

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Karakteristik Arus Lalu lintas

Menurut Sundana, G (2004) Karakteristik arus lalu lintas dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu faktor manusia (sebagai pengemudi kendaraan dan pejalan kaki), faktor kendaraan, dan faktor jalan. Faktor-faktor tersebut memberikan variasi terhadap arus lalu lintas setiap kondisi dan keadaan, sehingga diperlukan parameter yang dapat menunjukkan kondisi ruas jalan atau yang akan dipakai untuk dasar perencanaan, parameter yaitu:

##### 1. Volume

Volume adalah sebuah peubah (*variabel*) yang paling penting pada teknik lalu lintas yang pada dasarnya merupakan proses perhitungan yang berhubungan dengan jumlah gerakan per satuan waktu pada lokasi tertentu dan dinyatakan dengan volume (*v*) atau arus (*q*). Hal ini merupakan parameter yang digunakan untuk menunjukkan besarnya arus lalu lintas dengan pengamatan waktu yang lebih panjang, seperti jam atau hari. dengan demikian satuan yang dipergunakan untuk menyatakan volume lalu lintas adalah kendaraan/jam atau kendaraan/hari.

Rumus umum :

$$q = \frac{n}{T} \dots\dots\dots(2.1)$$

- Dengan :
- q = volume lalu lintas (kend/jam)
  - n = jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan
  - T = interval waktu pengamatan (jam)

Kendaraan sebagai pembentuk arus lalu lintas dapat terdiri dari berbagai kelompok jenis kendaraan berdasarkan MKJI 1997, jenis kendaraan adalah sebagai berikut:

- a. Kendaraan ringan (LV), kendaraan bermotor, ber as 2 dengan jumlah roda 4 buah dan panjang sumbu 2-3 meter. Kendaraan ringan meliputi sedan, mini bus, jeep, pick up, oplet, dan truk kecil.

- b. Kendaraan berat (HV), kendaraan bermotor dengan jumlah roda lebih dari 4 buah meliputi bus, truk 2 as, dan truk kombinasi.
- c. Sepeda motor (MC), kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda.
- d. Kendaraan tak bermotor (UM), kendaraan yang tidak digerakan dengan motor. Misalnya becak, kereta dorong dan kereta kuda.

Setiap jenis kelompok mempunyai karakteristik yang berbeda sehingga terdapat perbedaan ruang dan kemampuan gerak dari berbagai jenis kendaraan maka itu dibutuhkan satuan yang dapat menyatakan besarnya lalu lintas, yaitu satuan mobil penumpang (smp). Smp merupakan satuan arus lalu lintas dimana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) berdasarkan kecepatan, ruang dan kemampuan geraknya.

Untuk mendapatkan nilai arus dan volume lalu lintas dalam satuan smp/waktu, maka satuan kendaraan/waktu harus dilakukan suatu faktor pengali yaitu ekuivalensi mobil penumpang (emp). Sehingga kendaraan/jam  $\times$  (emp) = smp/jam, dimana emp adalah angka ekuivalen yang menunjukkan besarnya ekuivalensi dari suatu jenis kendaraan ke kendaraan penumpang berdasarkan pengaruhnya terhadap arus lalu lintas. Faktor ekuivalensi berbagai jenis kendaraan untuk jalan perkotaan dapat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

**Tabel 2.1** Nilai emp untuk Jalan Perkotaan Tak-terbagi

Tipe Jalan : Jalan Tak Terbagi	Arus Lalu Lintas Total Dua Arah (kend/jam)	emp			
		HV	MC		LV
			Lebar Jalur Lalu Lintas Wc (m)		
			≤ 6	> 6	
Dua Lajur Tak Terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40	1,0
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25	1,0
Empat Lajur Tak Terbagi (4/2 UD)	0	1,3	0,40		1,0
	≥ 3700	1,2	0,25		1,0
Tiga Lajur 1 Arah (3/1)	≥ 1050	1,3	0,40		1,0

Sumber: MKJI 1997

Tabel 2.2 Nilai emp untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu Arah

Tipe Jalan : Jalan Satu Arah dan Jalan Terbagi	Arus Lalu Lintas per Jalur (kend/jam)	emp		
		HV	MC	LV
Dua Laju Satu Arah (2/1UD) dan Empat Lajur Terbagi (4/2D)	0	1,3	0,40	1,0
	$\geq 1050$	1,2	0,25	1,0
Tiga Lajur Satu Arah (3/1 UD) dan Enam Lajur Terbagi (6/2D)	0	1,3	0,40	1,0
	$\geq 1100$	1,2	0,25	1,0

Sumber: MKJI 1997

## 2. Kecepatan

Kecepatan adalah jarak yang ditempuh kendaraan per satuan waktu. Satuan yang digunakan adalah km/jam atau m/det. Kecepatan dapat berubah-ubah tergantung tempat, waktu, geometrik jalan, kondisi pengemudi, jenis kendaraan, maupun cuaca disekitar jalan tersebut. Rumus umum sebagai berikut (Gandasaputra, 2010):

$$U = \frac{x}{t} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan: U = kecepatan (km/jam), (m/det)

x = jarak yang ditempuh (km), (m)

t = waktu tempuh kendaraan sepanjang x (detik)

penelitian kecepatan yang dipakai pada skripsi ini adalah kecepatan rata-rata ruang yaitu nilai kecepatan rata-rata kendaraan yang melintasi suatu segmen yang di amati suatu waktu tertentu. Kecepatan ini merupakan hasil perbandingan antara jarak dengan waktu rata-rata untuk menempuh panjang jalan tersebut. Rumus umum:

$$t = \frac{\sum ti}{n} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$Us = \frac{x}{t} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan: Us = kecepatan rata-rata ruang (km/jam), (m/det)

x = panjang jalan yang di amati (m)

$t$  = waktu tempuh rata rata sepanjang  $x$  (detik)

$t_i$  = waktu tempuh kendaraan  $i$  sepanjang  $x$  (detik)

$n$  = jumlah kendaraan yang di amati

Pada umumnya kecepatan dibagi menjadi tiga jenis sebagai berikut ini.

1. Kecepatan setempat (*Spot Speed*), yaitu kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari suatu tempat yang ditentukan.
2. Kecepatan bergerak (*Running Speed*), yaitu kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak dan didapat dengan membagi panjang jalur dibagi dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.
3. Kecepatan perjalanan (*Journey Speed*), yaitu kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat dan merupakan jarak antara dua tempat dibagi dengan lama waktu kendaraan menyelesaikan perjalanan antara dua tempat tersebut. 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. Sedangkan waktu tempuh (TT) adalah waktu total yang diperlukan untuk Melewati suatu panjang jalan tertentu, termasuk waktu berhenti dan tundaan pada simpang. Waktu tempuh tidak termasuk berhenti untuk beristirahat dan perbaikan kendaraan (MKJI,1997).

### 3. Kerapatan

Jumlah kendaraan yang menempati ruas jalan tertentu atau lajur tertentu per satuan jarak merupakan pengertian dari kerapatan dan biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan/km. Kerapatan menunjukkan suatu keadaan arus lalu lintas disepanjang jalan serta memperlihatkan kemudahan bagi kendaraan untuk bergerak dan juga memilih kecepatan yang diinginkan. Rumus umum (Gandasaputra, 2010)

$$D = \frac{n}{x} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan:  $D$  = kerapatan (kend/jam)

$n$  = jumlah kendaraan sepanjang jalan yang di amati

$x$  = panjang jalan (km), (m)

#### 4. Kapasitas (C)

Menurut Gandasaputra (2010) Kapasitas adalah suatu arus suatu volume lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu. Kapasitas dinyatakan dalam satuan km/jam. Beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas adalah:

##### a. Faktor fisik jalan

- Lebar lajur ruas jalan yang lebih kecil dari keadaan normal akan mengurangi kapasitas.
- Kebebasan samping, halangan di sisi jalan yang dekat dengan batas jalur akan mempengaruhi jalannya kendaraan sehingga akan mempengaruhi lebar efektif dari jalan tersebut.

##### b. Faktor lalu lintas

- Kecepatan, memungkinkan kendaraan untuk bergerak dalam kecepatan yang tinggi, maka biasanya jalan tersebut memiliki kondisi tingkat pelayanan yang sangat baik sehingga kemungkinan jalan tersebut memiliki hambatan yang sangat sedikit sekali.
- Faktor distribusi jalan mempunyai pengaruh kapasitas yang sangat besar sekali terhadap kapasitas jalan karena apabila suatu jalan dalam distribusinya tidak mempunyai suatu jalur yang biasa dipakai untuk menyiap sedangkan dari arah berlawanan keadaan arus lalu lintas padat dan pada baris terdapat sebuah kendaraan yang mempunyai kecepatan yang sangat rendah, maka pada jalan tersebut akan terjadi antrian yang sangat panjang.

### 2.2. Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Penurunan model yang dapat menyatakan atau merepresentasikan hubungan di atas ada 3 yaitu:

#### 1. Model *Greenshield*

2. Model *Greenberg*

3. Model *Underwood*

### 2.2.1. Metode Greenshields

(Gandasaputra, 2010) Metode ini digunakan sebagai penelitian awal dari model yang menerangkan hubungan antara kecepatan ( $U_s$ ), kerapatan ( $D$ ), dan arus lalu lintas ( $q$ ) dan terdapat hubungan linier antara kecepatan rata-rata ruang ( $U_s$ ) dan kerapatan ( $D$ ). Berikut merupakan hubungan antara kecepatan, kerapatan, dan arus lalu lintas.

a. Hubungan antara  $U_s$  dan  $D$

$$U_s = a + b \cdot D$$

$$U_s = U_f \quad \text{ketika } D = 0, \text{ jadi } U_f = a$$

$$U_s = 0 \quad \text{ketika } D = D_j \text{ jadi } 0 = U_f + b \cdot D_j$$

$$b = \frac{U_f}{D_j}$$

$$U_s = U_f - U_f \cdot \frac{D}{D_j}$$

$$U_s = U_f \left(1 - \frac{D}{D_j}\right) \dots\dots\dots (2.6)$$

b. Hubungan antara  $q$  dan  $D$

$$q = U_s \cdot D$$

$$U_s = U_f \left(1 - \frac{D}{D_j}\right)$$

$$q = U_f \left(1 - \frac{D}{D_j}\right) \cdot D$$

$$q = U_f \left(D - \frac{D \cdot D}{D_j}\right) \dots\dots\dots (2.7)$$

$q$  mencapai nilai maksimum jika  $\frac{dq}{dD} = 0$

$$\frac{dq}{dD} = U_f - 2 \frac{U_f \cdot D_m}{D_j} = 0$$

Dimana  $D = D_m$  untuk  $q = q_{maks}$

$$\text{Jadi: } D_m = \frac{1}{2} D_j$$

$$q_{maks} = \frac{1}{4} U_f \cdot D_j$$

c. Hubungan  $U_s$  dan  $q$

$$q = U_s \cdot D$$

$$U_s = U_f \left(1 - \frac{D}{D_j}\right)$$

$$\frac{U_s}{U_f} = \left(1 - \frac{D}{D_j}\right)$$

$$D = D_j - \frac{U_s}{U_f} D_j$$

$$q = U_s \left(D_j - \frac{U_s}{U_f} D_j\right)$$

$$q = D_j \left(U_s - \frac{U_s \cdot U_s}{U_f}\right) \dots\dots\dots(2.8)$$

dengan :  $U_f$  = kecepatan arus bebas

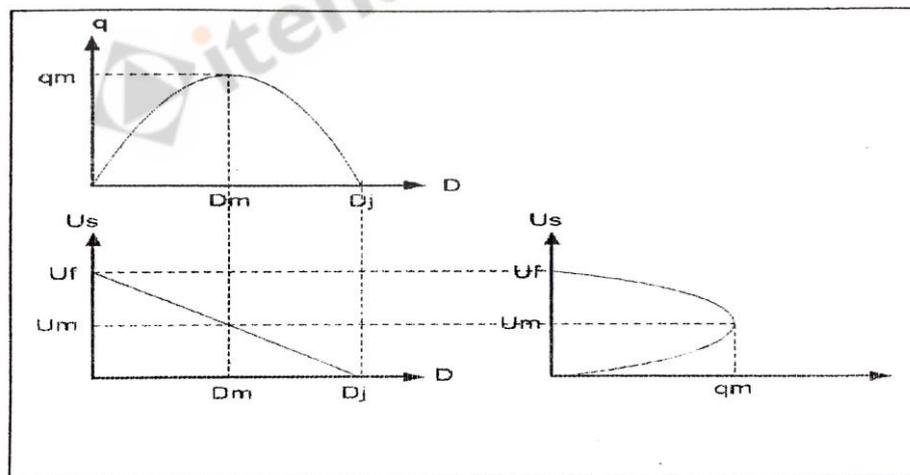
$U_0$  = kecepatan yang dicapai ketika kerapatan mencapai nilai

$D_m$

$D_j$  = kerapatan maksimum, kecepatan kendaraan 0 km/jam (macet total)

$D_m = \frac{1}{2}$  nilai kerapatan maksimum

Untuk lebih jelasnya hubungan antara kecepatan ( $U_s$ ), kerapatan ( $D$ ) dan arus lalu lintas ( $q$ ) dapat dilihat pada konsep dasar arus lalu lintas Gambar 2.1.



Sumber: Tamin, O., Z., 2003

Gambar 2.1 Konsep Dasar Lalu Lintas

### 2.3. Gelombang Kejut (*Shock Wave*)

Gelombang kejut (*shock wave*) didefinisikan sebagai arus pergerakan yang timbul disebabkan karena adanya perbedaan kepadatan dan kecepatan lalu lintas

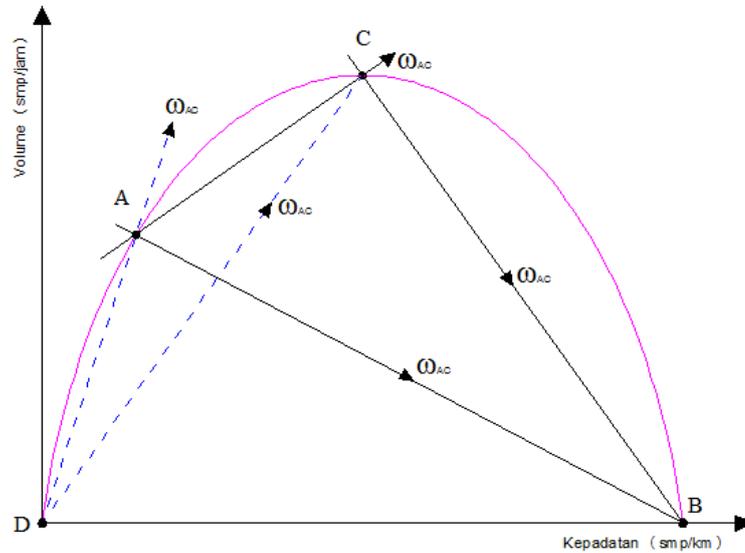
pada suatu ruas jalan oleh suatu hambatan, maka akan terjadi pengurangan arus yang melewati lokasi hambatan tersebut (Tamin, 2003). Pengaruh pintu perlintasan sebidang kereta api di asumsikan sama dengan persimpangan berlampu lalu lintas sehingga menggunakan analisis persimpangan berlampu lalu lintas.

Gelombang kejut ini adalah lalu lintas yang lewat relatif rendah dengan arus konstan. Pada jarak tertentu sebelum pintu perlintasan kereta api tertutup dan terbuka terdapat kondisi arus bebas (*free flow*) maka kendaraan berhenti dan kerapatan meningkat sehingga terjadi diskontinuitas arus lalu lintas:

1. Pada saat kendaraan yang datang dan gabung dengan kendaraan yang berhenti mengantri.
2. Pada saat kendaraan tersebut dapat bergerak kembali ketika pintu perlintasan kereta api terbuka.

Diskontinuitas arus lalu lintas yang pertama dan kedua mengarah ke belakang membentuk gelombang kejut, karena diskontinuitas arus lalu lintas selalu bergerak ke arah yang berlawanan dengan arah pergerakan arus lalu lintas. Gelombang kejut pertama disebut gelombang kejut mundur berntukan (*back forming shock wave*) yang terjadi pada saat pintu perlintasan kereta api tertutup yang mengakibatkan adanya peningkatan kerapatan lalu lintas akibat adanya antrian, sedangkan gelombang kejut kedua disebut gelombang kejut pemulihan (*backward recovery shock wave*) yang terjadi saat pintu perlintasan kereta api dibuka sehingga terjadi pengurangan kerapatan pada saat antrian.

Masih terdapat satu gelombang kejut lagi dalam kondisi seperti ini yang disebut gelombang kejut diam depan (*frontal stationary shock wave*), terjadi pada garis henti pada saat pintu perlintasan kereta api ditutup. Istilah ini menunjukkan bahwa gelombang tersebut berada pada garis depan antrian dan tidak mengalami perpindahan (tetap berada posisi yang sama).



Gambar 2.2 Gelombang Kejut Pada Perlintasan Sebidang Kereta Api

Pintu perlintasan dibuka beberapa detik  $t_0$  sampai  $t_1$  sehingga arus lalu lintas bergerak melewati pintu perlintasan ke arah hilir dengan arus kondisi A ( $V_A, D_A, S_A$ ), lintasan kendaraan digambarkan pada gambar 2.3(b). Pintu perlintasan kereta api ditutup pada waktu  $t_1$  dan kondisi arus lalu lintas pada garis henti (*stop line*) berubah menjadi kondisi B, sedangkan kondisi arus lalu lintas setelah pintu perlintasan ke arah hilir pada kondisi D. Gelombang kejut yang terbentuk mulai  $t_1$  pada garis henti menghasilkan 3 gelombang kejut sebagai berikut:

$$\omega_{DA} = \frac{V_a - V_d}{D_a - D_d} = S_A \dots \dots \dots (2.9)$$

$$\omega_{DB} = \frac{V_b - V_d}{D_b - D_d} = 0 \dots \dots \dots (2.10)$$

$$\omega_{AB} = \frac{V_b - V_a}{D_b - D_a} = - \frac{V_a}{D_b - D_a} \dots \dots \dots (2.11)$$

Arus lalu lintas dengan kondisi A, B, D menerus terjadi sampai dengan waktu  $t_2$  pintu perlintasan berubah dari tertutup menjadi terbuka. Arus lalu lintas akan membentuk sebuah kondisi baru, yaitu kondisi C dimana pada waktu  $t_2$  arus lalu lintas pada garis henti akan meningkat dari 0 (nol) menjadi jenuh (*saturated*). Hal ini menyebabkan 2 gelombang kejut baru, yaitu  $\omega_{DC}$  dan  $\omega_{CB}$ , sedangkan gelombang

kejut  $\omega_{DB}$  berakhir. Kecepatan gelombang kejut baru tersebut dapat dilihat pada grafik 2.3(a) dan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.12 dan 2.13.

$$\omega_{DC} = \frac{V_a - V_d}{D_a - D_d} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\omega_{CB} = \frac{V_b - V_c}{D_b - D_c} = - \frac{V_c}{D_b - D_c} \dots\dots\dots(2.13)$$

Arus lalu lintas dengan kondisi D, C, B dan A menerus terjadi sampai dengan  $\omega_{AB}$  dan  $\omega_{CB}$  selang waktu antara  $t_2$  sampai dengan  $t_3$  dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$t_3 - t_2 = r \left[ \frac{\omega_{ab}}{\omega_{cb} - \omega_{ab}} \right] \dots\dots\dots(2.14)$$

dengan: r = durasi efektif dari lamanya pintu perlintasan kereta api tertutup (detik). Panjang antrian maksimum akan terjadi pada waktu  $t_3$  dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_M = \frac{r}{3600} \frac{\omega_{cb} - \omega_{ab}}{\omega_{cb} - \omega_{ab}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Pada saat waktu  $t_3$ , terbentuk satu gelombang kejut baru yaitu gelombang kejut gerak maju ( $\omega_{AC}$ ), sedangkan 2 gelombang kejut gerak mundur  $\omega_{AB}$  dan  $\omega_{CB}$  berakhir. Gelombang kejut  $\omega_{AC}$  diperlihatkan pada Gambar 2.3 dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\omega_{AC} = \frac{V_c - V_a}{D_c - D_a} \dots\dots\dots(2.16)$$

Arus lalu lintas pada kondisi D, C, dan A terjadi sampai dengan  $t_5$  yaitu pada saat pintu perlintasan kereta api tertutup, sedangkan pada saat  $t_4$  gelombang kejut gerak maju ( $\omega_{AC}$ ) memotong garis henti dan arus lalu lintas pada garis henti berubah dari arus lalu lintas maksimum  $V_c$  dan  $V_A$  dimana pada saat  $t_4$  seluruh kendaraan sudah melewati garis henti. Waktu antara mulainya pintu perlintasan kereta api terbuka  $t_2$  sampai  $t_4$  dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$t_4 - t_2 = \frac{r * \omega_{ab}}{(\omega_{cb} - \omega_{ab})} \left[ \frac{\omega_{cb}}{\omega_{ab}} + 1 \right] \dots\dots\dots(2.17)$$

Waktu penormalan  $(t_4 - t_2) = T$  adalah waktu antara sejak diberlakukan penormalan lajur hingga antrian berakhir. Pada waktu  $t_5$ , pintu perlintasan kereta api tertutup, pola gelombang kejut ke arah hulu dari pintu perlintasan kereta api mulai berulang lagi walaupun pada gelombang kejut ke hilir pintu perlintasan berubah dari pola awal. Saat pintu perlintasan tertutup, gelombang kejut  $\omega_{DA}$  akan terbentuk dan bergerak ke arah hilir dan bertemu dengan gelombang kejut  $\omega_{AC}$ .

Pada waktu  $t_6$ , gelombang kejut  $\omega_{AC}$  dan  $\omega_{DA}$  serta gelombang kejut baru  $\omega_{DC}$  terbentuk. Sepanjang arus lalu lintas dan waktu siklus pada pintu perlintasan kereta api (Gandaputra, 2010).

#### 2.4. Studi Terdahulu

Studi terdahulu yang dilakukan oleh (Nining Winarsih, 2017) untuk mengetahui besar antrian dan tundaan akibat lampu lalu lintas dan penutupan pintu perlintasan kereta api di Tanjung Barat Jakarta Selatan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode antrian deterministik. Hasil pengamatan di lokasi, menunjukkan akibat adanya penutupan pintu perlintasan kereta api, dapat mengurangi nilai kapasitas pada jam sibuk pagi sebesar 28,4% dan pada jam sibuk sore sebesar 13,8 %. Berdasarkan perhitungan derajat kejenuhan, diketahui lokasi tersebut dalam kondisi Oversaturated. Besarnya rata-rata antrian selama 2 jam sibuk pagi jika terjadi penutupan pintu perlintasan sebesar 309 smp/lajur dan jika tidak ada penutupan pintu perlintasan kereta sebesar 131 smp/lajur. Besarnya peningkatan antrian karena adanya penutupan pintu perlintasan kereta api pada jam sibuk pagi sebesar 136 %. Besarnya rata-rata tundaan selama 2 jam sibuk pagi jika terjadi penutupan sebesar 39,98 menit/smp. Rata-rata tundaan jika tidak ada penutupan pintu 14,22 menit/smp. Besarnya rata-rata antrian selama 2 jam sibuk sore jika terjadi penutupan pintu perlintasan sebesar 238 smp/lajur. Besarnya rata-rata antrian jika tidak ada penutupan pintu perlintasan kereta sebesar 136 smp/lajur. Besarnya peningkatan antrian karena adanya penutupan pintu perlintasan kereta api pada jam sibuk sore sebesar 75%. Rata-rata tundaan selama 2 jam sibuk sore, jika terjadi penutupan pintu perlintasan kereta api sebesar 6,69

menit/smp, sedangkan jika tidak ada penutupan pintu perlintasan sebesar 3,82 menit/smp.

Studi terdahulu yang dilakukan oleh (Mukhty Yusyadiputra, 2014) Simpang perlintasan sebidang antara jalan rel dengan jalan raya sering menimbulkan permasalahan, terutama jika pintu perlintasan ditutup saat kereta api melintas. Permasalahan yang timbul adalah terjadinya antrian dan waktu kendaraan kembali normal sesaat setelah pintu perlintasan dibuka. Geometrik di Jalan Kaligawe adalah 4/2D dengan dilewati semua jenis kendaraan sedangkan Jalan Kaliwungu adalah 2/2UD yang didominasi kendaraan ringan. Keduanya berada pada kelas jalan arteri primer. Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei langsung di kedua simpang perlintasan pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari. Adapun data yang diambil saat arus normal adalah tingkat arus (flow) kendaraan, kecepatan lalu lintas, geometrik jalan, dan lama arus kendaraan kembali normal saat pintu perlintasan dibuka. Sedangkan saat pintu perlintasan ditutup adalah kecepatan shockwave, waktu penutupan pintu perlintasan, dan panjang antrian kendaraan. Data yang didapat kemudian dianalisis menggunakan metode shockwave, kapasitas jalan menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan (MKJI) 1997 dan secara teoritis model greenshields kemudian dibandingkan hasilnya, sehingga diperoleh panjang antrian dan waktu normal kembali untuk lalu lintas jalan akibat pengaruh penutupan pintu perlintasan saat kereta api melintas. Hasil analisis simpang perlintasan pada kondisi eksisting diperoleh kesimpulan bahwa untuk saat ini Jalan Kaligawe Semarang dan Kaliwungu Kendal masih mampu menampung lalu lintas kendaraan yang melewati simpang perlintasan, karena berdasarkan GAPEKA 2013 tercatat +72 kereta melintas setiap hari dengan headway kereta pada jam puncak lalu lintas pagi, siang, dan sore rata-rata 22 menit untuk Jalan Kaligawe dan 25 menit untuk Jalan Kaliwungu dengan lama penutupan 3-4 menit. Untuk Jalan Kaligawe jika lama penutupan ( $t$ ) = 3 menit didapat panjang antrian 0,15 – 0,25 km dengan lama kendaraan kembali normal setelah pintu perlintasan dibuka ( $\tau$ ) = 3,913 - 5 menit dan jika  $t$  = 4 menit didapat panjang antrian = 0,2 – 1,66 km dengan  $\tau$  = 5,21 – 6,68 menit. Sedangkan di Jalan Kaliwungu jika  $t$  = 3 menit didapat panjang antrian = 0,078 –

0,366 km dengan  $= 4,172 - 11,88$  menit dan jika  $t = 4$  menit didapat panjang antrian  $= 0,105 - 0,5$  km dengan  $= 5,564 - 15,85$  menit. Lama yang diperoleh di Jalan Kaligawe dan Kaliwungu masih kurang dari 22 dan 25 menit. Menanggapi rencana PT.KAI yang akan mengoperasikan double track dengan menambah frekuensi kereta api dari rata-rata 72 menjadi 200 kereta api per hari, diasumsikan bahwa headway kereta adalah sama yaitu 7,2 menit, maka dari hasil analisis untuk Jalan Kaligawe mampu menampung lalu lintas saat terjadi penutupan pintu perlintasan jika lama penutupan 3 – 4 menit, tetapi untuk Jalan Kaliwungu sudah tidak mampu menampung arus lalu lintas jika lama penutupan 3 dan 4 menit karena yang diperoleh adalah 11,88 dan 15,85 menit. Disamping itu derajat kejenuhan (DS) di Jalan Kaligawe  $= 0,40$  dan Kaliwungu  $= 0,75$ , sehingga agar lalu lintasnya baik, Jalan Kaliwungu perlu dilakukan perubahan geometrik menjadi 4/2D. Hasil pengamatan ini dapat berguna dalam pertimbangan pengambilan kebijakan untuk pihak terkait dalam menanggapi upaya PT.KAI mengoperasikan double track pada tahun 2014 agar dapat memaksimalkan kinerja lalu lintas Jalan Kaligawe Semarang dan Jalan Kaliwungu Kendal.