

## STUDI GELOMBANG KEJUT PADA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus: Simpang Jalan Jend. Sudirman – Jalan Rasuna Said dan Jalan KIS Mangunsarkoro – Jalan Ujung Gurun)

Oktaviani<sup>1</sup>, Lensi Nopriyanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email: [lensinopriyanti293@gmail.com](mailto:lensinopriyanti293@gmail.com)

**Abstrak:** Ketidak sesuaian nyala lampu lalu lintas dengan kondisi arus lalu lintas yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya peristiwa gelombang kejut yaitu meningkatnya kepadatan arus lalu lintas dan mengurangnya kecepatan kendaraan ketika lampu merah menyala sehingga terjadi antrian yang panjang. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai gelombang kejut dan nilai uji validasi dengan metode MAPE. Hubungan matematis antara arus, kepadatan, dan kecepatan didapat dengan menggunakan metode *Greenshield*. Dari hubungan ini yang kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai gelombang kejut  $C_{\text{Ab}}$ ,  $C_{\text{Cb}}$ , dan  $C_{\text{Ac}}$  yang dihitung dengan 2 metode yaitu metode *Headway* dan MKJI 1997. Jalan Jenderal Sudirman dengan menggunakan metode *headway* di peroleh nilai gelombang kejut sebesar  $C_{\text{Ab}} = -2,9$  km/jam,  $C_{\text{Cb}} = -23,4$  km/jam, dan  $C_{\text{Ac}} = 20,6$  km/jam dengan nilai MAPE sebesar 6,41%. Sedangkan dengan MKJI 1997 didapat nilai gelombang kejut  $C_{\text{Ab}} = -2,8$  km/jam,  $C_{\text{Cb}} = -24,5$  km/jam, dan  $C_{\text{Ac}} = 21,5$  km/jam dengan nilai MAPE sebesar 2,61%. Dan Jalan Rasuna Said dengan menggunakan metode *headway* nilai gelombang kejut sebesar  $C_{\text{Ab}} = -3,4$  km/jam,  $C_{\text{Cb}} = -20,8$  km/jam, dan  $C_{\text{Ac}} = 17,9$  km/jam dengan nilai MAPE sebesar 0,76%. Sedangkan dengan MKJI 1997 nilai gelombang kejut  $C_{\text{Ab}} = -2,7$  km/jam,  $C_{\text{Cb}} = -20,3$  km/jam, dan  $C_{\text{Ac}} = 17,9$  km/jam dengan nilai MAPE sebesar 0,78%.

**Kata Kunci :** gelombang kejut, *headway*, EMP, *Greenshield*

**Abstract :** *The incompatibility of traffic lights with high traffic flow conditions can lead to shock wave events, namely increasing traffic flow density and reducing vehicle speed when the red light turns on resulting in long queues. This study aims to obtain shock wave values and test values. validation with the MAPE method. The mathematical relationship between current, density and speed is obtained using the Greenshield method. From this relationship, it will then be used to calculate the shock wave values  $C_{\text{Ab}}$ ,  $C_{\text{Cb}}$ , and  $C_{\text{Ac}}$  which were calculated using 2 methods, namely the Headway and MKJI 1997 methods. Jalan Jenderal Sudirman using the headway method obtained a shock wave value of  $C_{\text{Ab}} = -2.9$  km /hour,  $C_{\text{Cb}} = -23.4$  km/hour, and  $C_{\text{Ac}} = 20.6$  km/hour with a MAPE value of 6.41%. Meanwhile, MKJI 1997 obtained shock wave values of  $C_{\text{Ab}} = -2.8$  km/hour,  $C_{\text{Cb}} = -24.5$  km/hour, and  $C_{\text{Ac}} = 21.5$  km/hour with a MAPE value of 2.61%. And Jalan Rasuna Said using the headway method the value of the shock wave is  $C_{\text{Ab}} = -3.4$  km/hour,  $C_{\text{Cb}} = -20.8$  km/hour, and  $C_{\text{Ac}} = 17.9$  km/hour with a MAPE value of 0.76%. Whereas with MKJI 1997 the shock wave values were  $C_{\text{Ab}} = -2.7$  km/hour,  $C_{\text{Cb}} = -20.3$  km/hour, and  $C_{\text{Ac}} = 17.9$  km/hour with a MAPE value of 0.78%.*

**Keyword :** *shock wave, headway,EMP, Greenshield*

## PENDAHULUAN

Gelombang kejut didefinisikan sebagai gerakan atau perjalanan pada sebuah perubahan kerapatan dan arus lalu lintas. Pengurangan arus ini mengakibatkan kerapatan kendaraan pada daerah sebelum lokasi hambatan menjadi tinggi yang pada akhirnya kecepatan kendaraan turun atau bahkan terjadi antrian. Hambatan pada arus lalu lintas tersebut dapat berupa penutupan sebagian atau seluruh lajur jalan misalnya akibat terjadinya kecelakaan, perbaikan jalan, atau dapat juga terjadi karena adanya lampu lalu lintas (Tamin, 2003).

Salah satu persimpangan yang memiliki arus lalu lintas yang ramai di pusat Kota Padang adalah simpang PDK dengan terdiri dari pertemuan empat ruas jalan yaitu ruas jalan Jend. Sudirman, ruas jalan Rasuna Said, ruas jalan Ujung Gurun dan ruas jalan KIS Mangunsarkoro. Simpang ini merupakan salah satu jalan nasional di Kota Padang yang digunakan sebagai jalan lalu lintas antar kota.

Hambatan yang terjadi pada arus lalu lintas akan menyebabkan kemacetan berkepanjangan terutama jika tidak ada pengaturan-pengaturan yang efektif seperti lampu lalu lintas, misalnya pada simpang yang mempunyai arus lalu lintas padat sehingga terjadi permasalahan pada transportasi yang mengakibatkan terjadinya kemacetan. Nyala lampu lalu lintas yang tidak sesuai dengan kondisi arus yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pengurangan kecepatan dan meningkatnya kepadatan ketika lampu merah menyala sehingga terjadi antrian yang panjang.

Kondisi inilah yang memerlukan analisis gelombang kejut yang diterjadi pada persimpangan. Perencanaan gelombang kejut pada persimpangan berlampu lalu lintas dapat dianalisis apabila hubungan matematis antara arus-kepadatan untuk lengan persimpangan diketahui dan kondisi arus lalu lintas telah ditentukan. Dimana dengan adanya fenomena gelombang kejut yang terjadi pada persimpangan ini, maka juga dapat diketahui panjang antrian maksimum yang terjadi selama lampu merah menyala dan juga waktu pernomalan yang dibutuhkan sejak diberlakukan penormalan lajur hingga antrian berakhir.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai gelombang kejut dengan  $EMP_{headway}$  dan  $EMP_{MKJI}$ . Serta mengetahui persentase nilai gelombang kejut dengan uji validasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dalam memprediksi keakuratan model. Penelitian ini

diharapkan dapat memberikan hasil yang memungkinkan untuk tindak lebih lanjut dalam penentuan durasi nyala lampu lalu lintas.

## METODE PENELITIAN

### A. Jenis Penelitian

Menurut Sugiyono (2016:11) metode kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif / statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

### B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada persimpangan PDK yang terletak di Kecamatan Padang Barat, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Persimpangan simpang PDK memiliki arus yang berbeda setiap ruas jalannya. Kondisi arus yang terjadi pada jalan Jend. Sudirman dan jalan Rasuna Said berbeda dengan kondisi arus yang terjadi pada jalan Ujung Gurun dan jalan KIS Mangunsarkoro. Penelitian ini dilakukan pada September 2022.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### C. Data yang Diperlukan

Pada penelitian ini data yang diperlukan untuk analisis data terdiri dari tiga data yaitu:

- Data arus lalu lintas yang diperoleh dari perhitungan jumlah kendaraan sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) yang melalui jalan Rasuna Said dan jalan Jend. Sudirman.
- Kecepatan kendaraan yang diperoleh dari survey lapangan.
- Data *time headway* yang diperoleh dari pencatatan waktu hasil perekaman kendaraan yang melintasi daerah pendekat simpang.
- Data waktu pernomalan yang diperoleh dari pencatatan hasil perekaman kendaraan.

### D. Analisis Data

Data-data yang diperoleh dianalisa berdasarkan pengelompokan data menurut kelompok data

primer. Adapun langkah – langkah menganalisa data pada penelitian ini yaitu:

1. Perhitungan Arus Lalu Lintas

Arus kendaraan yang diperoleh akan dihitung jumlah keseluruhan untuk mendapatkan jumlah total kendaraan beserta persentase arus setiap kendaraan pada waktu penelitian

2. Perhitungan Nilai Kecepatan Kendaraan

Untuk mendapatkan nilai kecepatan rerata waktu menggunakan persamaan:

$$\bar{U}_{TMS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i$$

3. Pengolahan Data *Time Headway*

Nilai *time headway* LV-LV menjadi data utama untuk perhitungan dalam mencari nilai EMP HV dan MC. Nilai EMP HV dihitung dengan cara membagi nilai rata-rata *time headway* HV diikuti HV dengan nilai rata-rata *time headway* LV diikuti LV.

$$ta + td = tb + tc$$

Nilai koreksi pada nilai rata-rata *time headway* dicari dengan persamaan:

$$k = \frac{na \cdot nb \cdot nc \cdot nd \cdot (ta + td - tb - tc)}{nd \cdot nb \cdot nc + na \cdot nb \cdot nc + na \cdot nd \cdot nc + na \cdot nd \cdot nb}$$

Menghitung standar eror dengan persamaan:

$$E = \frac{s}{n^{0,5}}$$

Rumus Standar Deviasi:

$$s = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Rumus Batas Toleransi:

$$e = K \cdot E$$

Rumus Batas Keyakinan:

$$\mu_{1,2} = \bar{x} \pm e$$

4. Perhitungan Nilai EMP

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah:

$$ta_k = ta - \frac{k}{n}$$

$$tb_k = tb + \frac{k}{nb}$$

$$tc_k = tc + \frac{k}{nc}$$

$$td_k = td - \frac{k}{nd}$$

Untuk mendapatkan nilai rata-rata *time headway* menggunakan persamaan:

$$ta_k + td_k = tb_k + tc_k$$

Menghitung nilai EMP HV dan EMP MC dapat menggunakan persamaan:

$$EMP\ HV = \frac{td_k}{ta_k}$$

5. Pemodelan Hubungan antara Arus, Kecepatan, dan Kepadatan dengan *Greenshield*

Untuk mendapatkan hubungan sistematis antara arus, kepadatan, dan kecepatan maka digunakan persamaan:

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D$$

$$V = D \cdot S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D^2$$

$$V = D_j \cdot S_{ff} - \frac{D_j}{S_{ff}} \cdot S^2$$

6. Perhitungan Gelombang Kejut

Setelah mengetahui hubungan antara arus, kecepatan, dan kepadatan maka dapat dilanjutkan dengan perhitungan nilai gelombang kejut. Nilai gelombang kejut ini didapat dengan menggunakan tiga gelombang kejut berdasarkan persamaan:

$$\omega_{AB} = \frac{V_B - V_A}{D_B - D_A} = - \frac{V_A}{D_B - D_A}$$

$$\omega_{CB} = \frac{V_B - V_C}{D_B - D_C} = - \frac{V_C}{D_B - D_C}$$

$$\omega_{AC} = \frac{V_C - V_A}{D_C - D_A}$$

Untuk menghitung panjang antrian maksimum menggunakan persamaan:

$$Q_M = \frac{r}{3600} \left| \frac{\omega_{CB} \cdot \omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \right|$$

Untuk menghitung waktu pernomalan menggunakan persamaan:

$$t_4 - t_2 = \frac{r \cdot \omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \cdot \left| \frac{\omega_{CB}}{\omega_{AC}} + 1 \right|$$

7. Uji Validasi dengan Metode MAPE

Untuk menghitung nilai uji validasi dengan metode MAPE menggunakan persamaan:

$$MAPE = \frac{1}{n} \frac{\sum |bi - ai|}{\sum ai} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian ini berupa nilai tertinggi 3 gelombang kejut yang terjadi pada masing – masing jalan dan persentase uji validasi MAPE pada masing-masing jalan. Berikut rekapitulasi hasil tertinggi nilai 3 gelombang kejut yang terjadi pada Jalan Jenderal Sudirman dan Jalan Rasuna Said dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Gelombang Kejut pada Jalan Pendekat

Jalan Pendekat	Metode	Nilai Gelombang Kejut		
		$\omega_{ab}$ (km/jam)	$\omega_{cb}$ (km/jam)	$\omega_{ac}$ (km/jam)
Jalan Jenderal Sudirman	Headway	-2,9	-23,4	20,6
	MKJI 1997	-2,8	-24,5	21,5
Jalan Rasuna Said	Headway	-3,4	-20,8	17,9
	MKJI 1997	-2,7	-20,3	17,9

Berikut ini adalah rekapitulasi nilai uji validasi MAPE yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Nilai MAPE %

Jalan Pendekat	Nilai MAPE (%)	
	Metode Headway	MKJI 1997
Jalan Jenderal Sudirman	6,41	2,605
Jalan Rasuna Said	0,76	0,78
Total	7,17	3,39
Rerata	3,59	1,69

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hubungan matematis antara arus, kepadatan, dan kecepatan didapat dengan menggunakan metode Greenshield. Dari hubungan ini yang kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai gelombang kejut  $C\omega_{ab}$ ,  $C\omega_{cb}$ , dan  $C\omega_{ac}$ . Nilai gelombang kejut yang didapat pada masing – masing jalan yaitu:
  - a. Jalan Jenderal Sudirman dengan menggunakan metode headway di peroleh nilai gelombang kejut sebesar  $C\omega_{ab} = -2,9$  km/jam,  $C\omega_{cb} = -23,4$  km/jam, dan  $C\omega_{ac} = 20,6$  km/jam. Sedangkan dengan MKJI 1997 didapat nilai gelombang kejut  $C\omega_{ab} = -2,8$  km/jam,  $C\omega_{cb} = -24,5$  km/jam, dan  $C\omega_{ac} = 21,5$  km/jam.
  - b. Jalan Rasuna Said dengan menggunakan metode headway di peroleh nilai gelombang kejut sebesar  $C\omega_{ab} = -3,4$  km/jam,  $C\omega_{cb} = -20,8$  km/jam, dan  $C\omega_{ac} = 17,9$  km/jam. Sedangkan dengan MKJI 1997 didapat nilai gelombang kejut  $C\omega_{ab} =$

$-2,7$  km/jam,  $C\omega_{cb} = -20,3$  km/jam, dan  $C\omega_{ac} = 17,9$  km/jam.

2. Uji validasi MAPE (Mean Absolute Percentage Error) dengan menggunakan metode headway pada Jalan Jenderal Sudirman lebih tinggi daripada dengan menggunakan MKJI 1997. Sebaliknya nilai MAPE dengan menggunakan metode headway pada Jalan Rasuna Said lebih kecil daripada dengan menggunakan MKJI 1997.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambara, D., Sumarsono, A., & Mahmudah, A. M. 2017. *Studi Gelombang Kejut Pada Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Emp Atas Dasar Analisis Headway (Studi Kasus Pada Simpang Bersinyal Jalan Ir. Sutami-Jalan HOS Cokroaminoto-Jalan Petir)*. Matriks Teknik Sipil, 5(4).
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas jalan Indonesia (MKJI)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. Bandung
- Ghifari, B., Sumarsono, A., & Mahmudah, A. M. (2019). *Studi Gelombang Kejut Pada Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Emp Atas Dasar Analisis Headway (Studi Kasus Pada Simpang Bersinyal Jalan Raya Wonogiri-Sukoharjo–Jalan Gedongan–Jalan Ciu Karangwuni)*. Matriks Teknik Sipil, 7(1).
- Nurjanah, R. D. 2015. *Studi Gelombang Kejut pada Simpang Bersinyal dengan Menggunakan EMP Atas Dasar Analisa Headway (Studi Kasus pada Simpang Bersinyal Jl. Urip Sumoharjo-Jl. Sutan Syahrir-Jl. Insinyur Haji Juanda)*. Matriks Teknik Sipil
- Pratiwi, L. A., Sumarsono, A., & Djumari, D. 2015. *Studi Gelombang Kejut Pada Silang Ka Letjen S. Parman Balapan Dengan Menggunakan Emp Atas Dasar Analisa Headway*. Matriks Teknik Sipil, 3(3).
- Salter, R.J. 1980. *Highway Traffic Analysys and Design*. Publiised by The Macmillan Press Ltd.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung. Alfabeta
- Tamin, Ofyar Z. 2003. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi : Contoh Soal dan Aplikasi*. Bandung : Penerbit ITB