

ANALISIS KARAKTERISTIK DAN TINGKAT PELAYANAN PEDESTRIAN DI KAWASAN PUSAT PERTOKOAN DI JALAN BRAGA BANDUNG DENGAN METODE GREENSHIELDS

Syfa Apriliyani¹, Devi Setiawan²

Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Suryakencana

Informasi Artikel

Kata Kunci:

pejalan kaki, karakteristik, tingkat pelayanan

* Penulis Korespondensi.

Syfa Apriliyani

Syfaaprilayani738@gmail.com

Abstrak

Pejalan kaki adalah orang yang melakukan perpindahan tempat dari suatu tempat ke tempat lain dengan aktivitas berjalan atau berlari dengan menggunakan jalur perdestrian / trotoar yang telah disediakan oleh pemerintah setempat khusus pejalan kaki ataupun penyebrang jalan. Jalur pejalan kaki ini disediakan untuk memberikan pelayanan kepada pejalan kaki guna meningkatkan keamanan, kelancaran dan kenyamanan bagi pejalan kaki. Penulis melakukan studi analisis di jalan Braga Bandung yang merupakan kawasan yang memiliki tingkat aktivitas yang cukup tinggi. Metode yang digunakan penulis menggunakan metode kuantitatif dengan studi deskriptif. Sedangkan untuk metode analisis menggunakan metode *Greenshields*. Untuk pengambilan data menggunakan Teknik manual dengan setiap 15 menit sekali dilakukan pencatatan. Berdasarkan hasil dari analisis dapat disimpulkan berdasarkan tingkat pelayanan *Highway Capacity Manual* arus (*flow*) dan ruang (*space*) bervariasi antara B sampai C, sedangkan berdasarkan tingkat pelayanan kecepatan dari E sampai F. Sedangkan berdasarkan hubungan analisis *Greenshields* terdapat hubungan antara kecepatan dan kepadatan sebesar 0,5726 untuk jalur kiri dan jalur kanan sebesar 0,6545 dimana harga r mengartikan bahwa Ketika kepadatan bertambah maka kecepatan akan menurun begitupun sebaliknya.

Metode Penelitian

Metode analisis ini dilakukan secara terstruktur guna memudahkan dalam pengumpulan data serta pengolahan data. Adapun Langkah-langkah yang diambil. Langkah pertama Menyusun ide atau gagasan yang kemudian dirumuskan ke dalam bentuk latar belakang, pernyataan masalah, dan batasan masalah. Melakukan tinjauan atau studi literatur yang terkait dengan rumus-rumus yang digunakan untuk melengkapi pengetahuan dalam kajian tersebut. Melakukan survei lapangan untuk memperoleh data tentang jumlah pejalan kaki dan waktu tempuh pejalan kaki dengan menggunakan metode manual. Data yang dikumpulkan dari lapangan kemudian diproses melalui perhitungan arus, kecepatan, kepadatan, ruang, dan rasio untuk pejalan kaki. Hasil ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan karakteristik pergerakan pejalan kaki yang ada. Menganalisis data untuk menemukan hubungan antara variabel-variabel tersebut, mengidentifikasi nilai maksimumnya, dan menilai tingkat pelayanan jalan. Hasil analisis tersebut menjadi landasan untuk membuat kesimpulan dan kemungkinan memberikan saran terkait penelitian tersebut.[4] Data-data yang digunakan dalam analisis ini adalah sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer adalah informasi yang diperoleh atau dikumpulkan langsung oleh penulis dari individu yang relevan, secara langsung di lokasi lapangan.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh berdasarkan acuan dan studi literatur yang berhubungan dengan materi

3. Variabel Analisis

Variabel yang akan diidentifikasi pada penulisan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Variable Pengaruh atau bebas (Independen) 🚦

Variabel yang akan dibahas antara lain :

- Arus
- Kecepatan
- Kepadatan
- Ruang
- Perbandingan

2. Variabel Terpengaruh (Dependen)

Dengan adanya studi atau kajian ini dapat membantu keinginan pejalan kaki dalam penyesuaian jalur perdestrian yang tersedia.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Analisis

1. Perhitungan Arus (*flow*) Pejalan Kaki

Data ini dihitung berdasarkan jumlah pejalan kaki yang melewati penggal ruas jalan yang ditinjau pada jam sibuk dengan interval 15 menit. Hasil perhitungan tersebut disesuaikan ke dalam satuan arus atau ped/min/m.

Jumlah pejalan kaki yang melewati penggal pengamatan dalam waktu 15 menit pada jalur kiri sebanyak 738 orang, dan jalur kanan sebanyak 483 orang, diambil dari tabel 5.1 dengan jumlah pejalan kaki terbanyak pada pukul 20.15-20.30.

$$\begin{array}{lcl} \text{Arus (flow) Kiri } \frac{N}{T} & & \text{Arus (flow) Kanan } \frac{N}{T} \\ \frac{738}{15} & & \frac{483}{15} \\ = 49,20 \text{ ped/min/m} & & = 32,20 \text{ ped/min/m} \end{array}$$

Untuk lebar jalur efektif pejalan kaki 2,5 meter jalur kiri dan jalur kanan 3,1 meter maka :

$$\begin{array}{lcl} \text{Arus (flow) Kiri } \frac{738}{15} : 2,5 & & \text{Arus (flow) Kanan } \frac{483}{15} : 3,1 \\ = 19,68 \text{ ped/min/m} & & = 12,88 \text{ ped/min/m} \end{array}$$

Berdasarkan tabel 3.3 metode *Highway Capacity Manual* 1985 nilai arus di Jalan Braga Bandung termasuk kategori B dimana setiap pejalan dapat memilih kecepatan bergerak dalam ruang yang diinginkan.

Dengan nilai arus kiri sebesar 19,68 ped/min/m dan nilai kanan sebesar 12,88 ped/min/m, maka berdasarkan tabel 3.3 menentukan nilai arus < 23 ped/min/m

Hasil perhitungan arus pejalan kaki dengan satuan ped/min/m, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. 1 Arus (*flow*) Pejalan Kaki

Waktu	Jam	Jumlah Pejalan Kaki		Arus (<i>flow</i>) Pejalan Kaki (Q)		Total	Total
		Segmen 1 (Kiri)	Segmen 2 (Kanan)	(Ped/min/m) (Kiri)	(Ped/min/m) (Kanan)	Kiri	Kanan
Pagi	07.00 - 07.15	43	15	2.87	1.00	1.15	0.32
	07.15 - 07.30	39	24	2.60	1.60	1.04	0.52
	07.30 - 07.45	94	24	6.27	1.60	2.51	0.52
	07.45 - 08.00	37	33	2.47	2.20	0.99	0.71
	08.00 - 08.15	84	34	5.60	2.27	2.24	0.73
	08.15 - 08.30	72	72	4.80	4.80	1.92	1.55
	08.30 - 08.45	94	45	6.27	3.00	2.51	0.97

	08.45 - 09.00	114	83	7.60	5.53	3.04	1.78
Siang	12.00 - 12.15	135	97	9.00	6.47	3.60	2.09
	12.15 - 12.30	124	74	8.27	4.93	3.31	1.59
	12.30 - 12.45	149	92	9.93	6.13	3.97	1.98
	12.45 - 13.00	180	113	12.00	7.53	4.80	2.43
	13.00 - 13.15	133	80	8.87	5.33	3.55	1.72
	13.15 - 13.30	138	104	9.20	6.93	3.68	2.24
	13.30 - 13.45	144	108	9.60	7.20	3.84	2.32
Waktu		Jumlah Pejalan Kaki		Arus (<i>flow</i>) Pejalan Kaki (Q)		Total	Total
	Jam						
		Segmen 1 (Kiri)	Segmen 2 (Kanan)	(Ped/min/m) (Kiri)	(Ped/min/m) (Kanan)	Kiri	Kanan
	13.45 - 14.00	190	148	12.67	9.87	5.07	3.18
Sore	16.00 - 16.15	141	132	9.40	8.80	3.76	2.84
	16.15 - 16.30	171	97	11.40	6.47	4.56	2.09
	16.30 - 16.45	151	115	10.07	7.67	4.03	2.47
	16.45 - 17.00	105	137	7.00	9.13	2.80	2.95
	17.00 - 17.15	65	158	4.33	10.53	1.73	3.40
	17.15 - 17.30	87	156	5.80	10.40	2.32	3.35
	17.30 - 17.45	146	142	9.73	9.47	3.89	3.05
	17.45 - 18.00	194	132	12.93	8.80	5.17	2.84
Malam	19.00 - 19.15	226	127	15.07	8.47	6.03	2.73
	19.15 - 19.30	356	239	23.73	15.93	9.49	5.14
	19.30 - 19.45	325	349	21.67	23.27	8.67	7.51
	19.45 - 20.00	448	336	29.87	22.40	11.95	7.23
	20.00 - 20.15	511	347	34.07	23.13	13.63	7.46
	20.15 - 20.30	738	483	49.20	32.20	19.68	10.39
	20.30 - 20.45	714	457	47.60	30.47	19.04	9.83
	20.45 - 21.00	720	495	48.00	33.00	19.20	10.65

2. Kecepatan (speed) Pejalan Kaki

Perhitungan waktu tempuh dihitung dalam satuan detik, sedangkan satuan kecepatan yang digunakan adalah meter per menit. Dalam satu menit terdapat 60 detik, sehingga untuk mengonversi ke satuan detik, nilai L harus dikalikan dengan 60. Untuk panjang penggal pengamatan 10 meter, maka L = 10

$$\begin{aligned}
 \text{(Kiri)} \quad V_i &= \frac{L}{T} \cdot 60 \\
 &= \frac{600}{T} \\
 &= \frac{600}{43,91} \\
 &= 13,66 \text{ m/min}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(Kanan)} \quad V_i &= \frac{L}{T} \cdot 60 \\
 &= \frac{600}{T} \\
 &= \frac{600}{46,05} \\
 &= 13,03 \text{ m/min}
 \end{aligned}$$

$V_i = 13,66 \text{ m/min}$

$V_i = 13,03 \text{ m/min}$

Dari hasil perhitungan dapat didapatkan hasil kecepatan dengan pengamatan yang diambil pada pukul 20.15 – 20.30 dengan waktu interval 15 menit dijalur kiri sebesar 13,66 m/min dan untuk jalur kanan sebesar 13,03 m/min. Untuk tingkat pelayanan pada tabel 3.3 termasuk kategori F dengan kecepatan dibawah <46 yang dijelaskan bahwa pergerakan berjalan terbatas / berdesakan . Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5. 2 Kecepatan (*speed*) Pejalan Kaki

	Jam	Jumlah Kecepatan Pejalan Kaki				Kecepatan (Speed)	
		Segmen 1 (Kiri)		Segmen 2 (Kanan)		Pejalan Kaki (Vi) (m/min)	
		Jumlah Orang	Rata- rata waktu perjalanan (detik)	Jumlah Orang	Rata- rata waktu perjalanan (detik)	Kiri	Kanan
Pagi	07.00 - 07.15	5	32.41	9	32.73	18.51	18.33
	07.15 - 07.30	8	30.38	5	35.15	19.75	17.07
	07.30 - 07.45	11	31.85	7	35.35	18.84	16.97
	07.45 - 08.00	9	33.91	13	33.09	17.69	18.13
	08.00 - 08.15	12	31.51	8	30.93	19.04	19.40
	08.15 - 08.30	6	37.47	5	35.01	16.01	17.14
	08.30 - 08.45	14	30.83	10	33.04	19.46	18.16
	Jam	Jumlah Kecepatan Pejalan Kaki				Kecepatan (Speed)	
		Segmen 1 (Kiri)		Segmen 2 (Kanan)		Pejalan Kaki (Vi) (m/min)	
		Jumlah Orang	Rata- rata waktu perjalanan (detik)	Jumlah Orang	Rata- rata waktu perjalanan (detik)	Kiri	Kanan
	08.45 - 09.00	12	32.96	22	36.67	18.20	16.36
Siang	12.00 - 12.15	15	34.57	9	34.29	17.36	17.50
	12.15 - 12.30	8	36.62	13	32.99	16.38	18.19
	12.30 - 12.45	14	34.69	6	41.61	17.30	14.42
	12.45 - 13.00	9	34.32	10	36.32	17.48	16.52
	13.00 - 13.15	11	34.46	13	35.65	17.41	16.83
	13.15 - 13.30	14	32.75	10	36.22	18.32	16.57
	13.30 - 13.45	9	36.47	16	31.96	16.45	18.77
	13.45 - 14.00	13	34.45	7	35.65	17.42	16.83
Sore	16.00 - 16.15	14	35.96	12	38.78	16.69	15.47
	16.15 - 16.30	17	33.81	13	32.12	17.75	18.68
	16.30 - 16.45	13	35.57	11	37.16	16.87	16.15
	16.45 - 17.00	17	36.03	15	35.39	16.65	16.95
	17.00 - 17.15	12	37.94	15	35.36	15.81	16.97
	17.15 - 17.30	13	34.56	11	38.35	17.36	15.65
	17.30 - 17.45	14	37.79	12	34.33	15.88	17.48
	17.45 - 18.00	10	43.47	13	36.51	13.80	16.43
Malam	19.00 - 19.15	18	43.71	15	42.17	13.73	14.23
	19.15 - 19.30	16	46.92	18	44.21	12.79	13.57
	19.30 - 19.45	17	51.04	15	45.91	11.76	13.07
	19.45 - 20.00	13	45.63	16	43.31	13.15	13.85
	20.00 - 20.15	12	45.21	14	44.03	13.27	13.63
	20.15 - 20.30	15	43.91	14	46.05	13.66	13.03
	20.30 - 20.45	14	41.58	12	40.97	14.43	14.64

	20.45 - 21.00	11	44.34	14	43.79	13.53	13.70
--	---------------	----	-------	----	-------	-------	-------

a. Kecepatan rata rata ruang (Vs)

Untuk menghitung kecepatan rata-rata ruang, pertama-tama kita harus menghitung nilai Vs, yang merupakan jumlah total jarak yang ditempuh oleh semua pejalan kaki pada waktu tertentu. Setelah itu, nilai N akan digunakan untuk menentukan jumlah total data pejalan kaki. Dengan demikian, kita dapat menggunakan rumus berikut:

Total ⁽¹⁾ pedestrian adalah :

$$V = \frac{1}{\sum \frac{1}{v_i}} \quad \text{Kiri } (1) = \frac{1}{\frac{1}{13,66}} = 0,073 \text{ m/min} \quad \text{Kanan } (1) = \frac{1}{\frac{1}{13,03}} = 0,077 \text{ m/min}$$

Nilai 13,66 dan 13,03 didapat dari tabel 5.2 pada pukul 20.15-20.30 sedangkan nilai 15 dan 14 di dapat dari tabel 5.2 pejalan kaki pada pukul 20.15 – 20.30, maka perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{(Kiri)Vs} &= \frac{1}{\sum \frac{1}{v_i}} = \frac{1}{\frac{1}{15} \times (0,073)} = 54,01 \text{ m/min} \\ \text{(Kanan)Vs} &= \frac{1}{\sum \frac{1}{v_i}} = \frac{1}{\frac{1}{14} \times (0,077)} = 37,07 \text{ m/min} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dapat didapatkan kecepatan rata -rata (Vs) untuk waktu pengamatan yang diambil pada pukul 20.15 – 20.30 dengan waktu interval 15 menit dijalur kiri sebesar 54,01 m/min dan untuk jalur kanan sebesar 37,07 m/min. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.3

Untuk perhitungan kecepatan rata-rata ruang pada jam lain dapat dilihat pada tabel..

Tabel 5. 3 Kecepatan Rata-Rata Ruang

Kecepatan (Speed)		Kecepatan Rata- Rata Ruang (Vs)		1/v (m/min)	
Pejalan Kaki (Vi)					
(m/min)		(m/min)			
Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
18.51	18.33	2.32	0.82	0.0540	0.055
19.75	17.07	1.97	1.41	0.051	0.059
18.84	16.97	4.99	1.41	0.053	0.059
17.69	18.13	2.09	1.82	0.057	0.055
19.04	19.40	4.41	1.75	0.053	0.052
16.01	17.14	4.50	4.20	0.062	0.058
19.46	18.16	4.83	2.48	0.051	0.055
18.20	16.36	6.26	5.07	0.055	0.061
17.36	17.50	7.78	5.54	0.058	0.057
16.38	18.19	7.57	4.07	0.061	0.055
17.30	14.42	8.61	6.38	0.058	0.069
17.48	16.52	10.30	6.84	0.057	0.061
17.41	16.83	7.64	4.75	0.057	0.059
18.32	16.57	7.53	6.28	0.055	0.060
16.45	18.77	8.75	5.75	0.061	0.053
17.42	16.83	10.91	8.79	0.057	0.059
16.69	15.47	8.45	8.53	0.060	0.065
17.75	18.68	9.64	5.19	0.056	0.054

16.87	16.15	8.95	7.12	0.059	0.062
16.65	16.95	6.31	8.08	0.060	0.059
15.81	16.97	4.11	9.31	0.063	0.059
17.36	15.65	5.01	9.97	0.058	0.064
15.88	17.48	9.20	8.12	0.063	0.057
13.80	16.43	14.06	8.03	0.072	0.061
13.73	14.23	16.46	8.93	0.073	0.070
12.79	13.57	27.84	17.61	0.078	0.074
11.76	13.07	27.65	26.70	0.085	0.077
13.15	13.85	34.07	24.25	0.076	0.072
13.27	13.63	38.50	25.46	0.075	0.073
13.66	13.03	54.01	37.07	0.073	0.077
14.43	14.64	49.48	31.21	0.069	0.068
13.53	13.70	53.21	36.13	0.074	0.073

3, Kepadatan (*density*) Pejalan Kaki

Besarnya nilai kepadatan pada pejalan kaki diuraikan sebagai berikut: Diketahui besarnya arus (*flow*) pejalan kaki jalur kiri (Q) = 19,68 ped/min/m dan pejalan kaki jalur kanan 10,39 ped/min/m pada tabel 5.1 pukul 20.15-20.30 dan besarnya kecepatan jalur kiri (Vs) = 54,01 m/min dan besarnya kecepatan jalur kanan (Vs) = 37,07 m/min pada tabel 5.3 pukul 20.1520.30, maka besarnya kepadatan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Kiri } D &= \frac{Q}{V_s} & \text{Kanan } D &= \frac{Q}{V_s} \\ &= \frac{19,68}{54,01} & &= \frac{10,39}{37,07} \\ &= 0,3364 \text{ ped/min}^2 & &= 0,2802 \text{ ped/min}^2 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dapat didapatkan kepadatan (E), Dimana semua pejalan kaki bisa menggunakan kecepatan dengan menyesuaikan satu sama lain. Untuk waktu pengamatan yang diambil pada pukul 20.15 – 20.30 dengan waktu interval 15 menit dijalur kiri sebesar 0,3364 ped/min² dan untuk jalur kanan sebesar 0,2802 ped/min². Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.4

Tabel 5. 4 Kepadatan (*Density*) Pejalan Kaki

Arus (<i>flow</i>) Pejalan Kaki (Q)		Kecepatan Rata- Rata Ruang (Vs)		Kepadatan (<i>Density</i>) Pejalan		Ruang (<i>Space</i>) Pejalan	
(Ped/min/m) (Kiri)	(Ped/min/m) (Kanan)	(m/min)		Kaki (D) (Ped/min)		Kaki (S) (Ped/min)	
		Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
1.15	0.32	2.32	0.82	0.4937	0.3942	2.0	2.5
1.04	0.52	1.97	1.41	0.5267	0.3671	1.9	2.7
2.51	0.52	4.99	1.41	0.5024	0.3650	2.0	2.7
1.00	0.71	2.09	1.82	0.4782	0.3899	2.1	2.6
2.24	0.73	4.41	1.75	0.5078	0.4172	2.0	2.4
1.92	1.55	4.50	4.20	0.4270	0.3686	2.3	2.7
2.51	0.97	4.83	2.48	0.5190	0.3905	1.9	2.6
3.04	1.78	6.26	5.07	0.4854	0.3519	2.1	2.8
3.60	2.09	7.78	5.54	0.4628	0.3763	2.2	2.7
3.31	1.59	7.57	4.07	0.4369	0.3911	2.3	2.6
3.97	1.98	8.61	6.38	0.4612	0.3101	2.2	3.2

4.80	2.43	10.30	6.84	0.4662	0.3553	2.1	2.8
3.55	1.72	7.64	4.75	0.4643	0.3619	2.2	2.8
3.68	2.24	7.53	6.28	0.4885	0.3562	2.0	2.8
3.84	2.32	8.75	5.75	0.4387	0.4037	2.3	2.5
5.07	3.18	10.91	8.79	0.4644	0.3619	2.2	2.8
3.76	2.84	8.45	8.53	0.4449	0.3327	2.2	3.0
4.56	2.09	9.64	5.19	0.4732	0.4017	2.1	2.5
4.03	2.47	8.95	7.12	0.4498	0.3472	2.2	2.9
2.80	2.95	6.31	8.08	0.4441	0.3646	2.3	2.7
1.73	3.40	4.11	9.31	0.4217	0.3649	2.4	2.7
2.32	3.35	5.01	9.97	0.4630	0.3365	2.2	3.0
3.89	3.05	9.20	8.12	0.4234	0.3759	2.4	2.7
5.17	2.84	14.06	8.03	0.3681	0.3534	2.7	2.8
6.03	2.73	16.46	8.93	0.3660	0.3060	2.7	3.3
9.49	5.14	27.84	17.61	0.3410	0.2919	2.9	3.4
8.67	7.51	27.65	26.70	0.3135	0.2811	3.2	3.6
11.95	7.23	34.07	24.25	0.3506	0.2979	2.9	3.4
13.63	7.46	38.50	25.46	0.3539	0.2931	2.8	3.4
19.68	10.39	54.01	37.07	0.3644	0.2802	2.7	3.6
19.04	9.83	49.48	31.21	0.3848	0.3149	2.6	3.2
19.20	10.65	53.21	36.13	0.3608	0.2947	2.8	3.4

4. Ruang (*space*) Pejalan Kaki

Ruang (*space*) untuk pejalan kaki dihitung menggunakan rumus dimana diketahui besarnya kepadatan jalur kiri dan kanan adalah 0,3644 dan 0,2802 ped/m² pada tabel 5.5 pukul 20.15-20.30 , maka perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Kiri } S_{15} = \frac{1}{\frac{D_{15}}{15}} = \frac{1}{0,3644}$$

$$S = 2,7 \text{ m}^2/\text{ped.}$$

$$\text{Kanan } S_{15} = \frac{1}{\frac{D_{15}}{15}} = \frac{1}{0,2802}$$

$$S = 3,6 \text{ m}^2/\text{ped.}$$

Dari hasil perhitungan Ruang (*Space*) dapat didapatkan (C) untuk waktu pengamatan yang diambil pada pukul 20.15 – 20.30 dengan waktu interval 15 menit di jalur kiri sebesar 0,3364 ped/min² dan untuk jalur kanan sebesar 0,2802 ped/min². Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.4

Tabel 5. 5 Ruang (*space*) Pejalan Kaki

Kepadatan (<i>Density</i>) Pejalan		Ruang (<i>Space</i>) Pejalan	
Kaki (D) (Ped/min)		Kaki (S) (Ped/min)	
Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
0.4937	0.3942	2.0	2.5
0.5267	0.3671	1.9	2.7
0.5024	0.3650	2.0	2.7
0.4782	0.3899	2.1	2.6
0.5078	0.4172	2.0	2.4

0.4270	0.3686	2.3	2.7
0.5190	0.3905	1.9	2.6
0.4854	0.3519	2.1	2.8
0.4628	0.3763	2.2	2.7
0.4369	0.3911	2.3	2.6
0.4612	0.3101	2.2	3.2
0.4662	0.3553	2.1	2.8
0.4643	0.3619	2.2	2.8
0.4885	0.3562	2.0	2.8
0.4387	0.4037	2.3	2.5
0.4644	0.3619	2.2	2.8
0.4449	0.3327	2.2	3.0
0.4732	0.4017	2.1	2.5
0.4498	0.3472	2.2	2.9
0.4441	0.3646	2.3	2.7
0.4217	0.3649	2.4	2.7
0.4630	0.3365	2.2	3.0
0.4234	0.3759	2.4	2.7
0.3681	0.3534	2.7	2.8
0.3660	0.3060	2.7	3.3
0.3410	0.2919	2.9	3.4
0.3135	0.2811	3.2	3.6
0.3506	0.2979	2.9	3.4
0.3539	0.2931	2.8	3.4
0.3644	0.2802	2.7	3.6
0.3848	0.3149	2.6	3.2
0.3608	0.2947	2.8	3.4

5. Rasio Pejalan Kaki

Rasio arus pejalan kaki per kapasitas didapat dari perbandingan kedua faktor tersebut.

Perhitungan rasio arus pejalan kaki per kapasitas Jalan Braga pada hari Sabtu:

Untuk nilai arus (*flow*) (Q) kiri 19,68 dan nilai arus (*flow*) (Q) kanan 10,39 diambil dari tabel 5.4 pada pukul 20.15 – 20.30, sedangkan untuk nilai pejalan kaki jalur kiri 738 dan jalur kanan 483 diambil dari tabel 5.7 pada pukul 07.00-07.15.

Rasio jalur kiri $v/c = 19,68 / 738 = 0,03$ dan rasio jalur kanan $v/c = 10,39/483 = 0,03$

3.2 Metode Greenshields

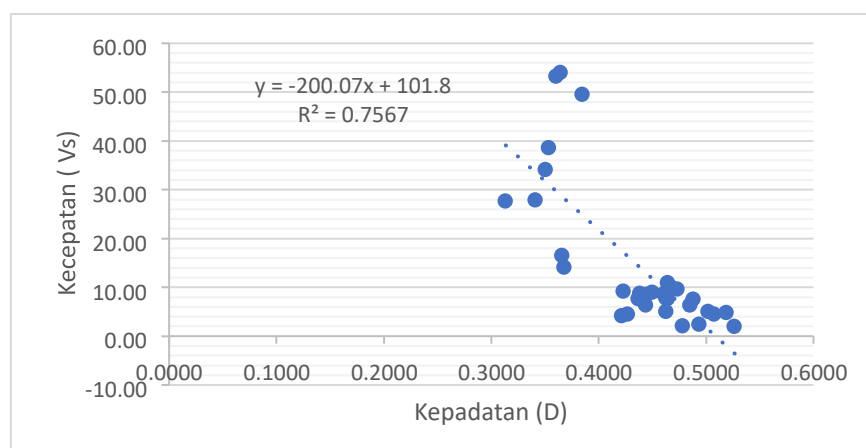
1. Hubungan antara Kecepatan dan Kepadatan

Hubungan antara kecepatan rata-rata ruang (V_s) dan kepadatan ruang (D) dapat dihitung menggunakan metode regresi linier, seperti yang dilakukan oleh *Greenshield*. *Greenshield* menggunakan pendekatan ini dengan menggambarkan data kepadatan sebagai variabel bebas (X) dan data kecepatan rata-rata ruang sebagai variabel terikat (Y).

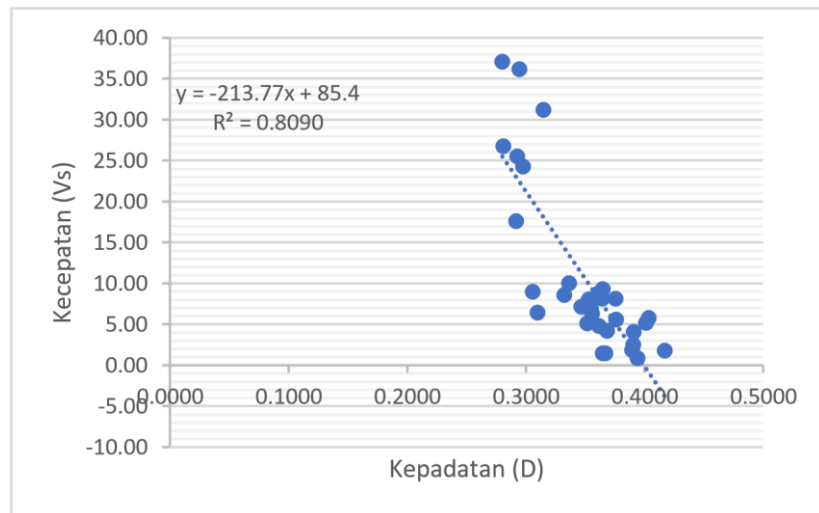
Waktu	Jam	D = X	Vs = Y	X ²	Y ²	X*Y	D = X	Vs = Y	X ²	Y ²	X*Y
		Kiri	Kiri	Kiri	Kiri	Kiri	Kanan	Kanan	Kanan	Kanan	Kanan
Pagi	07.00 - 07.15	0.4937	2.32	0.24371	5.40	1.1467	0.3942	0.8183	0.1554	0.6695	0.3226
	07.15 - 07.30	0.5267	1.97	0.27737	3.90	1.0400	0.3671	1.4060	0.1348	1.9768	0.5161
	07.30 - 07.45	0.5024	4.99	0.25236	24.90	2.5067	0.3650	1.4140	0.1332	1.9394	0.5161
	07.45 - 08.00	0.4782	2.09	0.22869	4.37	1.0000	0.3899	1.8200	0.1521	3.3122	0.7037
	08.00 - 08.15	0.5078	4.41	0.25784	19.46	2.2400	0.4172	1.7527	0.1740	3.0720	0.7312
	08.15 - 08.30	0.4270	4.50	0.18234	20.22	1.9200	0.3686	4.2012	0.1358	17.6501	1.5484
	08.30 - 08.45	0.5190	4.83	0.26934	23.33	2.5067	0.3905	2.4780	0.1525	6.1405	0.9677
	08.45 - 09.00	0.4854	6.26	0.23565	39.22	3.0400	0.3519	5.0727	0.1238	25.7321	1.7849
Siang	12.00 - 12.15	0.4628	7.78	0.21421	60.50	3.6000	0.3763	5.5436	0.1416	30.7309	2.0860
	12.15 - 12.30	0.4369	7.57	0.19090	57.28	3.3067	0.3911	4.0688	0.1530	16.5549	1.5914
	12.30 - 12.45	0.4612	8.61	0.21273	74.21	3.9733	0.3101	6.3802	0.0962	40.7070	1.9785
	12.45 - 13.00	0.4662	10.30	0.21734	106.01	4.8000	0.3553	6.8403	0.1262	46.7892	2.4301
	13.00 - 13.15	0.4643	7.64	0.21558	58.35	3.5467	0.3619	4.7533	0.1310	22.5942	1.7204
	13.15 - 13.30	0.4885	7.53	0.23868	56.74	3.6800	0.3562	6.2781	0.1269	39.4150	2.2366
	13.30 - 13.45	0.4387	8.75	0.19247	76.61	3.8400	0.4037	5.7528	0.1630	33.0947	2.3226
	13.45 - 14.00	0.4644	10.91	0.21571	119.01	5.0667	0.3619	8.7937	0.1310	77.3286	3.1828
Sore	16.00 - 16.15	0.4449	8.45	0.19797	71.41	3.7600	0.3327	8.5316	0.1107	72.7882	2.8387
	16.15 - 16.30	0.4732	9.64	0.22395	92.85	4.5600	0.4017	5.1927	0.1614	26.9645	2.0860
	16.30 - 16.45	0.4498	8.95	0.20234	80.13	4.0267	0.3472	7.1223	0.1206	50.7276	2.4731
	16.45 - 17.00	0.4441	6.31	0.19720	39.76	2.8000	0.3646	8.0807	0.1329	65.2980	2.9462
	17.00 - 17.15	0.4217	4.11	0.17785	16.89	1.7333	0.3649	9.3115	0.1332	86.7034	3.3978
	17.15 - 17.30	0.4630	5.01	0.21433	25.11	2.3200	0.3365	9.9710	0.1132	39.4208	3.3548
	17.30 - 17.45	0.4234	9.20	0.17926	84.56	3.8933	0.3759	8.1248	0.1413	66.0118	3.0538
	17.45 - 18.00	0.3681	14.06	0.13548	197.55	5.1733	0.3534	8.0322	0.1249	64.5162	2.8387
Malam	19.00 - 19.15	0.3660	16.46	0.13399	271.07	6.0267	0.3060	8.9260	0.0936	79.6732	2.7312
	19.15 - 19.30	0.3410	27.84	0.11629	775.02	9.4933	0.2919	17.6103	0.0852	310.1233	5.1398
	19.30 - 19.45	0.3135	27.65	0.09827	764.34	8.6667	0.2811	26.7043	0.0790	713.1205	7.5054
	19.45 - 20.00	0.3506	34.07	0.12295	1160.79	11.9467	0.2979	24.2536	0.0888	588.2371	7.2258
	20.00 - 20.15	0.3539	38.50	0.12525	1482.55	13.6267	0.2931	25.4640	0.0859	648.4161	7.4624
	20.15 - 20.30	0.3644	54.01	0.13277	2917.00	19.6800	0.2802	37.0703	0.0785	1374.2034	10.3871
	20.30 - 20.45	0.3848	49.48	0.14807	2448.29	19.0400	0.3149	31.2055	0.0992	973.7822	9.8280
	20.45 - 21.00	0.3608	53.21	0.13021	2831.09	19.2000	0.2947	36.1268	0.0868	1305.1421	10.6452
Jumlah		13.9466	467.41	6.18103	14007.92	183.1600	11.1977	339.1010	3.9656	6892.8956	108.5531

Tabel 5. 6 Hasil perhitungan regresi linier jalur kiri dan kanan

Dari perhitungan pada jalur kiri, didapatkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,75667 dan jalur kanan (r) sebesar 0.8090. Korelasi negatif ini antara kepadatan dan kecepatan mengindikasikan bahwa ketika nilai kepadatan meningkat, maka kecepatan akan cenderung menurun, dan sebaliknya.



Gambar 5. 1(Kiri) : Grafik hubungan antara kecepatan dan kepadatan
Sumber : Hasil Analisis Penulis



Gambar 5. 2 (Kanan) : Grafik hubungan antara kecepatan dan kepadatan
Sumber : Hasil Analisis Penulis

2 Hubungan Antara Arus Dengan Kepadatan

Dari hasil perhitungan mengenai hubungan antara kecepatan (VS) dan kepadatan (D) jalur kiri, diperoleh nilai $V_f = 101,8$ dan jalur kanan $V_f = 85,4$

Sedangkan dari analisis menggunakan regresi linier, diperoleh persamaan :

$$(Kiri) V_s = 101,8 + 200,07 D$$

$$(Kanan) V_s = 85,4 + 213,77 D$$

Oleh dari itu, maka persamaan tersebut dapat diketahui:

$$(Kiri) V_f = 101,8$$

$$(Kanan) V_f = 85,4 \quad v_f$$

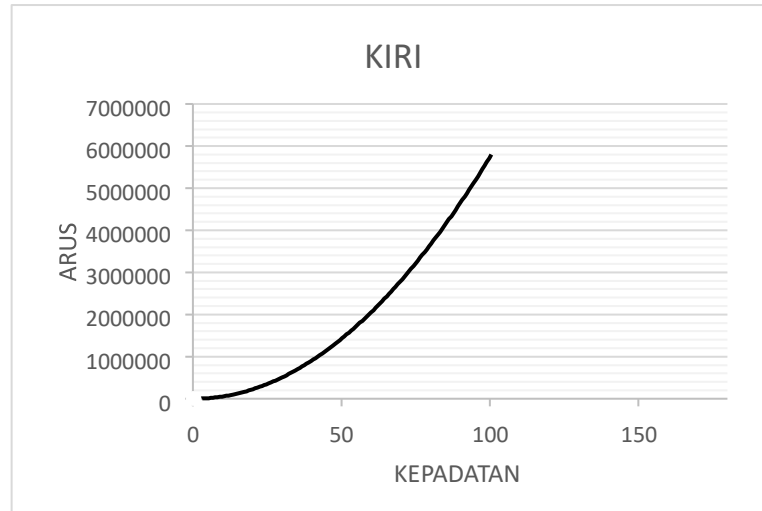
$$\overline{D_j}$$

Dengan mensubstitusi variabel dari hasil persamaan regresi tersebut, hubungan antara arus (*Flow*) dan kepadatan dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$(Kiri) Q = 101,8 + 200,07 D^2$$

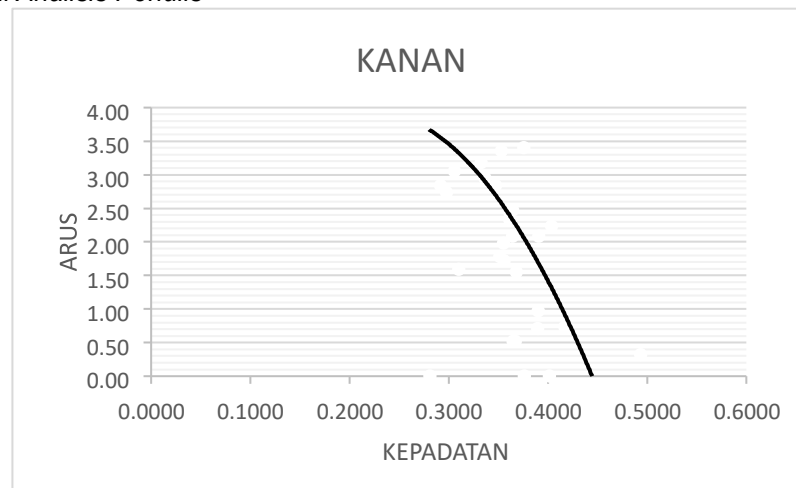
$$(Kanan) Q = 85,4 + 213,77 D^2$$

Berdasarkan persamaan fungsi tersebut, dapat dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara kepadatan dan arus (*Flow*), dengan data kepadatan sebagai variabel X dan data arus (*Flow*) sebagai variabel Y. Dimana jika ada peningkatan arus (*Flow*) maka kepadatan akan bertambah dan apabila kepadatan tercapai maka arus akan menurun., Untuk lebih jelasnya bisa dilihat di Gambar 5.3 dan Gambar 5.4



Gambar 5. 3 (Kiri) : Grafik hubungan antara arus dan kepadatan

Sumber : Hasil Analisis Penulis



Gambar 5. 4 (Kanan) : Grafik hubungan antara arus dan kepadatan

Sumber : Hasil Analisis Penulis

3. Hubungan Antara Arus Dengan Kecepatan

Berdasarkan hasil perhitungan hubungan antara kecepatan dan kepadatan, diketahui bahwa jalur kiri, diperoleh nilai $V_f = 101,8$ dan jalur kanan $V_f = 85,4$

$$(Kiri) \frac{V_f}{D_j} = 200,07$$

$$(Kanan) \frac{V_f}{D_j} = 213,77$$

Dengan mensubstitusi V_f , diperoleh :

$$(Kiri) \frac{101,8}{D_j} = 200,07$$

$$(Kanan) \frac{85,4}{D_j} = 213,7$$

Sehingga diperoleh untuk jalur (kiri) D_j 0,509 dan untuk jalur kanan diperoleh 0,39

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jalur kiri kepadatan saat kemacetan atau D_j adalah 0,509 pejalan kaki/m² dan jalur kanan kepadatan saat kemacetan atau D_j adalah 0,39. Untuk menganalisis hubungan antara kecepatan dan aliran (*Flow*), akan digunakan Persamaan 3.12.

Diketahui nilai kepadatan pada saat kemacetan (D_j) dan kecepatan rata-rata ruang dalam kondisi arus bebas (V_f), maka

$$(Kiri) D_j = 0,509 = 0,005 \quad (Kanan) D_j = 0,329 = 0,00385$$

V_f 101,8 V_f 85,4

Dengan mensubstitusikan variable-varibael tersebut diperoleh peraamaan parabola hubungan kecepatan dan arus sebagai berikut :

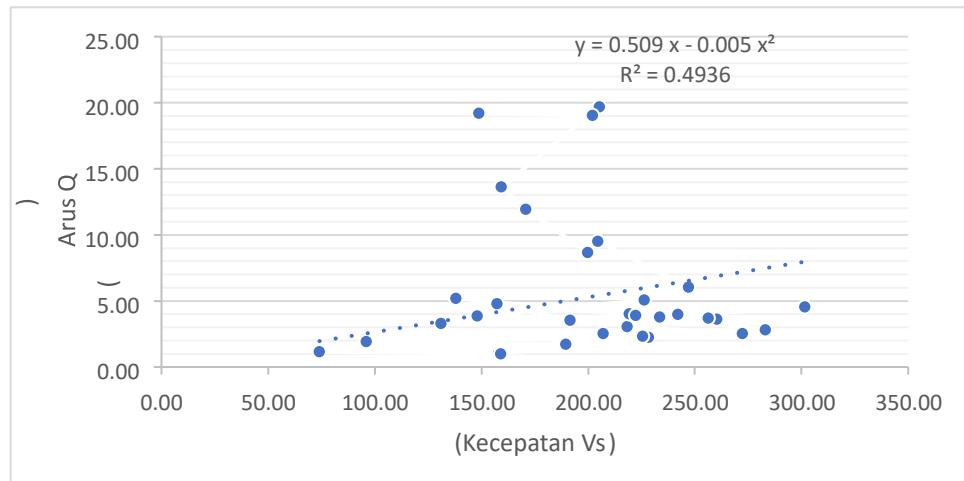
$$(Kiri) \quad Q = 0,509 - 0,005 V_s^2$$

$$(Kanan) \quad Q = 0,329 - 0,00385 V_s^2$$

Dari persamaan tersebut, dibuat grafik yang menggambarkan hubungan antara kecepatan sebagai variabel X dan arus (*Flow*) sebagai variabel Y.

Gambar 5. 4 (Kiri) : Grafik hubungan antara arus dan kecepatan

Sumber : Hasil Analisis Penulis



Gambar 5. 5 (Kanan) : Grafik hubungan antara arus dan kecepatan

Sumber : Hasil Analisis Penulis

4. Variabel Arus Maksimum Pedestrian

Untuk menentukan nilai arus maksimum, Persamaan 3.13 digunakan setelah mencari nilai kepadatan pada arus maksimum (D_m) dan kecepatan pada arus maksimum (V_m). Nilai kepadatan pada saat arus maksimum (D_m) dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.14. Dengan hasil perhitungan sebelumnya bahwa kepadatan jalur kiri pada saat kemacetan (D_j) adalah 0,509 dan jalur kanan saat kemacetan (D_j) adalah 0,329 pejalan kaki per meter persegi, maka nilai kepadatan pada saat arus maksimum (D_m) adalah:

$$(Kiri) \quad D_m = \frac{0,509}{2} = 0,255$$

$$(Kanan) \quad D_m = \frac{0,329}{2} = 0,1645$$

Untuk menentukan nilai kecepatan pada saat arus maksimum (V_m), Persamaan 3.15 digunakan. Dengan hasil perhitungan sebelumnya bahwa kecepatan pada jalur kiri saat arus bebas (V_f) adalah 101,8 meter per menit, dan untuk jalur kanan 85,4 maka nilai kecepatan pada saat arus maksimumnya (V_m) adalah:

$$(Kiri) \quad V_m = \frac{V_f}{2} = \frac{101,8}{2} = 50,9$$

$$(Kanan) \quad V_m = \frac{V_f}{2} = \frac{85,4}{2} = 42,7$$

Jadi, besar arus (*Flow*) maksimum (Q_m) dapat dihitung :

$$(Kiri) \quad Q_m = V_m \times D_m$$

$$(Kanan) \quad Q_m = V_m \times D_m$$

$$= 0,255 \times 50,9$$

$$= 0,1645 \times 42,7$$

$$= 12,98 \text{ pej/min/m}$$

$$= 7,02 \text{ pej/min/m}$$

Dari perhitunngan tersebut arus (*Flow*) maksimum untuk jalur kiri 12,98 org/mnt/m dan untuk jalur kanan sebesar 7,02 org/mnt/m.

5. Kapasitas Ruas Jalan Pengamatan

Untuk mengetahui apakah arus terbesar pada suatu penggal trotoar masih dapat ditampung oleh kapasitas trotoar yang ada, maka terlebih dahulu harus diketahui kapasitas dari penggal trotoar tersebut. Dalam menentukan besarnya kapasitas trotoar, belum ada rumusan tertentu seperti yang digunakan untuk jalan. Oleh karena itu, kapasitas trotoar dapat dinyatakan dengan besarnya arus (*Flow*) maksimum pada penggal ruas pengamatan. Pada studi ini, diketahui besarnya arus (*Flow*) maksimum pejalan kaki di jalan Braga Bandung pada jalur kiri sebesar 12,98 *pedestrian*/mnt/m dan untuk jalur kanan sebesar 7,02 *ped*/mnt/m

6. Tingkat Pelayanan

Untuk menentukan tingkat pelayanan jalan pejalan kaki di Jalan Braga Bandung, digunakan dua metode sebagai perbandingan.

Berdasarkan arus pejalan kaki pada interval 15 menit yang terbesar. Untuk menghitung nilai arus pejalan kaki pada interval 15 menit yang terbesar, digunakan rumus 3.1 Jumlah pejalan kaki terbanyak pada interval 15 menit diperoleh dari hasil perhitungan 5,1 dimana jumlah maksimum pejalan kaki terjadi pada pukul 20.15-20.30 WIB. Lebar efektif trotoar diukur dilapangan, pada jalur kiri 2,5 m dan jalur kanan sebesar 3,1 meter. Sehingga, besarnya arus pejalan kaki pada interval 15 menit adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{(Kiri) } Q_{15} &= \frac{15WE}{15 \times 2,5} \cdot NM = 738 \\ &= 20,88 \text{ p pejalan kaki /min/m (Kanan) } Q_{15} = \\ &\frac{15WE}{15 \times 3,1} \cdot NM = 483 \\ &= 10,39 \text{ pejalan kaki/min/m} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diperoleh bahwa arus pejalan kaki pada interval 15 menit terbesar di jalur kiri adalah sebesar 20,88 pejalan kaki/menit/meter dan jalur kanan sebesar 10,39 pejalan kaki/min/m.

Berdasarkan ruang (*space*) untuk pejalan kaki pada saat arus 15 menit terbesar. Untuk menentukan nilai ruang (*space*) bagi pejalan kaki pada saat arus 15 menit terbesar, digunakan rumus 3.5. Dari hasil perhitungan Tabel 3.5, diperoleh nilai kepadatan pada saat arus 15 menit terbesar (*D15*) di jalur kiri sebesar 0,3644 pejalan kaki/m² dan jalur kanan sebesar 0,2802 pejalan kaki/m². Maka, besarnya nilai ruang untuk pejalan kaki pada saat arus 15 menit terbesar (*S15*) berdasarkan hasil perhitungan Tabel 5.4 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kiri } S_{15} &= \frac{1}{D_{15}} \\ &= \frac{1}{0,3644} \\ &= 2,74 \text{ m}^2/\text{ped.} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{Kanan } S_{15} &= \frac{1}{D_{15}} \\ &= \frac{1}{0,2802} \\ &= 3,57 \text{ m}^2/\text{ped.} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diperoleh bahwa besarnya nilai ruang (*space*) untuk pejalan kaki di jalur kiri di Jalan Braga Bandung adalah sebesar 2,74 m² per pejalan kaki dan jalur kanan sebesar 3,57 m²/pejalan kaki.

Berdasarkan besarnya arus dan nilai ruang (*space*) pejalan kaki pada interval 15 menit terbesar tersebut, tingkat pelayanan pejalan kaki di Jalan Braga Bandung, menurut Tabel 3,3, termasuk dalam kategori tingkat pelayanan "C".

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik pejalan kaki di Jalan Braga Bandung menurut HCM, adalah sebagai berikut:
 - a) Arus (*flow*) jalur kiri 19,68 ped/min/m dan jalur kanan 12,88 ped/min/m termasuk kategori tingkat pelayanan C.
 - b) Kecepatan (*speed*) jalur kiri 54,01 m/min dan jalur kanan 37,07 m/min termasuk kategori tingkat pelayanan F.
 - c) Kepadatan (*Density*) untuk jalur kiri 0,3364 ped/min² dan jalur kanan 0,2802 ped/min² termasuk kategori tingkat pelayanan E.
2. Hubungan antara variabel pergerakan pejalan kaki pada fasilitas pejalan kaki di Jalan Braga Bandung menurut *Greenshields* adalah sebagai berikut:

✚ Hubungan antara kepadatan (D) dengan kecepatan (Vs)
 Koefisien determinasi Kiri (R^2) = 0,7567 dan jalur kanan Kanan (R^2) = 0,8090
 Menurut Young (1982), koefisien korelasi (r) yang bernilai antara 0,70 hingga 1,00 menunjukkan adanya hubungan yang tinggi.
3. Kapasitas dan tingkat pelayanan fasilitas pejalan kaki di Jalan Braga Bandung adalah sebagai berikut:
 - a) Kapasitas pejalan kaki di ruas jalan pengamatan pada jalur kiri adalah sebesar 12,98 ped/mnt/m dan jalur kanan 7,02 ped/mnt/m.
 - b) Berdasarkan perhitungan arus dan nilai ruang (*space*) pejalan kaki pada interval 15 menit terbesar serta penyesuaian dengan kondisi lapangan, tingkat pelayanan pejalan kaki di Jalan Braga Bandung termasuk dalam kategori tingkat pelayanan "C". Artinya pejalan kaki bisa berjalan dengan normal tetapi ketika ada konflik kecil timbul maka kecepatan pejalan kaki lebih rendah / lambat.

Daftar Pustaka

- [1] Aldyan Aji, D., Jatmika, B., Rozandi, A., & Nikolay Ivanovich, Z. (2022). Analisa Tingkat Fasilitas Pedestrian di Pusat Perbelanjaan Kota Sukabumi.
- [2] *Polka Narodnogo Opolcheniya Sq*, 4(3),
- [3] Abdul, M. (2021). : Analisis Kinerja Tingkat Pelayanan Trotoar Pada Ruas Jalan Surabaya Selama Pandemi Covid-19 (Studi Kasus : Jalan Kapasan Surabaya). UMSurabaya, 123125.
- [4] BPK, J. (t.thn.). 5. Permen PUPR No. 19/PRT/M/2011 Tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan . 2020.
- [5] Dwiarvista. (2022). Analisis Tingkat Pelayanan Fasilitas Pejalan Kaki(Studi Kasus : Jalan Veteran Denpasar. Pktj
- [6] Fadliyudaprihadi.com). (2009). Pengertian Rumaja, Rumija, dan Ruwasja . Famiaratz. (2022). Evaluasi Fasilitas *Pedestrian* di Koridor Jalan SoekarnoHatta
- [7] Kurniawan, A. (2022). Studi Kenyamanan Pejalan Kaki di Trotoar pada KawasanJalan Jendral Ahmad Yani Kota Pekanbaru Provinsi Riau.jice.sttp-yds.ac.id.
- [8] Metode Penelitian Eksperimen: Pengertian, Langkah & Jenis. (t.thn.).serupa.id. Ngawi, D. P. (2022). Pengertian Rumaja, Rumija, dan Ruwasja.(ngawikab.go.id).
- [9] Pane, M. A. (2022). Analisis Tingkat Karakteristik Dan Aktivitas Jalur *Pedestrian* Pada Jalan Baru Di Jalan Kapten Sumarsono DenganMenggunakan Metode Hcm 2010. umsu.ac.id.
- [10] Permen PU 19-2014-Persyaratan & Kriteria Teknis Jalan. (2019).
- [11] Persyaratan Dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan - Konsultan Teknik Sipil

- (t.thn.). konsultan-teknik.biz.id.
- [12] Persyaratan Dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan - Konsultan Teknik Sipil . (t.thn.). konsultan-biz.id.
- [13] Pranata. (2023). Pelaksanaan Peraturan Daerah Kota Denpasar No 1 Tahun 2015 Tentang Ketertiban Umum Terhadap Fungsi Trotoar Sebagai Jalur Khusus Pejalan Kaki Di Wilayah Denpasar Timur. unmas.ac.id.
- [14] Prasetyaningsih, Indah, 2010, Analisis Karakteristik dan Tingkat Pelayanan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Pasar Malam Ngarsopuro Surakarta, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [15] Pedoman Perencanaan Jalur Pejalan Kaki Pada Jalan Umum No.032/t/bm/1999, Departemen Pekerjaan Umum.
- [16] Planologi, uir. 2011. Pengertian Pedestrian, Riau.
- [17] Putra, Muhajirin Syah. 2013. *Analisis Karakteristik Dan Aktivitas Pedestrian*, Kota Medan. Tugas Akhir Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [18] Research gate.net. (t.thn.). Kriteria Jalur *Pedestrian* Di Indonesia. Rumaja, RUMIJA dan Ruwasja. (t.thn.). edisi.id.
- [19] Rumaja, Rumija dan Ruwasja . (2022). Edisi.ID.
- [20] Sari. (2019). Berita RI. Diambil kembali dari Ombudsman RI.
- [21] Setiawan, D. (t.thn.). 6. (2) Permen PU No. 19 Tahun 2011 Tentang Kriteria Perencanaan Jalan . Academia.edu.
- [22] Tamin, O, Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Edisi Kedua, Penertbit ITB, Bandung.
- [23] Tanan, n. (2017). Pd 03 -2017 -B Pedoman Perencanaan teknis fasilitas pejalan kaki. academia.edu, 43.
- [24] Teknomo, Kardi. 2002. *Microscopic Pedestrian Flow Characteristics : Development of an Image Processing Data Collection and Simulation Model*. Departemen of Human Social Information Sciences Graduate School of Information Sciences Tohoku University, Japan.
- [26] Transportation Research Board. *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C.: Transportation Research Board, National Research Council, 1985.
- [27] Winaya, Putu Preantjaya. 2010. *Analisis Fasilitas Pejalan Kaki Pada Ruas Jalan Gajah Mada, Denpasar, Bali*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Universitas Udayana, Denpasar.
- [28] Yuhannisa. (2021). Analisis Kelayakan Trotoar Sebagai Jalur Evakuasi Pejalan Kaki di Universitas Negeri Padang. unp.ac.id