

# Analisis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan dengan Metode Greenshields pada Lengan Bundaran Jombor

*Analysis of The Volume, Speed and Density of The Traffic with Greendshields Methods on The Side of Jombor Roundabout*

**Adityas Reza Thanthawi dan Muchlisin**

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Kemacetan lalu lintas masih menjadi permasalahan sehari-hari. Adanya peningkatan volume lalu lintas setiap tahun akan menyebabkan berubahnya perilaku lalu lintas. Pada jalan utama yang sangat penting dalam meghubungkan jalan luar perkotaan maupun jalan perkotaan, perlu dilakukan analisis perkiraan volume, kecepatan, dan kepadatan untuk meminimalisir kemacetan yang terjadi di masa yang akan datang. Penelitian ini menggunakan metode *greenshields* untuk menganalisis volume, kecepatan, dan kepadatan pada lengan bundaran Jombor. Dalam pengolahan data menggunakan metode MKJI 1997, dimana volume lalu lintas dikonversikan kedalam satuan smp/jam. Dari hasil pengolahan data survei dari keempat lengan, jalan Magelang A memiliki tingkat kemacetan tertinggi dengan volume ( $V$ ) = 2376,9 smp/jam, kecepatan lalulintas rata-rata ruang ( $US$ ) = 24,7 km/jam, dan kepadatan ( $D$ ) = 96,23 smp/km, sedangkan pada perhitungan metode *greenshields* di peroleh volume maksimum ( $V_{maks}$ ) = 2636,41 smp/jam, kecepatan pada kondisi maksimum ( $S_m$ ) = 17,999 km/jam, dan kepadatan pada saat kondisi masksimum ( $D_m$ ) = 146,48 smp/km.

Kata kunci: kecepatan, kepadatan, metode greenshields, volume

**Abstract.** Traffic congestion is common problem in daily live. The increase of traffic volume each year will make changes of traffic behavior. Main road is very important in connecting roads outside urban and urban roads, it is necessary to analyze the estimated volume, speed, and density to minimize congestion that occurs in the future. This research used the Greenshields method to analyze volume, speed, and density at the Jombor roundabout side Analysis data using MKJI 1997 method, where the traffic volume is converted into units of pcu / hour. From the results of processing survey data from all four sides, Magelang A road has the highest congestion level with  $V = 2376.9$  pcu / hour,  $US = 24.7$  km / hr, and  $D = 96.23$  pcu / km, while in the calculation of Greenshields method  $V_{maks}$  obtained = 2636.41 pcu / hour,  $S_m = 17.999$  km / hr, and  $D_m = 146.48$  pcu / km.

Key words : speed, density, greenshields method, volume

## 1. Pendahuluan

Bundaran Jombor merupakan bundaran yang terletak di Yogyakarta. Bundaran Jombor memiliki peranan penting di Yogyakarta karena meghubungkan jalur luar kota maupun jalan perkotaan, sehingga permasalahan lalu lintas pada lengan bundaran Jombor cukup komplek. Adanya peningkatan volume lalu lintas setiap tahunnya akan menyebabkan berubahnya perilaku lalu lintas. Secara teoritis terdapat hubungan yang mendasar antara volume dengan kecepatan serta kepadatan. Hubungan tersebut dipakai sebagai pedoman untuk menentukan nilai matematis dari kapasitas jalan untuk kondisi ideal. Kondisi inilah yang menjadi latar belakang penulis untuk

menganalisis volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas pada lengan bundaran Jombor dengan metode *greenshields* yang diharapkan menjadi masukan untuk pengawasan penanganan kawasan secara terpadu dan menemukan solusi untuk mengatasi masalah kemacetan pada lengan bundaran Jombor ini. Sehingga untuk kedepanya bundaran Jombor tidak menjadi masalah transportasi yang serius di Yogyakarta.

Pada ruas jalan Wates km 5 dilakukan pengujian tingkat pelayanan dengan metode *greenshields* dan *greenberg* dengan berpedoman pada MKJI 1997 didapatkan tingkat pelayanan B Widodo dkk. (2012). Menurut Merentek dkk. (2016), berdasarkan

perhitungan dari ketiga metode *greenshields*, *greenberg*, dan *underwood* yang paling mendekati dengan perhitungan MKJI 1997 adalah metode *underwood* dengan kapasitas (VM) = 2855.447467 smp/jam.

Pada jalan Darussalam Lhokseumawe dilakukan penelitian hubungan volume, kecepatan, dan Kepadatan lalu lintas dengan menggunakan metode *greenshields* penelitian dilakukan pada hari Senin, Minggu, dan Jumat diperoleh volume terbesar pada hari Senin, sedangkan kecepatan tertinggi didapat pada hari Minggu (Mukhlis., 2013).

Ketika kecepatan kendaraan tinggi maka derajat kejenuhan rendah sebaliknya jika kecepatan kendaraan mulai rendah maka derajat kejenuhan akan meningkat (Kayori., 2013). Menurut Sunardi dkk. (2013), hubungan antara kecepatan-kepadatan (S-D) adalah ketika kepadatan meningkat maka kecepatan akan menurun, hubungan antara volume-kecepatan (Q-S) adalah volume rendah maka kecepatan akan tinggi, hubungan antara volume-kepadatan (Q-D) adalah volume akan menjadi nol ketika kepadatan sangat tinggi. Metode *greenshields* dapat digunakan dalam menentukan suatu kecepatan optimum dan volume maksimum atau kapasitas jalan (Adam., 2014).

Kurniadi dkk. (2013) melakukan penelitian dengan metode *greenshields* di Kawasan SMA N 1, SMP N 1, dan SMP N Pekanbaru Riau, didapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) menunjukan adanya hubungan antara model analisis dengan hasil observasi. Menurut Gamran dkk. (2015), berdasarkan perhitungan dari ketiga metode *greenshields*, *greenberg*, dan *underwood* yang paling mendekati dengan perhitungan MKJI 1997 adalah metode *greenberg* dengan kapasitas (VM) = 2790 smp/jam.

Untuk hubungan kecepatan kepadatan maka *greenberg* memiliki pendekatan yang lebih baik, sedangkan untuk hubungan volume kepadatan, keduanya menunjukkan hasil yang hampir sama, dan untuk hubungan volume kecepatan maka pendekatan *greenshield* masih lebih baik (Wibisana., 2007). Menurut Ali dan Ramli (2006), melakukan penelitian volume, kecepatan dan kepadatan di jalan Perintis Kemerdekaan dan jalan Sultan Alauddin menggunakan metode *greenshields*, *greenberg*,

dan *underwood* didapatkan hasil yang paling sesuai adalah dengan metode *underwood*.

## 2. Volume lalu lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik per satuan waktu pada lokasi tertentu. Untuk mengukur jumlah arus lalu lintas, biasanya dinyatakan dalam keadaan per hari, sampai per jam, dan kendaraan per menit (Bina Marga, 1997).

- Jalan perkotaan

$$Q = (HV \times Emp) + (LV \times Emp) + (MC \times Emp) \dots \dots \dots (2.1)$$

- Jalan luar perkotaan

$$Q = (LT \times Emp) + (LB \times Emp) + (MHV \times Emp) + (LV \times Emp) + (MC \times Emp) \dots \dots \dots (2.2)$$

Pada saat survey dilapangan, jenis kendaraan di bagi berdasarkan enam jenis yaitu: truk besar (LT), bus besar (LB), kendaraan berat menengah (MHV), kendaraan ringan (LV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tak bermotor (UM). Perhitungan dan rekapitulasi nilai volume lalu lintas pada jam puncak dilakukan pada semua lengan bundaran Jombor, dan dikonversi menjadi satuan mobil penumpang dengan mengalikan jumlah kendaraan dengan faktor ekivalen masing-masing kendaraan.

## 3. Kecepatan Tempuh

Kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata ruang kendaraan pada sepanjang segmen jalan (Bina Marga, 1997).

Kecepatan tempuh kendaraan pada penelitian ini didapat dengan pengamatan langsung dilapangan menggunakan alat *speed gun*.

## 4. Kepadatan

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

$$D = \frac{Q}{Us} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

D = Kepadatan lalu lintas (kend/jam)

V = Volume lalu lintas (kend/jam)

Us = Kecepatan lalu lintas rata-rata ruang (km/jam)

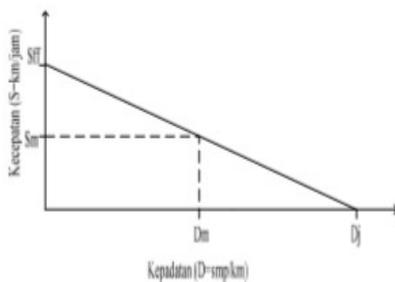
**5. Metode Greenshields**

Metode *greenshields* adalah metode yang digunakan untuk mempresentasikan hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan, metode *greenshields* murumuskan bahwa hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan diasumsikan linear (Tamin, 2000).

Berikut ini dapat dilihat hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan menurut *greenshields*.

**Hubungan antara kecepatan dengan kepadatan**

Untuk melihat hubungan antara kecepatan (S) dengan kepadatan (D), dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

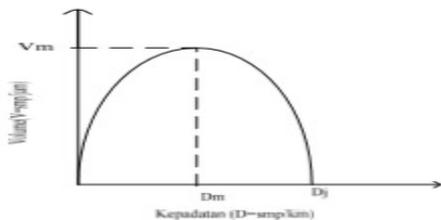


Gambar 1. Hubungan antara kecepatan (S) dengan kepadatan (D) (Tamin, 1992)

Kurva ini merupakan diagram yang menjadi dasar pengembangan *performance* aliran lalu lintas. Dari kurva terlihat bahwa kecepatan akan menurun apabila kepadatan bertambah. Kecepatan arus bebas (S) akan terjadi apabila kepadatan sama dengan nol sedangkan pada saat kecepatan sama dengan nol maka terjadi kemacetan.

**Hubungan antara volume dengan kepadatan**

Untuk melihat hubungan antara volume (V) dengan kepadatan (D), dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



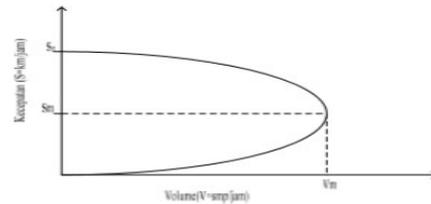
Gambar 2. Hubungan antara volume (V) dengan kepadatan (D) (Tamin, 1992)

Dari kurva diatas, sangat jelas terlihat bahwa kepadatan akan bertambah apabila volumenya juga bertambah. Bisa dikatakan bahwa bila volume kendaraan dijalan

meningkat, maka akan terjadi kemacetan karena kepadatan juga akan meningkat seiring dengan meningkatnya volume.

**Hubungan antara volume dengan kecepatan**

Untuk melihat antara volume (V) dengan kecepatan (S) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Hubungan antara volume (V) dengan kecepatan (D) (Tamin, 1992)

Dari kurva terlihat bahwa hubungan mendasar antara volume dan kecepatan adalah dengan bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan rata-rata ruangnya akan berkurang sampai kepadatan kritis atau volume maksimum tercapai. Setelah kepadatan kritis tercapai maka kecepatan dan volume akan berkurang. Jadi kurva ini menggambarkan dua kondisi yang berbeda dimana lengan atas untuk stabil sedangkan lengan bawah menunjukkan kondisi lalu lintas yang padat.

**Kapasitas**

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang melewati suatu titik pada jalan (bebas hambatan) yang dapat dipertahankan persatuan jam dalam kondisi yang berlaku. Kapasitas juga telah diperkirakan secara teoritis dengan asumsi suatu hubungan matematis antara kepadatan, volume, dan kecepatan. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) (Bina Marga, 1997).

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas jalan dengan menggunakan persamaan *greenshields* dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

$$V_m = \frac{(S_{ff}) \cdot (D_j)}{4} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

- V<sub>m</sub> = Volume maksimum (kapasitas)
- S<sub>ff</sub> = Kecepatan aliran bebas
- D<sub>j</sub> = Kepadatan pada saat macet

Dalam kondisi volume maksimum, maka didapat juga kecepatan dan kepadatan maksimum pada saat volume maksimum tercapai. Persamaan kecepatan dan kepadatan

pada saat volume maksimum sebagai berikut ini.

$$S_m = \frac{(S_{ff})}{2} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$D_m = \frac{D_j}{2} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

$S_m$  = Kecepatan pada kondisi volume maksimum

$D_m$  = Kepadatan pada saat volume maksimum

$D_j$  = Kepadatan pada saat macet

Dalam perhitungan kapasitas dengan menggunakan metode *Greenshields*, digunakan analisa regresi linier sebagai pembantu dalam mengukur ada atau tidaknya kolerasi antar variabel. Analisa regresi berguna untuk mendapatkan hubungan fungsional antara dua variabel atau lebih.

Berikut ini persamaan analisa regresi linier yang berhubungan dengan perhitungan kapasitas jalan dengan menggunakan metode *Greenshields*.

$$a = S_{ff} = \frac{(\sum y_i) \cdot (\sum x_i^2) - (\sum x_i) \cdot (\sum x_i y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \dots \dots \dots (2.7)$$

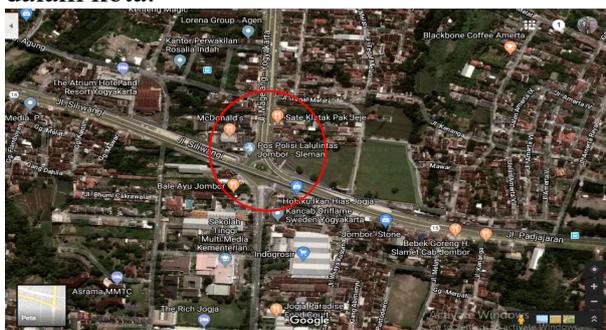
$$b = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i) \cdot (\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$D_j = \frac{a - (S_{ff})}{b} \dots \dots \dots (2.9)$$

## 6. Metode Penelitian

### Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini lokasi yang diambil yaitu di Bundaran Jombor yang berada diantara JL. Magelang-Yogyakarta, dan JL. Riangroad Utara. jalan yang berada pada bundaran Jombor termasuk dalam klasifikasi fungsi jalan arteri, yang merupakan jalan umum, yang melayani angkutan umum dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota.



Gambar 4. Lokasi bundaran Jombor Yogyakarta

### Kerangka Umum Pendekatan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan dan analisis data yang mengacu pada Manual kapasitas Jalan Indonesia 1997.

### Peralatan Penelitian

1. Alat pengukur geometri jalan berupa formulir survei dan meteran.
2. Alat pengukur jumlah kendaraan berupa formulir survei, *tally counter*, *stop watch*, dan meteran.
3. Alat pengukur kecepatan berupa formulir survei, meteran dan *speed gun*.

### Pengumpulan Data

1. Survei pendahuluan
  - a. Pinyinjauan lokasi penelitian.
  - b. Pinyinjauan titik survei.
  - c. Pencacahan arus lalu lintas.
  - d. Pembuatan jadwal pelaksanaan survei.
2. Cara kerja
  - a. Mencatat formulir penelitian
  - b. Penentuan arah dan jumlah gerakan kendaraan
  - c. Penetapan tempat survei yang memudahkan pengamatan.
3. Pelaksanaan penelitian

Pengambilan data arus lalu lintas dilaksanakan pada hari Senin, 14 Mei 2018. Untuk sesi pertama dimulai pada pukul 06.00-08.00 WIB, untuk sesi kedua dimulai pukul 00-14.00 WIB, dan untuk sesi ketiga dimulai pukul 16.00-18.00. waktu diambil diwaktu sibuk/*peak hours* dari ruas jalan yang dinamis.

Pada pelaksanaan survei ini dilakukan dengan metode pencatatan kondisi arus lalu lintas dengan interval waktu 15 menit.

4. Data yang diambil
  - a. Geometri jalan.
  - b. Volume kendaraan.
  - c. Data kecepatan

### Analisa Data

1. Volume
 

Data diinput per satu jam pada setiap lengan, dan data volume lalu lintas dikonversi menjadi satuan mobil penumpang.
2. Kecepatan tempuh rata-rata kendaraan

Analisa *spot speed* dilakukan pada jenis kendaraan LV dan MC, dan dilakukan pada setiap ruas jalan menggunakan alat *speed Gun*, jarak pengamatan sepanjang 50 meter, dan dari data *spot Speed* dapat perhitungan kecepatan rata-rata LV dan MC.

3. Kepadatan  
Perhitungan kepadatan membutuhkan data volume lalu lintas dan data kecepatan tempuh.
4. Perhitungan metode *Greenshields*  
Perhitungan metode *greenshields* yang pertama mencari persamaan regresi linier, mencari nilai Dj, mencari nilai Dm, mencari nilai Vmaks, dan mencari nilai Sm.

## 7. Hasil dan Pembahasan

### Data Geometrik Jalan

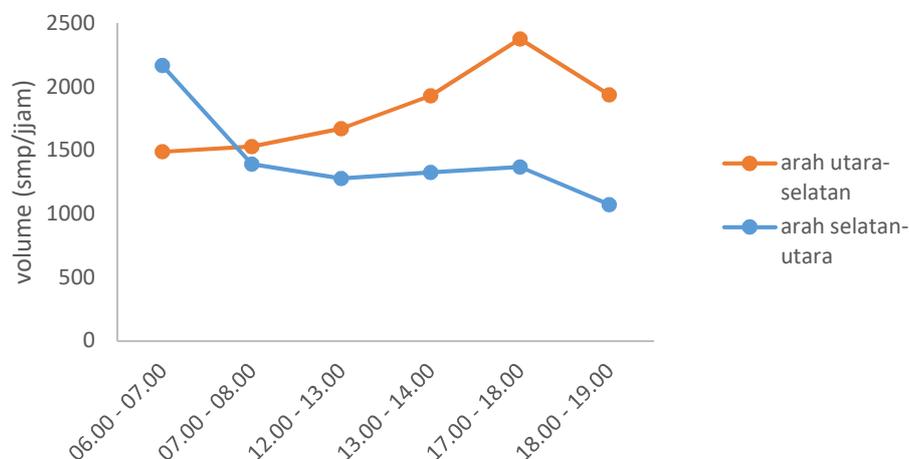
Dari hasil pengukuran dilapangan diperoleh data geometrik sebagai berikut:

1. Jalan Magelang A
  - Tipe jalan (4/2D) atau jalan empat lajur dua arah terbagi,
  - Jalan perkotaan
  - Lebar ruas jalan timur: 6,4 m
  - Lebar ruas jalan barat: 6,4 m
  - Total satu jalur: 12,8 m
2. Jalan Magelang B
  - Tipe jalan (4/2D) atau jalan empat lajur dua arah terbagi
  - jalan perkotaan
  - Lebar ruas jalan timur: 8,8 m

- Lebar ruas jalan barat: 12,4 m
  - Total satu jalur: 21,2 m
3. Jalan Siliwangi
    - Tipe jalan (4/2D) atau jalan empat lajur dua arah terbagi
    - Jalan luar kota
    - Lebar ruas jalan utara: 6,8 m
    - Lebar ruas jalan selatan: 6,8 m
    - Total satu jalur: 13,6 m
  4. Jalan Padjajaran
    - Tipe jalan (4/2D) atau jalan empat lajur dua arah terbagi
    - Jalan luar kota
    - Lebar ruas jalan utara: 5,4 m
    - Lebar ruas jalan selatan: 5,4 m
    - Total satu jalur: 10,8 m

### Volume Lalu Lintas

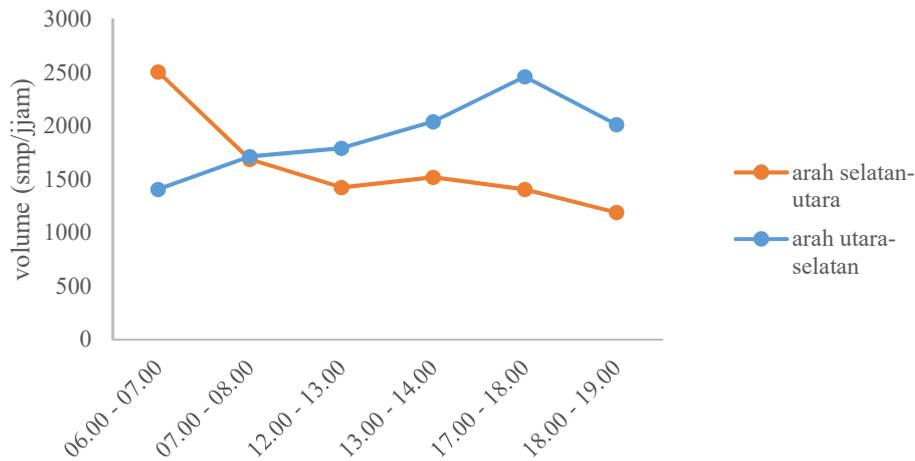
Pada penelitian ini dilakukan dalam satu hari kerja, yaitu Senin 14 Mei 2018, dalam perhitungan volume menggunakan satuan smp/jam. Berikut grafik volume lalu lintas pada setiap lengan bundaran Jombor.



Gambar 5. Grafik volume lalu lintas jalan Magelang A arah utara-selatan dan selatan-utara

Dari gambar 5, diketahui volume lalu lintas tertinggi di Jalan Magelang A untuk arah utara-selatan volume tertinggi terjadi pada jam 17.00-18.00 WIB, yaitu sebesar 2376,9

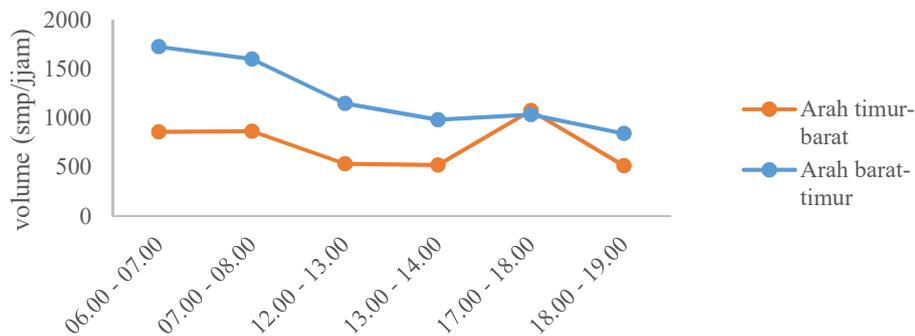
smp/jam, sedangkan untuk arah selatan-utara volume tertinggi terjadi pada jam 06.00-07.00 WIB, yaitu sebesar 2167,6 smp/jam.



Gambar 6. Grafik volume lalu lintas jalan Magelang A arah selatan-utara dan utara-selatan

Dari gambar 6, diketahui volume lalu lintas tertinggi di Jalan Magelang B untuk arah selatan-utara volume tertinggi terjadi pada jam 06.00-07.00 WIB, yaitu sebesar 2507,95

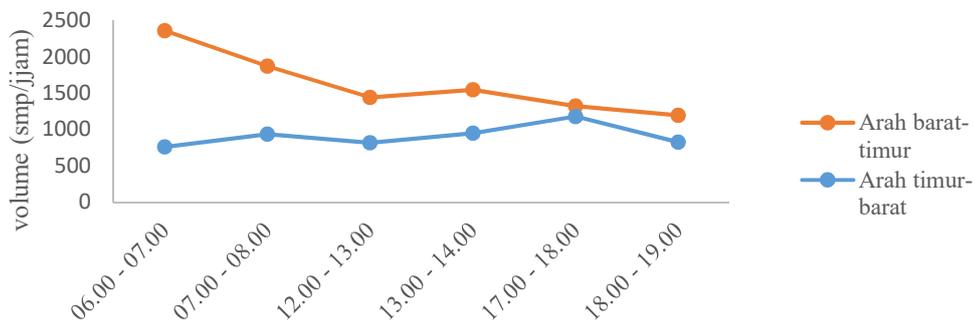
smp/jam, sedangkan untuk utara-selatan volume tertinggi terjadi pada jam 17.00-18.00 WIB, yaitu sebesar 2462,7 smp/jam.



Gambar 7. Grafik volume lalu lintas jalan Siliwangi arah timur-barat dan barat-timur

Dari gambar 7, diketahui volume lalu lintas tertinggi di Jalan Siliwangi untuk arah timur-barat volume tertinggi terjadi pada jam 17.00-18.00, WIB yaitu sebesar 1076,9

smp/jam, sedangkan untuk arah barat-timur volume tertinggi terjadi pada jam 06.00-07.00 WIB, yaitu sebesar 1727,4 smp/jam.



Gambar 8. Grafik volume lalu lintas jalan Padjajaran arah barat-timur dan timur-barat

Dari gambar 8, diketahui volume lalu lintas tertinggi di Jalan Padjajaran untuk arah barat-timur volume tertinggi terjadi pada jam 07.00-09.00 WIB, yaitu sebesar 1875,1 smp/jam, sedangkan untuk arah timur-barat

volume tertinggi terjadi pada jam 17.00-18.00 WIB, yaitu sebesar 1180,7 smp/jam.

### **Kecepatan Tempuh**

Kecepatan tempuh rata-rata digunakan sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur. Pada

penelitian ini kecepatan tempuh kendaraan diukur menggunakan alat *speed gun* sehingga untuk mendapatkan rata-rata diambil 5 LV dan 5 MC secara random dalam interval satu jam.

Berikut data kecepatan tempuh pada setiap lengan bundaran Jombor.

Tabel 1. Data Kecepatan Tempuh pada Jalan Magelang A

Waktu Pengamatan	Arah utara-selatan (km/jam)	Arah selatan-utara (km/jam)
06.00-07.00	31.20	26.00
07.00-08.00	29.10	32.40
12.00-13.00	28.30	32.20
13.00-14.00	27.20	31.80
17.00-18.00	24.70	31.40
18.00-19.00	26.30	28.50

Tabel 2. Data Kecepatan Tempuh pada Jalan Magelang B

Waktu pengamatan	Arah selatan-utara (km/jam)	Arah utara-selatan (km/jam)
06.00-07.00	28.60	26.00
07.00-08.00	30.70	32.40
12.00-13.00	33.50	32.20
13.00-14.00	32.40	31.80
17.00-18.00	33.20	31.40
18.00-19.00	34.70	28.30

Tabel 3. Data Kecepatan Tempuh pada Jalan Siliwangi

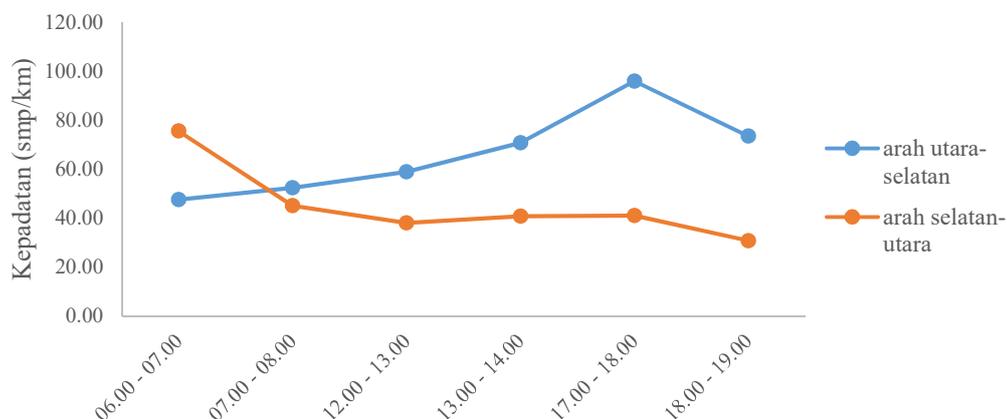
Waktu pengamatan	Arah timur-barat (km/jam)	Arah barat-timur (km/jam)
06.00-07.00	34.60	25.80
07.00-08.00	34.70	26.90
12.00-13.00	36.90	29.90
13.00-14.00	36.10	31.30
17.00-18.00	30.70	31.90
18.00-19.00	36.10	33.00

Tabel 4. Data Kecepatan Tempuh pada Jalan Padjajaran

Waktu tempuh	Arah barat-timur (km/jam)	Arah timur-barat (km/jam)
06.00-07.00	25.20	37.00
07.00-08.00	30.00	35.20
12.00-13.00	32.40	36.30
13.00-14.00	31.60	34.80
17.00-18.00	34.00	30.30
18.00-19.00	35.00	34.10

### Kepadatan

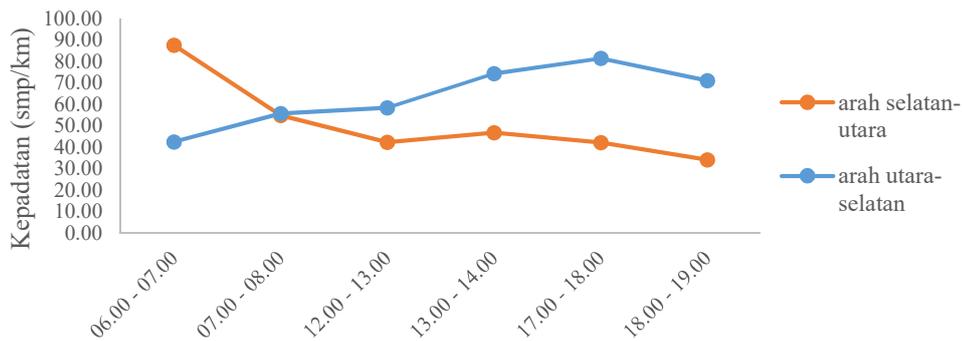
Kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati panjang jalan yang diamati dibagi panjang jalan yang diamati tersebut. Kepadatan sulit untuk diukur secara pasti. Kepadatan dapat dihitung berdasarkan kecepatan dan volume. Berikut grafik kepadatan pada lengan undaran Jombor.



Gambar 9. Grafik kepadatan jalan Magelang A arah utara-selatan dan selatan-utara

Dari gambar 9, didapat kepadatan maksimum untuk arah utara-selatan sebesar 96,23 smp/km yang terjadi pada jam 18.00-19.00 WIB.

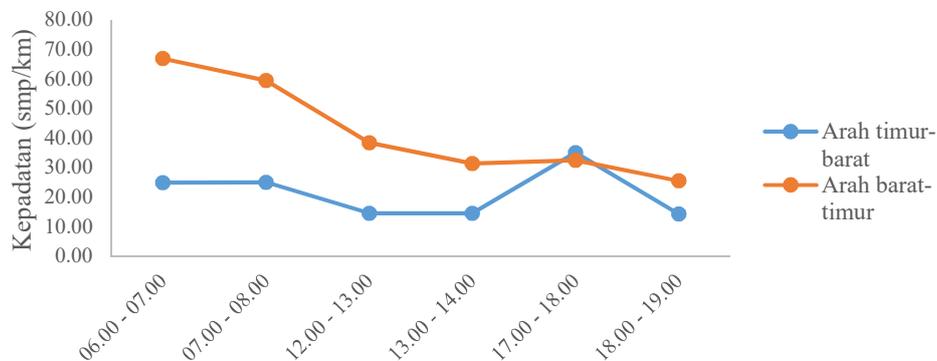
Sedangkan untuk arah selatan-utara kepadatan maksimum sebesar 75,79 smp/km yang terjadi pada jam 06.00-07.00 WIB.



Gambar 10. Grafik kepadatan jalan Magelang B arah selatan-utara dan utara-selatan

Dari gambar 10, didapat kepadatan maksimum untuk arus selatan-utara sebesar 87,69 smp/km yang terjadi pada jam 06.00-

07.00 WIB. Sedangkan untuk arah selatan-utara kepadatan maksimum sebesar 81,55smp/km yang terjadi pada jam 17.00 –18.00 WIB.



Gambar 11. Grafik kepadatan jalan Siliwangi arah timur-barat dan barat-timur

Dari gambar 11, didapat kepadatan maksimum untuk arah timur-barat sebesar 35,08 smp/km yang terjadi pada jam 17.00-

18.00 WIB Sedangkan untuk arah barat-timur kepadatan maksimum sebesar 46,19 smp/km yang terjadi pada jam 06.00-07.00 WIB.



Gambar 12. Grafik kepadatan jalan Padjajaran arah barat-timur dan timur-barat

Dari gambar 12 didapat kepadatan maksimum untuk arah barat-timur sebesar 93,77 smp/km yang terjadi pada jam 06.00-07.00 WIB. Sedangkan untuk arah timur-barat kepadatan maksimum sebesar 38,97 smp/km yang terjadi pada jam 17.00-18.00 WIB.

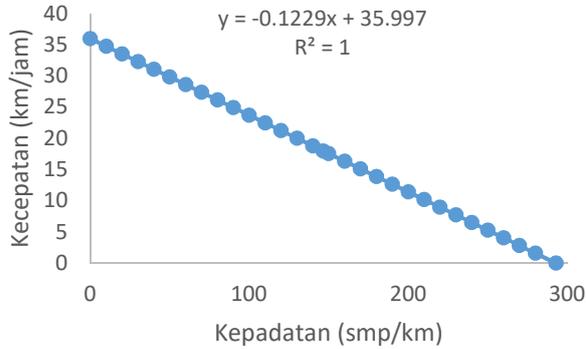
**Metode Greenshields**

Metode *greenshields* adalah metode yang digunakan untuk mempresentasikan

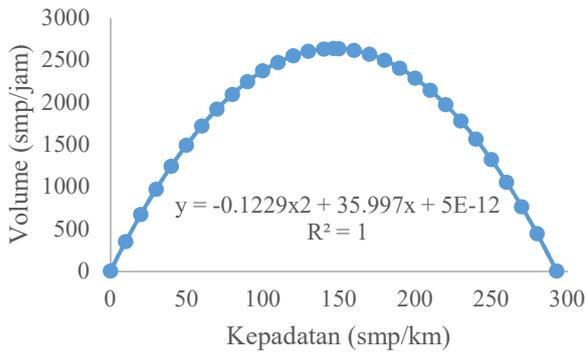
hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan. metode *greenshields* merumuskan bahwa hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan diasumsikan linear (Tamin, 2000). Berikut parameter dan grafik yang didapat dari perhitungan metode *greenshields* pada setiap bundaran Jombor.

Tabel 5. Parameter Metode *Greenshields* Arah Utara-Selatan pada Jalan Magelang A

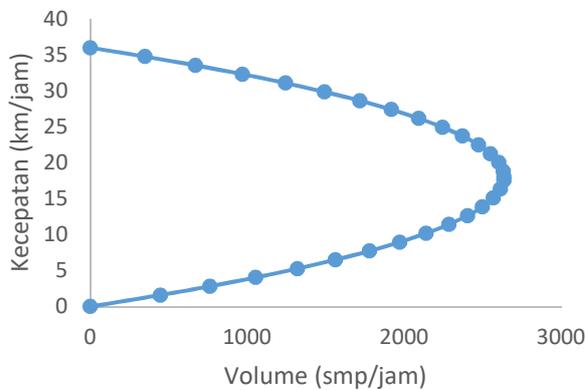
No	Parameter	Nilai
1	a = Sff	35,9 km/jam
2	b	-0,123
3	Dj	292,92 smp/km
4	Dm	146,48 smp/km
5	Vmaks	2636,41 smp/jam
6	Sm	17,99 km /jam



Gambar 13. Grafik hubungan volume dan kecepatan arah utara-selatan pada jalan Magelang A



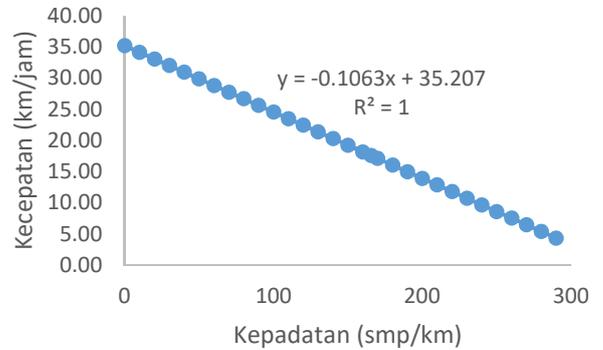
Gambar 14. Grafik hubungan antara kepadatan dan volume arah utara-selatan pada jalan Magelang A



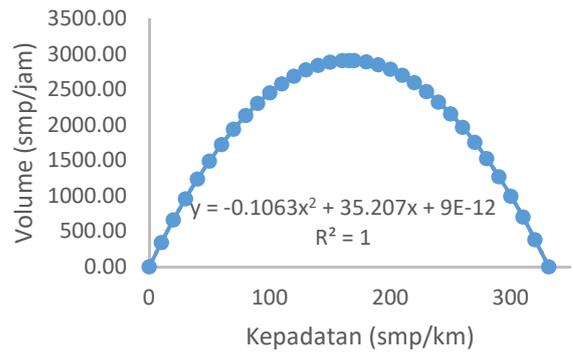
Gambar 15. Grafik hubungan volume dan kecepatan arah utara-selatan pada jalan Magelang A

Tabel 6. Parameter Metode *Greenshields* Arah Selatan-Utara pada Jalan Magelang A

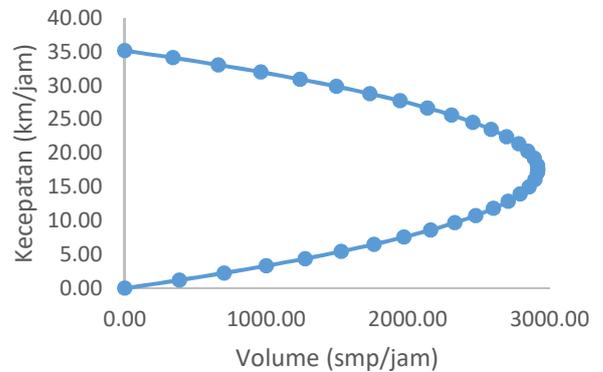
No	Parameter	Nilai
1	a = Sff	35,21 km/jam
2	b	-0,11
3	Dj	331,33 smp/km
4	Dm	165,66 smp/km
5	Vmaks	2916,23 smp/jam
6	Sm	17,60 km/jam



Gambar 16. Grafik hubungan kepadatan dan kecepatan arah selatan-utara pada jalan Magelang A



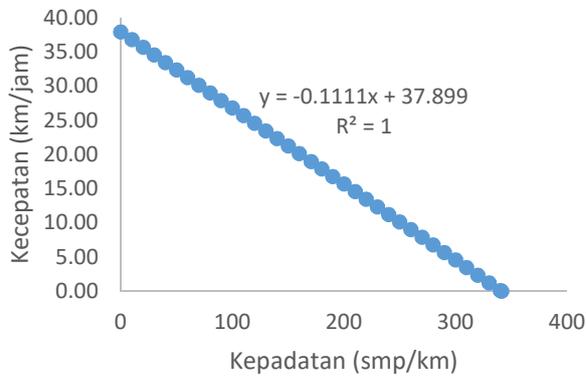
Gambar 17. Grafik hubungan kepadatan dan volume arah selatan-utara pada jalan Magelang A



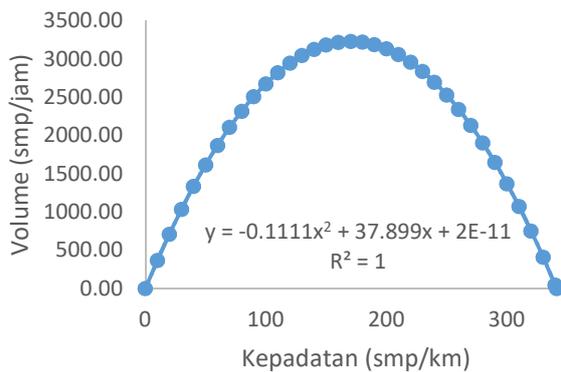
Gambar 18. Grafik hubungan volume dan kecepatan arah selatan-utara pada jalan Magelang A

Tabel 7. Parameter Metode *Greenshields* Arah Selatan-Utara pada Jalan Magelang B

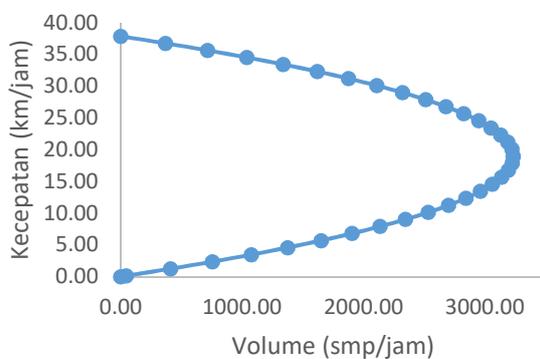
No	Parameter	Nilai
1	a = Sff	37,9 km/jam
2	B	-0,11
3	Dj	341,21 smp/km
4	Dm	170,61 smp/km
5	Vmaks	3232,9 smp/jam
6	Sm	18,949 km/jam



Gambar 19. Grafik hubungan kepadatan dan kecepatan arah selatan-utara pada jalan Magelang B



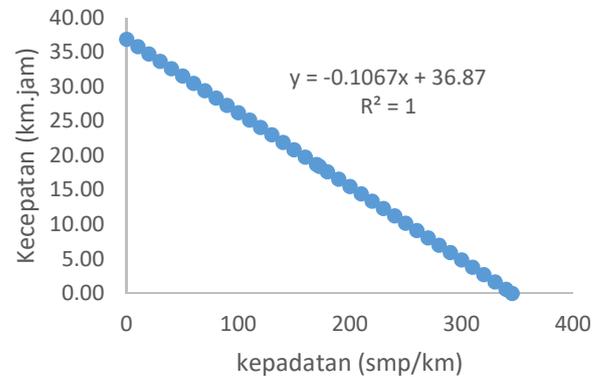
Gambar 20. Grafik hubungan kepadatan dan volume arah selatan-utara pada jalan Magelang B



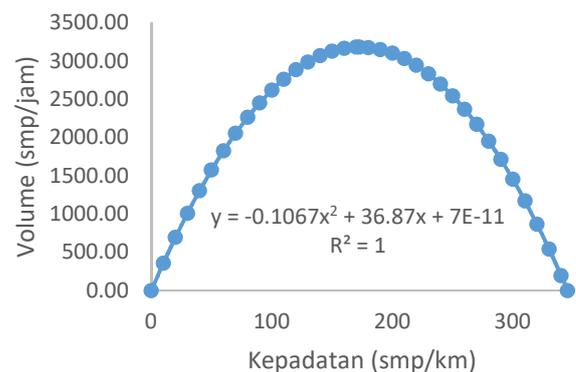
Gambar 21. Grafik hubungan volume dan kecepatan arah selatan-utara pada jalan Magelang B

Tabel 8. Parameter Metode *Greenshields* Arah Utara-Selatan pada Jalan Magelang B

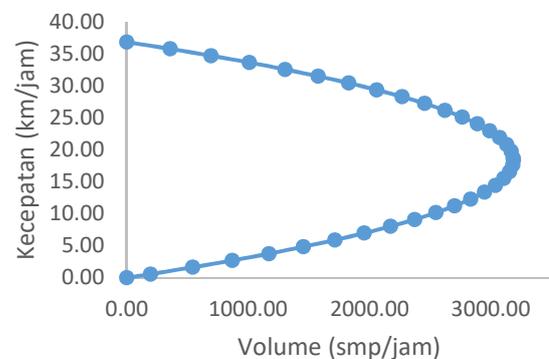
No	Parameter	Nilai
1	a = Sff	36,87 km/jam
2	B	-0,11
3	Dj	345,50 smp/km
4	Dm	172,70 smp/km
5	Vmaks	3183,68 smp/jam
6	Sm	18,43 km/jam



Gambar 22. Grafik hubungan kepadatan dan kecepatan arah utara-selatan pada jalan Magelang B



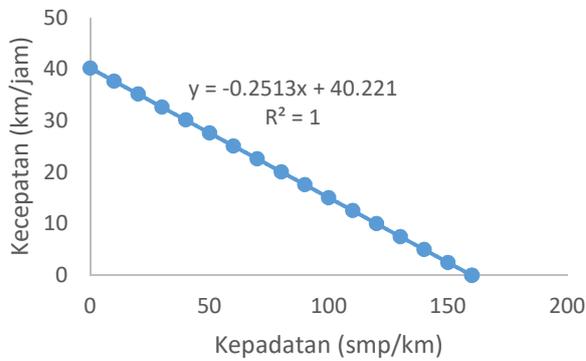
Gambar 23. Grafik hubungan kepadatan dan volume arah utara-selatan pada jalan Magelang B



Gambar 24. Grafik hubungan volume dan kecepatan arah utara-selatan pada jalan Magelang B

Tabel 5. Parameter Metode *Greenshields* Arah Timur-Barat pada Jalan Siliwangi

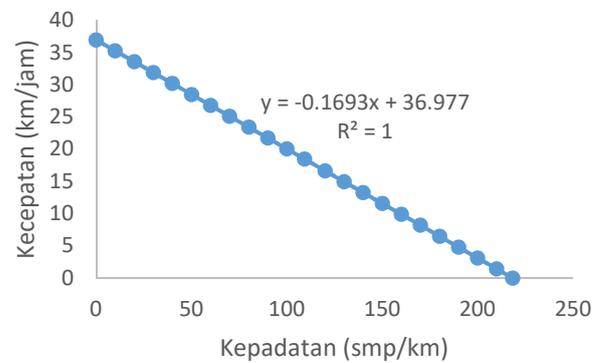
No	Parameter	Nilai
1	a = Sff	40,22 km/jam
2	B	-0,25
3	Dj	160,08 smp/km
4	Dm	80,4 smp/km
5	Vmaks	1609,58 smp/jam
6	Sm	20,11 km/jam



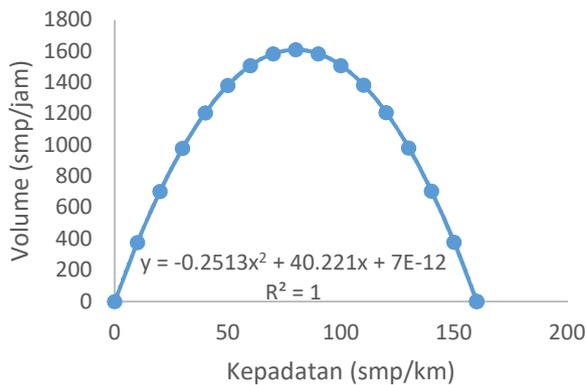
Gambar 25. Grafik hubungan kepadatan dan kecepatan arah timur-barat pada jalan Siliwangi

Tabel 6. Parameter Metode *Greenshields* Arah Barat-Timur pada Jalan Siliwangi

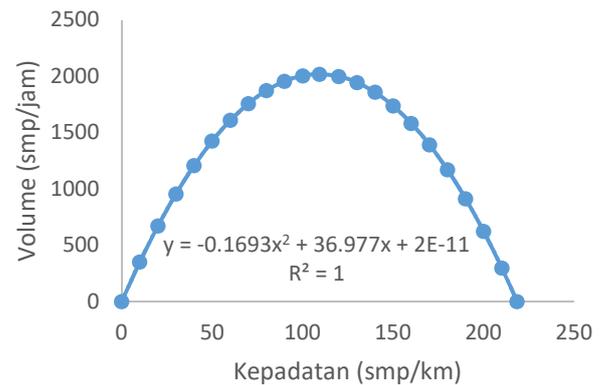
No	Parameter	Nilai
1	a = Sff	36,98 km/jam
2	B	-0,17
3	Dj	218,41 smp/km
4	Dm	109,21 smp/km
5	Vmaks	2019,06 smp/jam
6	Sm	18,488 km/jam



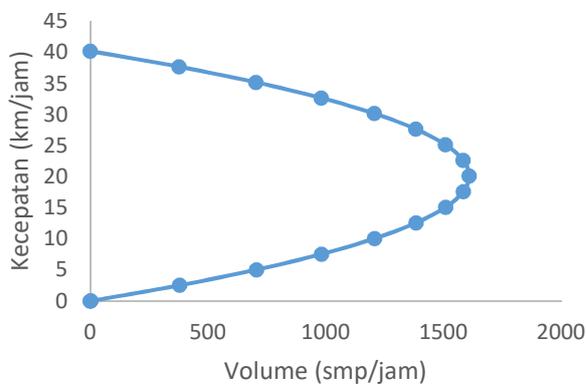
Gambar 28. Grafik hubungan kepadatan dan kecepatan arah barat-timur pada jalan Siliwangi



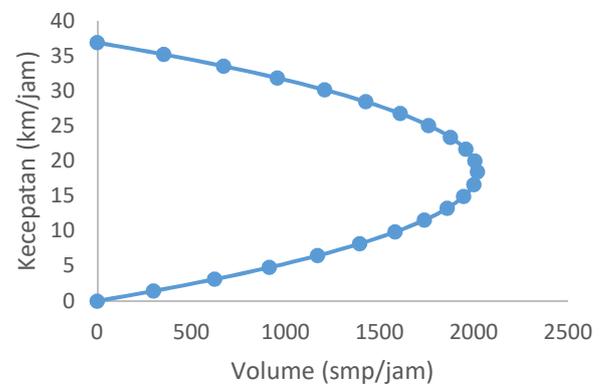
Gambar 26. Grafik hubungan kepadatan dan volume arah timur-barat pada jalan Siliwangi



Gambar 29. Grafik hubungan kepadatan dan volume arah barat-timur pada jalan Siliwangi



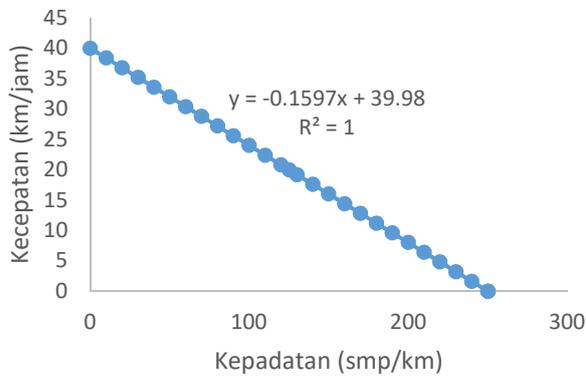
Gambar 27. Grafik hubungan volume dan kecepatan arah timur-barat pada jalan Siliwangi



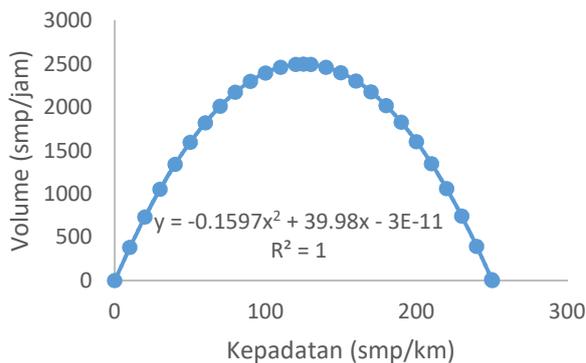
Gambar 30. Grafik hubungan volume dan kecepatan arah barat-timur pada jalan Siliwangi

Tabel 7. Parameter Metode *Greenshields* Arah Barat-Timur pada Jalan Padjajaran

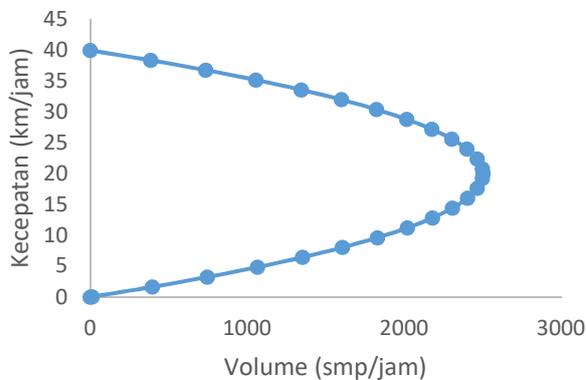
No	Parameter	Nilai
1	a = Sff	39,98 km/jam
2	B	-0,16
3	Dj	250,3 smp/km
4	Dm	125,15 smp/km
5	Vmaks	2501,76 smp/jam
6	Sm	19,964 km/jam



Gambar 31. Grafik hubungan kepadatan dan kecepatan arah barat-timur pada jalan Padjajaran



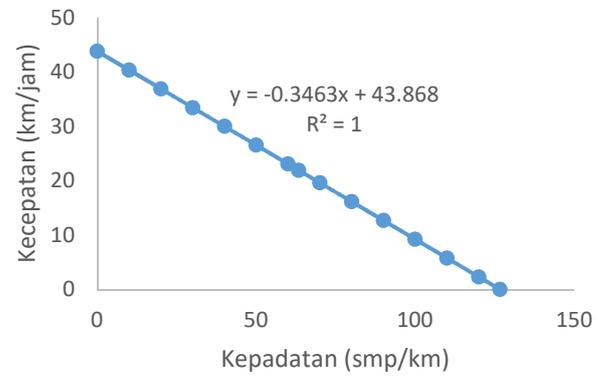
Gambar 32. Grafik hubungan kepadatan dan volume arah barat-timur pada jalan Padjajaran



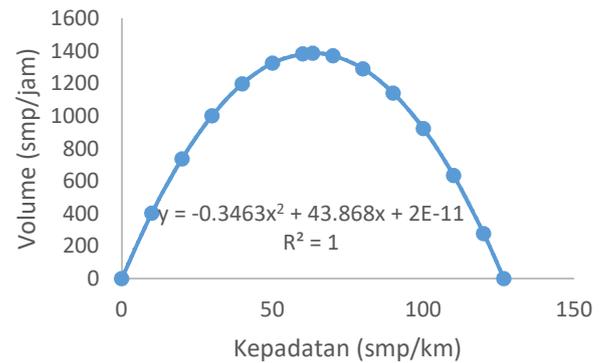
Gambar 33. Grafik hubungan volume dan kepadatan arah barat-timur pada jalan Padjajaran

Tabel 8. Parameter Metode *Greenshields* Arah Timur-Barat pada Jalan Padjajaran

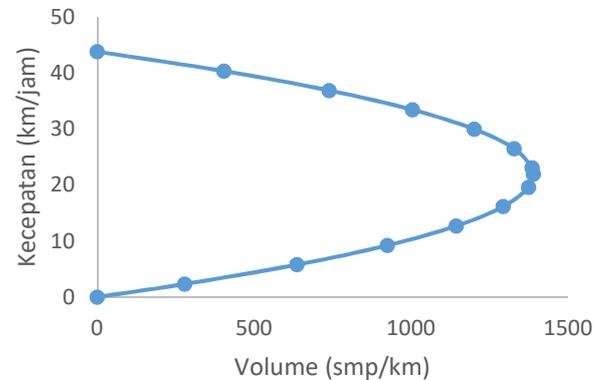
No	Parameter	Nilai
1	a = Sff	43,87 km/jam
2	B	-0,35
3	Dj	126,69 smp/km
4	Dm	63,35 smp/km
5	Vmaks	1389,46 smp/jam
6	Sm	21,934 km/jam



Gambar 34. Grafik hubungan kepadatan dan kecepatan arah timur-barat pada jalan Padjajaran



Gambar 35. Grafik hubungan kepadatan dan volume arah timur-barat pada jalan Padjajaran



Gambar 36. Grafik hubungan volume dan kecepatan arah timur-barat pada jalan Padjajaran

## 8. Kesimpulan

*Nilai maksimum dari volume, kecepatan, dan kepadatan dengan menggunakan data lapangan dan metode analisis dengan Manual Kapasitas jalan Indonesia (MKJI) 1997.*

Pada jalan Magelang A volume maksimum untuk arah utara-selatan terjadi pada jam 17.00-18.00 WIB yaitu, sebesar 2376,9 smp/jam, dengan kepadatan 96,23 smp/km, untuk kecepatan maksimum sebesar 31,20 km/jam pada jam 07.00-08.00 WIB. Sedangkan untuk arus selatan-utara volume tertinggi terjadi pada jam 06.00-07.00 WIB yaitu, sebesar 2167,6 smp/jam dengan kepadatan 75,79 smp/km. untuk kecepatan maksimum sebesar 32,40 km/jam 07.00-08.00

Pada jalan Magelang B volume tertinggi untuk arah selatan-utara volume terjadi pada jam 06.00-07.00 WIB yaitu, sebesar 2507,95 smp/jam dengan kepadatan 87,69 smp/km, untuk kecepatan maksimum sebesar 34,70 km/jam pada jam 18.00-19.00 WIB. Sedangkan untuk utara-selatan volume tertinggi terjadi pada jam 17.00-18.00 WIB yaitu sebesar 2462,7 smp/jam dengan kepadatan 81,55 smp/km. untuk kecepatan maksimum sebesar 32,40 km/jam pada jam 07.00-08.00 WIB.

Pada jalan Siliwangi volume tertinggi untuk arah timur-barat terjadi pada jam 17.00-18.00 WIB yaitu, sebesar 1875,1 smp/jam dengan kepadatan 35,08 smp/km. untuk kecepatan maksimum sebesar 36,90 km/jam pada jam 12.00-13.00. Sedangkan untuk arah barat-timur volume tertinggi terjadi pada jam 07.00-08.00 WIB yaitu, sebesar 1180,7 smp/jam dengan kepadatan 46,19 smp/km. untuk kecepatan maksimumnya sebesar 33 km/jam pada jam 18.00-19.00 WIB.

Pada jalan Padjajaran volume tertinggi untuk arah barat-timur volume tertinggi terjadi pada jam 06.00-07.00 WIB yaitu, sebesar 2363 smp/jam dengan kepadatan 93,77 smp/km, untuk kecepatan maksimum sebesar 35 km/jam pada jam 18.00-19.00. Sedangkan untuk arah timur-barat volume tertinggi terjadi pada jam 17.00-18.00 WIB yaitu sebesar 1180,7 smp/jam dengan kepadatan 38,97 smp/km. untuk kecepatan maksimum sebesar 37,00 km/jam pada jam 06.00-07.00.

*Kondisi maksimal saat arus kendaraan masih dapat berjalan*

Pada jalan Magelang A untuk arah utara-selatan, nilai kepadatan sebesar 146,48 smp/km, kecepatan sebesar 17,999 km/jam, dan untuk volume 2636,4 smp/jam, sedangkan untuk arah selatan-utara, nilai kepadatan sebesar 165,66 smp/km, kecepatan sebesar 17,60 km/jam, dan untuk volume 2916,23 smp/jam.

Pada jalan Magelang B untuk arah selatan-utara, nilai kepadatan sebesar 170,61 smp/km, kecepatan sebesar 18,949 km/jam, dan untuk volume 3232,9 smp/jam, sedangkan untuk arah utara-selatan, nilai kepadatan sebesar 172,7 smp/km, kecepatan sebesar 18,43 km/jam, dan untuk volume 3183,68 smp/jam.

Pada Jalan Siliwangi untuk arah timur-barat, nilai kepadatan sebesar 80,038 smp/km, kecepatan sebesar 20,11 km/jam, dan untuk volume 1609,6 smp/jam, sedangkan untuk arah barat-timur, nilai kepadatan sebesar 109,21 smp/km, kecepatan sebesar 18,488 km/jam, dan untuk volume 2019,1 smp/jam.

Pada jalan Padjajaran untuk arah barat-timur, nilai kepadatan sebesar 125,55 smp/km, kecepatan sebesar 19,964 km/jam, dan untuk volume 2506,4 smp/jam, sedangkan untuk arah timur-barat, nilai kepadatan sebesar 63,347 smp/km, kecepatan sebesar 21,934 km/jam, dan untuk volume 1389,5 smp/jam.

## 9. Daftar Pustaka

- Adam, M., 2014. Studi Kapasitas Jalan Soekarn-Hatta Kota Palembang Menggunakan Metode Greenshild pada Siang Hari dan Malam Hari dengan Pencahayaan Lampu Jalan, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2(3), 565-572.
- Ali, N. dan Ramli, M. I., 200, Studi Model Hubungan Volume-Kecepatan Kepadatan pada Jalan Perkotaan Tipe 2 Lajur dan 4 Lajur Tak Terbagi (2UD dan 4UD), Jurnal Transportasi, 6(2), 117-128.
- Bina Marga, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Gamran, R., Jansen, F., Paransa, M.J., 2015, Analisa Perbandingan Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode Greenshields, Greenberg dan Underwood Terhadap Perhitungan Kapasitas

- Menggunakan Metode MKJI 1997, *Jurnal Sipil Statik*, 3(7), 466-474.
- Kayori, R.F., Sendow, T. K., Jefferson, L., dan Manopo, M.R.E., 2013. Analisa Derajat Kejenuhan Akibat Pengaruh Kecepatan Kendaraan pada Jalan Pekotaan di Kawasan Komersil (Studi Kasus: di Segmen Jalan Depan Manado Town Square Boulevard Manado), *Jurnal Sipil Statik*, 1(9), 608-615.
- Kurniadi, A., Zaini, A. K., dan Astuti., 2013, Studi Kinerja Jalan Sultan Syarif Kasim dengan Metode Greenshields (Studi Kasus di Kawasan Sekolah SMA N 1, SMPN 1 dan SMPN 5 Pekanbaru – Riau), *J. Saintis*, 13(2), 28-37.
- Merentek, T.G.S., Sendow, T. K., dan Manopo, M. R. E., 2016. Evaluasi Perhitungan Kapasitas Menurut Metode MKJI 1997 dan Metode Perhitungan Kapasitas dengan Menggunakan Analisa Perilaku Karakteristik Arus Lalu Lintas pada Ruas Jalan Antar Kota (Studi Kasus Manado – Bitung), *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 187-201.
- Mukhlis., 2013, Hubungan Kecepatan, Kepadatan dan Volume Lalu Lintas dengan Model Greenshields (Studi Kasus Jalan Darussalam Lhokseumawe), *Teras Jurnal*, 3(2), 148-156.
- Sunardi, D., Farida, I., dan Ismail, A., 2013, Studi Analisa Hubungan, Kecepatan, dan Kepadatan di Jalan Merdeka Kabupaten Garut dengan Metode Greenshields, *Jurnal Kontruksi*, 11(1), 1-11.
- Tamin, O. Z. 2000, Perencanaan dan Permodelan Transportasi, Edisi kedua. Jurusan Teknik Sipil. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Tamin, O. Z. 1992, Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas di Ruas Jalan HR Rasuda Said (Jakarta), *Jurnal Teknik Sipil*, Nomer 5. Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Wibisana, H., 2007, Efektifitas Model Karakteristik Arus Lalu Lintas di Ruas Jalan Raya Rungkut Madya Kota Madya Surabaya, *Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 20-29.
- Widodo, W., Wicaksono, N., dan Harwin., 2012, Analisa Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas dengan Metode Greenshields dan Greenberg, *Jurnal Ilmiah Semesta*, 15(2), 178-184.