

**PENGARUH PENUTUPAN PERLINTASAN KERETA API
TERHADAP KINERJA RUAS JALAN MENGGUNAKAN
METODE *GREENSHIELD* DAN *SHOCKWAVE*
(Studi Kasus Jalan Raya Bandung – Garut Kabupaten Garut)**

Wildan Wiranurjamil¹, Uu Saepudin², Taufik Martha³

¹²³**Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh**

Email: wildanwiranurjamil@gmail.com, uusaepudin20@gmail.com, taufikmartha90@gmail.com

ABSTRACT

Transportation is an instrument that is difficult to eliminate and also has a strategic development to launch all activities. types of existing transportation groups include road and rail transportation. The impact of the meeting of these two types of transportation infrastructure is that it causes the performance of the road section to be disrupted coupled with the closure of the railroad crossing. Queues and delays that occur at railroad crossings occur due to differences between volume, speed and density, as well as geometric conditions, road section capacity plus the closure of railroad crossings.

The research method used in this study is to obtain data using primary and secondary data. Then the relationship value of the three variables is calculated using the Greenshield method and the determination of queue length and delay using Shockwave.

Based on the results of the analysis and discussion, it is obtained for the relationship between volume, speed and density with the Greenshield method which produces a coefficient of determination (R^2) = 0.9449 for the relationship between volume and speed, (R^2) = 0.9186 for the relationship between volume and density, (R^2) = 0.9983 for the relationship between volume and density. Maximum traffic volume on Sunday (V_{mak}) = 4227.61 smp/hour. And the capacity value of the road section (C) with a 2/2-TT road type of 3758.40 smp / hour. The resulting degree of saturation is 1.124 smp / hour level of service E. The length of the queue and the biggest delay with the shock wave gives a value of 119.40 meters which occurs when the train passes at 16.15.25 - 16.19.16 WIB on Sunday with the volume of vehicles when the crossing door is opened (V_a) = 102.54 smp / hour. The density that occurs in vehicles when the crossing gate is opened (D_a) = 5.09 smp/km. The door crossing is closed for 231 seconds and the delay (stopped delay) for 278.50 seconds, the normalization time is 236.59 seconds.

Keywords : *Traffic Volume, Speed, Density, Saturation Degree, Greenshield, Shockwave*

I. PENDAHULUAN

Transportasi yaitu instrumen yang susah dihilangkan dari masyarakat dan juga memiliki perkembangan strategis untuk meluncurkan segala aktivitas di bidang ekonomi hingga aspek kehidupan lainnya sehingga transportasi bisa dibilang sudah menjadi kebutuhan pokok bagi manusia. Hal itu di sebabkan karena manusia membutuhkan suatu elemen yang memenuhi pergerakan nya setiap saat dalam memenuhi kebutuhannya.

Adapun transportasi dikelompokkan menjadi tiga jenis golongan diantaranya, yaitu darat,

Air, dan Udara. Transportasi darat biasanya transportasi yang digunakan untuk mempermudah pergerakan manusia di daratan terdapat 2 jenis transportasi darat diantaranya transportasi jalan raya dan jalan rel. Transportasi air biasanya transportasi yang digunakan untuk mempermudah pergerakan manusia yang melalui air diantaranya transportasi air di pedalaman dan laut. Dan terakhir transportasi udara biasanya transportasi yang digunakan untuk mempermudah pergerakan manusia yang melalui udara diantaranya pesawat udara dan segala jenisnya. Dari banyak nya jenis

golongan transportasi yang ada diantaranya transportasi jalan raya dan jalan rel yang paling banyak dipakai untuk melengkapi pergerakan manusia sehari – hari.

Pada tahun 1887 *Staatsspoorwegen Westerlijnen* meresmikan pemembangun jalur kereta api dari Cicalengka sampai Garut dan dibuka untuk umum pada tanggal 14 Agustus 1889 yang sekarang di kelola oleh PT Kereta Api Indonesia yang masuk di wilayah Daerah Operasional II Bandung. Transportasi jalan rel sendiri banyak digemari oleh banyak kalangan dalam hal pemanfaatan moda transportasi umum seperti kereta api dimana dalam segi efektivitas terbilang cepat dan dari segi operasional terjangkau sehingga ramai digemari banyak orang. Namun kekurangan dari transportasi jalan rel sendiri itu dari segi waktu tidak bisa di akses setiap saat yang memang mempunyai jadwal tersendiri dan juga dapat menyebabkan gangguan terhadap transportasi jalan raya sendiri. Adapun masalah yang sering terjadi antara transportasi jalan rel dan jalan raya sendiri itu sangat sering dijumpai seperti hal nya adanya kecelakaan dan yang paling sering sendiri antian kendaraanyang terjadi ketika kereta api melintas.

Perlintasan ketera api di jalan raya Bandung – Garut Kilometer 28, kabupaten Garut adalah jalur yang memiliki kapasitas lalu lintas yang padat karena posisi jalur tersebut merupakan jalur utama yang menghubungkan kabupaten Bandung dan kabupaten Garut, jalur tersebut juga merupakan jalur kereta api yang menghubungkan jalur selatan pulau jawa yang fungsinya cukup penting bagi keberlangsungan kebutuhan transportasi jalan rel.

Kabupaten Garut yaitu sebuah wilayah yang terletak di provinsi Jawa Barat bagian Selatan pada koordinat 6°56'49" - 7 °45'00" Lintang Selatan dan 107°25'8" - 108°7'30" Bujur Timur. Secara administratif kabupaten Garut Pada Tahun 2024, Luas wilayah nya sendiri sekitar 3.065,19 km². Adapun jumlah penduduk kabupaten Garut mengalami kenaikan sebanyak 3.79% dari tahun 2023 sebanyak 2.585.604 jiwa dan pada tahun 2024 sebanyak 2.683.665 jiwa. Kabupaten Garut mengalami perkembangan yang sangat cepat baik dalam bidang ekonomi, pendidikan dan budaya.

Adanya pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi serta meningkatnya perekonomian di Indonesia memberi dampak pada peningkatan jumlah kendaraan yang ada termasuk di kabupaten Garut sendiri. Hal itu menjadikan transportasi menjadi suatu elemen penting yang dipakai guna melakukan perpindahan dari satu wilayah ke wilayah lainnya pada setiap saat. Salah satu dampak yang timbul akibat adanya penutupan palang pintu kereta api menyebabkan kinerja ruas jalan terganggu ditambah lagi adanya persimpangan tanpa *traffic light* setelah palang pintu kereta api tersebut meskipun sudah adan pemecahan solusi terhadap permasalahan tersebut seperti pembukaan jalan baru dan menerapkan sistem *one way* yang di lakukan setiap *weekend* dan pada jam tertentu sehingga kecepatan di ruas jalan raya Bandung – Garut kurang dari 40 km/jam meskipun solusi yang sudah ada dari pemerintah belum bisa mengatasi masalah tersebut. Kondisi ruas jalan raya Bandung – Garut Kilometer 28 memiliki volume lalu lintas yang tinggi juga sebagai jalan alternatif utama untuk menuju Kabupaten Bandung. Adanya penundaan akibat palang pintu kereta api ini menyebabkan tundaan dan antrian kendaraan yang panjang, ditambah lagi jalur kereta api memiliki elevasi yang lebih tinggi dari elevasi normal jalan.

Adanya peningkatan volume lalu lintas akan menyebabkan berubahnya perilaku lalu lintas. Secara teoritis terdapat hubungan yang mendasar antara volume (flow) dengan kecepatan (speed) serta kepadatan (density). Hubungan tersebut dipakai sebagai pedoman untuk menentukan nilai matematis dari kapasitas jalan untuk kondisi ideal, serta dapat dipakai sebagai dasar dalam penerapan manajemen lalu lintas (*traffic management*) yang lebih sesuai dengan metode *greenshield*. Selanjut gelombang kejut pada perlintasan sebidang dimulai pada saat pintu perlintasan ditutup dimana antrian mulai terbentuk dan proses pemulihannya setelah pintu perlintasan dibuka. Gelombang kejut terjadi karena adanya perubahan kerapatan lalu lintas sebagai akibat dari adanya halangan pada arus lalu lintas bebas dengan permasalahan yang telah terjadi tersebut maka penyelesaian nya menggunakan metode *shockwave*.

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan maka tujuan penelitian ini yaitu

pengaruh penutupan perlintasan kereta api terhadap kinerja ruas Jalan Raya Bandung – Garut pada Kilometer 28.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, 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.

Sistem Jaringan Jalan adalah satu kesatuan ruas jalan yang saling menghubungkan dan mengikat pusat kegiatan/pusat pertumbuhan, dan simpul transportasi dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam satu hubungan hierarkis. Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel (UU RI No 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan).

2.2 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan raya menurut bina marga tertuang dalam 19 mengelompokan jalan berdasarkan klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi Menurut Medan Jalan, dan Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan.

2.3 Pengertian Perlintasan

Perlintasan adalah perpotongan sebidang antara antara jalur rel yang dipergunakan untuk perjalanan kereta api dengan jalur yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan jalan raya.

2.4 Jenis – Jenis Perlintasan

Menurut Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian, secara hukum jenis perlintasan dibagi atas 2 jenis yaitu diantaranya :

1. Perlintasan Resmi

Perlintasan Resmi adalah perlintasan sebidang yang keberadaannya telah memiliki syarat-syarat dan ketentuan hukum, di jaga dan dilengkapi rambu dan alat bantu pengamanan,

tidak di jaga namun dilengkapi dengan rambu dan alat bantu pengamanan.

2. Perlintasan Tidak Resmi

Perlintasan Tidak Resmi adalah perlintasan sebidang yang keberadaannya belum/tidak memiliki syarat-syarat dan ketentuan hukum, tidak dijaga namun di lengkapi rambu tetapi tidak dilengkapi alat bantu pengamanan, dan ada juga yang tidak dijaga dan tidak dilengkapi rambu serta tidak dilengkapi dengan alat bantu pengamanan dan biasanya di sebut perlintasan liar.

2.5 Jenis Kendaraan

Kendaraan merupakan salah satu unsur lalu lintas selain pejalan kaki yang beroda. Jenis-jenis kendaraan terbagi menjadi sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai EMP Tipe Kendaraan

No.	Tipe Kendaraan	Jenis Kendaraan	Nilai EMP
1.	Sepeda Motor (SM)	Sepeda motor, kendaraan bermotor roda 3	0,25
2.	Mobil Penumpang (MP)	Sedan, jeep, minibus, mikrobus, pickup, truk kecil	1,00
3.	Kendaraan Sedang (KS)	Bus tanggung, bus metromini, truk sedang	1,20
4.	Bus Besar (BB)	Bus besar	1,20
5.	Truk Besar (TB)	Truk gandeng, dan truk tempel (semitrailer)	1,80

Sumber : PKJI 2023

2.6 Arus Dan Volume Lalu Lintas

Arus lalu lintas (flow) adalah jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan pada penggal jalan tertentu pada waktu tertentu, diukur dalam satuan kendaraan per satuan waktu. Sedangkan volume adalah jumlah kendaraan yang diamati melewati suatu titik tertentu dari suatu ruas jalan selama rentang waktu tertentu. Volume lalu lintas biasanya dinyatakan dengan satuan kendaraan/jam (smp/jam) atau kendaraan/hari (smp/hari).

$$q_{JP} = \frac{LHRT \times K}{FJS}$$

Keterangan :

LHRT = Volume lalu lintas rata – rata (smp/hari)

K = Faktor jam desain

F_{JS} = Faktor jam sibuk

2.7 Kecepatan

Kecepatan didefinisikan sebagai gerak dari kendaraan dalam jarak persatuan waktu (Hidayati dkk, 2018). Kecepatan merupakan parameter yang digunakan untuk menjelaskan keadaan arus lalu lintas. Ada dua hal yang perlu diperhatikan dalam menilai hasil dari studi kecepatan yaitu *space mean speed* (V_s) dan *time mean speed* (V_t). Keduanya dapat dihitung dari serangkaian pengukuran waktu tempuh dan pengukuran jarak menurut rumus di bawah ini dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_s = \frac{d \cdot n}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad V_t = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d}{t_i}}{n}$$

Keterangan :

- V_s = *space mean speed* (km/jam, m/dt)
- V_t = *time mean speed* (km/jam, m/dt)
- D = jarak tempuh (km, meter)
- t_i = waktu tempuh kendaraan (jam, detik)
- n = jumlah kendaraan yang diamati

2.8 Kerapatan

Kerapatan atau kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang ruas jalan tertentu atau lajur yang umumnya dinyatakan sebagai jumlah dalam kendaraan perkilometer. Kerapatan sulit diukur secara langsung dilapangan, melainkan harus dihitung dari nilai kecepatan dan volume arus sebagai berikut :

$$K = Q / U$$

Keterangan :

- K = Kerapatan (kendaraan/km)
- U = *Space Meand Speed* (km/jam)
- Q = Arus Lalu Lintas (kendaraan/jam)

2.9 Kapasitas Jalan

Menurut PKJI (2023), Kapasitas jalan (C) ditetapkan dari kapasitas jalan (C_0) yang dikoreksi oleh faktor-faktor koreksi yang merepresentasikan deviasi geometri jalan dan lalu lintas terhadap kondisi idealnya. Perhitungan dan analisis kapasitas dilakukan untuk setiap arah berdasarkan arus lalu lintas setiap arah dan dilakukan untuk periode satu jam, baik jam desain maupun jam arus puncak. Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FCL \times FCPA \times FCHS$$

Keterangan :

- C = kapasitas (smp/jam).

- C_0 = kapasitas dasar (smp/jam).
- FCL = faktor koreksi kapasitas akibat lebar lajur jalan yang tidak ideal.
- $FCPA$ = Faktor koreksi kapasitas akibat Pemisahan Arah lalu lintas (PA).
- $FCHS$ = Faktor koreksi kapasitas akibat kondisi pada jalan yang dilengkapi bahu atau dilengkapi kereb dan trotoar dengan ukuran yang tidak ideal.

2.10 Derajat Kejenuhan

Menurut PKJI (2023), Derajat Kejenuhan dan EMP adalah ukuran utama yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai D_j menunjukkan kualitas kinerja lalu lintas dan bervariasi antara nol sampai dengan satu. Nilai yang mendekati nol menunjukkan arus yang tidak jenuh yaitu kondisi arus yang lengang dimana kehadiran kendaraan lain tidak mempengaruhi kendaraan yang lainnya. Nilai yang mendekati 1 (satu) menunjukkan kondisi arus pada kondisi kapasitas.

$$D_j = \frac{q}{c}$$

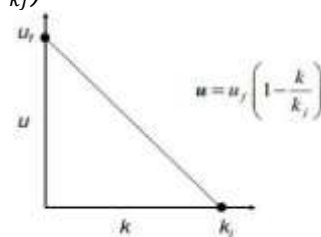
Keterangan :

- D_j = derajat kejenuhan
- C = kapasitas segmen jalan (SMP/jam)
- q = volume lalu lintas (SMP/jam)

2.11 Metode Greendshield

Greenshield merumuskan bahwa hubungan matematis antara kecepatan-kerapatan diasumsikan linear (Ofyar Tamrin, 2000). Hubungan antara kecepatan dan kerapatan menggunakan persamaan berikut:

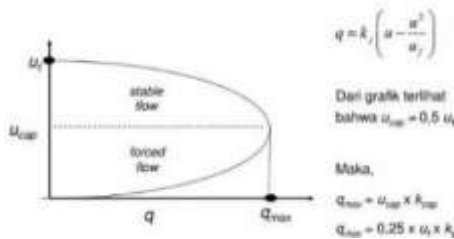
$$u = u_f \left(1 - \frac{k}{k_j} \right)$$



Gambar 1. Hubungan Antara Kecepatan dan Kerapatan

Hubungan antara volume dan kecepatan dapat menggunakan persamaan berikut:

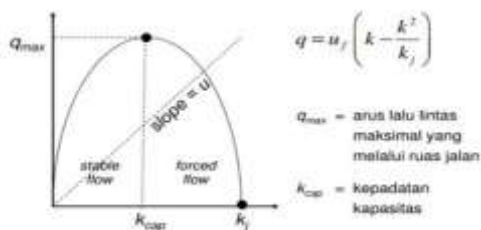
$$q = k_j \left(u \frac{u^2}{u_f} \right)$$



Gambar 2. Hubungan Antara Volume dan Kecepatan

Hubungan antara volume dan kecepatan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$q = u_f \left(k \frac{k^2}{k_j} \right)$$



Gambar 3. Hubungan Antara Volume dan Kerapatan

2.12 Metode Gelombang Kejut (Shock)

Fenomena terjadinya gelombang kejut pada perlintasan sebidang dimulai pada saat pintu perlintasan ditutup dimana antrian mulai terbentuk dan proses pemulihannya setelah pintu perlintasan dibuka. Gelombang kejut terjadi karena adanya perubahan kerapatan lalu lintas sebagai akibat dari adanya halangan pada arus lalu lintas bebas. Kondisi ini bisa terjadi pada ruas jalan karena suatu halangan tertentu seperti misalnya terjadi suatu kecelakaan, penutupan pintu perlintasan, perbaikan badan jalan dan lainnya yang bersifat insiden ataupun sebagai akibat terjadinya penyempitan lajur jalan yang bersifat permanen.

Hubungan antara Kecepatan (*Speed*) dan Volume (*flow*) dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$q = K_j \times u \frac{k_j}{u_f} \times u^2$$

Dari persamaan diatas maka dapat digambarkan kondisi arus lalu lintas saat terjadinya hambatan adalah sebagai berikut:

a. Pada saat pintu perlintasan ditutup (t_1)

Pada kondisi ini nilai kerapatan (k) berangsur-angsur meningkat hingga mencapai k_j yang berjarak ke belakanag menghasilkan persamaan berikut ini.

$$U_{AB} = \frac{q}{k_j - k_1}$$

b. Pada saat pintu perlintasan dibuka (t_2)

Pada kondisi ini maka arus lalu lintas mengalir pada kapasitasnya (atau mencapai k_0), Kerapatan pada kondisi macet berangsur-angsur kembali sampai pada keadaan dimana kerapatan menuju ke kondisi maksimum menghasilkan persamaan berikut ini.

$$U_{BC} = \frac{q_{maks}}{k_j - k_0}$$

c. Pada saat arus lalu lintas kembali normal (t_3)

Pada tahap ini pergerakan k_0 dengan kecepatan UBC, akan menyusul k_j yang kecepatannya U_{AB} . Setelah terkejar kerapatan saat kondisi macet akan hilang dan arus akan kembali pada kondisi normal sebelum adanya penutupan menghasilkan persamaan berikut ini:

$$U_{AC} = \frac{q_{maks} - q}{k_0 - k}$$

Arus lalu lintas dengan kondisi D,C,B menerus terjadi sampai dengan U_{AB} dan U_{BC} mencapai t_3 . Selang waktu antara t_2 sampai t_3 (t_a) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$t_3 - t_2 = t \cdot \left[\frac{U_{AB}}{U_{BC} - U_{AB}} \right]$$

Dengan t adalah lamanya waktu pintu perlintasan ditutup, maka panjang antrian maksimum akan terjadi pada waktu t_3 , persamaanya adalah sebagai berikut:

$$Q_m = \frac{t}{3600} \left[\frac{U_{BC} \cdot U_{AB}}{U_{BC} - U_{AB}} \right]$$

Waktu pelepasan antrian (t_b):

$$t_4 - t_2 = \frac{t \cdot U_{AB}}{U_{BC} - U_{AB}} \left[\frac{U_{BC}}{U_{AC}} + 1 \right]$$

Tundaan yang terjadi adalah:

$$T = t + t_a$$

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif (metode survei langsung). Di mana, metode kuantitatif adalah pendekatan penelitian ilmiah yang menggunakan data yang dapat diukur seperti angka atau statistik untuk menjawab pertanyaan penelitian. Metode ini biasanya mengumpulkan data melalui survei, eksperimen, atau analisis data sekunder. Metode ini juga disebut sebagai metode ilmiah karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkrit, obyektif, terukur, rasional, dan sistematis. Dalam penelitian ini untuk memperoleh data menggunakan data primer dan sekunder.

1. Data primer diperoleh dari pengamatan secara langsung pada objek penelitian di lokasi ruas Jalan Raya Bandung- Garut Kabupaten Garut pada perlintasan kereta api Kadungora, data yang dicari yaitu:
 - a. Geometrik jalan
 - b. Data volume lalu lintas
 - c. Data Kecepatan
 - d. Data panjang antrian
 - e. Waktu penutupan palang pintu perlintasan kereta api
2. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait atau dari sumber lainnya yang berwenang memberikannya berdasarkan nilai-nilai yang sudah menjadi ketetapan. Data sekunder pada penelitian ini berupa grafik perjalanan kereta api yang diperoleh dari stasiun Leles, data lainnya berupa data jumlah penduduk dan denah lokasi penelitian yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Garut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Geometrik Jalan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dilapangan di ruas jalan Jalan Raya Bandung – Garut Kabupaten Garut di peroleh dengan pegamatan langsung di lapangan. Adapun daari hasil pengamatan di lokasi penelitian pada ruas jalan Jalan Raya Bandung – Garut Kabupaten Garut dan perlintasan kereta api Kadungora. Adapun data geometrik yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Kondisi Geometrik

Parameter	Data Teknis
Daerah/Kota/Kabupaten	Kabupaten Garut
Segmen Jalan	Jalan Raya Bandung – Garut
Lebar Jalur	8 Meter
Tipe Jalan	2 lajur 2 arah terbagi

Sumber : Pengamatan di lapangan, 2024

4.2 Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas diperoleh berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan. Dalam pembahasan ini disajikan data - data lalu lintas hasil pengamatan langsung lapangan berupa data jumlah dan waktu tempuh kendaraan. Perhitungan volume lalu lintas dilakukan dengan *traffic counting*, yaitu cara menghitung jumlah pergerakan per

satuan waktu pada suatu ruas jalan. Perhitungan *traffic counting* pada lokasi pengamatan dilakukan selama 8 (delapan) hari yaitu senin, selasa, rabu, kamis, jumat, dan senin untuk mewakili hari kerja, sabtu dan minggu untuk mewakili hari libur pada jam puncak. Pada pelaksanaan pengamatan langsung dilapangan setiap harinya dibagi menjadi 3 (tiga) kali pengamatan yaitu pagi hari jam 06.00 – 08.00 WIB, siang hari jam 11.00 – 13.00 WIB dan sore hari jam 16.00 – 18.00 WIB.

Didapatkan hasil bahwasannya volume lalu lintas tertinggi terdapat pada jam tertentu dapat dilihat sebagai berikut :

- Hari senin dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya volume lalu lintas tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan total volume kendaraan sebesar 2137,25 smp/jam yang di dominasi oleh Sepeda Motor.
- Hari selasa dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya volume lalu lintas tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan total volume kendaraan sebesar 2233,85 smp/jam yang di dominasi oleh Sepeda Motor.
- Hari rabu dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya volume lalu lintas tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan total volume kendaraan sebesar 2261,35 smp/jam yang di dominasi oleh Sepeda Motor.
- Hari kamis dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya volume lalu lintas tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan total volume kendaraan sebesar 2287,45 smp/jam yang di dominasi oleh Sepeda Motor.
- Hari jumat dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya volume lalu lintas tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan total volume kendaraan sebesar 2361,60 smp/jam yang di dominasi oleh Sepeda Motor.
- Hari sabtu dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya volume lalu lintas tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan total volume kendaraan sebesar 2426,65 smp/jam yang di dominasi oleh Sepeda Motor.
- Hari minggu dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya volume lalu lintas tertinggi terdapat pada

jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan total volume kendaraan sebesar 2522,15 smp/jam yang di dominasi oleh Sepeda Motor.

- Hari senin dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya volume lalu lintas tertinggi terdapat pada jam 06.00 – 07.00 WIB sore hari dengan total volume kendaraan sebesar 2228,60 smp/jam yang di dominasi oleh Sepeda Motor.

4.3 Data Kecepatan

Pada penelitian ini untuk kecepatan rata - rata yang ditinjau dilapangan adalah kecepatan rata-rata ruang atau *Space Mean Speed* (SMS), karena penggunaan waktu tempuh rata-rata memperhitungkan panjang waktu yang dipergunakan setiap kendaraan di dalam ruang. Di lapangan data yang diambil adalah sampel data waktu kecepatan pada kendaraan diambil satu dari per 15 menit nya pada jam sibuk dan yang ditempuh kendaraan pada penggal jalan 50 meter sebelum palang pintu kereta api dalam satuan detik. Cara pengolahan data tersebut adalah sebagai berikut :

Waktu tempuh untuk semua jenis kendaraan dijumlah dan diambil satu sampel data kecepatan nya dalam waktu 15 menit dan di rata – rata kan per satu jam. Adapun sebagai perhitungan kecepatan diambil dari data pengamatan pada hari senin pukul 06.00 – 07.00 WIB pada jenis kendaraan sepeda motor, yaitu sebagai berikut :

$$V_s = \frac{d \cdot n}{\sum_{i=1}^n t_i} = \frac{50}{6,71} = 7,46 \text{ m/s}$$

Perhitungan kecepatan adalah jarak dibagi waktu tempuh, dengan penyesuaian satuan dari meter per detik menjadi kilo meter per jam.

$$V_t = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d}{t_i}}{n} = \frac{7,46 \cdot 3600}{1000} = 26,85 \text{ km/jam}$$

Didapatkan hasil kecepatan lalu lintas tertinggi dan terendah terdapat pada jam tertentu dapat dilihat sebagai berikut :

- Hari senin dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kecepatan tertinggi terdapat pada jam 12.00 – 13.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 28,97 km/jam. Dan kecepatan terendah terdapat pada jam 17.00 – 18.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 27,45 km/jam.

- Hari selasa dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kecepatan tertinggi terdapat pada jam 11.00 – 12.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 28,70 km/jam. Dan kecepatan terendah terdapat pada jam 17.00 – 18.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 27,94 km/jam.
- Hari rabu dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kecepatan tertinggi terdapat pada jam 06.00 – 08.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 28,76 km/jam. Dan kecepatan terendah terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 27,98 km/jam.
- Hari kamis dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kecepatan tertinggi terdapat pada jam 07.00 – 08.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 28,82 km/jam. Dan kecepatan terendah terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 27,91 km/jam.
- Hari jumat dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kecepatan tertinggi terdapat pada jam 12.00 – 13.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 28,88 km/jam. Dan kecepatan terendah terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 27,97 km/jam.
- Hari sabtu dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kecepatan tertinggi terdapat pada jam 07.00 – 08.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 28,80 km/jam. Dan kecepatan terendah terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 27,40 km/jam.
- Hari minggu dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kecepatan tertinggi terdapat pada jam 12.00 – 13.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 28,41 km/jam. Dan kecepatan terendah terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 26,58 km/jam.

km/jam.

- Hari senin dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kecepatan tertinggi terdapat pada jam 07.00 – 08.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 28,58 km/jam. Dan kecepatan terendah terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB siang hari dengan rata – rata kecepatan kendaraan sebesar 27,79 km/jam.

4.4 Data Kerapatan

Maka setelah diperoleh nilai volume lalu lintas (Q) dan juga kecepatan rata-rata ruang (U), maka untuk memperoleh hasil kerapatan yaitu dihitung besaran nya dengan membagi antara volume lalu lintas dengan kecepatan.

Adapun sebagai contoh perhitungan kerapatan diambil dari data pengamatan pada hari senin pukul 06.00 – 07.00 WIB, yaitu sebagai berikut :

- Q = 2042,75 smp/jam
- U = 28,08 km/jam

Maka nilai kepadatan (D) adalah :

$$K = \frac{Q}{U} = \frac{2042,75 \text{ smp/jam}}{28,08 \text{ km/jam}} = 72,74 \text{ smp/jam}$$

Didapatkan hasil bahwasannya kerapatan lalu lintas tertinggi terdapat pada jam tertentu dapat dilihat sebagai berikut :

- Hari senin dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kerapatan tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan kerapatan kendaraan sebesar 76,65 smp/jam dengan pergerakan kendaraan luar kota baik menuju atau meninggalkan Kabupaten Garut.
- Hari selasa dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kerapatan tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan kerapatan kendaraan sebesar 79,75 smp/jam dengan pergerakan kendaraan luar kota baik menuju atau meninggalkan Kabupaten Garut.
- Hari rabu dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kerapatan tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan kerapatan kendaraan sebesar 80,82 smp/jam dengan pergerakan kendaraan luar kota baik menuju atau meninggalkan Kabupaten Garut.

- Hari kamis dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kerapatan tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan kerapatan kendaraan sebesar 81,96 smp/jam dengan pergerakan kendaraan luar kota baik menuju atau meninggalkan Kabupaten Garut.
- Hari jumat dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kerapatan tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan kerapatan kendaraan sebesar 84,44 smp/jam dengan pergerakan kendaraan luar kota baik menuju atau meninggalkan Kabupaten Garut.
- Hari sabtu dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kerapatan tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan kerapatan kendaraan sebesar 88,56 smp/jam dengan pergerakan kendaraan luar kota baik menuju atau meninggalkan Kabupaten Garut.
- Hari minggu dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kerapatan tertinggi terdapat pada jam 16.00 – 17.00 WIB sore hari dengan kerapatan kendaraan sebesar 94,88 smp/jam dengan pergerakan kendaraan luar kota baik menuju atau meninggalkan Kabupaten Garut.
- Hari senin dengan masing-masing periode waktu diperoleh bahwasannya lalu lintas dengan kerapatan tertinggi terdapat pada jam 06.00 – 07.00 WIB pagi hari dengan kerapatan kendaraan sebesar 78,42 smp/jam dengan pergerakan kendaraan luar kota baik menuju atau meninggalkan Kabupaten Garut.

4.5 Pemodelan Hubungan Antara Volume, Kecepatan dan Kerapatan dengan Metode Greenshield Berdasarkan Nilai EMP PKJI

Hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan diambil dari nilai volume maksimum yaitu hari minggu lalu dihitung berdasarkan metode *Greenshield* dengan analisis ketiga variable tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Rekapiulasi regresi hari Minggu

Periode	$V = \sum X_i \cdot Y_i$	$S = \sum Y_i$	$D = \sum X_i$	$(X_i)^2$	$(Y_i)^2$
---------	--------------------------	----------------	----------------	-----------	-----------

	(smp/jam)	(km/jam)	(smp/jam)		
06.00-08.00	3883,15	56,33	137,89	9544,3	1586,4
				1	4
11.00-13.00	3715,05	56,57	131,38	8659,7	1600,1
				6	2
16.00-18.00	4661,65	53,97	172,99	15104,	1456,8
				28	1
Total	12259,8	166,87	442,27	33308,	4643,3
	5			35	7
Rata - Rata		27,81	73,71		

Sumber : Tabulasi data

Didapatkan hasil untuk pengamatan yang dilakukan pada jam tertentu dapat dilihat bahwasannya tabulasi regresi yang diambil itu hari minggu mengingat hari minggu ini dimana volume (V), kecepatan (S), dan kerapatan (U) nya itu paling tinggi.

Dapat dihitung nilai konstanta (A) dan koefisien regresi (B), dengan menggunakan persamaan :

$$B = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N X_i \cdot \sum_{i=1}^N Y_i}{N \sum_{i=1}^N (X_i^2) - (\sum_{i=1}^N X_i)^2}$$

$$B = \frac{(6) \cdot (12259,85) - (442,37) \cdot (166,87)}{(6) \cdot (33308,35) - (442,37)^2} = -0,062$$

Untuk mencari nilai $\bar{X}$ dan $\bar{Y}$ dengan rumus berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{442,37}{6} = 73,72$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} = \frac{166,87}{6} = 27,81$$

Maka dapat diketahui nilai A

$$A = \bar{Y} - B \cdot \bar{X}$$

$$A = (27,81) - (-0,062 \times 73,72) = 32,38$$

Sehingga dihasilkan untuk nilai derajat kejenuhan (Dj) volume maksimum (Qmaks) dengan persamaan berikut :

$$S_{ff} = 32,38 \text{ km/jam}$$

$$D_j = -\frac{32,38}{-0,062} = 522,25 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{maks} = \frac{D_j \cdot S_{ff}}{4}$$

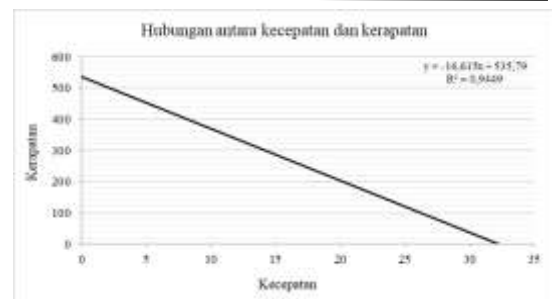
$$= \frac{522,25 \times 32,38}{4}$$

$$= 4227,61 \text{ smp/jam}$$

Kecepatan dan kerapatan pada saat arus maksimum didapat dengan menggunakan persamaan :

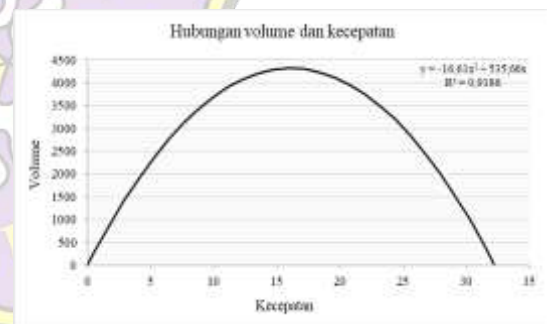
$$S = S_M = S_{ff}/2 = 38,38 / 2 = 16,19 \text{ km/jam}$$

$$D_M = D = D_j/2 = 522,25 / 2 = 261,12 \text{ smp/jam}$$



Gambar 4. Grafik Hubungan Kecepatan – Kerapatan

Berdasarkan gambar 4. pada grafik tersebut bahwa hubungan antara kecepatan dan kerapatan itu semakin menurun kecepatannya maka semakin meningkat kerapatannya. Dengan nilai $R^2 = 0,9449$ yang berarti kemampuan variabel bebas (jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan) dalam menjelaskan variabel dari variabel terikatnya (kepadatan) sebesar 94,49 %.



Gambar 5. Grafik Hubungan Kecepatan – Kerapatan

Berdasarkan gambar 5. pada grafik tersebut bahwa hubungan antara volume dan kecepatan itu semakin meningkat volumenya maka semakin menurun kecepatannya. Dengan nilai $R^2 = 0,9186$ yang berarti kemampuan variabel bebas (jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan) dalam menjelaskan variabel dari variabel terikatnya (kepadatan) sebesar 91,86 %.



Gambar 6. Grafik Hubungan Volume – Kerapatan

Berdasarkan gambar 6. pada grafik tersebut bahwa hubungan antara volume dan kerapatan itu semakin meningkat volumenya maka semakin meningkat juga kerapatannya. Dengan nilai $R^2 = 0,9983$ yang berarti kemampuan variabel bebas (jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan) dalam menjelaskan variabel dari variabel terikatnya (kepadatan) sebesar 99,83 %.

Berdasarkan dari hubungan – hubungan grafik diatas menyatakan ketika volume di titik maksimum $Q_{max} = 2252,80$ smp/jam dan kerapatan akan meningkat pada titik maksimum $D_m = 1126,40$ smp/km maka kecepatan akan menurunsampai $S_m = 21,38$ km/jam. Jadi hubungan antara volume, kecepatan, dan kerapatan yaitu ketika volume meningkat sampai titik maksimum begitupun kerapatan juga akan meningkat sampai titik maksimum maka kecepatan akan terus menurun.

4.6 Data Kapasitas Jalan

Pada perhitungan kapasitas ruas jalan dilokasi pengamatan berdasarkan pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023). Besarnya kapasitas untuk ruas jalan perkotaan dihitung dengan persamaan :

$$C = C_o \times FCL \times FCPA \times FCHS$$

Besarnya kapasitas menurut PKJI 2023 dihitung sebagai berikut:

Berdasarkan tabel 2.4, kapasitas jalan dua lajur terbagi yaitu,

$$C_o = 4000 \text{ smp/jam}$$

Berdasarkan faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur lalu lintas dimana jalan dua lajur terbagi atau jalan satu arah

$$FCL = 1,08$$

Berdasarkan faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah dimana tipe jalan 2/2-TT dengan pemisah arah arus 50% - 50%.

$$FCPA = 1,00$$

Berdasarkan faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dimana jalan dua lajur terbagi, hambatan samping dilokasi berupa angkutan umum yang sering berhenti di tiba – tiba dan tidak sesuai dengan tempatnya sehingga hambatan samping dikategorikan tinggi.

$$FCHS = 0,87$$

Sehingga besarnya kapasitas adalah :

$$C = C_o \times FCL \times FCPA \times FCHS$$

$$C = 4000 \times 1,08 \times 1,00 \times 0,87$$

$$C = 3758,40 \text{ smp/jam}$$

4.7 Derajat Kejenuhan

Nilai derajat kejenuhan pada ruas jalan raya Bandung-Gatut dapat diketahui dengan membagi volume lalu lintas (q) dengan nilai kapasitas jalan (C) sebagai berikut:

$$D_j = \frac{q}{C} = \frac{4227,61}{3758,40} = 1,124 \text{ Tingkat pelayanan E}$$

4.8 Perhitungan Gelombang Kejut (Shockwave)

Analisis gelombang kejut ini digunakan untuk menghitung panjang antrian dan juga tundaan yang terjadi pada perlintasan sebidang akibat pengaruh penutupan palang pintu kereta api. Panjang antrian dan tundaan ini dipengaruhi oleh lama penutupan pintu perlintasan dan juga waktu pelepasan antrian, yang dihitung berdasarkan volume kendaraan yang terhenti saat pintu perlintasan tertutup hingga arus menjadi normal.

Berikut adalah analisis gelombang kejut, diambil satu analisis perhitungan pada pukul 06.01.05 - 06.04.01 WIB dengan nilai emp PKJI :

- 1) Volume kendaraan saat pintu perlintasan dibuka $V_a = 102,54$ mp/jam.
- 2) Volume kendaraan saat pintu perlintasan ditutup (V_b) = 0 smp/jam.
- 3) Volume maksimum di peroleh dengan metode *Greenshield* (V_c) = $V_M = 4227,61$ smp/jam.
- 4) Kerapatan kendaraan saat pintu perlintasan dibuka (D_a) = 5,09 smp/km.
- 5) Kerapatan jenuh diperoleh dengan metode *Greenshield* (D_b) = 522,25 smp/km.
- 6) Kerapatan maksimum diperoleh dengan metode *Greenshield* (D_c) = $D_M = 261,12$ smp/jam.
- 7) Kecepatan gelombang kejut ω_{ab} :

$$\omega_{ab} = -\frac{V_a}{D_b - D_a} = -\frac{102,54}{522,25 - 5,09} = -0,198 \text{ km/jam}$$
- 8) Kecepatan gelombang kejut ω_{cb} :

$$\omega_{cb} = -\frac{V_c}{D_b - D_c} = -\frac{4227,61}{522,25 - 261,12} = -16,190 \text{ km/jam}$$
- 9) Kecepatan gelombang kejut ω_{ac} :

$$\omega_{ac} = \frac{V_c - V_a}{D_c - D_a} = \frac{4227,61 - 102,54}{522,25 - 5,09} = 16,112 \text{ km/jam}$$
- 10) Durasi penutupan pintu perlintasan : $r = 177$ detik
- 11) Interval waktu antara $t_2 - t_3 = t_a$:

$$t_a = r \left| \frac{\omega_{ab}}{\omega_{cb} - \omega_{ab}} \right| = 177 \left| \frac{-0,198}{-16,190 - (-0,198)} \right| = 37,263 \text{ detik}$$
- 12) Panjang antrian maksimum :

$$Q_M = \frac{r}{\frac{3600}{177} \cdot \left| \frac{\omega_{cb} \cdot \omega_{ab}}{\omega_{cb} - \omega_{ab}} \right|} = \frac{3600}{177} \cdot \left| \frac{-16,190 \cdot (-0,198)}{-16,190 - (-0,198)} \right| = 0,000926 \text{ km}$$

13) Waktu penormalan $t_2 - t_4$:

$$T = \frac{r \cdot \omega_{ab}}{(\omega_{cb} - \omega_{ab})} \cdot \left| \frac{\omega_{cb}}{\omega_{ac}} + 1 \right| = \frac{177 \cdot (-16,190)}{(-16,190) - (-0,198)} \cdot \left| \frac{-16,190}{-0,198} + 1 \right| = 181,389 \text{ detik}$$

Didapatkan hasil perhitungan menggunakan metode gelombang kejut (*Shockwave*) sebagai berikut :

Hari minggu dengan masing-masing periode waktu diperoleh panjang antrian yang paling maksimum saat kereta api melintas dipukul 16.15.25 – 16.19.16 WIB yaitu sebesar 119,40 meter dengan durasi penutupan palang pintu selama 231 detik dan tundaan (*stopped delay*) selama 278,50 detik, waktu penormalan yang dibutuhkan hingga antrian dapat dipulihkan kembali adalah sebesar 236,59 detik.

4.9 Pembahasan

a. Berdasarkan hasil perhitungan hubungan dengan metode *greenshield* didapat korelasi sederhana sebagai berikut :

- (R^2) menggunakan linier antara kecepatan dan kerapatan (R^2) = 0,9449. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang kuat, sedangkan arah hubungan adalah positif, karena nilai (R) positif maka semakin besar nilai kecepatan maka semakin berpengaruh pada kerapatan kendaraan.
- R^2) menggunakan polynomial antara volume dan kecepatan (R^2) = 0,9186. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang kuat, sedangkan arah hubungan adalah positif, karena nilai (R^2) positif maka semakin besar nilai volume maka semakin berpengaruh pada kecepatan kendaraan.
- (R^2) menggunakan polynomial antara volume dan kerapatan (R^2) = 0,9983. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang kuat, sedangkan arah hubungan adalah positif, karena nilai (R^2) positif maka semakin besar nilai volume maka semakin berpengaruh pada kepadatan kendaraan.

b. Berdasarkan hasil perhitungan data diatas dapat dijelaskan bahwa pada saat $t_0 - t_1$ yaitu pada saat belum adanya hambatan terdapat arus A dan terbentuk gelombang kejut ω_{da} (gelombang kejut maju bentukan). Arus sampai t_1 (pintu perlintasan ditutup), terbentuk arus baru

yaitu arus B, disini terbentuk gelombang kejut ω_{ab} (gelombang kejut mundur bentukan), yang terus hingga arus B mencapai t_3 . Pada saat arus B mencapai t_2 (pintu perlintasan dibuka) terjadi arus baru, yaitu arus C disini terbentuk gelombang kejut baru yaitu gelombang kejut ω_{cb} (gelombang kejut mundur pemulihan) dan gelombang kejut ω_{dc} (gelombang kejut maju pemulihan). Kemudian saat ω_{ab} dan ω_{cb} mencapai t_3 , terbentuk gelombang kejut baru yaitu gelombang kejut ω_{ac} (gelombang kejut maju pemulihan). Kondisi arus akan tetap sama hingga mencapai pintu perlintasan ditutup kembali.

- Berdasarkan nilai yang didapatkan dari perhitungan nilai kapasitas ruas jalan (C) dan volume lalu lintas (Q) didapatkan nilai Derajat Kejenuhan (D_j) 1,124 dikategorikan tingkat pelayanan E.
- Berdasarkan hasil perhitungan data diatas dapat dijelaskan kinerja ruas jalan pada hari minggu dari pengaruh dari penutupan perlintasan kereta api terhadap kinerja ruas jalan dari kapasitas ruas jalan (C) = 3758,40 smp/jam pada saat arus bebas sendiri yang seharusnya sedangkan faktual dari hasil perhitungan Volume lalu lintas maksimum pada hari minggu (V_{mak}) = 4227,61 smp/jam jadi adanya volume lebih yang mempengaruhi kinerja ruas jalan terhadap kepadatan arus bebas. Dan untuk penutupan palang pintu pada hari minggu selama 231 detik dan tundaan (*stopped delay*) selama 278,50 detik, waktu penormalan yang dibutuhkan hingga antrian dapat dipulihkan kembali adalah sebesar 236,59 detik. Jadi dapat disimpulkan bahwasannya pengaruh dari penutupan perlintasan kereta api terhadap kinerja ruas jalan itu ada yang dipengaruhi dari volume, kerapatan, dan kecepatan terhadap kendaraan yang melintas di jalan raya bandung – garut sehingga kinerja ruas jalan yang ada tidak optimal.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian “Pengaruh penutupan perlintasan kereta api terhadap kinerja ruas jalan menggunakan metode *Greenshield* dan *Shockwave*” dapat ditarik kesimpulan :

- Model matematis yang terbaik untuk hubungan volume, kecepatan dan

- kerapatan adalah model logaritma *Greenshield* yang menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,9449 untuk hubungan volume dan kecepatan, (R^2) = 0,9186 untuk hubungan antara volume dan kerapatan, (R^2) = 0,9983 untuk hubungan antara volume dan kepadatan.
- b. Volume lalu lintas maksimum pada hari minggu (V_{mak}) = 4227,61 smp/jam. Dan nilai kapasitas ruas jalan (C) pada jalan raya Bandung – Garut Kabupaten Garut dengan tipe jalan 2/2-TT sebesar 3758,40 smp/jam. Yang artinya kapasitas ruas jalan tersebut mengakibatkan tundaan arus lalu lintas atau tingkat pelayanan dan kinerja ruas jalan menurun.
 - c. Dari hasil perhitungan kapasitas jalan dan volume lalu lintas didapatkan nilai hambatan samping (D_s) sebesar 1,124 yang dikategorikan dalam tingkat pelayanan E. Kondisi arus lalu lintas tinggi dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas.
 - d. Panjang antrian dan tundaan terbesar dengan gelombang kejut (*shock wave analysis*) memberikan nilai 119,40 meter yang terjadi pada waktu kereta melintas pukul 16.15.25 – 16.19.16 WIB di hari minggu dengan Volume kendaraan saat pintu perlintasan dibuka (V_a) = 102,54 smp/jam. Kemudian Kerapatan yang terjadi pada kendaraan saat pintu perlintasan dibuka (D_a) = 5,09 smp/km. Untuk penutupan palang pintu selama 231 detik dan tundaan (*stopped delay*) selama 278,50 detik, waktu penormalan yang dibutuhkan hingga antrian dapat dipulihkan kembali adalah sebesar 236,59 detik.
- Angkutan Jalan. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum. 2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Jakarta Selatan.
- Tamim, Ofyar Z. 2000. Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi. Bandung.
- Malau, R. H. 2014. Aplikasi *shockwave analysis* Dan *Queuing Analysis* Untuk menghitung panjang antrian pada perlintasan sebidang. Jurnal Teknik Sipil USU. Medan.

DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43. 1993. Tentang Prasarana Dan Lalu Lintas Jalan. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 38. 2004. Tentang Jalan. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23. 2007. Tentang Perkeretaapian. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 22. 2009. Tentang Lalu lintas dan

