi variabel kecepatan dan kepadatan dengan mencari koefisien determinasi (r^2), uji t dan uji signifikansi (Ftest). Nilai Kapasitas Jalan didapatkan dengan memasukkan nilai parameter model ke dalam persamaan volume maksimum masing-masing model. Dengan memperhatikan kondisi real lalu lintas di lokasi penelitian, hasil uji statistik, perkiraan kepadatan macet dan kapasitas, maka dapat ditetapkan model yang mendekati kondisi eksisting di lapangan.

3.3. Menghitung Nilai Kinerja Ruas Jalan

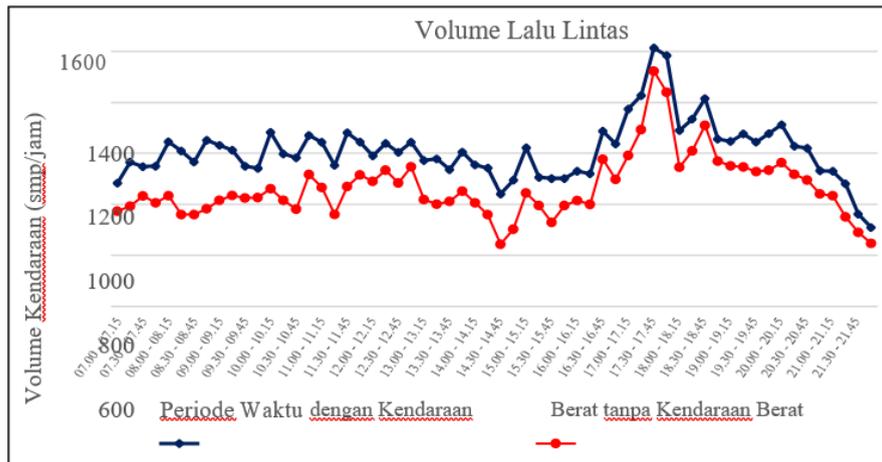
Perhitungan kapasitas jalan dengan menggunakan Metode MKJI 1997 dan dilanjutkan untuk melakukan penghitungan nilai Derajat Kejenuhan (DS) dan penentuan Tingkat Pelayanan Jalan (LoS) berdasarkan besaran nilai Derajat Kejenuhan. Selanjutnya adalah menganalisis perbandingan nilai kapasitas jalan dari model Greenberg, Greenshield, dan Underwood tersebut dengan metode MKJI 1997 dan kemudian menganalisis pengaruh kendaraan berat pada kapasitas jalan tersebut.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu ruas jalan. Perhitungan volume dilakukan dengan cara mengkonversi jumlah kendaraan hasil survei sesuai jenisnya (MC, LV, dan HV) dengan nilai ekivalen mobil penumpang (emp). Waktu tempuh adalah waktu rata-rata yang dipergunakan oleh kendaraan untuk menempuh segmen jalan dengan Panjang tertentu. Sama seperti dengan data volume lalu lintas, data waktu tempuh juga dipisahkan berdasarkan jenis kendaraan dan arah pergerakannya pada setiap arah.

Setelah diketahui jumlah kendaraan (smp/jam) (n) dan waktu tempuh kendaraan (t) pada interval waktu 15 menit, sehingga dapat diperoleh data kecepatan rata-rata ruang tiap jenis kendaraan. Perhitungan besarnya variabel kepadatan (density) dapat dihitung dengan melakukan pembagian antara volume (V) dalam satuan smp/jam dengan kecepatan rata-rata ruang (S) dalam km/jam.



Gambar 2. Grafik Volume Puncak Lalu Lintas (Setiap Kondisi).

4.2. Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Pada studi ini analisis hubungan kecepatan, volume dan kepadatan dilakukan dengan pendekatan model Greenshield, Greenberg dan Underwood. Jika kecepatan rata-rata ruang dinyatakan dengan S, kecepatan arus bebas dengan Sf, kecepatan optimum adalah So, kepadatan adalah D, kepadatan optimum adalah So dan kepadatan macet (jam density) adalah Dj. Koefisien regresi a dan b didapatkan dengan analisis regresi hubungan kecepatan - kepadatan, dimana struktur model hubungan kecepatan - kepadatan diubah dalam bentuk persamaan linear, $y = ax + b$.

Tabel 2. Model Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan.

Model	S-D	V - D	V - S
<i>Dengan Kendaraan Berat (HV)</i>			
Greenshield	$S = 76,43 - 1,02 D$	$V = 76,43 D - 1,02 D^2$	$V = 74,70 S - 0,98S^2$
Greenberg	$S = 131,26 - 25,11 \ln D$	$V = 131,26 D - 25,1 D \ln D$	$V = 186,84 S \cdot \exp(-0,04S)$
Underwood	$S = 83,69 \exp(-0,04D_0)$	$V = 83,69 D \cdot \exp(-0,04D_0)$	$V = 49,7 S \ln(83,694/S)$
<i>Tanpa Kendaraan Berat (HV)</i>			
Greenshield	$S = 78,1 - 1,19 D$	$S = 130,74 - 25,69 \ln D$	$S = 85,15 \exp(-0,04D)$
Greenberg	$V = 78,1 D - 1,19 D^2$	$V = 130,74 D - 25,69 D \ln D$	$V = 85,15 D \cdot \exp(-0,04D)$
Underwood	$V = 65,63 S - 0,84 S^2$	$V = 162,39 S \cdot \exp(-0,04S)$	$V = 43,93 S \ln(85,15/S)$

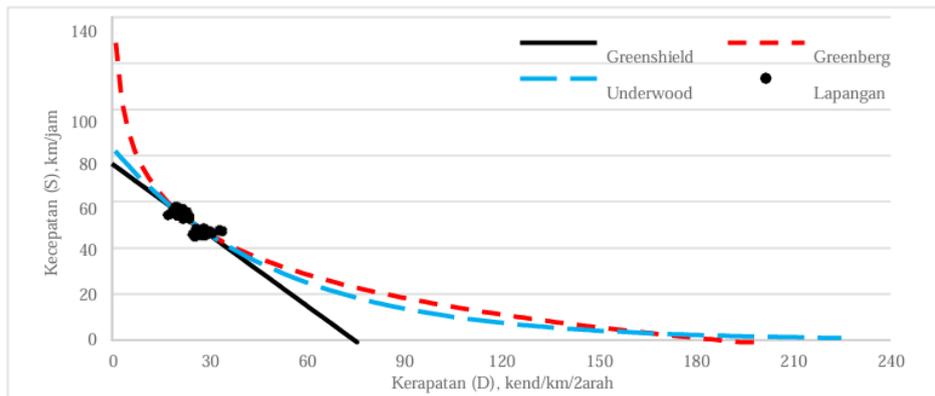
Volume maksimum total 2 arah (V2arah) untuk kedua kondisi seperti pada tabel berikut:

Tabel 3. Nilai Parameter dan Perkiraan Kapasitas Model

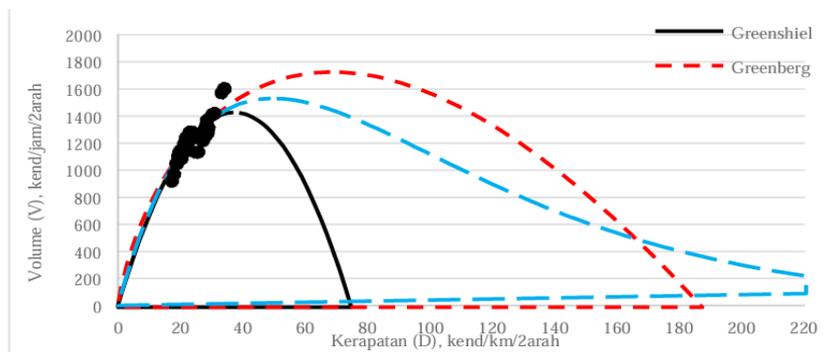
Skenario	Model	a	b	Sf	So	Do2arah	Dj2arah	V2arah
				km/ja	km/ja	km/jam	km/jam	km/ja
				m	m			
Dengan HV	Greenshield	76,43	-1,02	76,43	38,22	37	75	1427
	Greenberg	131,26	-25,10	0,00	25,10	69	187	1725
	Underwood	4,43	-0,02	83,69	30,77	50	0	1529

Tanpa HV	<u>Greenshield</u>	78,10	-1,19	78,10	39,05	33	66	1281
	<u>Greenberg</u>	130,74	-25,69	0,00	25,69	60	162	1534
	Underwood	4,44	-0,02	85,15	31,35	44	0	1376

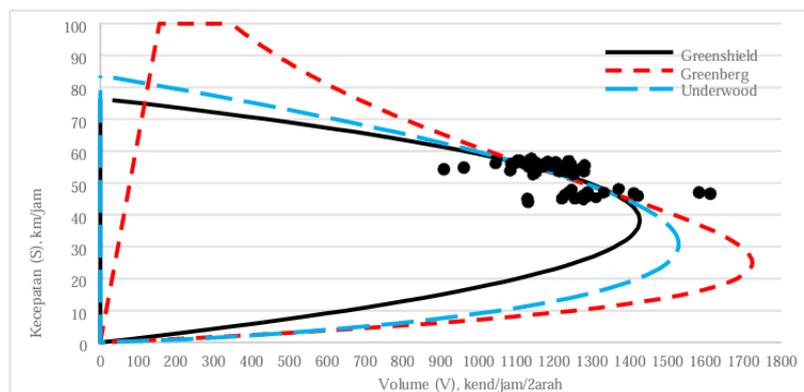
Dari hasil pada tabel 2 diketahui bahwa pada kondisi I (dengan kendaraan berat) nilai V_{maks} terdapat pada model Greenberg sebesar = 1725 smp/jam dan untuk kondisi II (tanpa kendaraan berat) dengan nilai V_{maks} = 1534 smp/jam pada model Greenberg.



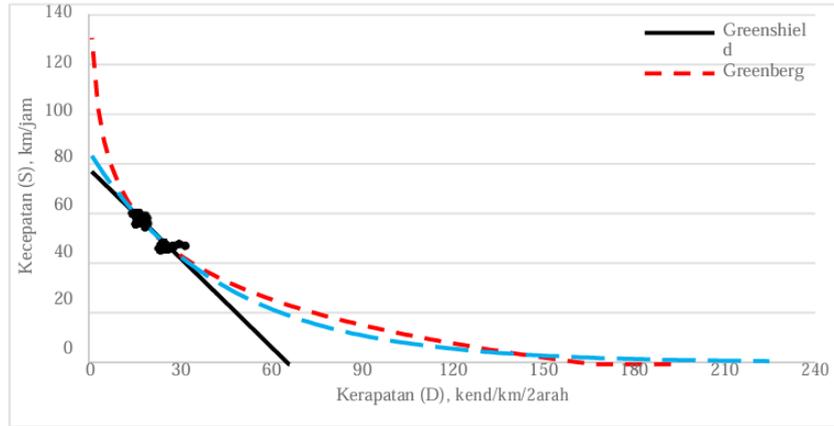
Gambar 3. Hubungan S- D Kondisi dengan Kendaraan Berat (HV)



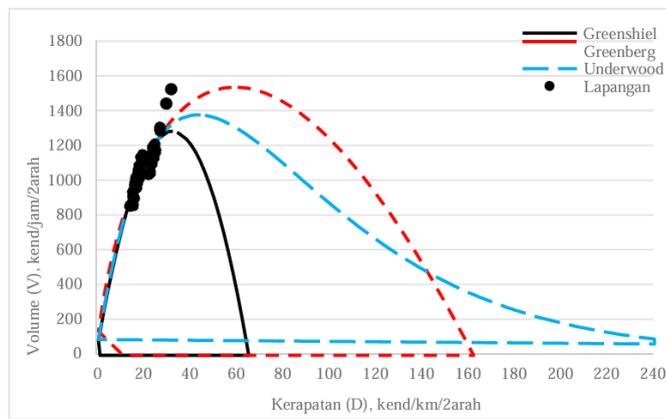
Gambar 4. Hubungan V- D Kondisi dengan Kendaraan Berat (HV)



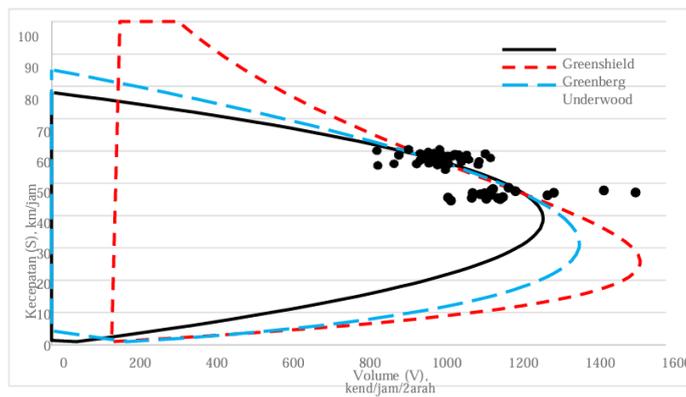
Gambar 5. Hubungan S- V Kondisi dengan Kendaraan Berat (HV).



Gambar 6. Hubungan S- D Skenario tanpa Kendaraan Berat (HV).



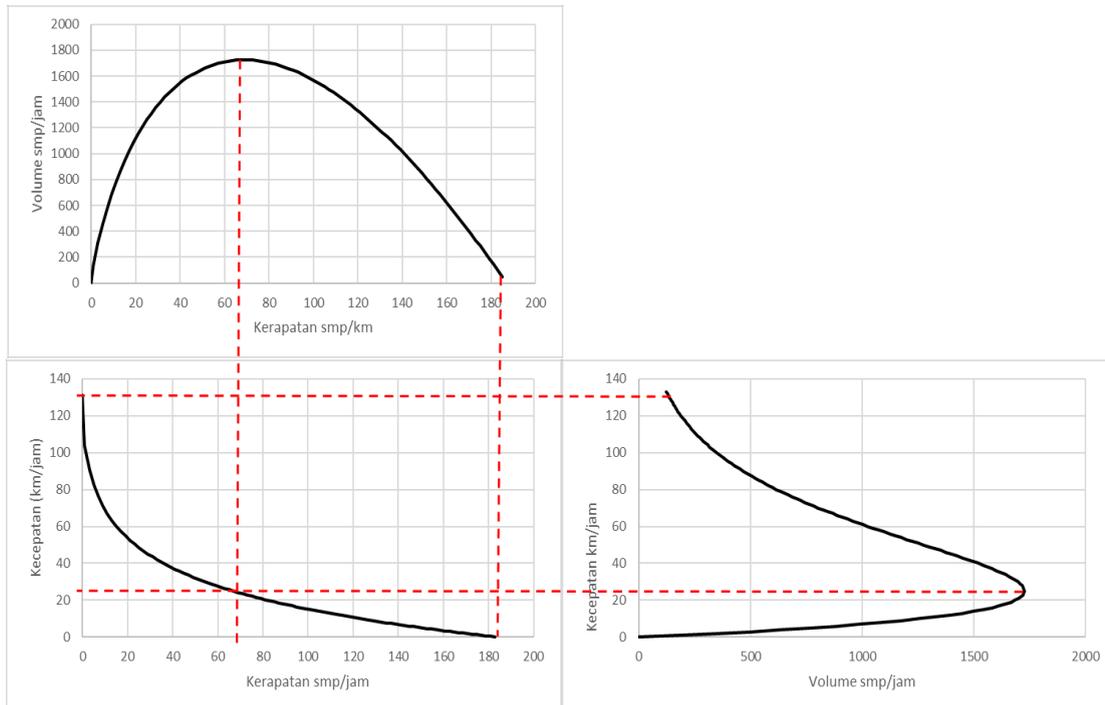
Gambar 7. Hubungan V- D Skenario tanpa Kendaraan Berat (HV)



Gambar 8. Hubungan S - V Skenario tanpa Kendaraan Berat (HV).

4.3. Pemilihan Model

Terdapat beberapa kriteria untuk memilih suatu model terbaik yaitu kriteria berdasarkan analisis statistik, berdasarkan karakteristik lalu lintas di lapangan dan kriteria kemasukakalan (reasonable). Kriteria yang dapat dipakai menilai model adalah kriteria statistik koefisien determinasi (r^2) dan kriteria lalu lintas yaitu kecepatan arus bebas (S_f), Kerapatan macet (D_j) dan kapasitas (V_{maks}).



Gambar 9. Grafik Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kerapatan Model Greenberg

Pemilihan model dilakukan untuk mendapatkan parameter model yang sesuai dengan karakteristik lalu lintas di lapangan.

Berdasarkan kriteria tersebut diatas maka langkah pemilihan model yang dapat dilakukan antara lain:

- 1) Nilai koefisien determinasi (r^2) ketiga model pada masing-masing skenario berturut-turut dari yang tertinggi adalah model Greenberg, Greenshield dan Underwood
- 2) Uji signifikansi bahwa hubungan antar variabel-variabel arus lalu lintas (kecepatan-kepadatan-volume) pada model Greenshield, greenberg dan underwood yang signifikan pada tingkat kepercayaan 95 % dimana nilai uji statistik t dan F hitung lebih besar dari nilai t dan F tabel,
- 3) Nilai kecepatan arus bebas (S_f), Adapun nilai kecepatan yang diambil dari ketiga model adalah yang paling tinggi, karena semakin tinggi nilai kecepatan arus bebas berarti nilai tersebut semakin mendekati kondisi sebenarnya. Pada Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa nilai kecepatan arus bebas dari yang tertinggi dan terendah berturut-turut adalah Greenberg, Underwood, dan Greenshield.
- 4) Nilai Kerapatan Macet (D_j) ; Nilai D_j yang terbaik adalah nilai yang paling mendekati kondisi lapangan. Nilai D_j kondisi lapangan diperkirakan berkisar antara 185-250 kendaraan per mil atau 120 – 160 kend per km (May, A.D. 1990). Hasil analisis model yang paling baik untuk nilai kerapatan macet (D_j) berturut-turut adalah model Greenberg, Underwood, dan Greenshield.
- 5) Nilai Kapasitas dasar secara empiris yang lazim untuk tipe jalan 2/2 UD adalah berkisar 2.900 smp/jam (MKJI 1990). Hasil perkiraan kapasitas model mendekati dari kapasitas empiris berturut-turut yaitu Greenberg, Underwood, dan Greenshield.

Dari kelima kriteria tersebut, maka didapatkan kesimpulan awal bahwa model hubungan Kecepatan Arus Lalu Lintas (S) – kepadatan Arus lalu Lintas (D) – Volume Arus Lalu Lintas (V) pada lokasi tudy yang paling mendekati adalah model Greenberg

4.4. Perhitungan Kapasitas berdasarkan Metode MKJI 1997

Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan., Formulasi dasar menghitung kapasitas jalan perkotaan menurut Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 berdasarkan karakteristik lingkungan dan kondisi geometrik jalan pada lokasi studi maka Estimasi Kapasitas Jalan adalah :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad C = 2886 \text{ smp/jam}$$

Tabel 4. Presentasi Perbedaan Kapasitas Tiap Model dengan Metode MKJI 1997

Skenario	Model	Kapasitas Model	Kapasitas MKJI 1997	Akurasi Terhadap MKJI 1007
		smp/jam	smp/jam	%
Dengan HV	Greenshield	1427	2886	50,55
	Greenberg	1725	2886	40,23
	Underwood	1529	2886	47,02
Tanpa HV	Greenshield	1281	2886	55,60
	Greenberg	1534	2886	46,83
	Underwood	1377	2886	52,29

Didapatkan bahwa Model Greenberg memiliki persentase perbedaan paling kecil terhadap nilai kapasitas (C) yang dihitung menggunakan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dengan nilai persentase untuk Kondisi dengan kendaraan berat = 40,23% dan untuk Kondisi tanpa kendaraan berat sebesar 46,83%.

4.5. Derajat Kejenuhan Berdasarkan Metode MKJI 1997

Nilai DS menunjukkan apakah ruas jalan tersebut masih memenuhi kapasitas atau tidak. Derajat Kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan volume lalu lintas dan kapasitas jalan yang dinyatakan dalam smp/jam.

Tabel 5. Nilai Derajat Kejenuhan (DS)

Kondisi	Waktu Tinjauan	Total	Kapasitas (C)		Derajat Kejenuhan (DS)	
		V2 Arah	Model	MKJI 1997	Model	MKJI 1997
		mm/jam	mm/jam	mm/jam		
Dengan HV	07.00 - 12.00	1283	1725	2886	0.74	0.44
	12.00 - 18.00	1614	1725	2886	0.94	0.56
	18.00 - 22.00	1416	1725	2886	0.82	0.49
Tanpa HV	07.00 - 12.00	1117	1534	2886	0.73	0.39
	12.00 -18.00	1523	1534	2886	0.99	0.53
	18.00 - 22.00	1310	1534	2886	0.85	0.45

Penurunan nilai kapasitas model antara kondisi dengan kendaraan berat (HV) dengan nilai kapasitas = 1725 smp/jam dan kondisi tanpa kendaraan berat (HV) dengan nilai kapasitas = 1534 smp/jam, yaitu sebesar 11,07%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kapasitas model sangat dipengaruhi dengan jumlah volume lalu lintas, yang dimana jika semakin tinggi volume lalu lintas suatu ruas jalan maka nilai V_{maks} atau kapasitas jalannya juga akan semakin tinggi.

Sementara untuk derajat kejenuhan, diperoleh nilai derajat kejenuhan tertinggi untuk Kondisi I (dengan kendaraan berat) sebesar 0,94 dan Kondisi II (tanpa kendaraan berat) $D_s = 0,99$. Hasil yang didapatkan oleh model ini dinilai tidak realistis dengan kondisi real di lapangan yang dimana tidak terjadi antrian panjang pada lalu lintas puncak.

Berbeda halnya dengan nilai kapasitas jalan berdasarkan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yang tidak mengalami perubahan nilai. Hal itu dikarenakan dalam menghitung nilai kapasitas jalan berdasarkan metode MKJI 1997 berdasarkan dari beberapa variabel, yaitu :

1. Kapasitas dasar (C_0) (smp/jam).
2. Faktor penyesuaian lebar jalan (FC_w).
3. Faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi) (FC_{SP}).
4. Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/keren (FC_{SF}).
5. Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{CS}).

Sementara untuk derajat kejenuhan untuk Kondisi I (dengan kendaraan berat) volume puncak terjadi pada segmen pukul 12.00 – 18.00 dengan nilai derajat kejenuhannya (DS) = 0,56 dan untuk volume puncak pada Kondisi II (tanpa kendaraan berat) diperoleh nilai Derajat Kejenuhan sebesar 0,53. Hal ini menunjukkan dari kedua nilai derajat kejenuhan tersebut belum melampaui nilai yang disyaratkan dalam MKJI 1997 yaitu sebesar 0,75 yang berarti ruas jalan tersebut masih jauh dari kondisi jenuh, yang dimana tidak terjadi adanya antrian panjang pada lalu lintas puncak. Dengan melihat data diatas dapat disimpulkan bahwa pada ruas jalan R.E. Martadinata jumlah volume kendaraan berat akan mempengaruhi kinerja ruas jalan.

5. Kesimpulan

Dari hasil analisis hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan pada kondisi I (dengan kendaraan berat) dan kondisi II (tanpa kendaraan berat) maka dapat disimpulkan sebagai berikut :Kinerja simpang lalu lintas setelah adanya Jembatan Palu V adalah yaitu:

1. Hubungan Volume, kecepatan dan kepadatan menunjukkan kecenderungan yang hampir sama pada ketiga Model. Namun dari hasil regresi dengan membandingkan ketiga model tersebut berdasarkan kriteria analisa statistik, karakteristik lalu lintas di lapangan dan kriteria kemasukakalan (reasonable) sehingga diambil model terpilih yaitu Model Greenberg dengan nilai $r^2 = 0,76$ (kondisi dengan kendaraan berat) dan nilai $r^2 = 0,82$ (kondisi tanpa kendaraan berat).
2. Penilaian Kinerja ruas jalan R.E Martadinata berdasarkan model dan Metode MKJI 1997.

- a) Untuk kondisi I (dengan kendaraan berat) dan kondisi II (tanpa kendaraan berat) terdapat perbedaan hasil estimasi Kapasitas jalan berdasarkan Model Greenberg dengan Estimasi menurut Metode MKJI 1997 untuk kondisi I sebesar 40,23%, dimana volume maksimal dari model Greenberg sebesar 1725 smp/jam, dan untuk kondisi II sebesar 46,83% yang dimana volume maksimal dari model sebesar 1534 smp/jam. Sementara untuk nilai kapasitas dari Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 sebesar 2886 smp/jam.
- b) Terjadi penurunan nilai kapasitas model antara kondisi dengan kendaraan berat (HV) dengan nilai kapasitas = 1725 smp/jam dan kondisi tanpa kendaraan berat (HV) dengan nilai kapasitas = 1534 smp/jam, yaitu sebesar 11,07%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kapasitas model sangat dipengaruhi dengan jumlah volume lalu lintas, yang dimana jika semakin tinggi volume lalu lintas suatu ruas jalan maka nilai V_{maks} atau kapasitas jalannya juga akan semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, G. N., Priyanto, S., & Malkamah S. (2019). Hubungan volume kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan Pajajaran (ring road utara), Sleman. *Teknisia*. XXIV (1). 55-64.
- Ariadi, Isya M., & Caisarina, I. (2016). Analisis hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas (studi kasus : Jembatan Lamnyong, Jalan Teuku Nyak Arief Banda Aceh). *Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Syiah Kuala. 279 – 290.
- Bahar, T. (2000). Pengaruh kendaraan berhenti terhadap karakteristik lalu lintas ruas jalan perkotaan. Tesis. Program Magister Teknik Sipil Fakultas Pascasarjana. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1990). Panduan survei dan penghitungan waktu perjalanan lalu lintas.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1997). Manual kapasitas jalan indonesia (MKJI). Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Fadriani, Hetty. (2020). Hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan ruas jalan otto iskandar dinata bandung. *Sekolah Tinggi Teknologi Mandala*. Bandung. 56 – 63.
- HCM. (2000). Highway Capacity Manual (HCM) 2000. Transportation Research Board. National Research Council. Washington D. C.
- Hobbs. (1995). Perencanaan dan teknik lalu lintas. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Saputra, B. & Savitri, D. (2021). Analisis hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas berdasarkan model greenshield, greenberg, dan underwood. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*. Departemen Matematika. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- Mashuri. (2006). Model hubungan kecepatan – volume – kepadatan arus lalu lintas pada ruas jalan arteri di kota palu. *Majalah ilmiah mektek tahun VIII*. (2). 83-90.
- May. A.D. (1990). Traffic flow fundamentals. Prentice-Hall Inc. New Jersey.
- Morlok, E. K. (1991). Pengantar teknik dan perencanaan transportasi, Erlangga. Jakarta.
- Nego, A., Suyono, R. S., & Kadarini, S. N. (2018). Model hubungan volume kecepatan dan kerapatan pada jalan jendral ahmad yani 1 pontianak. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Pribadi, L. T. (2004). Studi hubungan volume, kecepatan, dan kerapatan pada ruas jalan Gatot Subroto, Kota Cimahi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani. *Jurnal Teknik*. 3(1). 233 – 239.
- Probowo, M. (2011). Analisis kepadatan arus lalu lintas pada ruas jalan raya Mastrip STA 2+600 – 3+800 Kota Surabaya dengan pendekatan linier. Tugas Akhir Program Sarjana. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Jawa Timur.
- Tamin, O. Z. (2000). Perencanaan dan pemodelan transportasi. *Jurnal teknik sipil edisi kedua*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

- Tamin, O. Z. (1992). Hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas diruas jalan HR. rasuna said (Jakarta). Jurnal teknik sipil nomor 5 jurusan teknik sipil. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Thalib, M. T. N. (2018). Analisis hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan arus lalu lintas pada ruas jalan H, B. Jassin dengan membandingkan metode greenshield dan metode greenberg. Radial – Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa, dan Teknologi. Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo. 6(1). 59-68.
- Timpal, G. S., Sendow, T. K., & Rumayar, A. L. (2018). Analisa kapasitas berdasarkan pemodelan greenshield, greenberg, dan underwood dan Analisa kinerja jalan pada ruas jalan Sam Ratulangi Manado. Jurnal Sipil Statik. 6(8).
- Utama, G. P. (2016). Analisa perhitungan hubungan kecepatan, volume, dan kepadatan arus kendaraan pada ruas jalan Muhammad Yamin Kota Samarinda. Kurva S Jurnal Mahasiswa. 2(1). 1567.
- Widodo, W., Wicaksono, N., & Harwin, H. (2012). Analisis volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas dengan metode greenshield, greenberg. Semesta Teknika. 15(2). 178-184.
- Wijayanto, C. S., Adawiyah, R., & Abdurrahman. (2021). Analisis hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan arus lalu lintas dengan membandingkan metode greenshield dan metode greenberg. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari. Banjarmasin.