

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Jalan

Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan menyatakan Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang ada di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel

2.1.2. Rambu Lalu Lintas

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas bahwa rambu lalu lintas berfungsi sebagai larangan, perintah, peringatan, dan petunjuk bagi pengguna jalan dan juga merupakan bagian dari perlengkapan jalan berupa huruf, angka, kalimat, lambang, dan/atau perpaduan.

- 1) Rambu peringatan terdiri dari:
 - a. Rambu peringatan keadaan alinemen vertikal dan horizontal yang mengalami perubahan.
 - b. Rambu peringatan daerah rawan bencana.
 - c. Rambu peringatan selain lalu lintas kendaraan bermotor
 - d. Rambu peringatan lalu lintas kendaraan bermotor
 - e. Rambu peringatan keadaan jalan berbahaya
 - f. Rambu peringatan berupa kata-kata
 - g. Rambu peringatan arahan gerakan lalu lintas
 - h. Rambu peringatan mengenai jarak lokasi kritis
 - i. Peringatan lainnya.
- 2) Rambu larangan
 - a. Larangan berjalan terus
 - b. Larangan masuk
 - c. Larangan parkir dan berhenti
 - d. Larangan pergerakan lalu lintas tertentu

- e. Larangan membunyikan isyarat suara
 - f. Larangan dengan kata-kata
 - g. Batas akhir larangan
- 3) Rambu perintah
- a. Warna dasar putih
 - b. Warna garis tepi putih
 - c. Warna lambang putih
 - d. Warna huruf dan/atau lambang putih
 - e. Warna kata-kata putih.

2.1.3. Marka Jalan

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2014 tentang Jalan bahwa marka jalan adalah suatu tanda yang berada di permukaan jalan atau diatas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas.

Marka jalan berfungsi untuk mengatur lalu lintas, memperingatkan atau menuntun pengguna jalan dalam berlalu lintas. Marka tersebut berupa:

- a. Peralatan, atau
- b. Tanda.

2.1.4. Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2014 tentang lalu lintas dan angkutan jalan bahwa alat pemberi isyarat lalu lintas adalah perangkat elektronik yang menggunakan lampu sebagai isyarat yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur lalu lintas orang dan atau kendaraan di persimpangan atau pada ruas jalan.

Alat pemberi isyarat lalu lintas berfungsi untuk menghindari hambatan karena perbedaan arus jalan bagi pergerakan kendaraan sehingga kelancaran arus lalu lintas dapat terjamin dan mengurangi tingkat kecelakaan yang diakibatkan oleh tabrakan karena perbedaan arus jalan.

2.1.5. Perlintasan Sebidang

Perlntasan sebidang adalah perpotongan antara jalur kereta api dengan jalan raya (PM No. 36 Tahun 2011). Kereta api melintas pada perlntasan dengan jadwal tertentu, sedangkan kendaraan yang melewati perlntasan tidak terjadwal sehingga arus kendaraan dapat melintasi perlntasan kapan saja. Menurut (Adita, 2019; Alhadar, 2011; Aswad, 2010) menyatakan bahwa perlntasan sebidang merupakan pertemuan arus kendaraan bermotor pada satu sisi sedangkan pada sisi lain terdapat arus kereta api. Layanan penumpang juga harus dipertimbangkan karena lalu lintas jalan merupakan masalah utama di Indonesia dan kereta api akan dianggap sebagai moda transportasi pilihan untuk mengatasi kemacetan (Ravitharan, 2017). (Sari, 2017; setiawan, dkk., 2018) keselamatan dan kelayakan pada perlntasan sebidang dan jaringan jalan harus diuji kelayakan. Berdasarkan waktu penggunaan perlntasan, kereta api memiliki keberangkatan dan kedatangan yang sudah terjadwal dan diatur meskipun tetap masih ada keterlambatan, sedangkan arus kendaraan tidak memiliki jadwal untuk melintas di atas perlntasan sebidang tersebut. Kendaraan bermotor memiliki keunggulan dari segi akselerasi pengereman dengan tingkat yang lebih baik yang memerlukan jarak pengereman yang pendek dan dengan waktu yang singkat, begitupun sebaliknya dengan kereta api yang membutuhkan jarak yang panjang dan waktu yang relatif lama untuk melakukan pengereman. Hal ini melatarbelakangi pola pengaturan perlntasan sebidang kereta api dengan jalan raya yang menganut sistem prioritas dimana kereta api lebih di dahulukan dan arus kendaraan harus berhenti dahulu.

2.1.5.1. Ketentuan Perlntasan Sebidang

Ketentuan perlntasan sebidang Menurut Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat No 770 Tahun 2005 tentang Pedoman Teknis Perlntasan Sebidang antara Jalan dengan Jalur Kereta Api terdiri dari:

- a. Perlntasan sebidang antara jalan dengan jalur kereta, terdiri dari:
 - 1) Perlntasan sebidang yang dilengkapi dengan pintu;
 - a) Otomatis
 - b) Tidak otomatis baik mekanik maupun elektrik.
 - 2) Perlntasan yang tidak dilengkapi pintu.

Perlindungan sebidang apabila melebihi ketentuan mengenai :

- a) Jumlah kereta api yang melintas pada lokasi tersebut sekurang-kurangnya 25 kereta/hari dan sebanyak banyaknya 50 kereta/hari.
 - b) Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebanyak 1000 sampai dengan 1500 kendaraan pada jalan dalam kota dan 300 sampai 500 kendaraan pada jalan luar kota.
 - c) Hasil perkalian antara volume harian rata-rata (LHR) dengan frekuensi kereta api antara 12.500 sampai dengan 35.000 smpk. Maka harus ditingkatkan menjadi perlindungan tidak sebidang.
- 3) Perlindungan sebidang yang dilengkapi dengan pintu tidak otomatis harus memenuhi ketentuan:
- a) Pintu dengan persyaratan kuat dan ringan anti karat serta mudah dilihat dan memenuhi kriteria failsafe.
 - b) Pada jalan dipasang pemisah jalur.
 - c) Pada kondisi pintu darurat petugas yang berwenang mengambil alih fungsi pintu.
- 4) Perlindungan sebidang yang tidak dilengkapi pintu apabila:
- a) Jumlah kereta api yang melintas pada lokasi tersebut sebanyak-banyaknya 25 kereta/hari
 - b) Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) sebanyak-banyaknya 1000 kendaraan pada jalan dalam kota dan 300 kendaraan pada jalan luar kota.
 - c) Hasil perkalian antara volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan frekuensi kereta api sebanyak-banyaknya 12.500 smpk.
 - d) Perlindungan sebidang yang tidak dilengkapi pintu wajib dilengkapi dengan rambu, marka, isyarat suara dan lampu lalu lintas satu warna yang berwarna merah berkedip atau dua lampu satu warna merah menyala bergantian sesuai pedoman ini.
- 5) Isyarat lampu lalu lintas sebagai berikut:
- a) Terdiri dari satu lampu yang menyala berkedip atau dua lampu yang menyala bergantian.

- b) Lampu berwarna kuning dipasang pada jalur lalu lintas, menyisyratkan pengemudi harus berhati-hati.

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No 36 tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain bahwa:

- a. Kecepatan kereta api yang melintas pada perlintasan kurang dari 60 km/jam.
- b. Selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (*headway*) yang melintas pada lokasi tersebut minimal 30 (tiga puluh) menit.
- c. Jalan yang melintas adalah jalan kelas III.
- d. Tidak terletak pada lengkungan jalur kereta api atau jalan.
- e. Jarak pandang bebas bagi masinis kereta api minimal 500 meter maupun pengendara kendaraan bermotor dengan jarak minimal 1150 meter.
- f. Jarak pandang bebas minimal 500 meter bagi masinis kereta api dan 150 meter bagi pengemudi kendaraan bermotor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf f dimaksudkan bagi masing-masing untuk memperhatikan tanda-tanda atau rambu-rambu, dan khusus untuk pengemudi kendaraan bermotor harus menghentikan kendaraanya.

2.1.5.2. Persyaratan Perlintasan Sebidang

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No 36 tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain bahwa persyaratan untuk memenuhi pembangunan perlintasan sebidang antara lain adalah:

- 1) Permukaan jalan harus satu level dengan kepala rel dengan toleransi 0,5 cm.
- 2) Terdapat permukaan datar sepanjang 60 cm diukur dari sisi terluar jalan rel.
- 3) Maksimum gradien untuk dilewati kendaraan dihitung dari titik tertinggi dikepala rel adalah:
 - a) 2 % diukur dari sisi terluar permukaan datar sebagaimana dimaksud pada huruf b untuk jarak 9,4 meter.
 - b) 10 % untuk 10 meter berikutnya dihitung dari titik terluar sebagai gradient peralihan.

- 4) Lebar perlintasan untuk satu jalur jalan maksimum 7 meter.
- 5) Sudut perpotongan antara jalan rel dengan jalan harus 90° dan panjang jalan yang lurus minimal harus 150 meter dari as jalan rel.
- 6) Pada perlintasan sebidang, kereta api mendapat prioritas berlalu lintas.
- 7) Perlintasan sebidang harus dilengkapi dengan:
 - a) Rambu, marka dan alat pemberi isyarat lalu lintas, dan
 - b) Petugas penjaga pintu perlintasan.

2.1.5.3. Rambu dan Marka pada Perlintasan Sebidang Rel Kereta Api

Untuk mencegah terjadinya kecelakaan maka para pengendara kendaraan lalu lintas harus memahami rambu dan marka pada perlintasan sebidang seperti tercantum dalam Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Darat Nomor 770 Tahun 2005 tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang antara Jalan dengan Jalur Kereta Api antara lain:

a. Rambu

Rambu merupakan sarana perlengkapan diantaranya berupa huruf, lambang, angka kalimat dan atau gabungan antara keduanya yang diartikan sebagai petunjuk, peringatan, larangan dan perintah diantaranya adalah sebagai berikut:

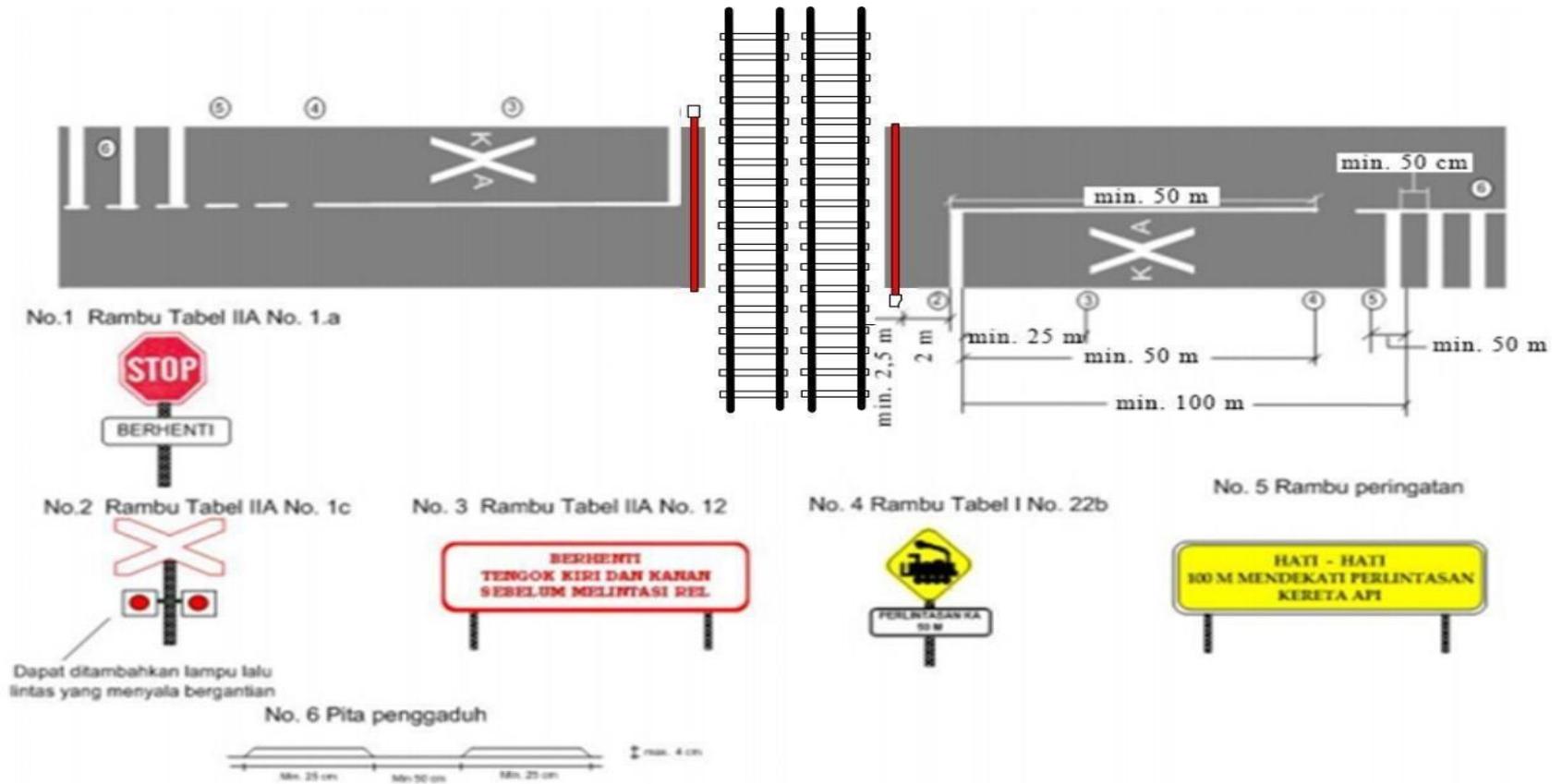
- 1) Rambu berupa peringatan dipasang pada perlintasan sebidang antara jalan dengan jalur kereta api, terdiri dari:
 - a) Rambu yang memberi peringatan bahwa adanya perlintasan sebidang yaitu antara jalan dan jalur kereta yang dilengkapi pintu perlintasan.
 - b) Rambu yang menunjukkan adanya perlintasan sebidang yaitu antara jalan dengan jalur kereta api dan tidak dilengkapi dengan pintu perlintasan.
 - c) Rambu yang menunjukkan jarak per 150 meter dengan rel kereta api terluar.
 - d) Rambu yang menyatakan hati-hati melewati perlintasan kereta api, rambu peringatan tersebut berupa kata-kata.
- 2) Rambu larangan dipasang pada perlintasan sebidang antara jalan dengan kereta api, terdiri dari:
 - a) Rambu larangan berjalan terus atau wajib berhenti sesaat setelah memastikan aman dari arah berlawanan.

- b) Rambu larangan agar pengendara mendapatkan kepastian aman sebelum melintasi perlintasan sebidang maka diwajibkan bagi pengendara untuk berhenti sesaat.
- c) Rambu larangan bagi kendaraan bermotor maupun tidak bermotor untuk berbalik arah.

b. Marka

Marka jalan merupakan kode yang berfungsi mengarahkan dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas yang berada pada permukaan jalan dan diatas permukaan jalan berupa tanda atau peralatan yang membentuk garis melintang, garis membujur, dan lambang lainnya, terdiri dari:

- a) Marka melintang berupa tanda garis melintang sebagai batas wajib berhenti kendaraan sebelum melintasi jalur kereta api, dengan ukuran lebar 0,30 meter dan tinggi 0,03 meter.
- b) Marka membujur menunjukkan larangan untuk melintasi garis berupa garis utuh dengan ukuran lebar 0,12 meter dan tinggi 0,03 meter.
- c) Marka lambang dengan tulisan “KA” sebagai kode adanya perlintasan dengan jalur kereta api. Ukuran lebar secara keseluruhan 2,4 meter, tinggi 6 meter dan tulisan yang bertuliskan “KA” tingginya 1,5 meter, lebar 0,60 meter.
- d) Terdapat pita penggaduh (*rumble strip*) sebelum memasuki persilangan sebidang.
- e) Terdapat median minimal 6 meter lebar 1 meter pada jalan 2 jalur 2 arah.



Gambar 2.1 Contoh pemasangan rambu dan marka pada perlintasan empat lajur dua arah dengan jalur ganda kereta api

Sumber: Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 770 Tahun 2005

2.1.6. Hasil Penelitian Terdahulu

Winarsih dan Nahdalina (2017) mengkaji analisis antrian dan tundaan akibat lampu lalu lintas dan penutupan pintu perlintasan kereta api menggunakan metode antrian deterministik pada perlintasan kereta api Tanjung Barat, Jakarta Selatan dengan melakukan survei lalu lintas, pengumpulan data berupa jadwal serta peta jalur. Dari pemodelan karakteristik lalu lintas metode yang cocok digunakan adalah metode standarisasi nilai Z (Z -Score) dan metode untuk menghitung arus jenuh adalah dengan metode *Time Slice*. Hasil penelitian yang diperoleh, nilai kapasitas pada jam sibuk pagi sebesar 28,4% dan pada jam sibuk sore sebesar 13,8%. Nilai rata-rata antrian selama 2 jam sibuk pagi jika palang pintu tertutup sebesar 309 smp/lajur dan jika tidak ada penutupan palang pintu sebesar 131 smp/lajur. Besarnya peningkatan antrian karena adanya penutupan pintu perlintasan kereta api pada jam sibuk pagi sebesar 136%. Rata-rata tundaan selama jika tidak ada penutupan palang pintu perlintasan sebesar 14,22 menit/smp. Rata-rata antrian selama 2 jam sibuk sore jika terjadi penutupan palang sebesar 238 smp/lajur dan jika tidak terjadi penutupan sebesar 136 smp/lajur. Peningkatan antrian karena penutupan pintu perlintasan pada jam sibuk sore sebesar 75%. Rata-rata tundaan selama 2 jam sibuk sore, jika terjadi penutupan sebesar 6,69 menit/smp, sedangkan jika tidak ada penutupan sebesar 3,82 menit/smp.

Yusyadiputra dan Hermawanto (2014) mengkaji tentang pengaruh penutupan pintu perlintasan jalan rel terhadap kinerja lalu lintas jalan raya di perlintasan Kaligawe Semarang dan Kaliwungu Kendal. Data yang didapat dengan cara melakukan survei langsung di kedua simpang perlintasan pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari. Data yang didapat pada saat arus normal yaitu tingkat arus kendaraan, kecepatan lalu lintas, geometrik jalan, dan lama arus kendaraan kembali normal saat pintu perlintasan terbuka. Saat pintu perlintasan ditutup data yang didapat yaitu data kecepatan *shockwave*, waktu penutupan pintu perlintasan, dan panjang antrian kendaraan. Data dianalisis menggunakan metode *shockwave*, kapasitas jalan menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan (MKJI) 1997 dan secara teoritis model *greenshields*, kemudian dibandingkan hasilnya. Hasil yang didapat dari analisis simpang pada kondisi eksisting diperoleh bahwa saat ini Jalan

Kaligawe Semarang dan Kaliwungu Kendal masih mampu untuk menampung lalu lintas kendaraan yang melewati simpang perlintasan. Berdasarkan GAPEKA 2013 tercatat ± 72 kereta melintas setiap ahr 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. Jalan Kaligawe jika lama penutupan $(t) = 3$ menit diperoleh panjang antrian 0,15 – 0,25 km dengan lama kendararaan kembali normal setelah pintu perlintasan dibuka $(t_2) = 3,913 - 5$ menit dan jika $(t) = 4$ menit didapat panjang antrian = 0,2 – 1,66 m dengan $(t_2) = 5,21 - 6,68$ menit. Di jalan Kaliwungu jika $(t) = 3$ menit didapat panjang antrian = 0,078 – 0,366 km dengan $(t_2) = 4,172 - 11,8$ menit dan jika $(t) = 4$ menit didapat panjang antrian = 0,105 – 0,5 km dengan $(t_2) = 5,564 - 15,85$ menit. Dari hasil analisis untuk Jalan Kaligawe mampu menampung lalu lintas saat terjadi penutupan pintu pelintasan, tetapi untuk Jalan Kaliwungu sudah tidak mampu menampung arus lalu lintas jika lama penutupan 3 dan 4 menit. Derajat kejenuhan yang di Jalan Kaligawe = 0,40 dan Kaliwungu = 0,75. Agar lalu lintasnya baik, Jalan Kaliwungu perlu dilakukan perubahan geometrik menjadi 4/2D.

Sitorus dan Surbakti (2013) melakukan analisis tentang studi pengaruh perlintasan sebidang jalan dengan rel kereta api terhadap karakteristik lalu lintas studi kasus perlintasan kereta api Jalan Sisingamangaraja. Jalan Sisingamangaraja merupakan jalan 4 lajur 2 arah terbagi dengan kapasitas jalan 2975,28 smp/jam per lajur. Hasil tinjauan di lapangan pada jalur Jalan Pandu dan Jalan Cirebon menuju Jalan Sisingamangaraja volume lalu lintas rata-rata per jam 1596,6 smp/jam. Pada jalur dari Jalan Sisingamangaraja menuju Jalan Pandu, volume lalu lintas rata-rata 626,4 smp/jam. Dari hasil pemodelan menggunakan model *Greenshields* pada jalan Pandu dan Jalan Cirebon menuju jalan Sisingamangaraja didapat panjang antrian maksimum sepanjang 263,75 meter dan 172,73 meter dengan durasi antrian sebesar 363,10 detik. Pada Jalan Sisingamangaraja ke Jalan Pandu panjang antrian maksimum sepanjang 526,06 meter dan 65,11 meter denga durasi antrian sebesar 128,75 detik. Total biaya tundaan yang dikeluarkan akibat pengurangan kecepatan dan penutupan pintu perlintasan sebesar Rp. 342.169.953,- pertahun.

Djaelani (2014) melakukan analisis tentang penutupan pintu perlintasan kereta api terhadap tundaan dan panjang antrian kendaraan pada Jalan Bung Tomo,

Surabaya. Penutupan pintu perlintasan yang terjadi di Jalan Bung Tomo didapatkan tundaan sebesar 0.878 dan panjang antrian sebesar 0.743. Lama penutupan maksimum selama 4 hari terjadi pada hari Kamis yaitu sebesar 183,75 dt dan tundaan maksimum terjadi pada hari Selasa yaitu sebesar 6,832.60 dt kend/jalur. Volume lalu lintas memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya panjang antrian sebesar 0,146 dan memberikan pengaruh yang lemah terhadap tundaan sebesar -0,035. Puncak volume lalu lintas terjadi pada hari Kamis yaitu sebesar 2,221.60 smp/jam/jalur pada jam 07.57 WIB sedangkan volume lalu lintas pada jam puncak sebesar 2,358.50 smp/jam/jalur terjadi pada hari Rabu dengan jam puncak pada pukul 07.30 – 07.45 WIB. Panjang antrian maksimum terjadi pada hari Selasa yaitu sebesar 70,21 smp/jalur.

Hartono (2016) melakukan analisis pada perlintasan sebidang kereta api di Kota Cirebon. Hasil rekapitulasi kinerja ruas jalan dari 4 (empat) ruas jalan adalah Jalan Slamet Riyadi V/C rasionya sebesar 0,32, Jalan R.A Kartini V/C rasionya sebesar 0,77, Jalan Tentara Pelajar V/C rasionya sebesar 0,57 dan Jalan Kesambi Raya V/C rasionya sebesar 0,38. Kendaraan yang melewati Jalan Kartini didominasi oleh kendaraan ringan (LV) sebesar 55,86%, sepeda motor (MC) sebesar 43,91% dan kendaraan berat (HV) sebesar 0,23%. Hasil survei frekuensi perjalanan kereta api di perlintasan sebidang Jalan Kartini Kota Cirebon dari pukul 06.00 WIB s.d 08.00 WIB terjadi 9 kali penutupan, pukul 11.00 – 13.00 WIB terjadi 10 kali penutupan dan pukul 15.00 – 17.00 terjadi 6 kali penutupan. Panjang antrian kendaraan akibat penutupan perlintasan sebidang di Jalan Kartini ke arah barat yang terpanjang saat *peak* siang yaitu pukul 12.12 WIB sebanyak 135 kendaraan dengan panjang 125 m, arah timur pada *peak* siang yaitu pukul 12.37 WIB sebanyak 327 kendaraan dengan panjang 195 m.

Ramanti (2017) mengkaji tentang inspeksi keselamatan pada perlintasan sebidang JPL 349 KM 163 + 758, Jalan Timoho Yogyakarta. Metode penelitian diawali dengan studi pustaka tentang inspeksi keselamatan pada perlintasan sebidang, kemudian survei dan pengumpulan data primer dan sekunder. Hasil dari penelitian tersebut bahwa perlintasan sebidang jpl 349 KM 163+758 masih layak dalam memberikan keselamatan bagi pengendara kendaraan yang melintas. Volume lalu lintas pada hari libur sebesar 1789,2 skr/jam dari arah selatan,

sedangkan dari arah terlawan sebesar 1862,4 skr/jam dan pada hari kerja dari arah selatan sebesar 1888 skr/jam, sedangkan dari arah utara sebesar 1922 skr/jam. Rata-rata tundaan adalah sebesar 75 detik. Panjang antrian kendaraan dari selatan ke utara yang terpanjang adalah 210 m, sedangkan dari arah terlawan adalah 110 m. Nilai indeks kondisi struktur perkerasan (PCI) rata-rata pada Jalan Timoho adalah 72,9% termasuk kategori sangat baik.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Peraturan transportasi di Indonesia

Indonesia memiliki beberapa pedoman dan peraturan yang berkaitan dengan transportasi, baik transportasi manusia maupun barang antara lain sebagai berikut:

1. Undang- undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan.
2. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan.
3. Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004
4. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 53 Tahun 2000 tentang Perpotongan Dan / Atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api Dengan Bangunan Lain.
5. Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat No 770 Tahun 2005 tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang antara Jalan dengan Jalur Kereta Api
6. Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 atau pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2014.

2.2.2. Arus Lalu Lintas

Menurut Kisty dan Lall (2005) bahwa ada tiga variabel utama yang digunakan untuk menjelaskan arus lalu lintas antara lain:

- a. Kecepatan (*Speed*) diartikan sebagai suatu pergerakan yang melaju dengan jarak per satuan waktu umumnya juga disebut mil/jam (mph) atau kilometer/jam. Karena kecepatan arus lalu lintas terjadi begitu beragam maka digunakan kecepatan rata-rata.
- b. Volume dan tingkat arus merupakan dua hal yang berbeda. Volume adalah jumlah kendaraan sebenarnya yang diamati selama rentang waktu tertentu.

Sedangkan tingkat arus (*rate of flow*) adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam rentang waktu kurang dari sejam dan di *equivalensi*-kan ke rata-rata per jam.

- c. Kepadatan (*Density*) adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu lajur jalan, dirata-ratakan terhadap waktu biasanya dinyatakan dalam kendaraan per mil (kend/mil).

Arus lalu lintas yang menggunakan metode penelitian berupa manajemen lalu lintas dinamis untuk meningkatkan keselamatan jalan area penyebrangan kereta api dengan merekayasa rambu-rambu lalu lintas yang dikendalikan dan menampilkan mode kecepatan arus lalu lintas kendaraan bersamaan dengan waktu penutupan palang pintu perlintasan kereta api (Abramova, 2016; Adisatria, dkk., 2017; Ahmad, dkk., 2017; Fauzi, dkk., 2017; Rumayar, dkk., 2013).

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 menyatakan bahwa arus lalu lintas (Q) merupakan jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (Q_{kend}) atau smp/jam (Q_{smp}) atau LHRT. Kendaraan per jam dikonversikan menjadi smp/jam dengan menggunakan nilai ekivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing jenis kendaraan yaitu kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC). Nilai emp sepeda motor tergantung lebar jalan. Nilai emp untuk kapasitas jalan

Tabel 2.2 emp pendekat untuk masing-masing kendaraan

Tipe Jalan: Jalan Tak Terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	emp		
		HV	MC Lebar jalan lalu-lintas Wc(m)	
			<6	>6
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,40	
	≥ 3700	1,2	0,25	

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

Nilai emp pendekat dihitung berdasarkan MKJI (1997) seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$Q = (Q_{HV} \times emp) + (Q_{LV} \times emp) + (Q_{MC} \times emp) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

Q : Arus lalu lintas (smp/jam)

Q_{LV} : Arus lalu lintas jenis kendaraan ringan (kendaraan/jam)

Q_{HV} : Arus lalu lintas jenis kendaraan berat (kendaraan/jam)

Q_{MC} : Arus lalu lintas jenis sepeda motor (kendaraan/jam)

Emp : Faktor pendekat

2.2.3. Karakteristik Lalu Lintas

Karakteristik lalu lintas menyatakan ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi yang dinilai oleh pembina jalan. Karakteristik lalu lintas pada ruas jalan meliputi volume (arus), kecepatan, dan kepadatan (MKJI, Bina Marga, 1997).

- a. Volume (arus) lalu lintas, dinyatakan dengan notasi V adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dalam suatu ruas jalan tertentu dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam (Tamin, 2003). Sedangkan menurut Hobbs (1995)

volume lalu lintas pada dasarnya bertujuan untuk menetapkan nilai kepentingan relatif suatu rute, fluktuasi dalam arus, distribusi lalu lintas pada sistem jalan, dan kecenderungan pemakai jalan. Hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan adalah :

$$V = D \cdot S \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana, V = Volume atau arus (kend/jam), D = Kepadatan (kend/km), dan S = Kecepatan (km/jam)

- b. Kecepatan didefinisikan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam jarak per satuan waktu. Dalam pergerakan arus lalu lintas, tiap kendaraan berjalan pada kecepatan yang berbeda. Maka arus lalu lintas tidak dikenal karakteristik kecepatan kendaraan tunggal. Perhitungannya, kecepatan dinyatakan dengan notasi S adalah jarak yang dapat ditempuh dalam satu satuan waktu tertentu (Tamin, 2003). Lay (1986) kecepatan diasumsikan sebagai satu-satunya variabel yang mempengaruhi arus lalu lintas.

$$U = \frac{X}{t} \dots\dots\dots(2.3)$$

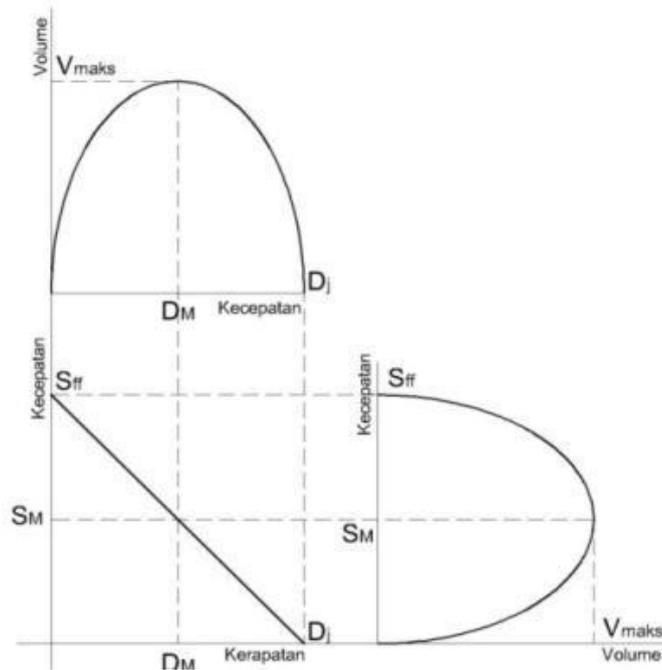
Dengan, U = Kecepatan (km/jam), X = Jarak tempuh kendaraan (km/jam), dan t = Waktu tempuh kendaraan (detik)

- c. Kepadatan

Kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati panjang jalan yang diamati dibagi panjang jalan yang diamati tersebut. Kepadatan dapat dihitung berdasarkan kecepatan dan volume. Hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan adalah sebagai berikut:

$$k = \frac{q}{U_s} \dots\dots\dots(2.4)$$

dengan: k adalah kepadatan lalulintas (kend/ km), q adalah volume lalulintas (kend/ jam), dan U_s adalah Kecepatan lalulintas Rata-rata ruang (km/ jam).



Gambar 2.2 Hubungan matematis antara volume, kecepatan dan kepadatan

Dimana : V_{maks} yaitu kapasitas atau volume maksimum (kend/jam), S_M yaitu kecepatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum (km/jam), D_M yaitu kepadatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum (kend/km), S_{ff} yaitu kecepatan pada kondisi volume lalu lintas sangat rendah (km/jam), dan D_j yaitu kepadatan pada kondisi volume lalulintas macet total (kemd/km)

Gambar diatas menunjukkan keterkaitan antara variabel volume, kecepatan dan kepadatan dari suatu pergerakan arus lalu lintas.

- Hubungan volume dan kecepatan adalah dengan bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan akan berkurang sampai kepadatan kritis tercapai.
- Hubungan volume dan kepadatan adalah kepadatan akan bertambah apabila volumenya juga bertambah. Pada saat tercapai volume maksimum maka kapasitas jalur jalan sudah tercapai.
- Hubungan kecepatan dan kepadatan adalah kepadatan lalu lintas meningkat maka kecepatan akan menurun (Tamin, 2003).

2.2.4. Panjang Antrian

Antrian kendaraan adalah suatu kondisi dimana sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari pada saat berkendara di jalan raya. Antrian menurut Manual

Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997, diartikan sebagai jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat simpang dan dinyatakan dalam kendaraan atau satuan mobil penumpang. Sedangkan panjang antrian diartikan sebagai panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan dinyatakan dalam satuan meter. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan dikontrol oleh gerakan yang didepannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas

Terdapat dua aturan dalam antrian, yaitu *first in, first out* (FIFO) dan *last in, first out* (LIFO). Dalam analisa pengaruh penutupan pintu perlintasan kereta api ini digunakan aturan antrian yang pertama, yaitu *first in, first out* hal ini disebabkan penyesuaian dengan kenyataan di lapangan dan kondisi pendekat lintasan. Dalam melakukan pengukuran panjang antrian, didalamnya harus meliputi pencacahan dari jumlah kendaraan yang berada dalam sistem antrian pada suatu waktu tertentu. Hal tersebut dapat dilakukan dengan perhitungan fisik kendaraan atau dengan memberi tanda (*placing mark along the road lenght*) pada jalan, sehingga mengindikasikan bahwa jumlah kendaraan yang berada dalam antrian akan dinyatakan dalam satuan panjang.

2.2.5. Tundaan Kendaraan

Tundaan merupakan waktu tambahan yang diperlukan oleh pengendara untuk menempuh suatu simpang jika dibandingkan dengan pengendara tanpa melalui simpang. Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 1997 . Mengatakan bahwa tundaan terjadi karena dua hal yaitu pertama tundaan geometri (TG), terjadi karena kendaraan berhenti atau membelok pada suatu simpang sehingga menimbulkan perlambatan dan kecepatan terganggu. Kedua adalah tundaan lalu lintas (LL), terjadi karena interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas yang ditinjau dari tundaan lalu lintas seluruh simpang.

Menurut Adita dkk (2019) salah satu faktor kemacetan di perlintasan kereta api adalah durasi waktu penutupan saat kereta melewati persimpangan. Durasi penutupan perlintasan yang tidak tentu mengakibatkan pengguna jalan menjadi tidak disiplin dengan menerobos perlintasan yang berakibat pada meningkatnya tingkat kecelakaan lalu lintas yang terjadi di persimpangan sebidang tidak berpalang pintu.

Beberapa definisi tentang tundaan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- a) *Stopped delay* merupakan situasi saat kendaraan dalam kondisi stasioner akibat adanya aktifitas pada persimpangan. *Stopped delay* disini diartikan sama dengan *stoppedtime*.
- b) *Time in queue delay* merupakan kondisi saat kendaraan pertama berhenti sampai kendaraan tersebut keluar dari antrian. Pada persimpangan, waktu kendaraan tersebut dari antrian dihitung saat kendaraan melewati *stop line*. Tundaan Lalu Lintas (*Vehicles Interaction Delay*) dan Tundaan Geometrik (*Geometric Delay*). Secara sistematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$T = T_T + T_0 \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

T_T = Tundaan lalu lintas rata-rata

T_G = Tundaan Geometrik rata-rata

T_0 = Waktu tempu saat arus bebas, merupakan waktu minimum yang diperlukan untuk menempuh suatu ruas jalan tertentu (detik)

Tundaan berhenti mengakibatkan selisih waktu antara kecepatan bergerak (*Running Speed*) dan kecepatan (*Journey Speed*)

$$T_s = t_2 - t_1 \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

T_s = Tundaan (detik)

t_1 = Waktu tempuh saat palang ditutup (detik)

t_2 = waktu tempuh saat palang dibuka (detik)

2.2.6. Regresi

Analisis regresi berguna untuk memprediksi seberapa jauh pengaruh satu atau beberapa variabel bebas (independen) terhadap variabel bergantung (dependent). Regresi linier sederhana antara variabel bebas (X) dan variabel bergantung (Y) mengikuti persamaan.

$$Y = a + b X \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

Y = merupakan variabel bergantung (dependent variable)

X = sebagai variabel bebas (independent variable)

a = sebagai konstanta regresi

b = kemiringan garis regresi

2.2.7. Koefisien Korelasi

Korelasi adalah metode statistika yang digunakan untuk menentukan kuatnya atau derajat hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Semakin nyata hubungan linier (garis lurus), maka semakin kuat atau tinggi derajat hubungan garis lurus antara kedua variabel atau lebih. Ukuran untuk derajat hubungan garis lurus ini dinamakan koefisien korelasi

2.2.8. Model *Greenshield*

Pemodelan ini merupakan model paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku lalu lintas. Greenshield mengadakan studi pada jalur jalan di kota Ohio USA, dimana kondisi lalu lintas memenuhi syarat karena tanpa gangguan dan bergerak secara bebas (*steady state condition*). Greenshields mendapat hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan bersifat linier. Pengendara akan mengurangi kecepatannya ketika jumlah kendaraan di sekitarnya meningkat (kerapatan meningkat). Interaksi yang dekat antara kerapatan dan kecepatan sehingga investigator sebelumnya mengeksplorasi tentang hubungan antara kecepatan dan kerapatan bahwa keduanya adalah hubungan paling sederhana (dan mungkin yang paling nyata) dan hubungan yang semacamnya adalah sebuah hubungan linier, seperti yang diusulkan oleh Greenshield.