

Pengaruh *U-Turn* Terhadap Tundaan Perjalanan Berdasarkan Tinjauan Gelombang Kejut

Dwi Rizki Fatonah¹⁾

Sasana Putra²⁾

Siti Anugrah Mulya Putri Ofrial³⁾

Abstract

Pangeran Antasari St. is a road with a high level of congestion, especially during peak hours. This of course causes cumulation of vehicles which will making queues of vehicles. The congestion and density have caused a lot of shockwaves phenomena in the traffic around Pangeran Antasari St. This study examines the shockwaves in the trip delay which are influenced by the U-turn. The data was collected at Pangeran Antasari St. on October 5, 2020 during 06.00-09.00 am and 15.00-18.00 pm. The types of vehicles observed were Motorcycle (MC), Light Vehicle (LV), and Heavy Vehicle (HV).

The shockwaves value obtained using the Greenshield Method of Pangeran Antasari St. at the morning section obtained the shockwaves value with the value of the reverse shockwaves (ω_{ab}) = -2284.98 km/h, the reverse shockwaves recovery (ω_{cb}) = -16.2602 km/h, shockwaves forward recovery (ω_{ac}) = 55.707 km/h. At the afternoon, the shockwaves value is obtained with the value (ω_{ab}) = 3,3706 km/h; reverse shock wave recovery (ω_{cb}) = -10.0224 km/h; forward shock wave recovery (ω_{ac}) 5.6654 km/h. The queue length (Q_m) that occurs is 0.05 km or 53 m with a normalizing time (T) of 20.4279 seconds.

Keywords : *U-turn, Shockwave, Greenshield Method, Delay, Congestion, Density.*

Abstrak

Pada ruas jalan Pangeran Antasari merupakan jalan dengan tingkat kemacetan tinggi terutama pada saat jam sibuk. Hal ini tentunya menyebabkan penumpukan kendaraan yang akan menimbulkan antrian kendaraan. Kemacetan dan kerapatan menimbulkan banyaknya fenomena gelombang kejut pada lalu lintas di sekitar Jalan Pangeran Antasari. Pada penelitian ini meninjau gelombang kejut pada tundaan perjalanan yang dipengaruhi oleh adanya *U-turn*. Pengambilan data dilaksanakan di ruas Jalan Pangeran Antasari pada tanggal 5 Oktober 2020 pukul 06.00-09.00 WIB dan 15.00-18.00 WIB. Jenis kendaraan yang diamati yaitu *Motorcycle* (MC), *Light Vehicle* (LV), dan *Heavy Vehicle* (HV).

Nilai gelombang kejut yang diperoleh menggunakan metode *greenshield* ruas Jalan Pangeran Antasari pagi hari diperoleh nilai gelombang kejut dengan nilai gelombang kejut mundur bentukan (ω_{ab}) = -2284,98 km/jam, gelombang kejut mundur pemulihan (ω_{cb}) = -16,2602 km/jam, gelombang kejut maju pemulihan (ω_{ac}) = 55,707 km/jam. Pada sore hari diperoleh nilai gelombang kejut dengan nilai (ω_{ab}) = 3,3706 km/jam ; gelombang kejut mundur pemulihan (ω_{cb}) = -10,0224 km/jam ; gelombang kejut maju pemulihan (ω_{ac}) 5,6654 km/jam. Panjang antrian (Q_m) yang terjadi sebesar 0,05 km atau 53 m dengan waktu penormalan (T) 20,4279 detik.

Kata kunci : *U-turn, Gelombang Kejut, Metode Greenshield, Tundaan, Kemacetan, Kerapatan.*

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel:
dwirizki.drf@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

1. PENDAHULUAN

Transportasi darat memiliki beberapa masalah diantaranya yaitu kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Pada jalan Pangeran Antasari terjadi penumpukan kendaraan yang berdampak pada saran dan prasarana yang tidak lancar. Penyebabnya adalah kondisi jalan yang dialihkan menjadi parkir kendaraan pribadi oleh toko yang berjualan di jalan Pangeran Antasari, dan penyebab lainnya karena pada jalan Pangeran Antasari mempunyai *U-turn* yang mobilitasnya relatif tinggi.

Dengan keadaan kendaraan dan arus lalu lintas tersebut maka kendaraan akan menimbulkan antrian dan mengurangi kecepatan ditandai dengan lampu rem menyala. Gerakan lampu rem yang menyala relatif terhadap jalan disebut gelombang kejut. Kemacetan tersebut menimbulkan banyaknya fenomena gelombang kejut pada lalu lintas di sekitar jalan Pangeran Antasari. Adanya kejadian arus lalu lintas tersebut, maka kendaraan akan berhenti yang seterusnya akan menimbulkan antrian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Arus Lalu Lintas

a) Volume

Volume yaitu jumlah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik tertentu pada ruas jalan per satu waktu, dinyatakan dalam kendaraan/jam atau satuan mobil penumpang (smp)/jam.

b) Kecepatan

$$S = \frac{L}{t} \quad (1)$$

Keterangan:

S : kecepatan (km/jam ; m/dt)

L : jarak tempuh (km ; m)

t : waktu yang diperlukan untuk menempuh (jam ; detik)

c) Kepadatan

$$D = \frac{N}{L} \quad (2)$$

Keterangan :

D: kepadatan (kend/km)

N: jumlah kendaraan

L : jarak (km)

d) Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) dengan Metode Rasio *Headway*

Dalam bukunya "*Highway Traffic Analysis and Design*", menerangkan bahwa cara menentukan nilai EMP dengan mencatat waktu antara (*time headway*) kendaraan yang berurutan saat kendaraan tersebut melewati suatu titik pengamatan yang telah ditentukan (Salter, 1976). Nilai EMP HV dapat dihitung dengan persamaan:

$$emp\ HV = \frac{tdk}{tak} \quad (3)$$

Keterangan :

emp HV: Ekuivalensi Mobil Penumpang

tdk : nilai rata-rata *time headway* HV-HV terkoreksi

tak : nilai rata-rata *time headway* LV-LV terkoreksi

2.2 Metode Greenshields

Greenshields menerangkan hubungan matematis antara Kecepatan – Kepadatan (S-D) diasumsikan linier persamaan sebagai berikut:

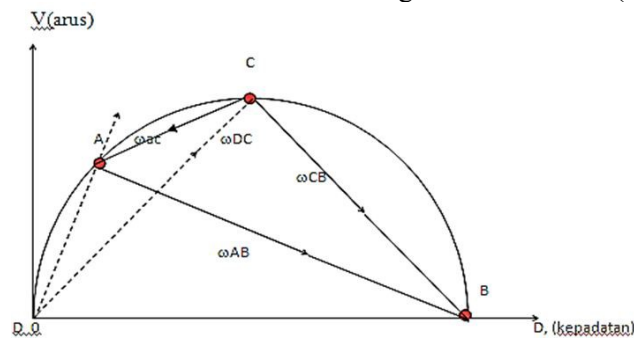
Tabel 1. Persamaan Model Linier *Greenshields*

Hubungan	Persamaan yang dihasilkan	Hubungan	Persamaan yang dihasilkan
S - D	$S = S_{ff} - (S_{ff} / D_j) \cdot D$	VM	$VM = (D_j \cdot S_{ff}) / 4$
V - D	$V = D \cdot S_{ff} - (S_{ff} / D_j) \cdot D^2$	SM	$SM = S_{ff} / 2$
V - S	$V = D_j \cdot S - (D_j / S_{ff}) \cdot S^2$	DM	$DM = D_j / 2$

(*Tamin, 2008*)

2.3 Gelombang Kejut

Gelombang kejut dapat digambarkan sebagai gerakan pada arus lalu lintas akibat adanya perubahan nilai kepadatan dan arus lalu lintas. Gelombang kejut pada penyempitan jalan dimulai ketika arus lalu lintas mengalami hambatan yang menyebabkan penyempitan sehingga mengakibatkan terjadi antrian dan proses pemulihannya setelah arus lalu lintas tidak mengalami hambatan. (*Tamin, 2008*).



Gambar 1. Kurva Gelombang Kejut

Sumber : (*Tamin, 2003*)

Berdasarkan pada gambar diatas titik A adalah kondisi lalu lintas dengan arus sebesar V_A dan kepadatan sebesar D . Pada titik B adalah kondisi lalu lintas setelah mengalami hambatan dengan arus sebesar V_B dan kepadatan sebesar D_B . Titik B ini dapat berupa keadaan jalur ditutup 1 lajur atau ditutup semuanya. Pada titik C adalah kondisi arus maksimum yaitu setelah hambatan dihilangkan. Sedangkan titik D adalah titik di depan garis henti, yang menunjukkan $V_D = 0$ dan $D_D = 0$. T adalah waktu yang dibutuhkan dari awal penormalan lajur hingga antrian berakhir.

Dalam kasus di atas ada 3 gelombang kejut yang terjadi:

$$\omega_{AB} = \frac{VB - VA}{DB - DA} \quad (4)$$

$$\omega_{AC} = \frac{VC - VA}{DC - DA} \quad (5)$$

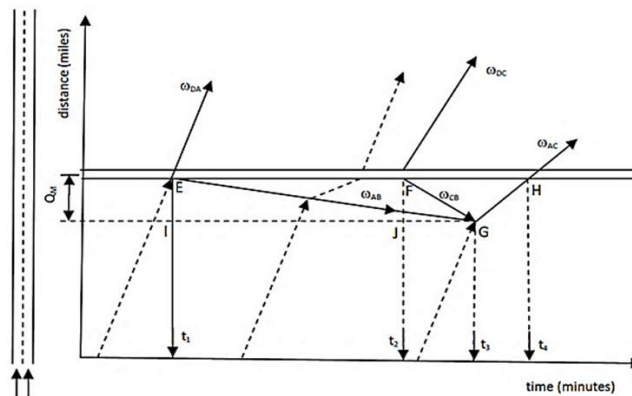
$$\omega_{CB} = \frac{VC - VB}{DC - DB} \quad (6)$$

Keterangan :

ω_{AB} : gelombang kejut mundur bentukan

ω_{CB} : gelombang kejut mundur pemulihan

ω_{AC} : gelombang kejut maju pemulihan



Gambar 2. Diagram Jarak Waktu

Sumber : (Tamin, 2003)

Pada gambar diagram gelombang kejut diatas, dapat ditunjukkan diagram jarak dan waktu seperti pada Gambar 4. Pada $t_2 - t_1$ menunjukan durasi kejadian, pada $t_3 - t_2$ dikaitkan dengan total waktu dari jalur pembukaan kondisi normal ke waktu kendaraan terakhir yang masuk ke kondisi macet, $t_4 - t_2$ adalah waktu total dari jalur pembukaan macet ke kondisi normal. QM adalah panjang antrian.

$$Qm = \frac{r}{3600} \times \frac{\omega_{CB} \cdot \omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \quad (7)$$

Keterangan :

Qm : panjang antrian

r : durasi efektif terjadi hambatan (detik)

S : arus jenuh sesungguhnya (skr/jam)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelien ini dilakukan pada bukaan yang selanjutnya disebut *U-Turn* pada ruas jalan Pangeran Antasari tepatnya di depan SPBU 24.351-126. Lokasi tersebut menjadi pilihan peneliti karena kerap terjadinya kemacetan di jalan Pangeran

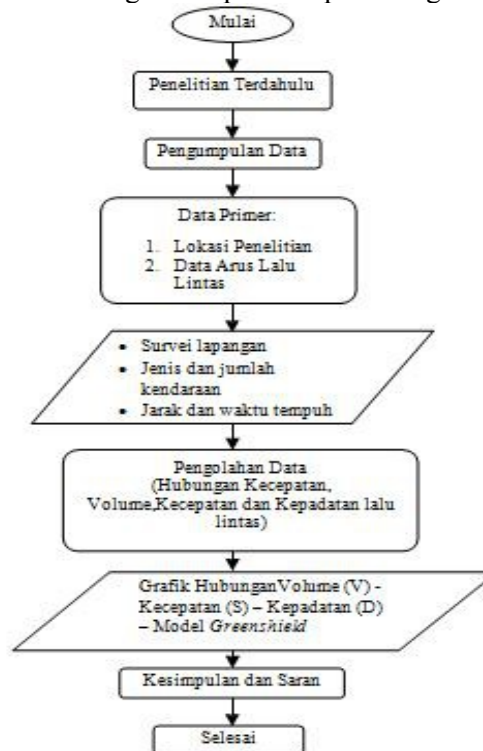
Antasari. Kemacetan di jalan Pangeran Antasari yang terjadi pada jam puncak sering mengakibatkan antrian dan tundaan yang cukup panjang sehingga sesuai untuk melakukan penelitian gelombang kejut. Pengamatan dilakukan pada saat pagi dan sore hari, guna mengetahui kondisi lalu lintas sepi sampai terjadinya antrian panjang pada jam puncak dimana arus lalu lintas di jalan ini dalam keadaan kendaraan yang padat. Waktu yang ditentukan yaitu pada pukul 06.00 WIB – 09.00 WIB dan 15.00 WIB – 18.00 WIB



Gambar 3. Lokasi Penelitian

3.2 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Nilai EMP

Ekuivalen mobil penumpang ialah suatu faktor penunjuk pengaruh berbagai tipe kendaraan dibandingkan kendaraan ringan. Sehubungan dengan pengaruhnya kendaraan terhadap kecepatan (pada umumnya untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan memiliki nilai emp 1,0).

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai EMP dengan Analisis Rasio *Headway*

Periode Waktu	EMP			Periode Waktu	EMP		
	MC	LV	HV		MC	LV	HV
06.00 - 06.05	0,8	1,0	0,0	07.30 - 07.35	0,8	1,0	0,0
06.05 - 06.10	0,8	1,0	0,0	07.35 - 07.40	0,8	1,0	0,0
06.10 - 06.15	0,8	1,0	0,0	07.40 - 07.45	0,8	1,0	0,0
06.15 - 06.20	0,8	1,0	0,0	07.45 - 07.50	0,8	1,0	0,0
06.20 - 06.25	0,8	1,0	0,0	07.50 - 07.55	0,8	1,0	0,0
06.25 - 06.30	0,8	1,0	0,0	07.55 - 08.00	0,8	1,0	0,0
06.30 - 06.35	0,8	1,0	0,0	08.00 - 08.05	0,8	1,0	0,0
06.35 - 06.40	0,8	1,0	0,0	08.05 - 08.10	0,8	1,0	0,0
06.40 - 06.45	0,8	1,0	0,0	08.10 - 08.15	0,8	1,0	0,0
06.45 - 06.50	0,8	1,0	0,0	08.15 - 08.20	0,8	1,0	0,0
06.50 - 06.55	0,8	1,0	0,0	08.20 - 08.25	0,8	1,0	0,0
06.55 - 07.00	0,8	1,0	0,0	08.25 - 08.30	0,8	1,0	0,0
07.00 - 07.05	0,8	1,0	0,0	08.30 - 08.35	0,8	1,0	0,0
07.05 - 07.10	0,8	1,0	0,0	08.35 - 08.40	0,8	1,0	0,0
07.10 - 07.15	0,8	1,0	0,0	08.40 - 08.45	0,8	1,0	0,0
07.15 - 07.20	0,8	1,0	0,0	08.45 - 08.50	0,8	1,0	0,0
07.20 - 07.25	0,8	1,0	0,0	08.50 - 08.55	0,8	1,0	0,0
07.25 - 07.30	0,8	1,0	0,0	08.55 - 09.00	0,8	1,0	0,0
Jenis	MC			LV			HV
Σ EMP	35,2			36			0
Rata-rata	0,8			1,0			0,0

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa perhitungan emp dengan metode *headway* didapat nilai EMP MC sebesar 0,8; LV sebesar 1,00; dan HV sebesar 0,00. Parameter yang mempengaruhi nilai emp adalah dimensi, kecepatan kendaraan, serta arus lalu lintas pada suatu jalan. Makin besar suatu ukuran kendaraan maka kecepatan untuk memulai gerakan relatif kecil sehingga mengakibatkan gangguan terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan.

4.2 Parameter Lalu Lintas

Dalam melakukan analisis arus lalu lintas, diperlukan 3(tiga) parameter utama yang saling berhubungan secara matematis satu dengan lainnya. Ketiga parameter tersebut ialah volume, kecepatan, dan kepadatan. Data volume yang diperoleh dari hasil pengambilan data masih dalam satuan kendaraan.

Tabel 3. Data Arus, Kecepatan, dan Kepadatan

Periode Waktu	Arus (kend)			Kecepatan (S)	Kepadatan (D)
	MC	LV	HV	km/jam	SMP/km
06.00 - 06.05	73	13	3	43,2	19,8
06.05 - 06.10	68	18	1	42,6	20,4
06.10 - 06.15	79	17	-	40,4	23,8
06.15 - 06.20	87	22	-	37,9	29,0
06.20 - 06.25	95	28	1	37,0	33,7
06.25 - 06.30	93	32	1	30,3	42,1
06.30 - 06.35	123	45	-	39,4	43,6
06.35 - 06.40	116	38	-	47,6	33,0
06.40 - 06.45	132	56	2	47,9	40,5
06.45 - 06.50	144	87	1	44,3	54,8
06.50 - 06.55	138	83	-	45,7	50,8
06.55 - 07.00	167	92	2	47,2	57,3
07.00 - 07.05	148	88	-	30,1	82,3
07.05 - 07.10	120	99	-	25,8	90,5
07.10 - 07.15	146	105	1	28,1	94,7
07.15 - 07.20	192	89	-	31,1	93,6
07.20 - 07.25	214	109	1	28,6	117,6
07.25 - 07.30	187	96	3	29,2	100,8
07.30 - 07.35	222	114	1	27,1	129,3
07.35 - 07.40	195	102	-	24,0	129,0
07.40 - 07.45	182	87	-	26,9	103,8
07.45 - 07.50	169	96	-	23,2	119,8
07.50 - 07.55	174	104	-	22,9	127,5
07.55 - 08.00	181	96	1	23,9	120,8
08.00 - 08.05	228	106	2	26,0	133,2
08.05 - 08.10	199	101	-	25,5	122,4

Tabel 3. Data Arus, Kecepatan, dan Kepadatan (Lanjutan)

Periode Waktu	Arus (kend)			Kecepatan (S)	Kepadatan (D)
	MC	LV	HV	km/jam	SMP/km
08.10 - 08.15	177	93	-	25,1	112,2
08.15 - 08.20	211	98	-	24,0	133,6
08.20 - 08.25	197	106	-	20,8	151,8
08.25 - 08.30	204	98	-	21,1	148,8
08.30 - 08.35	176	108	-	23,6	126,5
08.35 - 08.40	193	97	1	19,7	153,2
08.40 - 08.45	206	92	-	22,0	140,0
08.45 - 08.50	179	102	-	18,4	160,3
08.50 - 08.55	189	91	-	23,1	125,8
08.55 - 09.00	166	87	-	22,0	120,0

4.3 Pemodelan Hubungan Antara Arus, Kecepatan, dan Kerapatan Dengan Metode Greenshields

Hubungan antara arus, kecepatan, dan kerapatan berdasarkan arus lalu lintas dan kecepatan kendaraan interval waktu 5 menit. Berdasarkan metode Greenshield analisis ketiga variabel tersebut menggunakan persamaan :

$$S = S_{ff} - (S_{ff} / D_j) D$$

Data untuk perhitungan regresi linier selanjutnya disajikan dalam tabel :

Tabel 9. Data Regresi Model Greenshield

Periode Waktu	Arus (V)	Kecepatan (S)	Kepadatan (D)	(Xi)^2	(Yi)^2
	SMP/jam	km/jam	SMP/km		
	V = Xi*Yi	S = Yi	D=V/S=Xi		
	(SMP/jam)	(km/jam)	(SMP/km)		
	1	2	3 = 1 * 2		
06.00 - 06.05	856,8	43,2	19,8	392,8	1869,0
06.05 - 06.10	868,8	42,6	20,4	415,2	1817,9
06.10 - 06.15	962,4	40,4	23,8	567,4	1632,4
06.15 - 06.20	1099,2	37,9	29,0	842,4	1434,2
06.20 - 06.25	1248,0	37,0	33,7	1135,2	1372,0
06.25 - 06.30	1276,8	1276,8	30,3	1771,0	920,5

Tabel 9. Data Regresi Model *Greenshield* (Lanjutan)

Periode Waktu	Arus (V)	Kecepatan (S)	Kepadatan (D)	(Xi)^2	(Yi)^2
	SMP/jam	km/jam	SMP/km		
	$V = X_i \cdot Y_i$	$S = Y_i$	$D = V/S = X_i$		
	(SMP/jam)	(km/jam)	(SMP/km)		
	1	2	3 = 1 * 2	4 = 3 * 3	5 = 2 * 2
06.30 - 06.35	1720,8	1720,8	39,4	2971,4	1554,7
06.35 - 06.40	1569,6	1569,6	47,6	2221,7	2266,0
06.40 - 06.45	1939,2	1939,2	47,9	2881,8	2291,3
06.45 - 06.50	2426,4	2426,4	44,3	5694,7	1960,6
06.50 - 06.55	2320,8	45,7	76,0	5777,5	2088,6
06.55 - 07.00	2707,2	47,2	87,9	7727,1	2228,7
07.00 - 07.05	2476,8	30,1	82,3	6765,1	906,8
07.05 - 07.10	2340,0	25,8	90,5	8196,6	668,0
07.10 - 07.15	2661,6	28,1	94,7	8973,0	789,5
07.15 - 07.20	2911,2	31,1	93,6	8758,4	967,7
07.20 - 07.25	3362,4	28,6	117,6	13830,3	817,5
07.25 - 07.30	2947,2	29,2	100,8	10156,0	855,3
07.30 - 07.35	3499,2	27,1	129,3	16728,3	732,0
07.35 - 07.40	3096,0	24,0	129,0	16630,9	576,3
07.40 - 07.45	2791,2	26,9	103,8	10767,1	723,6
07.45 - 07.50	2774,4	23,2	119,8	14348,8	536,4
07.50 - 07.55	2918,4	22,9	127,5	16255,7	523,9
07.55 - 08.00	2889,6	23,9	120,8	14593,2	572,2
08.00 - 08.05	3460,8	26,0	133,2	17737,8	675,2
08.05 - 08.10	3122,4	25,5	122,4	14993,7	650,2
08.10 - 08.15	2815,2	25,1	112,2	12600,0	629,0
08.15 - 08.20	3201,6	24,0	133,6	17858,5	574,0
08.20 - 08.25	3163,2	20,8	151,8	23043,9	434,2
08.25 - 08.30	3134,4	21,1	148,8	22148,2	443,6
08.30 - 08.35	2985,6	23,6	126,5	16001,4	557,1
08.35 - 08.40	3016,8	19,7	153,2	23464,6	387,9

Tabel 9. Data Regresi Model *Greenshield* (Lanjutan)

Periode Waktu	Arus (V)	Kecepatan (S)	Kepadatan (D)	(Xi) ²	(Yi) ²
	SMP/jam	km/jam	SMP/km		
	V = Xi*Yi	S = Yi	D=V/S=Xi		
	(SMP/jam)	(km/jam)	(SMP/km)		
	1	2	3 = 1 * 2	4 = 3 * 3	5 = 2 * 2
08.40 - 08.45	3081,6	22,0	140,0	19607,3	484,3
08.45 - 08.50	2942,4	18,4	160,3	25711,2	336,7
08.50 - 08.55	2906,4	23,1	125,8	15816,9	534,1
08.55 - 09.00	2637,6	22,0	120,0	14409,2	482,8

Dari tabel 8 nilai A dan B pada jalan Pangeran Antasari dapat dihitung sebagai berikut:

$$B = \frac{(36) \cdot (90132,0) - (1095,7) \cdot (3501,1) \cdot (1095,7)}{(36) \cdot (401794,4) - (3501,1)^2}$$

$$= -0,2680$$

$$A = (30,4) - (-0,2680) \cdot (97,3)$$

$$= 30,3643$$

$$S_{ff} = 30,3643 \text{ km/jam, dan}$$

$$D_j = 113,2817 \text{ SMP/jam}$$

Selanjutnya menggunakan nilai A = 30,3643 dan B = -0,2680 maka dapat ditentukan hubungan matematis antara parameter sebagai berikut :

$$\text{Hubungan Kecepatan – Kepadatan} \quad R = 0,7131$$

$$\text{Hubungan Arus – Kepadatan} \quad R = 0,9294$$

$$\text{Hubungan Arus – Kecepatan} \quad R = 0,4984$$

Arus maksimum didapat dari persamaan :

$$V_{maks} = (D_j \cdot S_{ff}) / 4$$

$$= (113,2817 \cdot 30,3643) / 4$$

$$= 859,9293 \text{ SMP/jam}$$

Kecepatan dan kepadatan ada saat arus maksimum didapat dengan menggunakan persamaan :

$$S = S_m = S_{ff} / 2$$

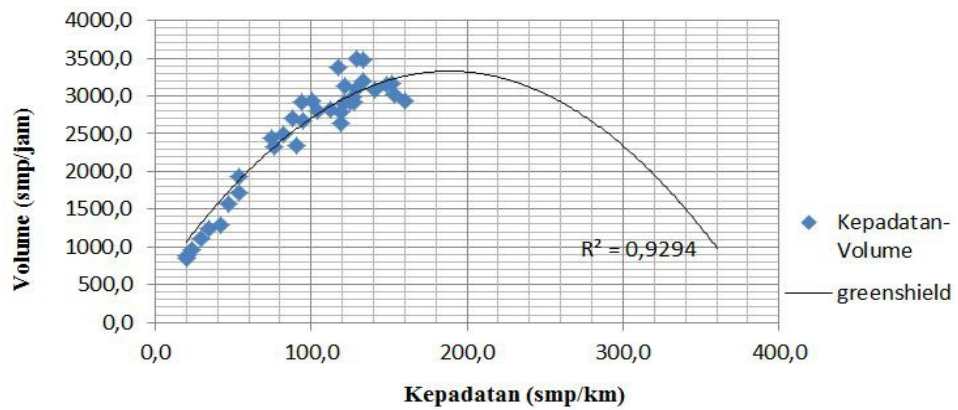
$$= 30,3643 / 2$$

$$= 15,1821 \text{ km/jam}$$

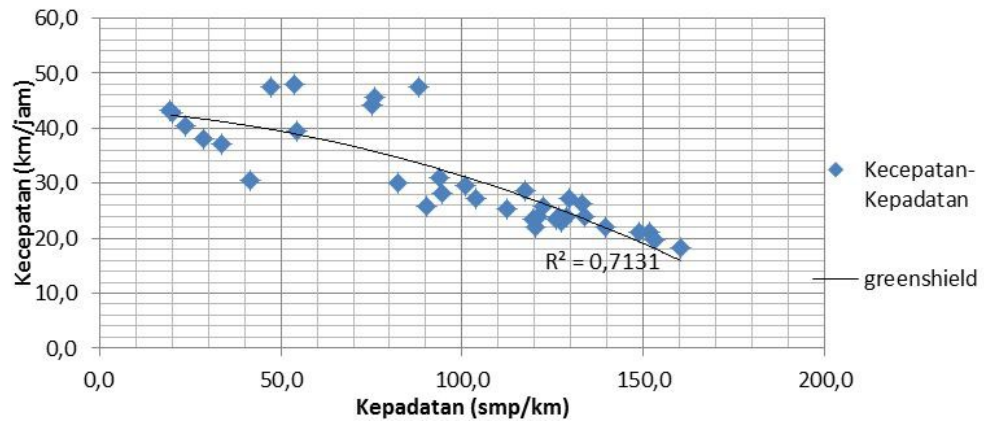
$$D_m = D_j / 2$$

$$= 113,2817 / 2$$

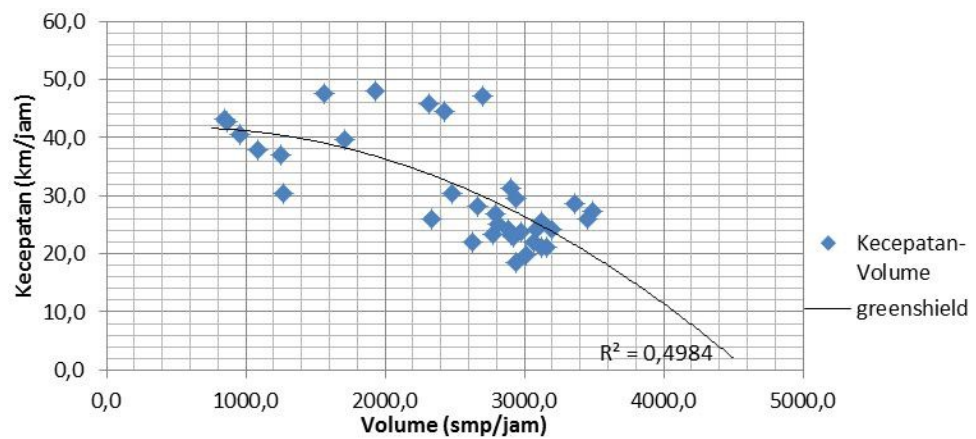
$$= 56,6409 \text{ SMP/jam}$$



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Volume (V) dan Kepadatan (D)



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Kecepatan (S) dan Kepadatan (D)



Gambar 7. Grafik Hubungan antara Volume (V) dan Kecepatan (S)

4.4 Gelombang Kejut

Gelombang kejut pada jalan Pangeran Antasari dapat dianalisis setelah mengetahui hubungan matematis antara arus-kepadatan.

Tabel 10. Perhitungan Gelombang Kejut pada Pengamatan di Jl. Pangeran Antasari

Periode Waktu	Kecepatan Gelombang Kejut		
	ω_{ab} (km/jam)	ω_{cb} (km/jam)	ω_{ac} (km/jam)
06.00 - 06.05	-4,2792	-16,2603	14,1506
06.05 - 06.10	-4,4340	-16,2603	14,0373
06.10 - 06.15	-	-	-
06.15 - 06.20	-	-	-
06.20 - 06.25	-	-	-
06.25 - 06.30	-11,5163	-16,2603	6,9416
06.30 - 06.35	-	-	-
06.35 - 06.40	-	-	-
06.40 - 06.45	-	-	-
06.45 - 06.50	-	-	-
06.50 - 06.55	-50,0091	-16,2603	48,6838
06.55 - 07.00	-88,6731	-16,2603	42,5216
07.00 - 07.05	-65,0930	-16,2603	42,9122
07.05 - 07.10	-82,7868	-16,2603	28,3870
07.10 - 07.15	-118,81	-16,2603	33,7074
07.15 - 07.20	-124,61	-16,2603	41,5032
07.20 - 07.25	-672,463	-16,2603	32,5540
07.25 - 07.30	-199,155	-16,2603	35,5568
07.30 - 07.35	-189,480	-16,2603	29,1806
07.35 - 07.40	-168,320	-16,2603	23,7575
07.40 - 07.45	-245,282	-16,2603	29,9922
07.45 - 07.50	-356,274	-16,2603	22,1162
07.50 - 07.55	-173,153	-16,2603	21,7417
07.55 - 08.00	-323,482	-16,2603	23,5616
08.00 - 08.05	-150,939	-16,2603	27,2129
08.05 - 08.10	-290,774	-16,2603	26,5097
08.10 - 08.15	-2284,98	-16,2603	25,8475

Tabel 10. Perhitungan Gelombang Kejut pada Pengamatan di Jl. Pangeran Antasari (Lanjutan)

Periode Waktu	Kecepatan Gelombang Kejut		
	ω_{ab} (km/jam)	ω_{cb} (km/jam)	ω_{ac} (km/jam)
08.15 - 08.20	-134,850	-16,2603	23,6866
08.20 - 08.25	-70,2572	-16,2603	18,7613
08.25 - 08.30	-75,3369	-16,2603	19,0553
08.30 - 08.35	-191,353	-16,2603	23,0152
08.35 - 08.40	-64,1594	-16,2603	16,9768
08.40 - 08.45	-98,1415	-16,2603	20,4322
08.45 - 08.50	-52,8105	-16,2603	15,0863
08.50 - 08.55	-196,224	-16,2603	22,1130
08.55 - 09.00	-322,752	-16,2603	19,8706

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui nilai koefisien korelasi panjang antrian $r_{QM} = 0,2648$ menunjukkan bahwa korelasi antara panjang antrian hasil hitungan dengan panjang antrian asli cukup kecil. Uji validitas model: Standar Deviasi (SD) = 33,1340 ; Mean Absolute Error (MAE) = 10,66 %. Setelah dianalisis nilai perbandingan estimasi kesalahan waktu penormalan yang diperoleh menunjukkan angka kurang baik dari nilai waktu penormalan *real*. Hal ini diakibatkan karena kemungkinan adanya perbedaan antar siklus dengan hasil perhitungan dan perbedaan kondisi penyempitan jalan, intensitas dan frekuensi periode antrian sangat beragam pada jalan Pangeran Antasari.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan gelombang kejut yang terjadi pada gelombang kejut mundur bentuk (ω_{ab}) = -125,7064 km/jam atau -34,91 m/detik; gelombang kejut mundur pemulihan (ω_{cb}) = -16,2603 km/jam atau -4,52 m/detik; gelombang kejut maju pemulihan (ω_{ac}) = 25,8577 km/jam atau 7,18 m/detik.
2. Dari hasil perhitungan pengaruh gelombang kejut pada tundaan *U-turn* panjang antrian (Q_m) yang terjadi adalah sebesar 0,0122 km atau 12 m dengan waktu penormalan (T) 4,59 detik.
3. Pengaruh gelombang kejut terhadap kemacetan arus lalu lintas yang terjadi pada jalan Pangeran Antasari rata-rata peningkatan waktu perjalanan dari 5,74 detik menjadi 13,62 detik yang diakibatkan adanya *U-turn*. Akibat dari gelombang kejut tersebut maka kecepatan kendaraan rata-rata mengalami penurunan dari 40,39 km/jam menjadi 17,04 km/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Salter R.J., 1976. *Highway Traffic Analysis and Design*, The Macmillan Press Ltd. Melbourne.
- Tamin, Ofyar Z., 2003. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.
- Tamin, Ofyar Z., 2008. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.