

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Metode Penelitian	Hasil
1	Ragil Budi Kuncoro, dkk (2019), Analisis Tingkat Pelayanan Jalan pada Perlintasan Sebidang dengan Rel Kereta Api	Analisis Deskriptif	Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai arus lalu lintas saat palang pintu di tutup, lama tundaan (Stopped delay) dan panjang antrian akibat penutupan pintu perlintasan kereta api Jalan Mojo Jaten. Adapun temuan studi dari hasil analisis yaitu: 1. Jalan Mojo Jaten mempunyai kapasitas jalan $C = 2.109,3$ Smp/Jam dengan tingkat pelayanan pada Jalan Mojo adalah E dengan nilai LOS 0,97 Smp/jam. Kondisi pelayanan kurang baik dimana kendaraan berjalan dengan banyak

			hambatan. 2. Tundaan terbesar di Jalan Mojo Jaten saat palang pintu ditutup terjadi pada pukul 16.49 WIB dengan tundaan sebesar 244 detik, sedangkan tundaan terendah terjadi pada pukul 14.26 WIB dengan tundaan sebesar 42 detik 3. Panjang antrian terpanjang di Jalan Mojo saat palang pintu ditutup terjadi pada pukul 16.49 WIB dengan panjang 386,9 eter dari arah timur, sedangkan panjang antrian terpendek terjadi pada pukul 14.26 WIB dengan panjang 66,5 meter dari arah barat.
2	Anisa Riskitaliani, (2021), Klasifikasi Pelanggaran pada Perlintasan Kereta Api di Kota Bandung	Metode Cross dan Uji Shekuare	Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terhadap perilaku pengguna kendaraan bermotor di Kota Bandung dapat disimpulkan bahwa: 1. Pelanggaran lalu

			lintas yang sering terjadi di perlintasan kereta api antara lain bermain gadget pada saat di perlintasan kereta api yaitu sebesar 44%, melewati perlintasan dengan kecepatan tinggi sebesar 39.6%, dan sebesar 35,9% tidak menengok kanan-kiri pada saat melintasi perlintasan kereta api. Memaksa membuka palang pintu adalah pelanggaran yang paling jarang dilakukan yaitu sebesar 4%. 2. Klasifikasi pelanggaran lalu lintas di perlintasan kereta api pada penelitian ini terdapat menjadi 2 cluster. Cluster 1 merupakan kelompok yang perilaku pengendaranya tidak melanggar peraturan lalu lintas dan pada cluster 2 merupakan kelompok yang perilaku pengendaranya melanggar peraturan lalu lintas pada
--	--	--	--

			perlindungan kereta api. 3. Pada klasifikasi pelanggaran lalu lintas berdasarkan karakteristik pengguna perlindungan kereta api di Kota Bandung terdapat satu variabel yang mempengaruhi pelanggaran lalu lintas pada perlindungan kereta api, jenis kendaraan yaitu motor.
3	Medilla Kusriyanto, dkk. (2017), Sistem Palang Pintu Perlindungan Kereta Api Otomatis Dengan Komunikasi Wirelles Berbasis Arduino	Modul Transceiver Nrf24L01+PA+LNA	Berdasarkan pada hasil uji coba yang telah dilakukan bahwa nilai data yang dihasilkan sensor getaran tidak stabil dan berdasarkan analisa semakin besar putaran potensiometer, maka sensitivitas sensor getaran akan semakin besar.
4	Oyi Adi Sutrisno, dkk (2019), Sistem Pengaman Perlindungan Kereta Api Terhadap Jalur Lalu Lintas Jalan Raya.	Modul Arduino	Dari perancangan alat sistem pengaman perlindungan kereta api terhadap jalur lalu lintas jalan raya berbasis arduino, kemudian dilakukan

			pengujian yang dilakukan bahwa apabila kereta ap melintas dengan jarak 50 meter maka sensor ultra sonik akan membaca program dan palang akan turun secara otomatis.
--	--	--	--

Sumber : Jurnal Penelitian

2.2 Pengertian Transportasi

Transportasi adalah kegiatan memindahkan atau mengangkut orang dan atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan atau alat lain, dimana produk yang dipindahkan ke tempat tujuan yang dipindahkan. (Purnama et al., 2017).

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 1992 Tentang Perkeretaapian. Bahwa perkeretaapian sebagai salah satu moda transportasi tidak dapat dipisahkan dari moda-moda transportasi lain yang ditata dalam sistem transportasi nasional, mempunyai karakteristik

pengangkutan secara masal dan keunggulan tersendiri, perlu lebih dikembangkan potensinya dan ditingkatkan peranannya sebagai penghubung wilayah baik nasional maupun internasional (Bappenas Ri, 2020).

2.3 Persimpangan (*Intersection*)

Persimpangan adalah suatu daerah umum dimana dua ruas jalan atau lebih saling bergabung atau berpotongan, termasuk fasilitas-fasilitas yang ada dipinggir jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah tersebut (Morlok 1998). Persimpangan dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu :

persimpangan dengan lampu (*signalized intersection*) dan persimpangan tanpa lampu (*unsignalized intersection*). Pada persimpangan dengan lampu, fasilitas-fasilitas yang ada berupa sinyal lalu lintas (*traffic light*) dan bundaran (*rotary intersection*). Sedangkan pada persimpangan tanpa lampu fasilitas-fasilitas yang ada berupa prioritas atau kanalisasi.

Menurut II-ICM, 1997, pada suatu persimpangan umumnya sinyal lalu lintas ini dipergunakan untuk alasan sebagai berikut :

1. Untuk menghindari kemacetan persimpangan akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.

2. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah berlawanan.

Karakteristik utama dari transportasi adalah bahwa setiap pengemudi bebas memilih rutenya sendiri didalam jaringan transportasi yang ada dan karena itu perlu disediakan persimpangan-persimpangan untuk menjamin aman dan efisiensinya arus lalu lintas yang hendak pindah dari suatu mas jalanke mas jalan lainnya (Morlok, 1988 : 736).

Persimpangan jalan terdiri dari dua kategori utama, yaitu persimpangan sebidang (*intersection*) dan persimpangan tak sebidang yang sering disebut dengan interchange. Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk ke persimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalur yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lainnya seperti misalnya pada persimpangan di jalan-jalan kota.

Sebaliknya, persimpangan tak sebidang adalah memisah-misahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda-beda sedemikian rupa, sehingga persimpangan jalur dari kendaraan hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu pada jalur gerak yang sama. Berbagai jenis persimpangan sebidang mencerminkan pola pengaturan dari jalan-jalan, derajat pemisahan dari gerakan-gerakan berlawanan tertentu, volume lalu lintas yang harus ditampung dan kecepatan serta luas daerah yang disediakan untuk fasilitas tersebut. Untuk melihat sebab rerjadinya kecelakaan, maka harus memperhatikan apa yang

terjadi di persimpangan-persimpangan (Hobb,1995:448). Dimanapun arus lalu lintas memotong arus yang lain, disanalah tempat kemungkinan terjadinya kecelakaan. Titik potong ini disebut titik konflik yang terjadi setiap jamnya pada masing-masing pertemuan jalan dapat langsung diketahui dengan cara mengukur volume aliran untuk seluruh pergerakan kendaraan. Masing-masing titik kemungkinan menjadi tempat terjadinya kecelakaan dan tingkat keparahan kecelakaannya berkaitan dengan relatif suatu kendaraan. Apabila ada pejalan kaki yang menyeberang jalan pada pertemuan jalan tersebut, maka konflik langsung antara kendaraan dengan pejalan kaki akan meningkat, Untuk frekuensinya sekali lagi tergantung pada jumlah dan arah kendaraan dan pejalan kaki.

2.4 Pergerakan Lalu Lintas di Persimpangan

Menurut Hobb (1995 : 448) gerakan kendaraan pada sebuah jalur gerak merupakan hal yang terpenting dalam pertimbangan kapasitas dan pelayanan suatu system transportasi. Gerakan perpisahan (*diverging*) merupakan gerakan yang paling sederhana untuk dilakukan sebagaimana keputusan pengemudi terbatas untuk memilih titik untuk meninggalkan arus secara tepat dengan demikian tidak melibatkan pemilihan waktu gap yang tepat. Peringatan dini yang cukup dari titik meninggalkan arus diberikan untuk mempermudah pengemudi mengatur kecepatannya secara bertahap sesuai yang dibutuhkan dengan tepat.

Pengemudi yang ingin melakukan gerakan penggabungan (*merging*) menuju suatu arus prioritas dipaksa untuk memilih gap yang tepat.

Persyaratan kritis adalah bahwa interval waktu dan jarak, diantara kedatangannya pada titik gabung yang disesuaikan dengan kecepatannya sendiri dan kendaraan yang datang selanjutnya pada arus utama. Ukuran gap untuk gerakan penggabungan sangat dipengaruhi oleh kecepatan relatif kendaraan kondisi kecepatan relatif tinggi membutuhkan gap yang lebih besar untuk gerakan yang aman dan sebaliknya diperlukan gap yang lebih kecil pada kecepatan relatif rendah, Gerakan penyilangan(*crossing*) tanpa kontrol, yaitu bila tidak terdapat arus utama sangat berbahaya sebab kedua pengemudi harus membuat keputusan yang memberikan hak untuk lewat terlebih dahulu kepada satu diantara keduanya, Gerakan menyalip-nyalip, berpindah-pindah jalur (*weaving*) dapat dianggap kasus dari gerakan penyilangan tetapi titik kejadian sebenarnya bersifat fleksibel, seperti gerakan menyalip pada pertemuan jalan bersudut kecil dimana sudutnya kurang dari 30 derajat.

Gerakan menyalip-nyalip dan berpindah- pindah jalur ini harus diperlakukan secara terpisah dari gerakan penyilangan bukan tegak lurus secara langsung. Suatu contoh menyalip-nyalip dan berpindah-pindah jalur adalah yang terjadi pada bundaran dan diantara jalur penghubung masuk dan keluar pada pertemuan jalan tidak sebidang (tidak sama ketinggiannya). Pengaturan pergerakan pada persimpangan diperlukan untuk memperlancar arus lalu lintas pada persimpangan dan atau untuk menghindari kemacetan yang terjadi dipersimpangan. Pengaturan pergerakan tersebut dapat dilakukan dengan memasang rambu-rambu lalu

lintas, seperti tanda belok kiri, jalan terus, lurus jalan terus dan sebagainya. Juga bisa diatur dengan memasang kanal yang fungsinya untuk menyederhanakan gerakan-gerakan kendaraan.

2.5 Tundaan

Tundaan yang disebabkan oleh adanya gangguan pada arus lalu lintas akan mengakibatkan kinerja dari sistem lalu lintas terganggu. Tundaan akibat hentian (*stopped delay*) adalah tundaan yang terjadi pada kendaraan dengan kendaraan tersebut berada dalam kondisi benar-benar berhenti pada kondisi mesin masih hidup (*stationer*). Kondisi ini bila berlangsung lama, maka pada akhirnya akan mengakibatkan suatu kemacetan. Tundaan menggambarkan suatu kondisi yang tidak produktif terutama bila dinilai dalam bentuk uang. Kondisi sistem transportasi dengan tundaan merupakan peningkatan dari proporsi biaya pada masyarakat, terutama yang menggunakan jasa dan fasilitas transportasi dengan kondisi system transportasi yang tidak efisien lagi, Sampai saat ini yang dapat dilakukan adalah upaya-upaya menekan terjadinya tundaan tetapi belum dapat sampai menghilangkan tundaan tersebut.

Tundaan akan mengakibatkan selisih waktu antara kecepatan perjalanan dan kecepatan bergerak, Pada sebagian besar pertemuan jalan waktu operasi akan hilang terutama sekali pada pertemuan jalan yang sebidang, baik yang tidak diatur oleh lampu sinyal maupun yang diatur oleh lampu sinyal. Dalam kondisi kemacetan, waktu yang hilang akibat tundaan

dan panjang antrian merupakan parameter yang sangat esensial dan merupakan hal yang sangat penting untuk ditangani.

Tundaan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997, disebutkan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, Tundaan Lalu lintas (*Vehicle Interaction Delay*) adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan Geometri (*Geometric Delay*) adalah disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok simpang dan atau yang terhenti oleh lampu merah. Beberapa definisi tentang tundaan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. *Stopped delay* adalah waktu saat kendaraan berada dalam kondisi stasioner akibat adanya aktifitas pada persimpangan. Stopped delay disini sama pengertiannya dengan stopped time.
2. *Time in queue delay* adalah waktu sejak kendaraan pertama berhenti sampai kendaraan tersebut keluar dari antrian. Pada persimpangan, waktu kendaraan tersebut dari antrian dihitung saat kendaraan melewati stop line. Penundaan karena berhenti menimbulkan selisih waktu antara kecepatan normal dan kecepatan saat mengalami tundaan. Penundaan karena keramaian (kepadatan) lalu lintas dapat mengurangi kecepatan bergerak.

Tundaan dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$D = Tt - t$$

..... Persamaan 2.A

Dimana :

D= tundaan

Tt= waktu tempuh dengan kecepatan terhambat

t = waktu tempuh dengan kecepatan bebas hambatan

2.6 Panjang Antrian

Antrian kendaraan adalah fenomena transportasi yang tampak sehari-hari. Antrian dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997, didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat simpang dan dinyatakan dalam kendaraan atau satuan mobil penumpang. Sedangkan panjang antrian didefinisikan 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 antrian akibat perlintasan sebidang jalan dengan rel kereta api pada ruas jalan raya mondoroko km. 10 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 penghitungan 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. Alternatif lain adalah dengan menggunakan video camera untuk merekam kondisi antrian yang terjadi untuk digunakan dalam analisis selanjutnya.

2.7 Perlintasan

Kapasitas dari jalan di perkotaan di bawah kondisi puncak, dipengaruhi oleh persimpangan itu sendiri. Bila jalan utama melayani volume lalu lintas yang rendah dan jalan samping (jalan kecil sejajar jalan utama) hanya melayani kendaraan ringan, maka pertemuan jalan sebidang sederhana biasanya sudah memadai. Lain halnya jika pertemuan sebidang tersebut adalah perpotongan antara arus lalu lintas dua jenis moda transportasi yang berbeda, dalam hal ini jalan raya dengan jalan rel atau jalan kendaraan (mobil) dengan kereta api, Masing-masing jalur memiliki karakter transportasi yang berbeda dan tingkat pelayanan yang berbeda pula.

Di Indonesia pertemuan jalan sebidang antara jalan rel kereta api dengan jalan raya yang dikenal dengan istilah perlintasan. Pada perlintasan yang memiliki frekuensi yang rendah biasanya untuk alasan keamanan bagi

masing-masing lalu lintas, maka lintasan dilengkapi dengan rambu "stop" ataupun "cross bugs". Tetapi pada saat volume arus menjadi besar antara lalu lintas yang masuk dan yang keluar dari lintasan tersebut, maka pemasangan sistem kontrol menjadi sangat diperlukan.

2.8 Arus Lalu Lintas (*Traffic Flow*)

Menurut *Indonesian Highway Capacity Manual* (IHCM, 1997), perhitungan arus lalu lintas dilakukan per satuan jam untuk satu arah atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Pada kenyataannya, arus lalu lintas tidak selalu sama setiap saat, Variasi yang terjadi selama satu jam dinyatakan dalam faktor jam puncak (*Peak Hour Faktor* / PHF), yaitu perbandingan antara arus lalu lintas jam puncak dengan 4 kali 15 menit arus lalu lintas tertinggi pada jam yang sama.

$$PHF = \frac{V}{(4 \times V_{15})}$$

Keterangan :

PHF = faktor jam puncak (peak hourfaktor)

V = volume selama 1 jam (kendaraan / jam)

V₁₅ = volume selama 15 menit tersibuk pada jam tersebut (kendaraan / 15 menit)

Arus lalu lintas (Q) untuk masing-masing gerakan, baik belok kiri, lurus maupun belok kanan dikonversikan dari kendaraan per-jam menjadi

satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan nilai ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing jenis pendekat, yaitu pendekat terlindung (protected) dan pendekat terlawan (opposed). Tipe pendekat terlindung (P) adalah arus keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus. Sedangkan tipe pendekat terlawan adalah arus keberangkatan dengan konflik antara gerak lalu lintas belok kanan dan gerakan lurus / belok kiri.

Tabel 2.2 : Nilai emp pendekar terlindung dan terlawan

Jenis Kendaraan	Jalan Perkotaan	
	Pada Ruas	Pada Persimpangan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,2	1,3
Kendaraan Motor (MC)	0,25	0,2

Sumber: Indonesian Highway Capacity Manual, 1997: 2 – 10

2.9 Sistem Kontrol Perlintasan

Lampu kontrol dalam bentuk sinyal akan memberikan kinerja yang efektif untuk jaringan jalan raya bila dioperasikan dengan benar dan tepat. Akan tetapi peranan sistem kontrol atau sistem lalu lintas bukanlah sebagai penangkal terjadinya masalah lalu lintas seperti tundaan, kemacetan, kecelakaan dan lain-lain. Fungsi utama dari system control adalah memberikan hak berjalan (*right of way*) secara bergantian kepada beberapa pergerakan kendaraan dan orang di persimpangan.

Sistem lalu lintas yang didesain dan dioperasikan dengan benar dan tepat, pada umumnya mempunyai keuntungan bagi arus lalu lintas, antara lain:

Menciptakan pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur sehingga dapat meningkatkan daya dukung simpang dalam melayani arus kendaraan.

1. Mengurangi terjadinya kecelakaan, khususnya tabrakan *right angle* dan kendaraan dengan pejalan kaki.
2. Menciptakan gap dari arus kendaraan yang padat untuk memberikan hak berjalan bagi arus kendaraan lain atau pejalan kaki memasuki simpang juga menciptakan *platoon* dari arus yang padat.
3. Memberikan mekanisme kontrol lalu lintas yang lebih murah dan efektif dibandingkan dengan cara-cara manual.
4. Memberikan rasa percaya kepada pengendara bahwa hak berjalannya terjamin dan sikap disiplin.

2.10 Pertemuan Sebidang Jalan Raya Dengan Jalan Kereta Api

Lintasan kereta api yang memotong jalan raya melibatkan beberapa elemen pengontrol untuk keamanan, yaitu : rambu-rambu, lampu sinyal otomatis, gerbang kereta api otomatis/tidak.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk mendesain lintasan kereta api

1. Sudut

Untuk mengurangi titik rawan kecelakaan, sudut sebaiknya tidak lebih dari 45°.

2. Gerbang

Panjang gerbang dan titik pusat gerbang harus sama dengan pengilangan sepanjang jalan raya secara normal (tegak lurus).

3. Jarak Pandang

Jarak pandang minimal 50 meter (kanan dan kiri) disesuaikan dengan keadaan jalan dan keperluan.

4. Rambu-Rambu Peringatan

Rambu-rambu peringatan harus terlihat dari jauh, sehingga pengendara mengetahui bila akan mendekati perlintasan

Menurut Imam Subarkah (1981), di Indonesia pertemuan sebidang antara jalur rel dengan jalan raya dikenal dengan istilah lintasan. Jalan perlintasan yaitu jalan rel yang menyilang jalan umum yang permukaannya sama tinggi dengan jalan rel itu sendiri.

Pada perlintasan tanpa palang pintu tabrakan antara kereta api dan kendaraan umum tak boleh terjadi, untuk tujuan ini pengendara di jalan umum harus dapat melihat kereta api yang datang dari jarak yang cukup jauh, supaya ia masih dapat melihat dengan aman melewati lintasan atau menghentikan kendaraan dimuka lintasan. Jadi disekitar lintasan itu harus ada lapangan bebas penglihatan dari tumbuhan tinggi atau bangunan-bangunan.

2.11 Lama Penutupan Pintu Perlindungan

Mira Arifni (2000), menyebutkan lama penutupan perlindungan kereta api dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Frekuensi kedatangan kereta api di perlindungan

Frekuensi/kedatangan kereta api di perlindungan merupakan faktor yang cukup penting untuk dibicarakan, sebab frekuensi kedatangan kereta api yang cukup tinggi akan membuat makin sering pintu pengamanan perlindungan harus ditutup, maka makin berulang kali pula arus lalu lintas harus terhambat.

2. Panjang dan rangkaian kereta

Panjang rangkaian kereta api adalah jumlah gerbong untuk penumpang atau barang yang ditarik oleh lokomotif dalam suatu rangkaian. Panjang/jumlah rangkaian kereta api merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi lamanya waktu penutupan pintu perlindungan kereta api, maka akan berpengaruh terhadap banyaknya kendaraan yang mengalami tundaan.

3. Kecepatan kereta api di perlindungan

Tidak ada peraturan khusus yang membatasi kecepatan kereta api saat melintas di perlindungan. Kecepatan kereta api dipengaruhi oleh memperlambatnya jalan kereta api akibat mendekati stasiun kereta api ataupun akan meninggalkan stasiun kereta api.

