

# EVALUASI KINERJA JALAN NASIONAL TERHADAP KARAKTERISTIK LALU LINTAS PADA RUAS JALAN NASIONAL KOTA PALEMBANG (Studi Kasus: Ruas Jalan Parameswara)

Sartika Nisumanti<sup>1)</sup> Evina Krisna<sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Sipil Universitas Indo Global Mandiri  
Jl Jend. Sudirman No. 629 KM. 4 Palembang Kode Pos 20129  
Email : Sartika.nisumanti@uigm.ac.id<sup>1)</sup> Evinakrisna@gmail.com<sup>2)</sup>

## ABSTRACT

*The roads transportation is an important infrastructure as one of the land transportation infrastructures for the movement of social activities and to support economic development, specifically in Palembang City. The population growth of Palembang City has resulted in an increase in the number of vehicles and highway users. As a result, transportation activities in Palembang, especially at Parameswara roads are increasing. The impact of this, there will be heavy traffic volume, resulting in conflicts on the road, which lead to traffic accidents. Therefore, there will be congestion and a decrease in the performance of the road speed.*

*The research is conducted at Parameswara Road in Palembang that visually diminished the ability to accommodate the road traffic volume per day, accordingly the effect of traffic that occurs due to the lack of road capacity as the sequence of large volume traffic. The purpose of this study is to determine the capacity and level of road services to carried out the performance value on this road. The method used in the analysis is the Greenshield model, Greenberg, and Underwood. This study explains the maximum volume at peak hour that develop on Monday is between 1561 smp/hour and 1549 smp/hour. Whereas the lowest is around 1225 smp/hour and 1008 smp/hour that occurs on Sunday. Therefore, the analysis of service level on the research years at Parameswara Road depicts the saturated traffic conditions and low starting speed with D service index category and service level analysis at 10 years of planning time projections, the l<sub>pda</sub> result is from 2022 to 2026, The Parameswara road conditions at E and F service index categories are the traffic jam circumstances and slight speed. Hence, it necessitates constructing a non-plot way at Parameswara Road intersection to tackle this traffic congestion.*

**Keywords:** Greenshield, Greenberg, Underwood, Road Capacity.

## ABSTRAK

*Jalan raya merupakan sarana infrastruktur yang sangat penting dan sebagai salah satu prasarana perhubungan darat untuk pergerakan aktivitas masyarakat dan mendukung perkembangan ekonomi pada suatu daerah khususnya di Kota Palembang. Pesatnya perkembangan kota dan peningkatan jumlah penduduk, menyebabkan jumlah kendaraan dan pengguna jalan ikut bertambah. Sehingga kegiatan transportasi di kota Palembang terutama pada ruas jalan Parameswara menjadi semakin meningkat. Dampak dari hal ini, akan terjadi padatnya volume lalu lintas yang tidak menutup kemungkinan akan terjadi konflik antara kendaraan yang berujung pada kecelakaan lalu lintas. Sehingga akan terjadi kemacetan dan penurunan kecepatan pada ruas jalan tersebut.*

*Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Parameswara Kota Palembang yang secara visual terlihat berkurangnya kemampuan jalan menampung volume lalu lintas per hari, sehingga pengaruh lalu lintas yang terjadi karena kurangnya kapasitas jalan akibat banyaknya volume lalu lintas. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kapasitas dan tingkat pelayanan jalan. Metode yang digunakan pada analisa yaitu model Greenshield, Greenberg, dan Underwood. Hasil analisa penelitian menunjukkan volume jam puncak maksimum terjadi pada hari Senin sebesar 1561 smp/jam sampai 1549 smp/jam. Sedangkan volume terendah sebesar 1225 smp/jam sampai 1007 smp/jam yang terjadi pada hari minggu. Sehingga analisa tingkat pelayanan pada tahun penelitian ruas jalan Parameswara menunjukkan kondisi lalu lintas jenuh dan kecepatan mulai rendah dengan kategori indeks pelayanan D dan analisa tingkat pelayanan pada umur perencanaan 10 tahun mendatang didapat hasil l<sub>pda</sub> tahun 2022 sampai 2026 kondisi jalan Parameswara pada indeks tingkat pelayanan E dan F yaitu kondisi lalu lintas macet dan kecepatan rendah. Sehingga perlu dibangun jalan tak sebidang pada persimpangan jalan Parameswara untuk menanggulangi kemacetan lalu lintas.*

**Kata Kunci :** Greenshield, Greenberg, Underwood, Kapasitas Jalan

## 1. Pendahuluan

Prasarana jalan merupakan bagian yang sangat penting dari kehidupan manusia, khususnya prasarana jalan dengan moda kendaraan baik untuk kebutuhan pergerakan manusia maupun angkutan barang. Prasarana jalan selalu digunakan masyarakat untuk berpindah-pindah tempat dari lokasi yang satu ke lokasi yang lainnya dengan menggunakan berbagai jenis moda kendaraan dari kendaraan ringan sampai dengan kendaraan berat yang melalui jalan ini sebagai prasarana transportasi lalu lintas.

Pertambahan jumlah penduduk menjadi penyebab banyaknya pengguna jalan yang mengakibatkan banyak masyarakat menggunakan jalan untuk beraktifitas, yang secara tidak langsung menimbulkan permasalahan dan resiko terjadinya kemacetan pada ruas jalan dalam kota Palembang termasuk pada ruas jalan Parameswara yang mana merupakan jalan Nasional dan jalan penghubung dalam kota yang mana sering terjadi kemacetan oleh berbagai faktor.

Ruas jalan ini secara visual terlihat berkurangnya kemampuan jalan menampung volume lalu lintas yang melaluinya. Ruas jalan ini terletak pada jalur dengan medan topografi datar, pengaruh gangguan samping relatif kecil, serta kondisi perkerasan relatif baik, sehingga pengaruh lalu lintas yang terjadi murni karena kurangnya kapasitas jalan akibat banyaknya volume lalu lintas.

### Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan adalah kemampuan ruas jalan untuk menampung volume lalu lintas ideal per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan per jam atau satuan mobil penumpang per jam. (PP RI Nomor 32, 2011).

Menurut Munawar (2004) Kapasitas jalan adalah jumlah maksimum kendaraan yang melewati suatu persimpangan atau ruas jalan selama waktu tertentu pada kondisi jalan dan lalu lintas dengan tingkat kepadatan yang ditetapkan.

### Karakteristik Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara dan kendaraan yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya.

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 dikarenakan oleh karakteristiknya akan bervariasi baik berdasarkan lokasi maupun waktunya. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas.

### Parameter Karakteristik Arus Lalu Lintas

Variabel parameter karakteristik arus lalu lintas adalah :

#### a. Kecepatan (S)

Kecepatan didefinisikan sebagai suatu laju

pergerakan yang ditandai dengan besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi dengan waktu tempuh.

#### b. Volume (V)

Volume merupakan jumlah dari kendaraan yang diamati atau diperkirakan yang melewati suatu titik tertentu selama rentang waktu tertentu.

#### c. Kepadatan (D)

#### d. Spacing (s) dan Headway (h)

#### e. Lane

### Kecepatan Kendaraan

Kecepatan dinyatakan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam jarak persatuan waktu (km/jam) (F.D. Hobbs, 1995).

Kecepatan tempuh sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan. Kecepatan tempuh merupakan kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu lintas dari panjang ruas jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan tersebut. (MKJI 1997).

Kecepatan tempuh merupakan kecepatan rata-rata dari perhitungan lalu lintas yang dihitung berdasarkan panjang segmen jalan dibagi dengan waktu tempuh rata-rata kendaraan dalam melintasinya (HCM, 1994).

Waktu tempuh (TT) adalah waktu rata-rata yang dipergunakan kendaraan untuk menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk tundaan, waktu henti, waktu tempuh rata-rata kendaraan didapat dari membandingkan panjang segmen jalan (km) (MKJI, 1997).

### Hubungan antara Volume, Kecepatan, dan Kerapatan

Tiga variabel utama (makroskopis) dalam aliran arus lalu lintas yang digunakan untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas adalah volume, kecepatan, dan kerapatan.

a. Volume (*Flow*) merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada suatu ruas jalan per satuan waktu tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan/jam.

b. Kecepatan (*speed*) adalah tingkat gerakan di dalam suatu jarak tertentu dalam satu satuan waktu yang dinyatakan dengan kilometer/jam.

c. Kerapatan/kepadatan (*density*) merupakan jumlah kendaraan yang menempati suatu ruas/segmen jalan tertentu yang dinyatakan dalam kendaraan.kilometer. Hubungan antara ketiga parameter tersebut dinyatakan dalam hubungan sistematis yaitu:

$$q = k \cdot U_s$$

## 2. Metode Analisa

Metode analisa dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### a. Perhitungan Volume Lalu Lintas

Data lalu lintas terkumpul selama periode jam pengamatan, dilakukan perhitungan volume lalu

lintas dengan mengalikan jumlah setiap jenis kendaraan ke dalam konversi Satuan Mobil Penumpang (smp). Selanjutnya besar volume lalu lintas (smp) dikelompokkan dalam kelompok jumlah total dari seluruh kendaraan, dan kelompok jumlah total kendaraan bermotor. Volume-Kecepatan-Kerapatan dari masing-masing model pendekatan yang akan dibahas.

- b. Perhitungan Kecepatan dan Kecepatan Rata-rata  
Perhitungan kecepatan kendaraan dan kecepatan rata-rata ruang dilakukan setelah data kecepatan dari setiap jenis kendaraan tercatat dan tersusun selama jam pengamatan. Perhitungan kecepatan ini perhitungannya menggunakan rumus kecepatan rata-rata ruang untuk setiap kelompok jenis kendaraan, kemudian dilanjutkan dengan kecepatan rata-rata ruang untuk semua jenis kendaraan bermotor. Besar kecepatan rata-rata ruang ini merupakan salah satu variabel dalam mencari hubungan antara Volume-Kecepatan-Kepadatan dari setiap model pendekatan yang ditinjau.
- c. Perhitungan Kerapatan Lalu Lintas  
Perhitungan besarnya variabel kerapatan (*density*) dapat dihitung dengan melakukan pembagian antara volume (V) dalam smp yang dikonversi dalam tiap jamnya, dengan kecepatan rata-rata ruang (Usr) dalam km/jam. Kerapatan (D) digunakan untuk menganalisa hubungan arus lebih lanjut dengan satuan smp/km.
- d. Perhitungan Model Hubungan Kecepatan-Volume-Kerapatan.  
Hasil survey lapangan selama jam pengamatan, dilakukan analisis/uji kuantitatif yaitu analisa regresi linier untuk mendapatkan besarnya nilai parameter model. Sedangkan untuk menggambarkan model dari masing-masing model pendekatan *Greenshield*, *Greenberg*, *Underwood* didapat dari uji kuantitatif dan analisa regresi didapatkan dari nilai parameter model, sehingga besar nilai kecepatan pada kondisi arus bebas, *density* jam akan didapat yang dipergunakan untuk mengetahui model yang paling mendekati dari lokasi yang diamati.

**3. Pembahasan**

**Analisa Volume Lalu Lintas**

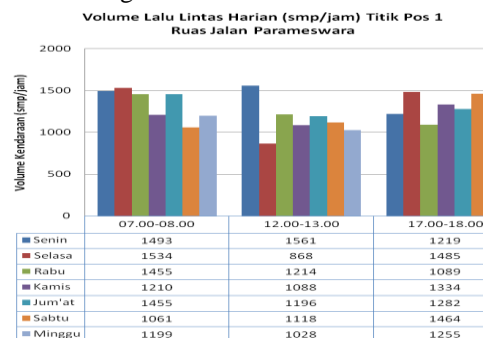
Hasil survey jumlah kendaraan dengan segmen 75 m dan waktu pencatatan selama 15 menit secara berkala dalam waktu 1 jam, dan pengolahan data diperoleh volume kendaraan dalam satuan mobil penumpang per jam.

Hasil perhitungan rata-rata volume kendaraan (smp/jam) jam puncak dalam seminggu pada titik pos 1 dan titik pos 2 seperti pada tabel berikut:

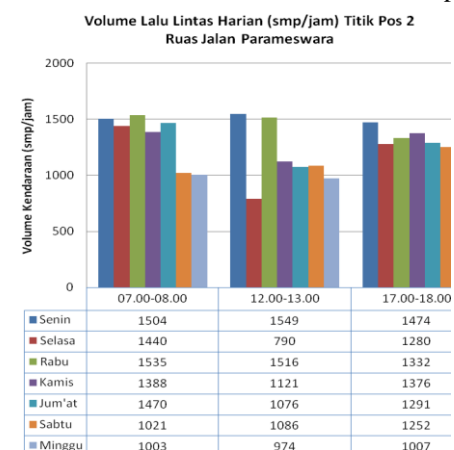
Tabel 1. Volume lalu lintas harian (SMP/Jam)

| Periode Pengamatan                                 | Volume Lalu Lintas Harian (smp/jam) |        |      |       |        |       |        |
|--|-------------------------------------|--------|------|-------|--------|-------|--------|
|  | Senin                               | Selasa | Rabu | Kamis | Jum'at | Sabtu | Minggu |
| Pos 1  |                                     |        |      |       |        |       |        |
| Vol. Rata-rata (smp/jam)                           | 1491                                | 1296   | 1253 | 1210  | 1311   | 1215  | 1160   |
| Vol. Jam Puncak (smp/jam)                          | 1561                                | 1534   | 1455 | 1334  | 1455   | 1464  | 1255   |
| Vol. Rata-rata dalam seminggu (smp/jam)            | 1277                                |        |      |       |        |       |        |
| Vol. Rata-rata jam puncak dalam seminggu (smp/jam) | 1437                                |        |      |       |        |       |        |
| Pos 2  |                                     |        |      |       |        |       |        |
| Vol. Rata-rata (smp/jam)                           | 1509                                | 1170   | 1461 | 1295  | 1279   | 1120  | 995    |
| Vol. Jam Puncak (smp/jam)                          | 1549                                | 1440   | 1535 | 1388  | 1470   | 1252  | 1007   |
| Vol. Rata-rata dalam seminggu (smp/jam)            | 1261                                |        |      |       |        |       |        |
| Vol. Rata-rata jam puncak dalam seminggu (smp/jam) | 1377                                |        |      |       |        |       |        |

Grafik volume lalu lintas harian dan volume kendaraan maksimum pada titik pos 1 dan titik pos 2 seperti pada gambar 1 dan gambar 2.



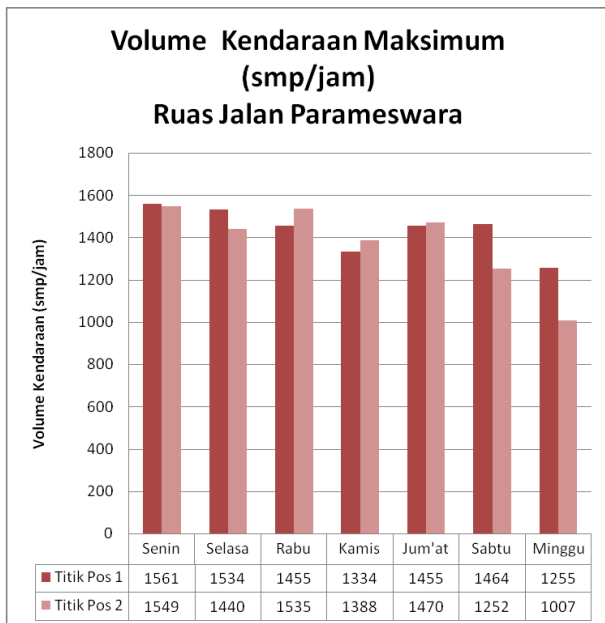
Gambar 1. Grafik volume kendaraan titik pos 1



Gambar 2. Grafik volume kendaraan titik pos 2

Berdasarkan gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa volume kendaraan tertinggi sebesar 1561 smp/jam (Pos 1) dan 1549 smp/jam (pos 2) pada ruas jalan Parameswara terjadi pada hari senin pukul 12.00-13.00 WIB. Hal ini dikarenakan waktu saat pulang/masuk sekolah mengingat pada ruas jalan Parameswara terdapat sekolah SMK PGRI 1 Palembang. Sedangkan volume kendaraan terendah sebesar 868 smp/jam (pos 1) dan 790 smp/jam (pos 2) terjadi pada hari selasa pukul 12.00 – 13.00 WIB. Dimana hari tersebut terjadi kemacetan akibat truk kendaraan mogok ditengah jalan yang mengakibatkan macetnya lalu lintas pada titik Pos 1 dan 2. Kemudian untuk volume rata-rata dalam seminggu sebesar 1277 smp/jam (pos 1) dan 1261 smp/jam (pos 2).

Dalam menentukan volume kendaraan maksimum pada grafik gambar yang dihitung berdasarkan gambar berikut:



Gambar 3. Volume Kendaraan Maksimum (smp/jam)

Grafik diatas menunjukkan volume maksimum terjadi pada hari senin sebesar 1561 smp/jam (pos 1) dan 1549 smp/jam (pos 2) dikarenakan awal dari masyarakat beraktifitas sedangkan volume maksimum terendah terjadi pada hari minggu sebesar 1255 smp/jam (pos 1) dan 1007 smp/jam (pos 2) yang merupakan hari libur.

**Kecepatan Lalu Lintas**

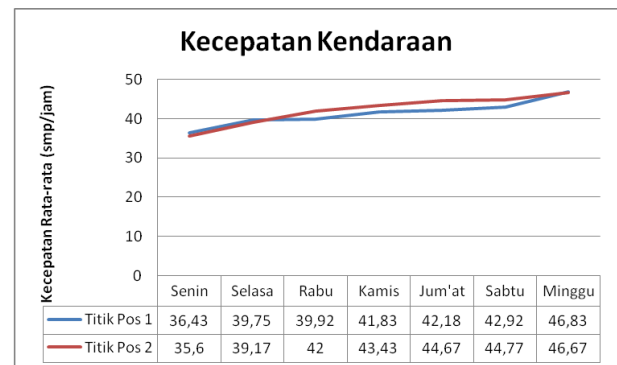
Kecepatan rata-rata ruang untuk seluruh jenis kendaraan, diperoleh dengan cara yang sama seperti mencari kecepatan ruang tiap jenis kendaraan. Sedangkan untuk menghitung nilai kerapatan adalah membagi volume kendaraan dan kecepatan rata-rata ruang apda *time slice* yang bersesuaian.

Hasil perhitungan kecepatan kendaraan pada titik pos 1 dan pos 2 seperti tabel dan gambar berikut:

Tabel 2. Kecepatan Kendaraan

| Hari Pengamatan | Kecepatan Kendaraan (km/jam) |             |
|-----------------|------------------------------|-------------|
|                 | Titik Pos 1                  | Titik Pos 2 |
| Senin           | 36,43                        | 35,60       |
| Selasa          | 39,75                        | 39,17       |
| Rabu            | 39,92                        | 42,00       |
| Kamis           | 41,83                        | 43,43       |
| Jum'at          | 42,18                        | 44,67       |
| Sabtu           | 42,92                        | 44,77       |
| Minggu          | 46,83                        | 46,67       |
| Kec. Rata-rata  | 41,14                        | 42,33       |
| Kec. Maksimum   | 46,83                        | 46,67       |
| Kec. Minimum    | 36,43                        | 35,60       |

Dari hasil pada diatas diperoleh kecepatan maksimum pada titik pos 1 dan pos 2 sebesar 46,83 km/jam dan 46,67 km/jam sedangkan kecepatan terendah sebesar 36,43 km/jam dan 35,60 km/jam. Grafik kecepatan kendaraan seperti pada gambar berikut:

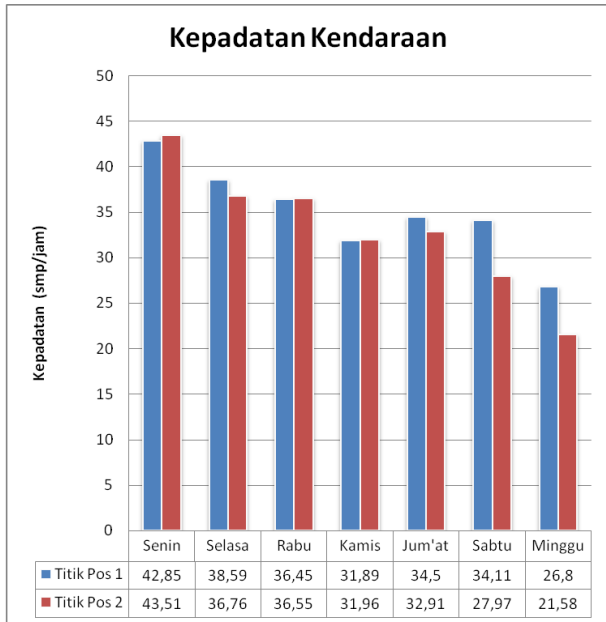


Gambar 4. Grafik Kecepatan Kendaraan

Kondisi kecepatan lalu lintas yang terlihat pada gambar diatas menunjukkan bahwa secara keseluruhan kecepatan lalu lintas kendaraan pada ruas jalan ini semakin bertambah mendekati hari libur. Kecepatan lalu lintas tertinggi terjadi pada hari minggu yaitu 46,83 km/jam (Pos 1) dan 46, 67 km/jam (pos 2) yang mana merupakan hari libur tidakbanyak masyarakat beraktifitas. Sedangkan kecepatan terendah terjadi pada hari senin yaitu sebesar 36,43 km/jam (pos 1) dan 35,60 km/jam (pos 2) hal ini dikarenakan banyaknya masyarakat yang beraktifitas pada hari kerja. Kecepatan rata-rata dalam seminggu terjadi pada hari Rabu sampai sabtu sebesar 41,41 km/jam (pos 1) dan 42,33 km/jam (Pos 2). Hal ini dapat diketahui hubungan antara volume lalu lintas dengan kecepatan kendaraan sangat erat.

**Kepadatan Lalu Lintas**

Kepadatan lalu lintas rata-rata dalam satu minggu sebesar 33,03 smp/km (pos 1) dan 35,03 smp/km (pos 2).



Gambar 5. Grafik Nilai Kepadatan rata-rata

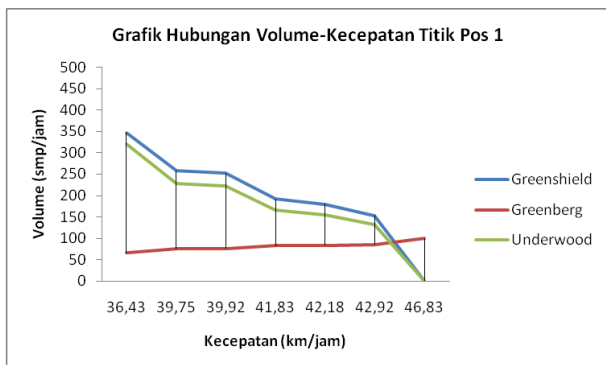
Dari gambar diatas kepadatan tertinggi terjadi pada hari senin sebesar 42,85 smp/km (pos 1) dan 43,51 smp/km (pos 2). Hal ini merupakan hari mulainya beraktifitas sedangkan yang terendah terjadi pada hari minggu yaitu sebesar 26,80 smp/km (pos 1) dan 21,58 smp/km (pos 2). Hal ini merupakan hari libur kerja dan sekolah.

**Kapasitas Jalan**

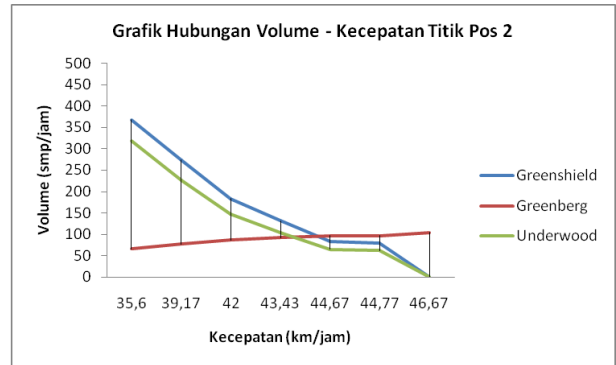
Hasil perhitungan kapasitas jalan seperti pada tabel berikut:

Tabel 3. Faktor penyesuaian Kapasitas.

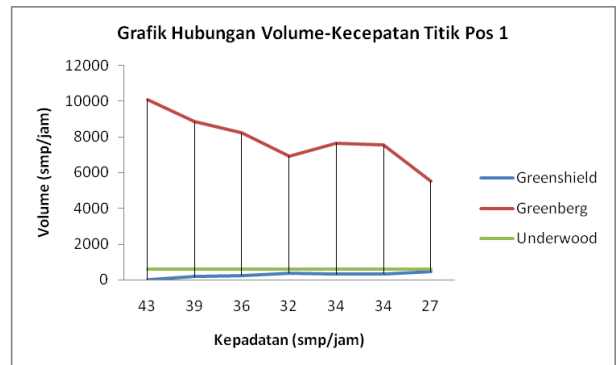
| Kapasitas dasar Co (smp/jam) | Faktor penyesuai untuk kapasitas |                   |                       |                  | Kapasitas C (smp/jam) |
|------------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
|                              | Lebar jalur FCw                  | Pemisah arah FCsp | Hambatan samping FCsf | Ukuran kota FCCs |                       |
| 2900                         | 1                                | 1                 | 0,9                   | 1                | 2610                  |



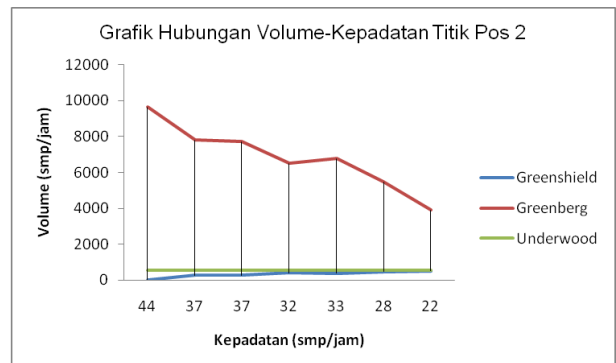
Gambar 6. Grafik Hubungan Volume Kecepatan titik Pos 1



Gambar 7. Grafik Hubungan Volume Kecepatan titik Pos 2



Gambar 8. Grafik Hubungan Volume Kecepatan titik Pos 1



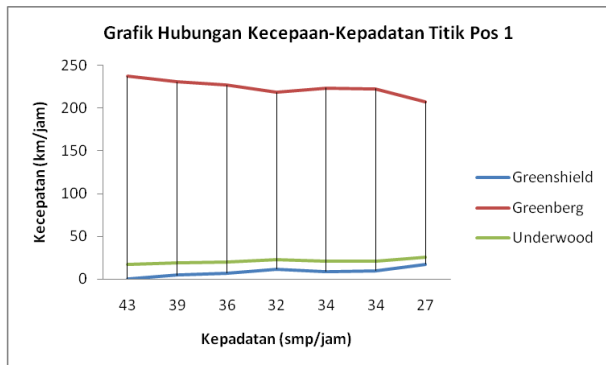
Gambar 9. Grafik Hubungan Volume Kecepatan titik Pos 2

Gambar grafik diatas menunjukkan volume meningkat hingga suatu nilai kepadatan tertentu ketika sudah mencapai maksimum. Nilai *greenshield* diperoleh sebesar 470 smp/jam (pos 1) dan 508 smp/jam (pos 2), hal ini disebabkan akibat rendahnya nilai volume lalu lintas. Kemudian model *greenberg* sebesar 10094 smp/jam (Pos 1) dan 9638 smp/jam (Pos 2) dikarenakan tingginya nilai Volume lalu lintas dan selanjutnya *Underwood* sebesar 603 smp/jam (Pos 1) dan 567 smp/jam (pos 2) hal ini dikarenakan nilai kepadatan tinggi atau mencapai kapasitas.

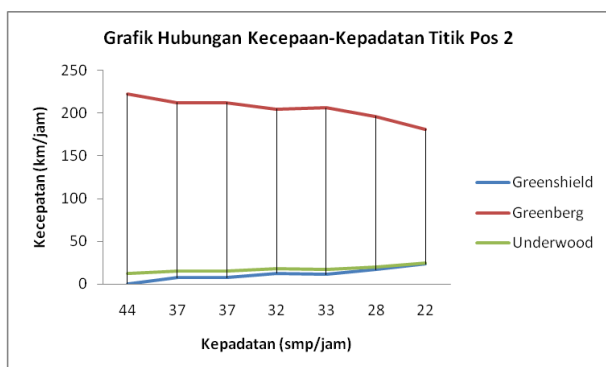
**Model Hubungan Kecepatan-Kepadatan**

Hasil perhitungan dan analisis antar karakteristik kecepatan dan kepadatan berdasarkan model hubungan

*Greenshield*, model hubungan *Greenberg*, hubungan Underwood digambarkan pada gambar berikut:



Gambar 10. Grafik Hubungan Kecepatan kepadatan titik Pos 1



Gambar 10. Grafik Hubungan Kecepatan kepadatan titik Pos 2

Hubungan karakteristik kecepatan dan kepadatan berbanding terbalik. Ketika nilai kepadatan terus melonjak atau bertambah, maka secara bersamaan pula nilai kecepatan berkurang hingga mendekati nol. Pada saat nilai lalu lintas terus membesar maka kepadatan lalu lintasnya mendekati nol. Untuk nilai tertinggi *Greenshield* disebabkan meningkatnya kecepatan lalu lintas dan nilai tertinggi *greenberg* dikarenakan meningkatnya nilai kepadatan serta *underwood* disebabkan oleh tingginya nilai kecepatan lalu lintas.

**Kesimpulan**

Hasil proses pengamatan, perhitungan dan analisis pada arus lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan Parameswara diambil kesimpulan:

1. Kecepatan maksimum selama tujuh hari pengamatan terjadi pada hari Minggu titik Pos 1 dan Pos 2 ( $U_s = 46,83$  km/jam) dan ( $U_s = 46,67$  km/jam) sedangkan kecepatan terendah terjadi pada hari senin titik pos 1 dan pos 2 ( $U_s = 36,83$  km/jam) dan ( $U_s = 46,67$  km/jam).
2. Kepadatan maksimum terjadi pada hari senin yaitu pos 1 dan pos 2 sebesar 40,93 smp/jam dan 42,39 smp/jam.
3. Model hubungan karakteristik lalu lintas (volume, kecepatan, dan kepadatan) yang sesuai dengan kondisi lalu lintas pada ruas jalan Parameswara adalah model *Greenberg* dengan nilai maksimum

pada titik pos 1 dan pos 2 sebesar 99,6 smp/jam dan 104 smp/jam untuk hubungan antara volume dan kecepatan; 10094 smp/jam dan 96,38 smp/jam untuk hubungan volume dan kepadatan dan 236,8 km/jam dan 222,5 km/jam untuk hubungan antara kecepatan dan kepadatan.

4. Volume maksimum yang dapat ditampung pada ruas jalan ini titik pos 1 dan Pos 2 adalah  $Y = 1558$  smp/jam dan  $Y = 1562$  smp/jam.
5. Nilai volume, derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan umum rencana titik Pos 1 dan pos 2 didapat pada tahun 2022 sampai 2026 sudah kondisi macet dan kecepatan rendah dengan kategori tingkat pelayanan E dan F.

**DaftarPustaka**

Ahmad Munawar, 2004. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta: Beta Offset.  
 Andi Fitriani S, 2012. *Pengaruh Penyempitan Jalan terhadap Karakteristik Lalu Lintas Jalan (Studi Kasus: Jl. P. Kemerdekaan Dekat M-Tos Jembatan Tello)*, Makasar: Universitas Hasanuddin.  
 Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.  
 Direktorat Jenderal Bina Marga dan Pembinaan Jalan Kota (1990). *Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas No. 001/T/BNKT/1990*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.  
 Warpani S dalam G.R Wells (1993). *Rekayasa Lalu Lintas*, Jakarta: Bhratara.  
 Khristy,C.Jotin (2005). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*, Jakarta: Erlangga.  
 Oglesby, Clarkson H dan Hicks, R.Gary (1993). *Teknik Jalan Raya, Jilid 1, Jakarta Erlangga*.