JURNAL REKAYASA SIPIL
Vol. 20 No. 3, Desember 2024
Diterbitkan oleh:
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas (Unand)
ISSN (Print): 1858-2133
ISSN (Online): 2477-3484
http://jrs.ft.unand.ac.id

PENGARUH PEMASANGAN PEMBATAS JALAN TERHADAP LALU LINTAS (STUDI KASUS: SIMPANG ANDURING KOTA PADANG)

HENDRA GUNAWAN[1], TITI KURNIATI*[2], MUTIARA ADILLA[3]

[1]Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat (hendra@eng.unand.ac.id)
[2]Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat (titi@eng.unand.ac.id)
[3]Alumni Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat
[*]Corresponding Author: titi@eng.unand.ac.id

Naskah diterima: 09 September 2024. Disetujui: 18 Desember 2024. Diterbitkan: 30 Desember 2024

ABSTRAK

Simpang Anduring merupakan simpang tiga lengan yang menghubungkan jalan Dr. Moh. Hatta-Jalan Andalas-Jalan M. Yunus. Pengaturan Simpang Anduring tanpa Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), sehingga kendaraan yang bertukar arah akan menyebabkan terjadinya konflik. Walaupun konflik yang terjadi tergolong tidak serius tetapi kemacetan yang sering terjadi perlu mendapatkan penanganan Rekayasa Lalu Lintas. Tindakan yang dilakukan adalah memasang pembatas jalan. Tujuan penelitian ini untuk menentukan pengaruh pemasangan pembatas jalan ditinjau dari volume dan kecepatan kendaraan di persimpangan, serta mengetahui persentase penggunaan putaran balik sebagai dampak dipasangnya pembatas jalan. Data lalu lintas berupa volume dan kecepatan kendaraan dikumpulkan melalui video udara (*drone*). Uji hipotesis rata-rata dua populasi dilakukan untuk menentukan pengaruh pemasangan pembatas jalan. Pemasangan pembatas jalan berpengaruh pada volume lalu lintas secara signifikan pada α=0,05 untuk pergerakan lalu lintas jalan Andalas menuju jalan M. Yunus dan jalan Andalas menuju jalan Moh. Hatta. Pemasangan pembatas jalan berpengaruh secara signifikan pada α=0,05 untuk kecepatan rerata arah dari jalan Moh. Hatta ke jalan Andalas dan dari jalan M. Yunus ke jalan Moh. Hatta pada pagi hari, sedangkan pada waktu sore hari, tidak berpengaruh secara signifikan. Hal ini disebabkan tingginya hambatan samping pada waktu tersebut.

Kata kunci : simpang, pembatas jalan, volume, kecepatan, uji hipotesis

1. PENDAHULUAN

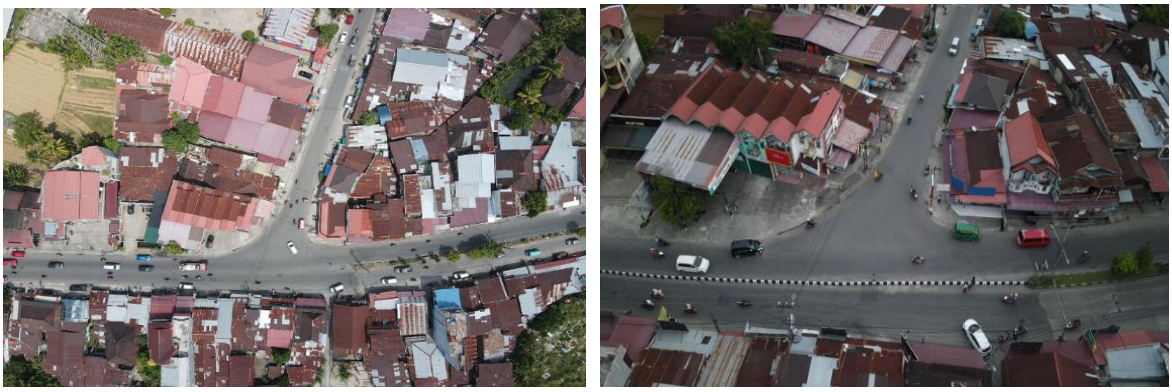
Simpang Anduring merupakan persimpangan yang menghubungkan jalan Moh. Hatta (arah Timur), jalan Andalas (arah Barat), dan jalan M. Yunus (arah Utara). Pada awalnya, pengaturan Simpang Anduring tanpa Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), sehingga ketika ada kendaraan yang bertukar arah akan menyebabkan terjadinya konflik. Konflik yang terjadi terdiri crossing dan merging dengan persentase crossing 84,13% dan merging sebesar 15,87%

DOI : https://doi.org/10.25077/jrs.20.3.199-208.2024
Attribution-NonCommercial 4.0 International. Some rights reserved

(Azhari, 2021). Sebelum pemasangan pembatas jalan (Gambar 1 (a)), aktivitas Simpang Anduring sangat ramai terutama pada waktu jam sibuk masuk sekolah/kuliah dan kantor di pagi hari serta waktu sibuk sore hari. Konflik lalu lintas ditambah perilaku tidak disiplin pengguna jalan serta tingginya hambatan samping mengakibatkan terjadinya tundaan dan kemacetan.

Untuk mengatasi permasalahan pada persimpangan Anduring, pada tahun 2022 Pemerintah Kota Padang melalui Dinas Perhubungan membangun pembatas jalan (*road barrier*), seperti terlihat pada gambar 1 (b). Skema pembatas jalan yang dibangun di Simpang Anduring adalah dengan menutup persimpangan tiga arah menjadi dua arah dan menyediakan dua lokasi perputaran balik arah. Perputaran balik arah pertama terdapat di jalan Andalas untuk kendaraan dari arah jalan Moh. Hatta yang mau belok kanan ke jalan M. Yunus, dan perputaran balik arah kedua terdapat di jalan Moh. Hatta untuk kendaraan dari jalan M. Yunus yang akan belok kanan ke jalan Andalas.

Perubahan pengaturan simpang ini menarik untuk diteliti. Tujuan penelitian ini untuk menentukan pengaruh pemasangan pembatas jalan ditinjau dari volume dan kecepatan kendaraan di persimpangan serta mengetahui persentase penggunaan putaran balik (U-turn).



(a) Sebelum dipasang pembatas jalan (b) Setelah dipasang pembatas jalan

Gambar 1. Lokasi Penelitian

1.1. Pembatas Jalan (*Road Barrier*)

Pembatas jalan adalah suatu jalur yang memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah. Untuk jalan yang memiliki 4 (empat) lajur atau lebih dan rekayasa arus lalu lintas pada persimpangan pada lalu lintas dua arah diperlukan pembatas jalan atau road barrier, yang terdiri dari jalur tepian dan bangunan pemisah. Kegunaan pembatas jalan adalah memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah dan menghindari resiko bagi kendaraan belok kanan sehingga dapat meningkatkan keamanan dan kelancaran lalu lintas di jalan tersebut. Pembatas jalan pada umumnya terbuat dari beton bertulang dan geometri permukaan dirancang sedemikian rupa untuk meminimalkan kerusakan kendaraan dan mengurangi kemungkinan kendaraan menyeberang ke jalur lalu lintas di sebelahnya, yang akan mengakibatkan tabrakan dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan. Median penghalang jenis ini harus mampu melindungi kendaraan tetap pada badan jalan.

Gerakan putar balik arah melibatkan beberapa tahap kejadian yang berpengaruh terhadap arus lalu lintas. Tahap pertama, kendaraan yang melakukan gerakan putar balik arah akan mengurangi kecepatan dan berada pada lajur paling kanan. Perlambatan arus lalu lintas mengakibatkan terjadi antrian. Tahap kedua, kendaraan melakukan gerakan berputar menuju

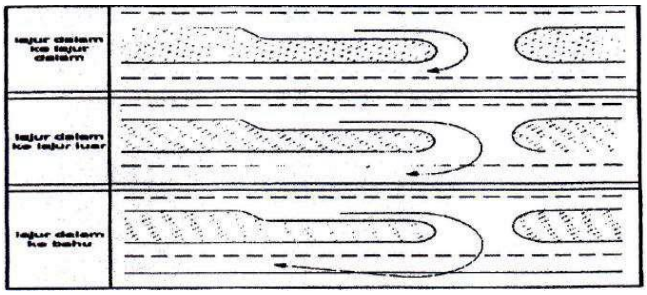
jalur berlawanan dipengaruhi oleh jenis kendaraan. Manuver kendaraan mengakibatkan gangguan lalu lintas searah dan berlawanan arah. Pada tahap ketiga kendaraan yang berputar arah akan menyatu (merge) dengan arus kendaraan pada arus yang berlawanan, perlu diperhatikan kondisi arus alu lintas arah berlawanan (Agah, 2007).

Pada putaran balik langsung terdapat tiga (3) jenis gerakan memutar (Gambar 2), yaitu:

a. Gerakan memutar dari lajur dalam ke lajur berlawanan.

b. Gerakan memutar dari lajur dalam ke lajur luar pada jalur berlawanan.

c. Gerakan memutar dari lajur dalam ke bahu jalan pada jalur berlawanan untuk jalan 4/2D atau dari lajur dalam ke lajur luar pada jalur berlawanan.



Gambar 2. Putaran balik tanpa penambahan lajur

1.2. Studi Terdahulu

Penelitian oleh Micola (2020) mengenai evaluasi pemasangan pembatas jalan terhadap kinerja ruas jalan M.T. Haryono kota Balikpapan menghasilkan kinerja jalan setelah bermedian lebih baik dari kondisi jalan sebelum dipasang median. Kinerja lalu lintas jalan M.T. Haryono setelah bermedian pada jam puncak hari kerja arah simpang BDS – simpang Beler diperoleh volume 2.585 smp/jam, kapasitas jalan sebesar 3.304 smp/jam, derajat kejenuhan 0,78 dan tingkat pelayanan D. Sebelum dipasang pembatas jalan, jumlah volume lalu lintas tertinggi pada arah simpang BDS – simpang Beler pada pagi hari (07.00-08.00 WITA) sebesar 2.911 smp/jam (Micola & Fatmawati, 2020).

Muhtadi (2010) menjelaskan penelitian pada jalan Peterongan kota Jombang tanpa pembatas jalan didapatkan data kejenuhan 0,80. Setelah jalan Peterongan dipasang pembatas jalan, kepadatan lalu lintas berkurang. Analisa jalan Peterongan kondisi baru diperoleh derajat kejenuhan sebesar 0,42. Terjadi peningkatan kinerja jalan sebesar 47,5% (Muhtadi, 2010).

Hasil penelitian Sumarda, dkk (2019 di kota Denpasar menunjukkan kinerja U-Turn pada saat jam puncak memiliki volume lalu lintas tertinggi sebesar 489,40 smp/jam, rata–rata waktu menuver tiap jenis kendaraan yaitu sepeda motor 4,41 detik/kendaraan, kendaraan ringan 15,33 detik/kendaraan dan kendaraan berat 26,29 detik/kendaraan (Sumarda, Kariyana, & Saputra, 2019).

Kurniati, dkk (2021) mengevaluasi kinerja bukaan median di jalan By Pass Padang dengan hasil waktu tunggu putar balik terpanjang adalah 22,79 detik/kendaraan pada periode waktu pukul 07.00-08.00 WIB dan volume kendaraan putar balik terbesar yaitu 770 smp/jam pada periode waktu pukul 17.00- 18.00 WIB. Tingkat pelayanan C terjadi pada bukaan median sta 7+682 dan sta 8+602, sedangkan lima stationing lainnya dengan tingkat pelayanan B. Tingkat pelayanan C harus ditingkatkan menjadi B dengan menambah panjang bukaan median pada

stasioning tersebut dan jika tidak memungkinkan bukaan median sebaiknya ditutup (Kurniati, Gunawan, & Saputra, 2021).

Fasilitas putaran balik jalan Gajah Mada Pontianak memiliki kinerja yang rendah ditinjau dari besarnya arus yang melakukan putaran balik dan lamanya waktu berputar kendaraan. Pada saat jam sibuk, 2 dari 3 putaran balik memiliki rasio pelayanan bukaan median > 1,0. Berarti terjadi antrian kendaraan pada fasilitas putar balik tersebut. (Utami, Teddy, & Mayuni, 2018)

Data simpang Anduring sebelum dipasang pembatas jalan merupakan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Azhari, 2021). Data volume kendaraan terbesar periode pagi hari (pukul 10.00 - 10.15 WIB) pada ruas jalan Andalas. Jenis kendaraan terbanyak yang melewati simpang Anduring yaitu sepeda motor sebesar 1.296 kendaraan, merupakan 75% dari total 1.729 kendaraan yang melewati persimpangan tersebut. Hal yang sama juga terjadi pada periode sore hari (pukul 17.00 WIB - 17.15 WIB) dengan volume 2.548 kendaraan, dimana 2.078 kendaraan sepeda motor (81% dari seluruh kendaraan).

2. METODA PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan dalam 3 periode waktu, pagi hari pukul 06.30 – 08.30 WIB dan 10.00 – 12.00 WIB, serta periode sore hari 16.30 – 18.30 WIB. Data lalu lintas yaitu volume dan kecepatan kendaraan dikumpulkan melalui rekaman video udara dengan menggunakan *drone*. Data penggunaan putaran balik diperoleh melalui *traffic counter* yang telah diinstal di dalam *smartphone*.

Data hasil penelitian Azhari (2021) berupa data volume lalu lintas yang terklasifikasi dan data kecepatan kendaraan pada pukul 10.00 – 10.15 WIB (pagi hari) dan 17.00 – 17.15 WIB (sore hari). Perbandingan data sebelum dan setelah pemasangan pembatas jalan menyesuaikan dengan data tersebut.

Untuk kemudahan pengolahan data, pergerakan dibagi menjadi empat (4) arah (Gambar 3):

1. Pergerakan dari jalan Moh. Hatta menuju jalan Andalas: Arah 1
2. Pergerakan dari jalan Andalas menuju jalan M. Yunus: Arah 2
3. Pergerakan dari jalan M. Yunus menuju jalan Moh. Hatta: Arah 3
4. Pergerakan dari jalan Andalas menuju jalan Moh. Hatta: Arah 4

Setelah dilakukannya pemasangan pembatas jalan, untuk pergerakan belok kanan dari jalan Moh. Hatta menuju jalan M. Yunus disediakan Putar Balik 1 (Gambar 4 (a)). Untuk pergerakan belok kanan dari jalan M. Yunus menuju jalan Andalas difasilitasi dengan Putar Balik 2 (Gambar 4 (b)).



Gambar 3. Pergerakan Arus Lalu lintas pada Simpang Anduring

Untuk menentukan pengaruh pemasangan pembatas jalan terhadap lalu lintas dilakukan pengujian hipotesis rata-rata populasi. Pengujian hipotesis rata-rata populasi bertujuan untuk melihat ada-tidaknya perbedaan setelah sampel-sampel diberikan perlakuan yang berbeda. Pengujian hipotesis rata-rata dua populasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menganggap varians sama dan diketahui. Uji ini dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak *SPSS 21*, dengan tingkat kepercayaan 95%. Dalam uji hipotesis dengan metode parametrik dua pihak, terlebih dahulu ditetapkan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_A). Hipotesis nol adalah nilai rata-rata volume kendaraan sebelum dan sesudah pemasangan pembatas jalan sama pada setiap arah; sedangkan hipotesis alternatif adalah nilai rata-rata kecepatan sebelum dan sesudah pemasangan pembatas jalan tidak sama pada setiap arah.

Secara matematis, hipotesis tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$
$$H_A: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Dengan tingkat keyakinan 95% (α=0,05), bandingkan p_{value} dengan α. Jika $p_{value} < \alpha$, maka H_0 ditolak, sedangkan jika $p_{value} > \alpha$, maka H_0 tidak ditolak.



(a) Putar Balik 1 di Jalan Andalas (b) Putar Balik 2 di Jalan Moh. Hatta

Gambar 4. Pergerakan Putar Balik

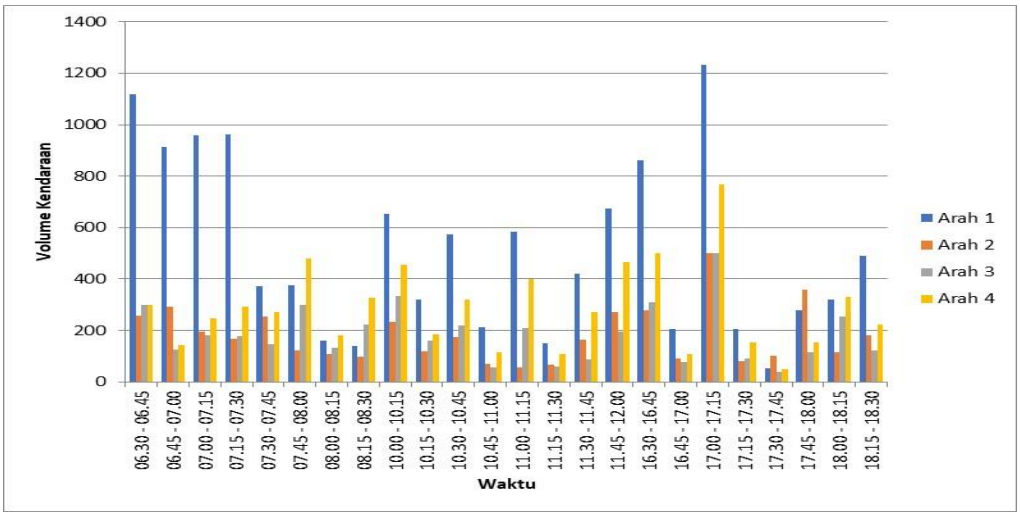
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Arus Lalu Lintas Setelah Pemasangan Pembatas Jalan

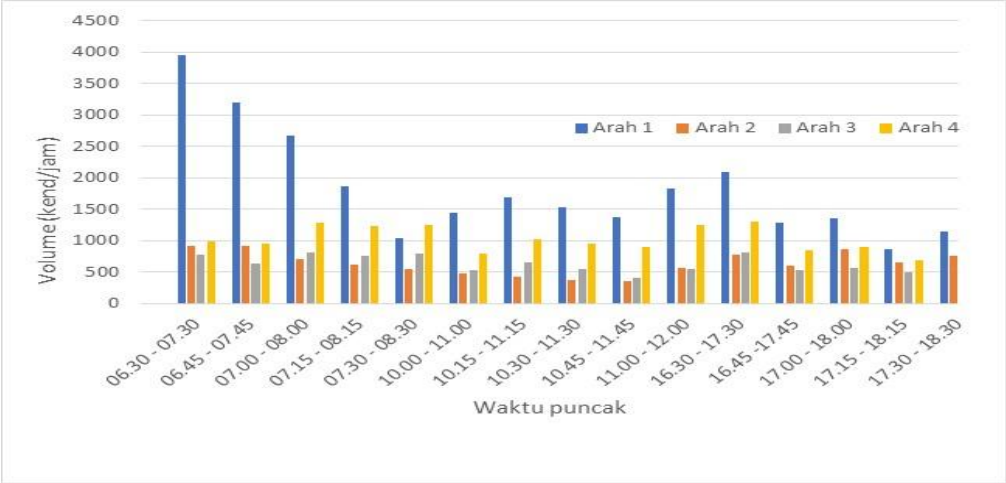
Hasil pembacaan rekaman video udara dibantu dengan alat hitung (*traffic counter*) untuk menentukan voume kendaraan dalam 15 menit memberikan hasil seperti terlihat pada Gambar 5. Volume kendaraan terbesar terjadi pada arah 1 sebesar 1.233 kendaraan pukul 17.00-17.15. Pada waktu tersebut volume total pergerakan kendaraan di simpang juga adalah yang terbesar, yaitu 3.004 kendaraan. Pada pukul 17.15-17.30 volume arah 4 sebesar 51 kendaraan merupakan volume yang terendah, demikian juga volume total kendaraan terendah di simpang yaitu 245 kendaraan.

Volume puncak untuk arah 1 dan arah 2 terjadi pada pukul 06.30-07.30. Volume puncak arah 1 sebesar 3.956 kendaraan/jam (kend/jam) dimana 82,5% merupakan sepeda motor. Volume puncak arah 2 sebesar 912 kend/jam dengan 90% didominasi sepeda motor. Pukul 16.30-17.30 merupakan waktu terjadinya volume puncak arah 3 dan arah 4. Volume puncak arah 3 sebesar 807 kend/jam dimana 90% juga volume sepeda motor. Volume puncak arah 4 sebesar 1.298 kend/jam dengan 76% adalah sepeda motor (Gambar 6).

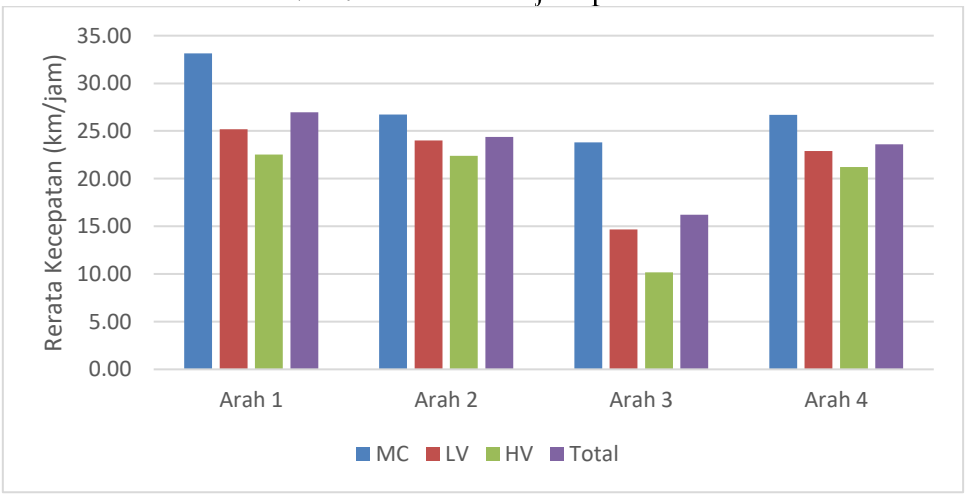
Gambar 7 menampilkan rerata kecepatan masing-masing kendaraan dan rerata kecepatan seluruh kendaraan pada jam puncak. Kecepatan sepeda motor (MC) selalu tertinggi untuk semua arah. Pada Arah 1 kecepatan sepeda motor tertinggi dibandingkan 3 arah lainnya, dengan kecepatan 33,13 km/jam. Rerata kecepatan kendaraan total teringgi untuk arah 1 yaitu 26,95 km/jam. Kecepatan rerata kendaraan total terendah terjadi pada Arah 3, yaitu 16,22 km/jam. Kecepatan rerata kendaraan berat (HV) selalu terendah pada semua arah, dibandingkan dengan sepeda motor dan kendaraan ringan (MC). Lebih khusus, pada Arah 3 rerata kecepatan HV adalah yang paling rendah dengan nilai 10,16 km/jam.



Gambar 5. Volume kendaraan per 15 menit



Gambar 6. Volume jam puncak



Gambar 7. Rerata kecepatan kendaraan saat jam puncak pada simpang Anduring

3.2. Volume Putaran Balik pada Kondisi Setelah Pemasangan Pembatas Jalan

Volume kendaraan yang melakukan putar balik pada Putar Balik 1 dan 2 dirangkum dalam Tabel 1. Jumlah kendaraan yang melintasi Putar balik arah 1 dan 2 selama 6 jam pengamatan adalah sebesar 7.235 kendaraan. Volume ini sebesar 26% dibandingkan dengan jumlah keseluruhan kendaraan yang melewati simpang Anduring yang berjumlah 27.873 kendaraan. Volume tertinggi kendaraan putar balik pada Putar Balik 1 pada pukul 16.30-18.30 yaitu 1.663 kendaraan. Volume kendaraan Putar balik terendah terjadi pada Putar Balik 2 pada waktu 10.00-12.00. 3. Persentase kendaraan putar balik pada Putar Balik 1 mengalami peningkatan setelah pemasangan pembatas jalan sebesar 27,76% sementara pada Putar Balik 2 turun sebesar 3,58% pada jam 10.00 - 10.15 WIB. Pada Jam 17.00-17.15 persentase putar balik arah mengalami peningkatan sebesar 19,34% pada Putar Balik 1, tetapi mengalami penurunan sebesar 3,99 % pada Putar Balik 2.

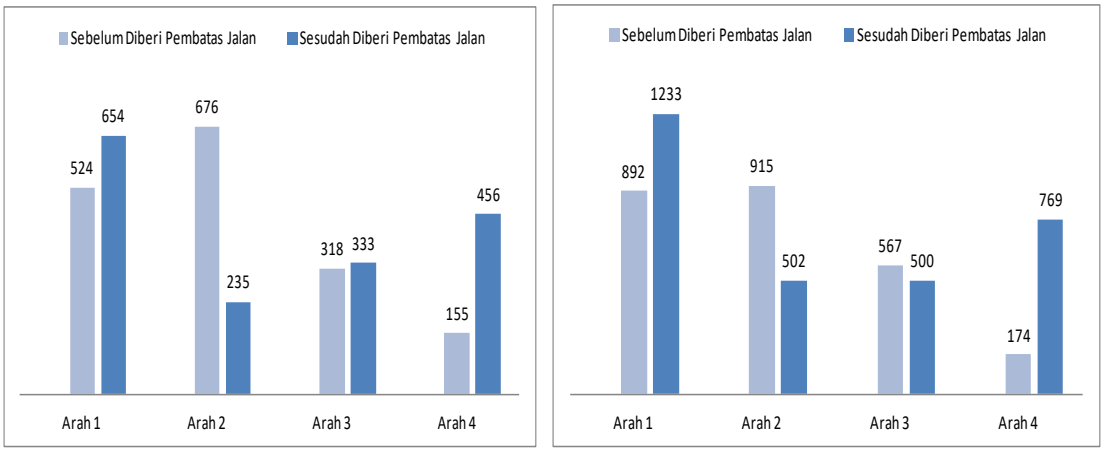
Tabel 1. Volume Kendaraan Putar Balik

Waktu	Putar Balik	Jumlah (kend)
06.30-08.30	1	1561
	2	975
10.00-12.00	1	1203
	2	714

16.30-18.30	1	1633
	2	1149

3.3. Perbandingan Lalu Lintas Sebelum dan Sesudah Pemasangan Pembatas Jalan

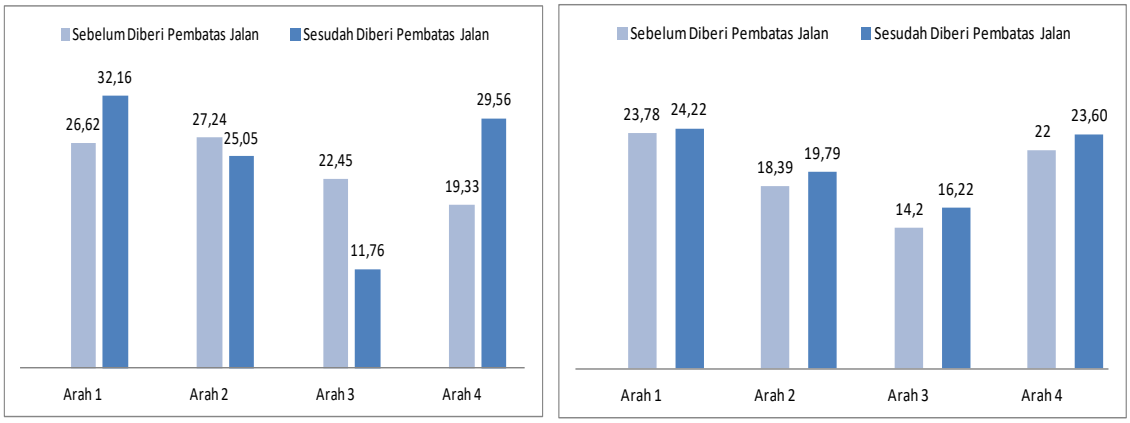
Perbandingan data lalu lintas sebelum dan sesudah pemasangan pembatas jalan pada pukul 10.00-10.15 (pagi hari) dan 17.00-17.15 (sore hari) dilakukan berdasarkan ketersediaan data sekunder yaitu data sebelum dipasang pembatas jalan. Gambar 7(a) dan 7(b) menampilkan data perbandingan volume kendaraan pada pukul 10.00-10.15 dan 17.00-17.15. Selisih volume kendaraan terbesar terjadi pada arah 4 pada pukul 17.00-17.15 yaitu 595 kendaraan (77,4%).



(a). Pukul 10.00-10.15 (b). Pukul 17.00-17.15

Gambar 7. Volume kendaraan

Gambar 8(a) dan 8(b) menampilkan data perbandingan rerata kecepatan kendaraan pada pukul 10.00-10.15 dan 17.00-17.15. Selisih kecepatan rerata kendaraan terbesar terjadi pada arah 4 pada pukul 10.00-10.15 yaitu 10,33 km/jam (34,6%).



(a). Pukul 10.00-10.15 (b). Pukul 17.00-17.15

Gambar 8. Rerata kecepatan kendaraan

Hasil uji hipotesis rata-rata dua populasi volume lalu lintas dan kecepatan rerata dirangkum pada Tabel 2 dan Tabel 3. Hasil uji hipotesis dengan α=0,05 terhadap volume lalu lintas menunjukkan bahwa pemasangan pembatas jalan berpengaruh secara signifikan pada pergerakan lalu lintas arah 2 dan 4, baik pada pukul 10.00-10.15 maupun pada pukul 17.00-17.15.

Sementara uji hipotesis untuk kecepatan rata-rata memperlihatkan bahwa pemasangan pembatas jalan hanya berpengaruh secara signifikan pada arah 1 dan 3 di pagi hari (pukul 10.00-10.15). Pada pukul 17.00-17.15, pemasangan pembatas jalan tidak mempengaruhi kecepatan rata-rata secara signifikan. Hal ini disebabkan karena tingginya hambatan samping pada waktu tersebut, berupa parkir kendaraan di badan jalan dan banyaknya kendaraan umum angkot yang berhenti menunggu penumpang di sekitar wilayah persimpangan.

Tabel 1. Uji Hipotesis Volume sebelum dan sesudah pemasangan pembatas jalan

Pergerakan	pvalue	Keputusan
10.00-10.15		
Arah 1	0,16	H_0 tidak ditolak
Arah 2	0,00	H_0 ditolak
Arah 3	0,25	H_0 tidak ditolak
Arah 4	0,05	H_0 ditolak
17.00-17.15		
Arah 1	0,10	H_0 tidak ditolak
Arah 2	0,00	H_0 ditolak
Arah 3	0,55	H_0 tidak ditolak
Arah 4	0,00	H_0 ditolak

Tabel 3. Uji Hipotesis Rerata Kecepatan sebelum dan sesudah pemasangan pembatas jalan

Pergerakan	p_{value}	Keputusan
10.00-10.15		
Arah 1	0,002	H_0 ditolak
Arah 2	0,84	H_0 tidak ditolak
Arah 3	0,00	H_0 ditolak
Arah 4	0,48	H_0 tidak ditolak
17.00-17.15		
Arah 1	0,44	H_0 tidak ditolak
Arah 2	0,12	H_0 tidak ditolak
Arah 3	0,07	H_0 tidak ditolak
Arah 4	0,40	H_0 tidak ditolak

4. KESIMPULAN

Selisih volume kendaraan terbesar antara sebelum dan sesudah pemasangan pembatas jalan terjadi pada arah 4 pada pukul 17.00-17.15 yaitu 595 kendaraan (77,4%). Selisih kecepatan rerata kendaraan terbesar terjadi pada arah 4 pada pukul 10.00-10.15 yaitu 10,33 km/jam (34,6%). Persentase kendaraan putar balik pada Putar Balik 1 mengalami peningkatan setelah pemasangan pembatas jalan sebesar 27,76% sementara pada Putar Balik 2 turun sebesar 3,58% pada jam 10.00-10.15 WIB. Pada pukul 17.00-17.15 persentase putar balik arah mengalami peningkatan sebesar 19,34% pada Putar Balik 1, tetapi mengalami penurunan sebesar 3,99 % pada Putar Balik 2.

Hasil uji hipotesis pada α=0,05 untuk volume lalu lintas memperlihatkan bahwa pemasangan pembatas jalan berpengaruh secara signifikan untuk pergerakan lalu lintas arah 2 dan 4, sedangkan arah 1 dan 3 tidak berpengaruh secara signifikan. Pemasangan pembatas jalan berpengaruh secara signifikan pada α=0,05 untuk kecepatan rerata arah 1 dan 3 pada pukul 10.00-10.15. Pada pukul 17.00-17.15, pemasangan pembatas jalan tidak berpengaruh secara signifikan. Hal ini disebabkan karena tingginya hambatan samping pada waktu tersebut, berupa parkir kendaraan di badan jalan dan banyaknya kendaraan umum angkot yang berhenti menunggu penumpang di sekitar wilayah persimpangan.

DAFTAR PUSTAKA

Agah, H.R. (2007). Penyediaan Fasilitas Putaran Balik pada Segmen Jalan, Usulan Rancangan Pada Jaringan Jalan Dalam Kota. Majalah Teknik Jalan.

Azhari, T (2021). Studi Konflik Arus Lalu Lintas pada Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus–Persimpangan Jl. Andalas-Jl. Dr. Moh. Hatta–Jl. M. Yunus). http://scholar.unand.ac.id/76883

Kurniati, T., Gunawan, H., & Saputra, A. (2021). Evaluasi Geometrik Median dan Kinerja Bukaan Median pada Jalan Bypass Kota Padang. Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand), 17(3), 218–227. https://doi.org/10.25077/jrs.17.3.218-227.2021

Micola, A. D. dan Fatmawati (2020). Evaluasi Median Jalan terhadap Kinerja Ruas Jalan M.T Haryono Jutateks, 4(1), 56-65. https://ojs.poltekba.ac.id/ojs/index.php/jutateks/article/view/284

Muhtadi, A. (2010). Analisis Kapasitas, Tingkat Pelayanan, Kinerja dan Pengaruh Pembuatan Median Jalan. Neutron, 10(1), 43 - 54. https://www.academia.edu/7915750/Analisis_Kapasitas_Tingkat_Pelayanan_Kinerja_dan_43_Pengaruh_Pembuatan_Median_Jalan

Sumarda, G., Kariyana, I. M., & Saputra, D. (2019). Analisa Kinerja U-Turn dan Ruas Jalan di Jalan By Pass Ngurah Rai Denpasar. Jurnal Teknik Gradien, 11(1), 32–45. https://ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien/article/view/291/234

Utami, Y. T., Teddy A., & Mayuni, S. (2018) Kajian Putar Balik (U-Turn) terhadap Arus Lalu Lintas. Jurnal JeLAST 5(2): 1–14.http://dx.doi.org/10.26418/jelast.v5i2.28109