

PENGARUH PITA PENGGADUH MELINTANG TERHADAP KECEPATAN KENDARAAN RINGAN DAN ANGKA KECELAKAAN DI JALAN TOL CIPULARANG

Nindya Meydita

Faculty of Civil and Environmental Engineering
Civil Engineering Program–ITB
Jl. Ganesa No. 10 Bandung 40112
Telp. (022) 2502350
nindyameydit@gmail.com

Aine Kusumawati

Faculty of Civil and Environmental Engineering
Civil Engineering Program–ITB
Jl. Ganesa No. 10 Bandung 40112
Telp. (022) 2502350
aine_kusumawati@yahoo.com

Abstract

Safety is one of the main considerations in designing toll roads. Vehicle running at speed higher than the speed limit contribute to such a high number of traffic accident. PT Jasa Marga, the operator of Cipularang toll road, has taken preventive actions to reduce the number of accidents by installing transverse rumble strips. The objective of this study is to determine the effect of installing transverse rumble strips at Cipularang toll road in reducing the speed of light vehicles and the number of accidents. Using parametric and non-parametric tests, this study showed that the transverse rumble strips do not affect the speed of light vehicles. In addition, the transverse rumble strips has no significant effect in reducing the number of accidents either.

Keywords: traffic safety, toll roads, transverse rumble strips, traffic accidents.

Abstrak

Angka kecelakaan lalu lintas jalan tol di Indonesia tergolong masih cukup tinggi. Salah satu penyebab kecelakaan lalu lintas di jalan tol adalah kendaraan yang melaju di atas kecepatan yang diperbolehkan. PT. Jasa Marga, selaku pengelola jalan tol Cipularang telah melakukan berbagai tindakan preventif guna mengurangi angka kecelakaan. Salah satunya adalah dengan memasang pita penggaduh melintang (*transverse rumble strips*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek dari pemasangan pita penggaduh melintang di Tol Cipularang, khususnya dalam menurunkan kecepatan kendaraan ringan. Pengujian hipotesis awal bahwa pita penggaduh melintang tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan kecepatan kendaraan ringan dilakukan melalui dua metode, yaitu metode parametrik dan non-parametrik. Dari kedua pengujian tersebut didapatkan hasil bahwa pita penggaduh melintang tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan kecepatan kendaraan ringan. Hasil pengujian pengaruh pita penggaduh melintang terhadap angka kecelakaan dengan menggunakan metode non-parametrik menunjukkan hasil bahwa pemasangan pita penggaduh melintang tidak memberikan efek signifikan terhadap angka kecelakaan di Tol Cipularang.

Kata-kata Kunci: keselamatan lalu lintas, jalan tol, pita penggaduh melintang, kecelakaan lalu lintas.

PENDAHULUAN

Jalan tol dibangun untuk memfasilitasi kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi. Oleh karena itu, perencanaan jalan tol berbeda dengan perencanaan jalan arteri pada umumnya. Meskipun dibangun untuk memfasilitasi kendaraan berkecepatan tinggi, pada jalan tol juga terdapat batas kecepatan yang diperbolehkan bagi kendaraan. Hal ini

disebabkan kendaraan yang melaju dengan kecepatan tinggi memiliki resiko kecelakaan yang lebih fatal dibandingkan dengan kendaraan berkecepatan rendah.

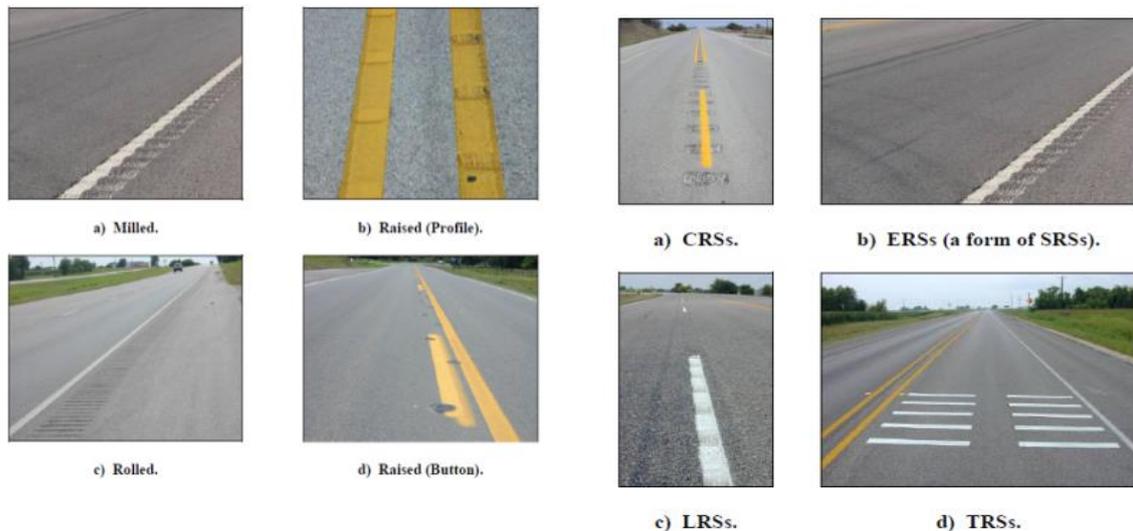
Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab kecelakaan lalu lintas terbesar di Indonesia adalah berasal dari faktor manusia. Pada daerah kajian, yaitu ruas tol Cipularang merupakan salah satu contoh jalan tol yang tingkat kecelakaannya masih cukup tinggi. Kondisi geometri jalan yang merupakan turunan panjang diduga sebagai penyebab tingginya risiko kecelakaan di ruas jalan ini.

Salah satu tindakan yang dilakukan guna mengatasi kendaraan melaju di atas batas yang diperbolehkan adalah dengan memasang pita penggaduh melintang. Pada umumnya, pita penggaduh melintang dipasang sebelum loket masuk maupun keluar tol. Hal ini bertujuan agar pengemudi segera mengurangi kecepatan kendaraannya sehingga dapat berhenti tepat di loket. Pemasangan pita penggaduh melintang pada suatu ruas jalan tol yang dimaksudkan untuk mengurangi kecepatan kendaraan dirasa kurang efektif karena kendaraan tetap melaju dengan kecepatan yang tinggi. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu penelitian untuk mengetahui lebih jelas mengenai perubahan kecepatan kendaraan sebelum dan setelah melewati pita penggaduh melintang.

Pita penggaduh (*rumble strips*) merupakan salah satu jenis tindakan perbaikan yang diterapkan guna mengurangi potensi kecelakaan lalu lintas. Secara visual, pita penggaduh berupa bagian jalan yang dibuat tidak rata dengan menempatkan marka jalan pada badan jalan. Tujuan dari pemasangan *rumble strips* adalah untuk memberi peringatan kepada pengemudi melalui getaran dan suara getaran kendaraan yang melintas di atasnya. Menurut teknik pembuatannya, pita penggaduh terdiri atas 3 jenis, yaitu *milled rumble strips*, *rolled rumble strips*, dan *raised rumble strips* (Gambar 1).

Menurut lokasi penempatannya pita penggaduh terdiri atas pita penggaduh yang ditempatkan pada marka garis tengah (*centerline rumble strips* – CRSs), pita penggaduh yang di tempatkan pada bahu jalan (*shoulder rumble strips* – SRSs), pita penggaduh yang di tempatkan pada marka garis pembatas lajur (*laneline rumble strips* – LRSs), dan pita penggaduh yang dipasang melintang lajur lalu lintas (*transverse rumble strips* – TRSs). Gambar 2 memberikan deskripsi jenis pita penggaduh menurut lokasi penempatannya.

Hasil studi sebelumnya dari pemasangan *transverse rumble strips* di Texas, Amerika Serikat, menunjukkan bahwa pemasangan *transverse rumble strips* mempengaruhi penurunan kecepatan kendaraan sebesar kurang dari 5 mil/jam. Di Minnesota, pemasangan *transverse rumble strips* mampu mengurangi kecepatan kendaraan hingga 10 mil/jam. Namun kedua hasil studi tersebut tidak menunjukkan hubungan antara pemasangan *transverse rumble strips* dengan penurunan angka kecelakaan lalu lintas (Gorrill, 2007).



Gambar 1 Jenis Pita pengaduh Menurut Teknik Pembuatannya (Finley, 2005)

Gambar 2 Jenis Pita pengaduh Menurut Lokasi Penempatannya (Finley, 2005)

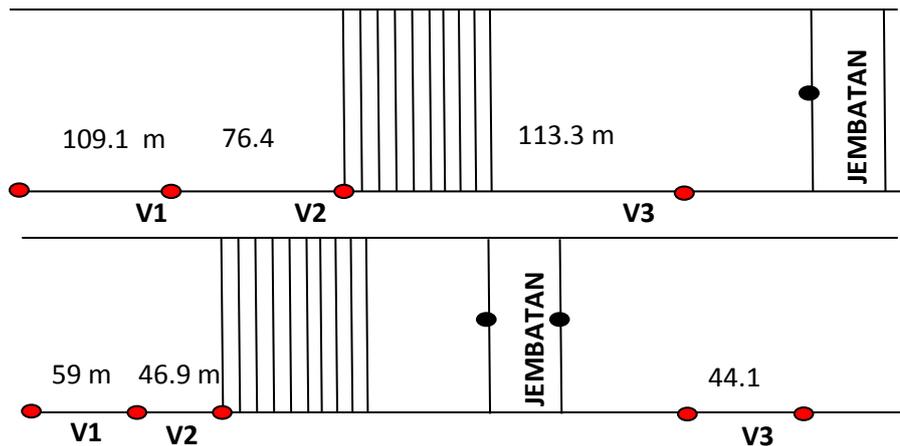
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemasangan pita pengaduh melintang pada badan jalan di beberapa ruas tol Cipularang. Pengaruh yang diamati adalah perubahan kecepatan kendaraan sebelum dan setelah melintasi pita pengaduh melintang. Dari hasil pengamatan tersebut kemudian dianalisis keterkaitannya dengan angka kecelakaan di ruas tol Cipularang pada saat sebelum dan sesudah pemasangan pita pengaduh melintang.

Pengambilan data kecepatan dilakukan di dua lokasi yang terdapat pita pengaduh melintang, yaitu KM 116 dan KM 110 jalur A (Gambar 3). Pengambilan data kecepatan di KM 116 dilakukan pada Hari Senin, tanggal 16 April 2012, sedangkan di KM 110 pada hari Kamis, tanggal 19 April 2012, dengan periode pengamatan pada jam puncak pagi, siang, dan sore. Lokasi-lokasi titik pengamatan kecepatan disampaikan pada Gambar 4.

Kecepatan kendaraan dihitung melalui selisih waktu yang terekam oleh *handycam* pada saat kendaraan melintasi titik tertentu. Titik tertentu ini merupakan suatu penanda yang berada di jalan dan masih tertangkap oleh *handycam*. Dengan cara ini didapatkan kecepatan seketika kendaraan (*spot speed*). Dalam pengamatan untuk penelitian ini, ditinjau rambu maupun tembok yang masih bisa terlihat melalui gambar rekaman.



Gambar 3 Lokasi Pita pengaduh Melintang di KM 111



v1 = Kecepatan sebelum kendaraan mendekati pita pengganggu melintang
v2 = Kecepatan pada saat kendaraan mendekati pita pengganggu melintang
v3 = Kecepatan kendaraan pada saat meninggalkan pita pengganggu melintang

Gambar 4 Titik Pengamatan Kecepatan di KM 116 dan KM 111

Kecepatan dihitung dengan persamaan:

$$v = \frac{s}{t} \tag{1}$$

dengan:

v = kecepatan kendaraan

s = jarak titik tinjauan

t = waktu tempuh kendaraan melewati titik tinjauan

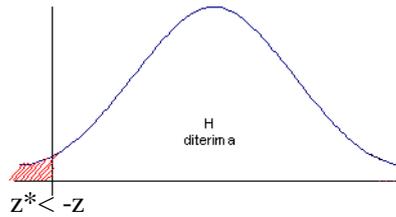
Dalam menganalisis kecepatan kendaraan ringan sebelum dan setelah melewati pita pengganggu melintang digunakan dua buah jenis data tunggal, yaitu kecepatan rata-rata dan persentil kecepatan ke-85. Analisis pengaruh pita pengganggu melintang terhadap penurunan kecepatan kendaraan dilakukan melalui dua jenis pengujian, yaitu secara parametrik dan non-parametrik. Sebelum melakukan pengujian tersebut dilakukan pengujian kecocokan data kecepatan kendaraan untuk mengetahui bentuk dari sebaran data tersebut.

Pengujian hipotesis melalui uji parametrik ini bertujuan untuk menguji hipotesis awal (H_0) bahwa keberadaan pita pengganggu melintang tidak memberikan efek signifikan terhadap penurunan kecepatan kendaraan.

Dalam uji hipotesis dengan metode parametrik uji satu pihak, terlebih dahulu ditetapkan hipotesis awal (H_0) dan hipotesis lawan (H_1). Dalam hal ini, hipotesis awal adalah pemasangan pita pengganggu melintang tidak memberikan efek signifikan terhadap penurunan kecepatan kendaraan. Secara matematis, hipotesis tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H_0 : \Delta v = v_2 - v_1 = 0$$

$$H_1 : \Delta v = v_2 - v_1 < 0$$



Gambar 5 Daerah Penerimaan Hipotesis Awal

Apabila $-z < z^*$ maka hipotesis awal dapat diterima.

$$z^* = \frac{\Delta v}{S_x} \quad (2)$$

dengan:

z = nilai titik kritis distribusi normal (distribusi t)

s = deviasi standar

s_x = kesalahan standar

Berdasarkan persamaan tersebut, dari setiap selisih kecepatan rata-rata terlebih dahulu harus dihitung besarnya deviasi standar dan kesalahan standar selisih kecepatan masing-masing kendaraan sebelum dan sesudah melewati pita pengaduh melintang. Deviasi standar ini didapatkan melalui persamaan.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\Delta v - \Delta \hat{v})^2}{N-1} \quad (3)$$

$$s = \sqrt{s^2}$$

Kesalahan standar (*standard error*) kecepatan rata-rata dihitung melalui persamaan berikut:

$$S_x = \frac{s}{\sqrt{N}} \quad (4)$$

Selanjutnya, setelah seluruh parameter yang dibutuhkan dalam menghitung z^* diketahui, z^* dihitung dengan persamaan 6. Kemudian, nilai z^* ini dibandingkan dengan nilai kritis dari distribusi normal dengan tingkat kepercayaan 95%.

Uji statistik non-parametrik adalah pengujian hipotesis yang tidak menyaratkan bentuk sebaran suatu parameter populasi, baik normal atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menghitung besarnya χ^2 observasi berdasarkan ekspektasi kecepatan apabila pemasangan pita pengaduh melintang tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan kecepatan kendaraan (Walpole, 2002).

$$\chi_{obs}^2 = (|b - a| - 1)^2 / (b + a) \quad (5)$$

Nilai X_{obs}^2 ini kemudian dibandingkan dengan $X_{critical}^2$ yang diperoleh dari pembacaan tabel Chi Square. Pembacaan tabel *Chi Square* bergantung pada tingkat kepercayaan yang dipilih dan derajat kebebasan. Dalam hal ini derajat kebebasan bernilai satu sedangkan tingkat kepercayaan yang dipilih adalah 95%. Apabila nilai $X_{obs}^2 > X_{critical}^2$ maka pemasangan pita penggaduh melintang memberikan pengaruh terhadap penurunan kecepatan kendaraan.

Perbandingan Angka Kecelakaan Sebelum dan Sesudah Pemasangan Pita Penggaduh Melintang

Pengaruh pemasangan pita penggaduh melintang terhadap perubahan angka kecelakaan dilakukan melalui uji non-parametrik (uji *chi square*) dengan mempertimbangkan *treated site* dan *control site*. *Treated site* (lokasi tempat pemasangan pita penggaduh melintang) diambil sejauh 200 meter sebelum dan sesudah lokasi pemasangan pita penggaduh melintang. Jarak 200 meter dianggap masih memberikan pengaruh kepada pengemudi terhadap adanya pita penggaduh melintang. *Control site* merupakan lokasi lain di tol Cipularang yang tidak dipasang pita penggaduh melintang. Statistik uji yang digunakan adalah:

$$X_{obs}^2 = \frac{(a+b+A+B)(bA-aB-\left[\frac{a+b+A+B}{2}\right])^2}{(b+a)(B+A)(b+B)(a+A)} \quad (6)$$

Apabila nilai $X_{obs}^2 > X_{kritis}^2$ pada tingkat kepercayaan 95% dengan derajat kebebasan satu, maka pemasangan pita penggaduh melintang memberikan pengaruh terhadap penurunan kecepatan kendaraan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 memberikan hasil perhitungan kecepatan rata-rata dan kecepatan persentil ke-85 pada setiap titik pengamatan.

Tabel 1 Kecepatan Rata-rata dan Kecepatan persentil ke-85 pada Setiap Periode Pengamatan

Lokasi	Waktu	Kecepatan rata-rata			Persentile Kecepatan ke-85		
		v1	v2	v3	v1	v2	v3
KM 116	pagi	86	90	102	106	108	115
	siang	86	63	78	101	73	91
	sore	80	92	96	98	109	114
KM 111	pagi	107	89	84	124	105	97
	siang	71	80	81	84	91	93
	sore	70	98	77	85	115	115

Pengujian Perbedaan Kecepatan Sebelum dan Sesudah Melewati Pita Penggaduh Melintang

Hasil pengujian kecocokan data menunjukkan bahwa tidak seluruh data kecepatan lolos semua uji kecocokan distribusi normal yang tersedia, namun seluruh data kecepatan tersebut lolos paling tidak satu uji kecocokan distribusi normal. Hal ini mengarah pada kesimpulan bahwa data kecepatan cenderung terdistribusi normal, walaupun ada indikasi yang menunjukkan bahwa data kecepatan tersebut tidak terdistribusi normal. Dengan demikian perbedaan kecepatan sebelum dan sesudah melewati pita penggaduh melintang diuji dengan menggunakan uji parametrik dan non-parametrik untuk perbandingan.

Nilai z^* yang dihasilkan oleh uji parametrik untuk selisih kecepatan sebelum dan pada saat mendekati pita penggaduh melintang diberikan pada Tabel 2. Jika nilai z^* lebih besar dari nilai kritis untuk tingkat kepercayaan 95% (-1,65), hipotesis awal dapat diterima dan disimpulkan bahwa pemasangan pita penggaduh melintang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kecepatan kendaraan. Kesimpulan akhir hasil uji parametrik tersebut diberikan pada Tabel 3.

Sementara hasil perhitungan nilai X_{obs}^2 dari uji non-parametrik chi square ditampilkan pada Tabel 4. Dari tabel tersebut dapat dilihat ternyata nilai X_{obs}^2 dari seluruh titik pengamatan lebih kecil dari nilai X_{kritis}^2 pada tingkat kepercayaan 95% dengan derajat kebebasan satu. Maka dapat disimpulkan bahwa pemasangan pita penggaduh melintang tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan kecepatan kendaraan.

Perhitungan uji non-parametrik chi square untuk menguji penurunan angka kecelakaan akibat pemasangan pita penggaduh melintang ditampilkan pada Tabel 5 dan Tabel 6. Perhitungan tersebut menghasilkan nilai X_{obs}^2 sebesar 0,152. Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan data berderajat kebebasan = 1, dari tabel Chi Square diperoleh $X_{kritis}^2 = 3.85$. Karena X_{obs}^2 lebih rendah dari X_{kritis}^2 , maka asumsi awal bahwa pemasangan pita penggaduh melintang tidak memberikan efek terhadap penurunan angka kecelakaan dapat diterima.

Tabel 2 Hasil Uji Parametrik Kecepatan Sebelum dan Setelah Melewati Pita Penggaduh Melintang

Lokasi	Waktu	z^* (selisih kecepatan rata-rata)			z^* (selisih kecepatan 85-persentil)		
		v2-v1	v3-v2	v3-v1	v2-v1	v3-v2	v3-v1
KM 116	Pagi	2,31	11,83	12,08	1,31	7,06	7,12
	Siang	-18,99	17,07	-6,40	-23,12	20,32	-8,13
	Sore	8,84	4,09	15,03	7,97	5,21	14,91
KM 111	Pagi	-11,22	-3,18	-15,03	-11,87	-5,91	-18,21
	Siang	6,66	0,74	6,70	5,47	1,35	6,26
	Sore	20,48	-14,97	6,06	22,14	0,00	24,96

Tabel 3 Hasil Pengujian Parametrik Kecepatan Rata-rata dan Kecepatan 85-Persentil

Lokasi	Waktu	Kecepatan rata-rata			Kecepatan 85-persentil		
		v2-v1	v3-v2	v3-v1	v2-v1	v3-v2	v3-v1
KM 116	pagi	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho
	siang	tolak Ho	terima Ho	tolak Ho	tolak Ho	terima Ho	tolak Ho
	sore	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho
KM 111	pagi	tolak Ho	tolak Ho	tolak Ho	tolak Ho	tolak Ho	tolak Ho
	siang	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho
	sore	terima Ho	tolak Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho	terima Ho

Keterangan:

1. “terima Ho” berarti pemasangan pita penggaduh melintang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kecepatan kendaraan
2. “tolak Ho” berarti pemasangan pita penggaduh melintang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kecepatan kendaraan

Tabel 4 Hasil Uji Non-parametrik Kecepatan Sebelum dan Sesudah Melewati Pita Penggaduh Melintang

Lokasi	Waktu	dof	x ² kritis	x ² obs (kecepatan rata-rata)	x ² obs (persentil kecepatan ke-85)
KM 116	pagi	1	3,85	0,0057	0,0047
				0,0052	0,0045
				0,0053	0,0045
	siang	1	3,85	0,0067	0,0057
				0,0071	0,0061
				0,0061	0,0052
	sore	1	3,85	0,0058	0,0048
				0,0053	0,0045
				0,0057	0,0047
KM 111	pagi	1	3,85	0,0051	0,0044
				0,0058	0,0050
				0,0052	0,0045
	siang	1	3,85	0,0066	0,0057
				0,0062	0,0054
				0,0066	0,0056
	sore	1	3,85	0,0059	0,0050
				0,0057	0,0043
				0,0068	0,0050

Hasil uji parametrik menunjukkan bahwa efek signifikan penurunan kecepatan hanya terjadi pada periode tertentu dan jumlahnya lebih sedikit dibandingkan efek tidak signifikan. Hal ini berlaku bagi analisis menggunakan kecepatan rata-rata maupun persentil kecepatan ke-85. Perbedaan terletak pada hasil pengujian di lokasi KM 111 periode pengamatan sore hari, yaitu pada saat membandingkan v3 dan v2. Hal ini dikarenakan kecepatan persentil ke-85v3 dan v2 bernilai sama sehingga pita penggaduh melintang dianggap tidak memberikan efek yang signifikan.

Hasil uji non-parametrik pada kecepatan rata-rata dan kecepatan persentil ke-85 menunjukkan hasil bahwa pemasangan pita penggaduh melintang tidak memberikan efek signifikan terhadap penurunan kecepatan kendaraan. Hal ini disebabkan nilai $\chi^2_{\text{kritis}} > \chi^2_{\text{obs}}$.

Dengan demikian, terdapat perbedaan hasil akhir yang diberikan oleh uji parametrik dan uji non-parametrik untuk mengetahui pengaruh pemasangan pita penggaduh melintang terhadap penurunan kecepatan rata-rata dan persentil kecepatan ke-85. Pada pengujian non-parametrik didapatkan hasil bahwa pada seluruh lokasi dan periode pengamatan pemasangan pita penggaduh melintang tidak memberikan efek yang signifikan terhadap penurunan kecepatan kendaraan. Pada pengujian parametrik, beberapa hasil perhitungan menunjukkan adanya pengaruh pemasangan pita penggaduh melintang terhadap penurunan kecepatan kendaraan. Namun, hasil uji parametrik tersebut diragukan keabsahannya mengingat tidak seluruh data lolos pada semua uji kecocokan distribusi normal yang tersedia.

Tabel 5 Rekapitulasi Frekuensi Kecelakaan pada *Treated* dan *Control Site* Selama Periode Sebelum dan Sesudah Pemasangan Pita Penggaduh Melintang

	Sebelum pemasangan pita penggaduh melintang	Sesudah pemasangan pita penggaduh melintang	Total
Lokasi pemasangan pita penggaduh melintang	4	3	7
Lokasi lain	72	60	132

Tabel 6 Rekapitulasi Ekspektasi Frekuensi Kecelakaan jika Pemasangan Pita penggaduh Melintang tidak Memberikan Efek terhadap Penurunan Angka Kecelakaan

	Sebelum pemasangan pita penggaduh melintang	Sesudah pemasangan pita penggaduh melintang
Lokasi pemasangan pita penggaduh melintang	3,83	3
Lokasi lain	72,17	60

Sepertinya pemasangan pita penggaduh melintang pada KM 116 dan 111 dapat berguna sebagai alat untuk mengembalikan konsentrasi pengemudi dalam berkendara. Meskipun kendaraan tidak mengalami penurunan kecepatan, pengemudi diharapkan menjadi lebih waspada akan medan jalan yang dihadapi di depannya. Berdasarkan lokasi penempatan pita penggaduh melintang saat ini, yaitu KM 116 dan KM 111 tampak bahwa di daerah ini terdapat perubahan alinemen jalan dan geometrik jalan sehingga pengemudi harus lebih waspada dalam menghadapi perubahan yang akan terjadi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan mengindikasikan bahwa pemasangan pita penggaduh melintang pada jalan tol Cipularang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kecepatan rata-rata dan kecepatan persentil ke-85 kendaraan ringan. Demikian pula pemasangan pita penggaduh melintang tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan angka kecelakaan pada jalan tol Cipularang.

DAFTAR PUSTAKA

- May, D. A. 1990. *Traffic Flow Fundamentals*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc.
- Gorrill, D. 2007. *Transverse Rumble Strips*. Transportation Research Synthesis. Minnesota Department Transportation.
- Walpole, R. E and Mayers, R. H. 2002. *Probability and Statistics for Engineer and Scientists*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc.
- Finley, M. D and Jeffrey D. Milles. 2005. *An Assessment Of Various Rumble Strip Designs And Pavement Marking Applications For Crosswalks And Work Zones*. Texas: Texas Transportation Institute.