Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)
Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makassar
Volume 7 Issue 2, Juni 2025

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Ruas Jalan Kota Makassar (Studi Kasus : Ruas Jalan Bandang)

Hisky Valen Kala'

Submit:
27 Februari 2025
Review:
20 Maret 2025
Revised:
15 Juni 2025
Published :
24 Juni 2025

Department of Civil Engineering, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, hiskyvalen@gmail.com

Abstrak

Kemacetan lalu lintas di kota-kota besar sering menjadi masalah utama di jalan-jalan perkotaan, termasuk di Kota Makassar. Jalan Bandang, yang merupakan jalan akses utama, juga mengalami hal yang sama dengan daerah sekitarnya yang padat dengan aktivitas masyarakat seperti toko-toko, sekolah, kantor, restoran, dan tempat ibadah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kineja ruas perkotaan dengan tata guna lahan rumah pertokoan (ruko). Data dari survei lapangan langsung mengumpulkan informasi tentang volume lalu lintas, gesekan lateral, kecepatan kendaraan dan geometri jalan. Data kependudukan juga digunakan sebagai data sekunder. Data tersebut diolah dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2014. Berdasarkan perhitungan dan analisis data dari tiga hari pengamatan, lalu lintas maksimum pada jalur utara pada hari Senin ditentukan sebesar 1766,0 kendaraan/jam. Hambatan lalu lintas tertinggi berada di utara pada hari Rabu dengan kepadatan kendaraan 0,445.

Kata kunci: Derajat kejenuhan, hambatan samping, kinerja ruas

Abstract

Traffic congestion in big cities is often a major problem on urban roads, including in Makassar City. Jalan Bandang, which is the main access road, also experiences the same thing as the surrounding area which is dense with community activities such as shops, schools, offices, restaurants and places of worship. The purpose of this study is to determine the performance of urban road sections with shophouse land use. Data from direct field surveys collect information on traffic volume, lateral friction, vehicle speed and road geometry. Population data is also used as secondary data. The data was processed using the 2014 Indonesia Road Capacity Guidelines. Based on calculations and data analysis from three days of observation, the maximum traffic on the northern route on Monday was determined to be 1766.0 vehicles/hour. The highest traffic barrier was in the north on Wednesday with a vehicle density of 0.445.

Keywords*: **Degree of saturation, side friction, road performance***

PENDAHULUAN

Kemacetan lalu lintas pada kota-kota besar merupakan suatu persoalan yang sering dijumpai dan menjadi masalah utama yang terjadi pada jalan perkotaan salah satunya di Kota Makassar. Adanya perkembangan pesat dari masyarakat maka dibutuhkan sarana dan prasarana memadai untuk menunjang aktivitas serta memajukan pertumbuhan pembangunan daerah tersebut.

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Jalan Bandang adalah jalan dua arah enam jalur terbagi oleh median. Tata guna lahan di ruas ini adalah rumah toko (ruko). Ruko merupakan bangunan yang biasanya memiliki dua fungsi, yaitu sebagai tempat tinggal sekaligus sebagai tempat usaha. Pada umumnya pembagian fungsi ini pada ruko, yaitu tempat tinggal di lantai 2 dan tempat usaha di lantai 1. Karena fungsinya sebagai ruko, jarang terdapat lahan parkir untuk pelanggan atau pembeli yang akan membeli barang di suatu ruko, sehingga parkir pada bahu dan bahkan badan jalan sering terjadi sehingga menimbulkan kemacetan jalan. Kondisi lalu lintas di atas menyebabkan perlambatan kecepatan pengemudi, meningkatkan kelelahan pengemudi, dan mengurangi kapasitas jalan. Urgensi penelitian ini adalah belum terdapat penelitian mengenai pengaruh aktivitas tata guna lahan kawasan rumah pertokoan terhadap kinerja jalan. Sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi stakeholder untuk penataan kawasan parkir pada rumah pertokoan sehingga tidak menimbulkan kemacetan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hambatan samping pada kawasan rumah pertokoan terhadap derajat kejenuhan ruas Bandang, Kota Makassar.

Kebutuhan masyarakat akan transportasi pada saat ini berkembang pesat dan daya beli masyarakat juga cukup tinggi, yang menimbulkan ketidakseimbangan antara pertumbuhan jumlah kendaraan dengan pertumbuhan prasarana jalan raya[1]. Arus lalu lintas di jalan-jalan kota sangat dipengaruhi oleh elemen gesekan samping, seperti parkir di jalan, penyeberangan pejalan kaki, dan kendaraan tidak bermotor (Kendaraan Non-Motor/KTM), terutama di daerah dengan lalu lintas campuran [2]. Hambatan samping merupakan salah satu faktor penyebab kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas terjadi akibat ketidakseimbangan antara peningkatan kepemilikan kendaraan bermotor dengan pertumbuhan prasarana jalan yang tersedia, serta kapasitas efektif ruas jalan yang ada lebih kecil dari kapasitas jalan yang direncanakan akibat adanya hambatan samping[3]. Hambatan samping di jalan adalah situasi di mana arus lalu lintas berkurang akibat berkurangnya kapasitas[4]. Hambatan samping mengacu pada variabel gabungan yang menunjukkan tingkat interaksi antara aktivitas dan arus lalu lintas[5]. Kondisi memburuk ketika permintaan transportasi dan aktivitas di tepi jalan meningkat, yang menyebabkan kinerja lalu lintas tidak efisien[6]. Parameter hambatan samping meliputi kendaraan non-bermotor, penyeberangan pejalan kaki atau pergerakan di sepanjang jalan, pedagang kaki lima, parkir di tepi jalan, pergerakan hewan, dan aktivitas tata guna lahan[7], [8]. Hambatan samping merupakan dampak dari kinerja lalu lintas akibat aktifitas samping segmen jalan seperti kendaraan parkir/kendaraan berhenti di bahu jalan, pejalan kaki menyebrang/pejalan kaki yang tidak berjalan pada trotoar, kendaraan keluar masuk dari sisi jalan/menlintas, dan kendaraan lambat seperti sepeda atau becak[9]. Semakin besar proporsi pejalan kaki sebagai hambatan samping, nilai indeks hambatan samping meningkat, tetapi nilai kecepatan rata-rata ruang dan kecepatan arus bebas menurun[10]. Kendaraan bermotor akan berjalan lebih lambat untuk menghindari atau menyesuaikan diri dengan kecepatan pejalan kaki, terutama kendaraan ringan dan kendaraan berat, namun penambahan pejalan kaki tidak terlalu memengaruhi pergerakan sepeda motor[11]. Hambatan samping terhadap kendaraan yang keluar dan masuk merupakan aktivitas yang paling berpengaruh dalam menurunkan kecepatan kendaraan[12], [13]. Parkir di bahu jalan menjadi salah satu jenis hambatan samping, relokasi parkir terbukti dapat meningkatkan kapasitas jalan, menurunkan tingkat kejenuhan, dan meningkatkan tingkat pelayanan[14]. Meskipun jumlah kendaraan yang melintas tidak berubah secara drastis tetapi hambatan samping yang tinggi dapat membuat ruang pergerakan kendaraan menjadi lebih sempit sehingga kecepatan kendaraan dibatasi untuk menghindari resiko kecelakaan yang tidak terduga[15].

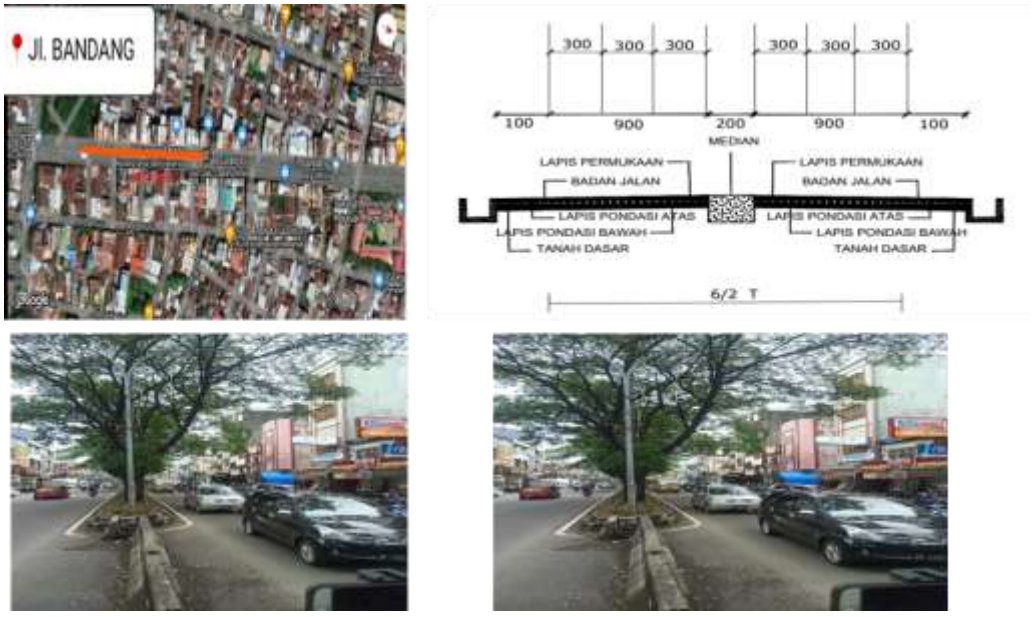
METODOLOGI

A. Lokasi Penelitian

Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)
Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makassar
Volume 7 Issue 2, Juni 2025

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Lokasi penelitian berada di ruas jalan Bandang kota Makassar yang diukur dengan panjang 200 meter. Survei dilakukan tiga kali dalam seminggu pada hari Senin, Rabu, dan Sabtu. Setiap harinya dibagi menjadi tiga bagian waktu, yaitu pagi (07:00-09:00 WITA), siang (11:00-13:00 WITA), dan sore (16:00-18:00 WITA). Pemilihan hari survei didasarkan pada hasil survei pendahuluan di lokasi, di mana hari Senin dan Rabu dianggap sebagai hari kerja dan Sabtu sebagai hari libur.



Gambar 1. Lokasi Penelitain

B. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data arus pencacahan lalu lintas (terbagi menjadi 4 jenis kendaraan yaitu kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor dan roda tiga, dan kendaraan tak bermotor). Pengumpulan data dilakukan pada pagi hingga sore dengan interval waktu pengamatan adalah 15 menit. Data hambatan samping yang dicatat pada saar survey di lapangan adalah jumlah kendaraan bergerak lambat, kendaraan yang masuk keluar akses properti, kendaraan tak bermotor, pejalan dan penyeberang jalan, dan kendaraan parkir. Untuk keperluan penelitian, terdapat empat jenis pengukuran yang dilakukan. Pertama, pengukuran geometri jalan yang mencakup lebar badan jalan, lebar bagian sisi, dan jumlah segmen jalan yang dihitung. Kedua, pengukuran kapasitas lalu lintas dengan mencatat jenis kendaraan yang melewati setiap 15 menit dan diubah ke dalam satuan kendaraan per jam dengan membandingkan frekuensi lalu lintas selama 1 jam. Ketiga, pemetaan hambatan lateral pada segmen jalan dengan menghitung jumlah orang yang berjalan kaki, kendaraan yang berhenti atau parkir, dan kendaraan non-motor dalam jarak 200 meter. Terakhir, pengukuran kecepatan dengan menggunakan pengamatan langsung dan alat ukur pada bagian Jalan Bandang. Untuk pengambilan data, digunakan pen, tabel data, gambar stasiun, *stopwatch*, peralatan ukur, dan telepon genggam untuk merekam kondisi lalu lintas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Arus Lalulintas

Volume kendaraan dapat dihitung dengan mengkonversi setiap jenis kendaraan menjadi kendaraan kecil setiap 15 menit. Kemudian, volume lalu lintas terbesar dihitung dalam satuan kendaraan ringan (skr) untuk

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

menentukan arus lalu lintas jam sibuk pada sebagian jalan. Oleh karena itu, evaluasi harus dilakukan untuk mengidentifikasi kemungkinan peningkatan volume sebelum jam sibuk. Setelah volume puncak dihitung dalam skr/jam, apasitas, tingkat kepadatan, dan kecepatan rata-rata kendaraan ringan dapat dihitung.

Berikut pengamatan arus lalu lintas yang dilakukan selama 3 hari pada arus jam puncak sebagai berikut

Tabel 1. Arus Puncak Selama 3 Hari Pengamatan

Hari Pengamatan	Arah Utara (skr/jam)	Arah Selatan (skr/jam)
Senin	1766,0	1688,9
Rabu	1696,2	1659,1
Sabtu	1574,9	1738,1

Dari Tabel 1 diketahui bahwa volume arus lalu lalu lintas tertinggi untuk arah utara terjadi pada hari Senin pukul 16.00 WITA - 17.00 WITA yaitu 1766,0 skr/jam dan arah selatan terjadi pada hari sabtu pukul 16.00 WITA - 17.00 WITA yaitu 1738,1 skr/jam

B. Hambatan Samping

Jumlah kejadian hambatan samping diperoleh dari faktor frekuensi tiap jenis hambatan samping dikalikan faktor bobotnya. Dimana diketahui pada survei jam arus puncak hari Senin (Arah Utara) pukul 16.00 WITA - 17.00 WITA yaitu terdapat 540 pejalan kaki, 469 kendaraan berhenti/parkir, 490 kendaraan keluar/masuk jalan dan 54 kendaraan bergerak lambat sehingga dapat diperoleh kejadian hambatan samping adalah (540×0,5) + (469×1,0) + (490×0,7) + (54×0,4) = 1103,6 kejadian/jam. Analisis hambatan samping sepanjang 200 m pada hari Senin diperoleh kejadian hambatan samping tertinggi untuk jam puncak arah selatan terjadi dari pukul 16.00 WITA - 17.00 WITA yaitu 731,1 kejadian/jam. Adapun jumlah hambatan samping pada ruas jalan Bandang Makassar sepanjang 200 m selama 3 hari pengamatan sebagai berikut.

Tabel 2. Hambatan Samping Selama 3 Hari Pengamatan

Hari Pengamatan	Arah Utara (kejadian/jam)	Arah Selatan (Kejadian/jam)
Senin	1103,6	731,1
Rabu	844,3	428,0
Sabtu	896,2	414,0

Dari Tabel 2 diketahui kejadian hambatan samping tertinggi terjadi pada hari Senin pukul 16.00 WITA - 17.00 WITA yaitu arah selatan sebesar 1103,6 kejadian/jam dan arah utara sebesar 731,1 kejadian/jam.

C. Kapasitas Jalan

Perhitungan Kapasitas jalan mengacu pada PKJI 2014 menggunakan persamaan (2) sebagai berikut :

$$C = C_O \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (1)$$

Dimana diketahui kondisi lalu lintas pada jalan tersebut sebagai berikut.

1. Tipe Jalan : 6/2 T
2. Geometrik Jalan
   a. Lebar per Lajur 3 m (Lebar per arah 9 m)
   b. Lebar Bahu Jalan 1 m pada kedua sisi jalan
   c. Lebar Median Jalan 2,0 m
3. Lalu Lintas :
   a. Jumlah kendaraan pada arus puncak > 3000 kend/jam

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

b. Lajur jalan yang digunakan 2,0 m sebagai area berhenti/parkir dan aktivitas pejalan kaki dari total lebar jalan per arah yaitu 9 m sehingga lebar jalur efektif diperoleh yaitu 9 m – 2 m = 7 m atau kurang dari 3 m per lajur.
c. Pemisah arah 50%-50% karena tipe jalan adalah 6/2 T
d. Bahu jalan seluruhnya digunakan sebagai daerah berhenti/parkir sehingga diperoleh lebar bahu jalan efektif yaitu 1 m – 0,5 m = 0,5 m atau < 0,5 m
e. Ukuran kota yaitu 1.427.619 penduduk
f. Kelas Hambatan Samping yaitu Sangat Tinggi (ST) terdapat total > 1000 kejadian/jam.

Keterangan :

C = Kapasitas jalan (skr/jam)
C_O = 1650 (Kapasitas dasar per lajur (skr/jam))
FC_{LJ} = 0,92 (Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas untuk tipe jalan dua arah dengan lebar jalur efektif Wc = 3,0 m)
FC_{PA} = 1,00 (Faktor penyesuaian pemisah arah untuk perbandingan 50% -50% untuk tipe jalan 6/2 T)
FC_{HS} = 0,872 (Faktor penyesuaian hambatan samping dengan lebar bahu tipe jalan 6/2 T, Hambatan samping ST = Sangat Tinggi sehingga FC_{6HS} = 1- (0,8 × (1 – FC_{4HS}) = 1- (0,8 × (1 – 0,84) = 0,872)
FC_{UK} = 1,0 (Faktor penyesuaian ukuran kota, Kota Makassar yang berpenduduk 1.427.619 juta jiwa)

Diperoleh nilai kapasitas jalan sebagai berikut :

C = (1650 × 3) × 0,92 × 1,00 × 0,872 × 1,0
= 3971,1 skr/jam

D. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) :

$$D_J = \frac{Q}{C} \quad (2)$$

Dari analisis jam puncak untuk derajat kejenuhan pada jalan Bandang arah utara (SMKN 4 Makassar-Masjid Raya Makassar) dengan hari pengamatan yaitu Senin dan Kamis adalah pukul 16.00 WITA -17.00 WITA dan Sabtu pukul 16.00 WITA - 17.00 WITA. Dimana dari pengamatan didapat derajat kejenuhan terbesar sebagai berikut:

Q Senin = 1766,0 skr/jam
Q Rabu = 1696,2 skr/jam
Q Sabtu = 1574,9 skr/jam
C = 3971,1 skr/jam

Diperoleh derajat kejenuhan (D_J) pada kondisi arus puncak sehari-hari arah utara.

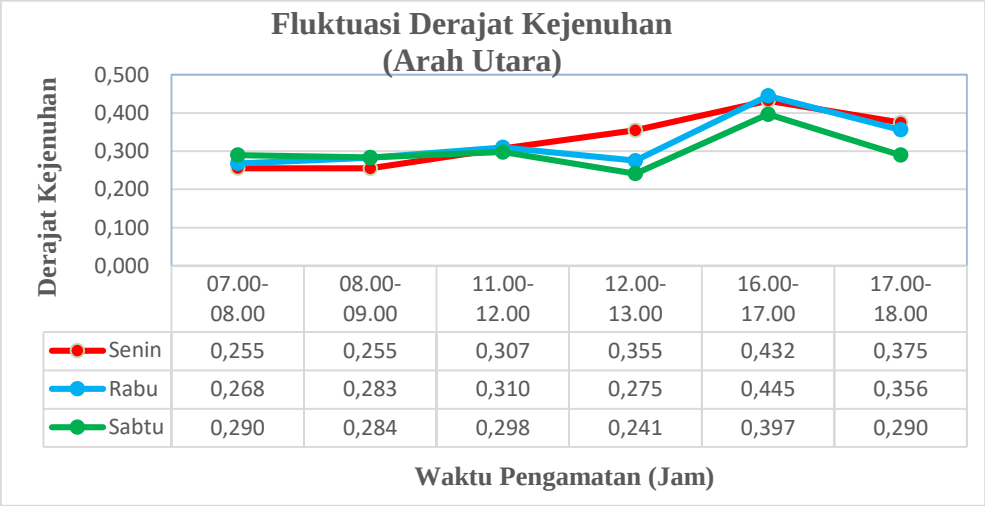
$$D_J \text{ Senin} = \frac{1781,2}{3971,1} = 0,432$$

$$D_J \text{ Rabu} = \frac{1696,2}{3971,1} = 0,445$$

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

D_J Sabtu $= \frac{1574,9}{3971,1} = 0,397$

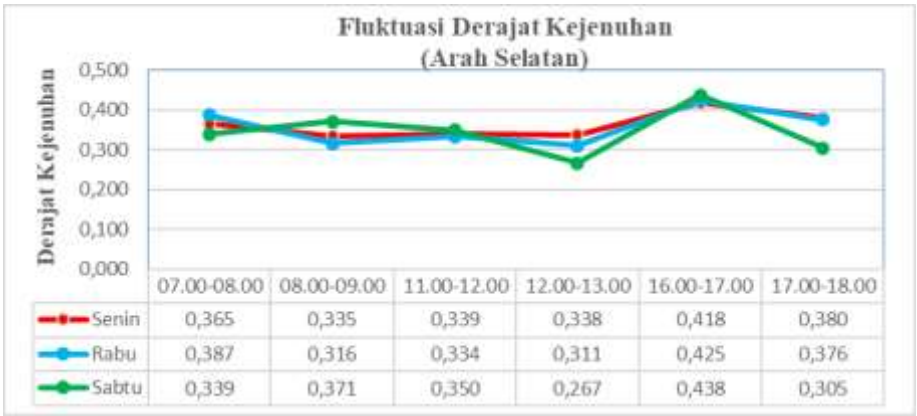
Adapun untuk derajat kejenuhan untuk arah selatan dijelaskan pada Gambar 2.



	07.00-08.00	08.00-09.00	11.00-12.00	12.00-13.00	16.00-17.00	17.00-18.00
Senin	0,255	0,255	0,307	0,355	0,432	0,375
Rabu	0,268	0,283	0,310	0,275	0,445	0,356
Sabtu	0,290	0,284	0,298	0,241	0,397	0,290

Gambar 2. Fluktuasi Derajat Kejenuhan (Arah Utara)

Derajat kejenuhan tertinggi untuk arah ke utara terjadi pada hari Rabu antara pukul 16.00 WITA hingga 17.00 WITA sebesar 0,445. Menurut PKJI 2014, jika nilai derajat kejenuhan kurang dari 0,75, maka situasi lalu lintas dianggap stabil. Sebaliknya, derajat kejenuhan tertinggi untuk arah selatan terjadi pada hari Senin pukul 16.00 WITA – 17.00 WITA yaitu 0,438. Berdasarkan PKJI 2014 untuk derajat kejenuhan yang lebih kecil daripada 0,75 menunjukkan kondisi arus lalu lintas stabil.



	07.00-08.00	08.00-09.00	11.00-12.00	12.00-13.00	16.00-17.00	17.00-18.00
Senin	0,365	0,335	0,339	0,338	0,418	0,380
Rabu	0,387	0,316	0,334	0,311	0,425	0,376
Sabtu	0,339	0,371	0,350	0,267	0,438	0,305

Gambar 3. Fluktuasi Derajat Kejenuhan (Arah Selatan)

E. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan

Dalam penentuan kecepatan arus bebas digunakan persamaan (3) sebagai berikut :

$FV_{6HS} = 1 - \{0,8 \times (1 - FC4HS)$ (3)

Dimana :

FV_{6HS} = Faktor penyesuain kecepatanarus bebas untuk jalan enam lajur

V_{BD} = 61 km/jam (Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan)

V_{BL} = - 4 km/jam (Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar lalu lintas)

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

FV_{BHS} = 0,872 (Faktor penyesuaian untuk hambatan samping tipe jalan 6/2 T, Hambatan samping ST = Sangat Tinggi sehingga FV_{6HS} = 1- (0,8 × (1 – Fv_{4HS}) = 1- (0,8 × (1 – 0,84) = 0,872)

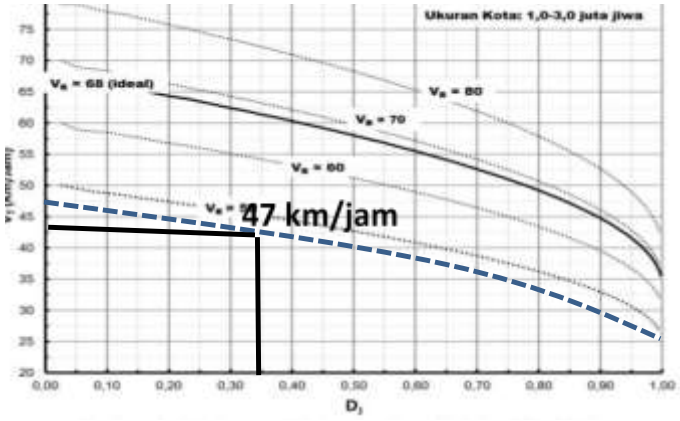
FFV_{BUK} = 1,0 (Faktor penyesuaian untuk ukuran kota)

Maka diperoleh kecepatan arus bebas :

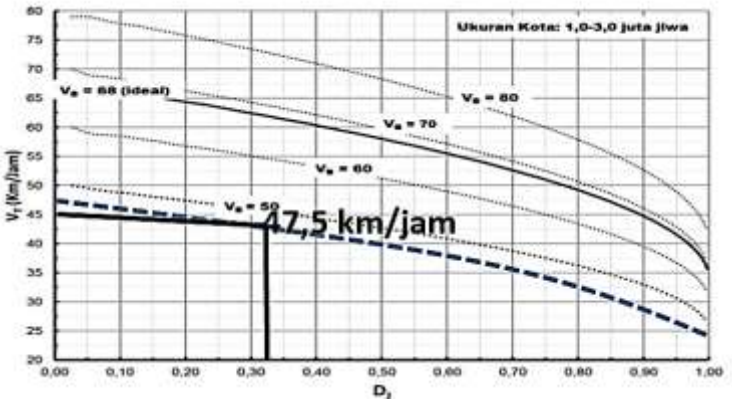
V_B = (61 + (- 4) × 0,872 × 1

= 49,70 km/jam

Kecepatan rata-rata kendaraan ringan pada saat arus bebas adalah untuk arah selatan 53,58 km/jam. Adapun kecepatan arus bebas untuk arah utara yaitu 53,58 km/jam.



Gambar 4. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (Arah Utara)



Gambar 5. Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (Arah Selatan)

KESIMPULAN

Nilai hambatan samping pada arus jam puncak selama 3 hari sepanjang 200 m tergolong dalam kelas sedang (S). Adapun Hambatan samping terjadi pada ruas jalan tersebut disebabkan lokasi pengamatan merupakan daerah komersil yang padat akan aktivitas masyarakat. Nilai derajat kejenuhan yang diperoleh kurang dari nilai 0,75 yang artinya kinerja ruas jalan dalam kondisi baik dan arus lalu lintas stabil serta tidak diperlukan penanganan. Untuk ketertiban lalu lintas, perlu memasang rambu-rambu lalu lintas seperti larangan parkir atau berhenti pada badan jalan untuk memaksimalkan fungsi parkiran pada bangunan atau toko-toko sekitar ruas Jalan Bandang dan menyediakan lahan parkir bagi pengunjung toko-toko serta untuk bongkar muat barang.

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

REFERENSI

[1] Bertarina, O. Mahendra, F. Lestari, dan D. Safitri, "Analisis Pengaruh Hambatan Samping (Studi Kasus: Jalan Raya Za Pagar Alam di Bawah Flyover Kedaton Kota Bandar Lampung)," *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 9, no. 1, hlm. 5, Feb 2022, doi: 10.21063/jts.2022.V901.05.

[2] P. Hardini, E. W. Indriyati, N. A. Termida, dan W. Janudardono, "Impact of Side Friction Parameters to Road Performance, A Study of Road Side Activities to Jend. A Yani Road, Purbalingga," *E3S Web Conf.*, vol. 609, hlm. 03001, 2025, doi: 10.1051/e3sconf/202560903001.

[3] Z. F. M. Y, M. Husain, dan M. Sari F, "Analisa Pengaruh Hambatan Samping terhadap Kinerja Ruas Jalan pada Jalan Raya Kedu, Reco Kabupaten Wonosobo," *El-Mujtama J. Pengabdi. Masy.*, vol. 4, no. 5, Sep 2024, doi: 10.47467/elmujtama.v4i5.4301.

[4] M. Mahendra, A. Wicaksono, dan L. Djakfar, "The Effect of Side Friction on Delays in One Way Urban Road Sections," *J. Southwest Jiaotong Univ.*, vol. 56, no. 5, hlm. 265–274, Okt 2021, doi: 10.35741/issn.0258-2724.56.5.24.

[5] L. Rohmadiani dan Jeky Auwe, "Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Rungkut Industri Raya," *Ge-STRAM J. Perenc. Dan Rekayasa Sipil*, vol. 5, no. 1, hlm. 29–35, Jun 2022, doi: 10.25139/jprs.v5i1.4370.

[6] A. I. Mansour dan H. A. E. AL-Jameel, "Side-Friction Impacts on Urban Streets Performance in Divided and Undivided Streets," *Pollack Period.*, vol. 18, no. 3, hlm. 147–153, Sep 2023, doi: 10.1556/606.2023.00817.

[7] K. Srivastava dan A. Kumar, "The Impact of Road Side Friction on the Traffic Flow of Arterial Roads in Varanasi," *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 13, no. 4, hlm. 11157–11165, Agu 2023, doi: 10.48084/etasr.5897.

[8] H. F. Rahman, R. A. Putri, dan L. Suminar, "Studi Penurunan Kapasitas Jalan Akibat dari Hambatan Samping Guna Lahan Pendidikan (studi kasus Jalan Menteri Supeno dan Jalan MT Haryono, Surakarta)," *Reg. J. Pembang. Wil. Dan Perenc. Partisipatif*, vol. 18, no. 1, hlm. 89, Jan 2023, doi: 10.20961/region.v18i1.53377.

[9] Rayvaldy dan N. Tinumbia, "Analisis Hambatan Samping Terhadap Kinerja Jalan pada Ruas Jalan Ciawi-Puncak," *J. ARTESIS*, vol. 3, no. 2, hlm. 233–239, Nov 2023, doi: 10.35814/artesis.v3i2.5933.

[10] Iqbal dan R. Muammar, "Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Ruas Jalan Medan – Banda Aceh (Terminal Idi) di Kota Idi Rayek," *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 7, no. 3, hlm. 1187–1193, Jul 2023, doi: 10.33379/gtech.v7i3.2879.

[11] L. E. Radjawane, "Study of Pedestrians Proportion to Roadside Friction Index," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 841, no. 1, hlm. 012011, Agu 2021, doi: 10.1088/1755-1315/841/1/012011.

[12] P. J. S. Br Tarigan, "Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kecepatan Kendaraan di Daerah Pasar Tradisional," *J. Civ. Eng. Build. Transp.*, vol. 8, no. 1, hlm. 38–45, Mar 2024, doi: 10.31289/jcebt.v8i1.11397.

[13] E. R. Siregar, I. M. Harjanti, dan B. Septiarani, "Pengaruh Hambatan Samping terhadap Kinerja Jalan di Koridor Jalan Raya Utama Tengah Weleri," *Tek. PWK Perenc. Wil. Kota*, vol. 10, no. 4, hlm. 301–310, Nov 2021, doi: 10.14710/tpwk.2021.32331.

[14] O. Linnisa, S. N. Kadarini, dan E. T. Mukti, "The Impact of Side Friction on the Performance of Jalan D.I. Panjaitan in Sintang using the PKJI 2023 Method," *J. Tek. Sipil*, vol. 25, no. 1, hlm. 1734–1747, Mar 2025, doi: 10.26418/jts.v25i1.87208.

[15] B. A. A. Rukandani, A. Efendy, dan A. Fitrayudha, "Pengaruh Hambatan Samping Aktivitas Pasar Cemara Terhadap Kinerja Ruas Jalan R.A. Kartini Kota Mataram: The Influence of Side Frictions of Cemara Market Activities on the Performance of the R.A Kartini Road, Mataram City," *Spektrum Sipil*, vol. 11, no. 2, hlm. 178–187, Nov 2024, doi: 10.29303/spektrum.v11i2.372.