

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. FASILITAS JEMBATAN PENYEBERANGAN PEJALAN KAKI

Sesuai dengan definisi yang tercantum dalam *Tata Cara Perencanaan Jembatan Penyeberangan Untuk Pejalan Kaki Di Perkotaan, Departemen PU*, Jembatan penyeberangan pejalan kaki adalah jembatan yang hanya diperuntukkan bagi lalu lintas pejalan kaki yang melintas di atas jalan raya atau jalan kereta api. Sesuai dengan pengertian tersebut maka jembatan penyeberangan harus memberikan manfaat yang maksimal, baik dari segi keamanan, kenyamanan ataupun kelancaran perjalanan bagi pejalan kaki. Beberapa faktor yang dipertimbangkan agar jembatan penyeberangan memberikan manfaat maksimal terhadap pejalan kaki adalah :

- a) Kebebasan berjalan untuk mendahului serta kebebasan waktu berpapasan dengan pejalan kaki lainnya tanpa bersinggungan
- b) Kemampuan untuk mendahului pejalan kaki lainnya.
- c) Memberikan tingkat kenyamanan pejalan kaki yang optimal seperti jarak tempuh, faktor kelandaian dan serta rambu-rambu petunjuk pejalan kaki sehingga memudahkan pejalan kaki untuk melintas di jembatan penyeberangan.
- d) Memberikan tingkat keamanan bagi pejalan kaki seperti adanya lampu penerangan, adanya pembatas dengan lalu lintas kendaraan.

Dalam pembangunan bus rapid transit, jembatan penyeberangan bagi pejalan kaki harus memenuhi ketentuan – ketentuan yang telah ada, seperti yang terdapat dalam *Tata Cara Perencanaan Jembatan Penyeberangan Untuk Pejalan Kaki Di Perkotaan, Departemen PU*.

2.2. KARAKTERISTIK PEJALAN KAKI SEBAGAI BAGIAN DARI LALU LINTAS

Karakteristik Pejalan Kaki adalah salah satu faktor utama dalam perancangan, perencanaan maupun pengoperasian dari fasilitas-fasilitas transportasi. Sebagian besar mobilisasi pejalan kaki bersifat lokal dan dilakukan di

jalur pejalan kaki. Sama halnya dengan analisa arus lalu lintas kendaraan, pejalan kaki sebagai unsur lalu lintas dapat ditinjau dengan beberapa parameter definisi. Beberapa parameter yang digunakan dalam analisa pejalan kaki adalah sebagai berikut :

1. Kecepatan Pejalan Kaki, adalah kecepatan rata-rata berjalan pejalan kaki, dinyatakan dalam satuan m / detik.
2. Jumlah Aliran Pejalan Kaki, adalah jumlah pejalan kaki yang melintasi suatu titik dalam 1 (satu) satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam pejalan kaki / menit atau pejalan kaki / 15 (lima belas) menit.
3. Aliran Per Satuan Lebar, adalah rata-rata aliran pejalan kaki per satuan lebar efektif jalur jalan, dinyatakan dalam satuan pejalan kaki / menit / meter.
4. *Platoon*, menggambarkan sejumlah pejalan kaki berjalan berjajar atau berkelompok, biasanya tanpa disengaja dan disebabkan antara lain oleh faktor lampu lalu lintas atau faktor lain.
5. Kepadatan Pejalan Kaki, adalah jumlah rata-rata pejalan kaki per satuan luas di dalam jalur berjalan kaki atau daerah antrian, yang dinyatakan dalam pejalan kaki / meter².
6. Ruang Pejalan Kaki, adalah rata-rata ruang yang tersedia untuk setiap pejalan kaki dalam daerah jalur berjalan kaki atau antrian, dinyatakan dalam meter² / pejalan kaki. Parameter ini adalah kebalikan dari kepadatan dan merupakan satuan yang praktis untuk analisa fasilitas pejalan kaki.

2.2.1. Aliran Pejalan Kaki

Prinsip yang digunakan untuk menganalisa aliran pejalan kaki sama dengan aliran kendaraan sehingga hubungan dasar antara kecepatan, volume, dan kepadatan juga sama. Jika volume dan kepadatan arus pejalan kaki naik dari aliran bebas ke kondisi yang padat, kecepatan dan kemudahan gerak menurun. Jika kepadatan pejalan kaki mencapai tingkat kritis, volume dan kecepatan menjadi tidak teratur dan menurun secara cepat. Faktor lingkungan juga berpengaruh terhadap kondisi aliran pejalan kaki, dalam hal ini : kenyamanan, kemudahan, keamanan, keselamatan, dan nilai ekonomis dari sistem berjalan kaki. Faktor lingkungan ini mempunyai pengaruh yang penting dalam penilaian pejalan kaki dari seluruh kualitas lingkungan jalan.

2.2.2. Kecepatan Berjalan Kaki

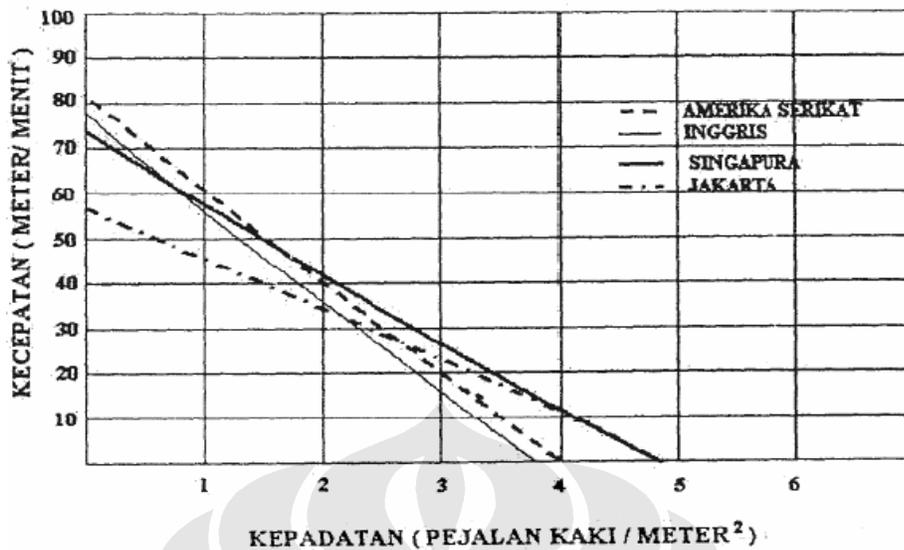
Kecepatan berjalan kaki rata-rata setiap pejalan kaki bervariasi tergantung dari waktu dan kondisi efektif pejalan kaki. Telah disebutkan di atas bahwa usia, dan jenis kelamin pejalan kaki merupakan faktor yang berpengaruh penting. Kemiringan atau naik turunnya tempat berjalan pejalan kaki dapat menaikkan atau menurunkan kecepatan berjalan rata-rata pejalan kaki. Pada saat pejalan kaki harus berjalan naik maka kecepatan cenderung menurun sedangkan pada waktu pejalan kaki berjalan menurun kecepatannya cenderung meningkat. Kecepatan berjalan kaki dipengaruhi pula oleh tingkat kepadatan jalur berjalan kaki. Semakin padat jalur berjalannya maka kecepatan berjalannya pun semakin rendah. Pejalan kaki yang berjalan bersama-sama dalam rombongan (*platoon*) mengakibatkan pejalan kaki yang sebenarnya dapat berjalan cepat tidak dapat berjalan seperti biasanya, karena terhalang oleh pejalan kaki yang ada didepannya. Beberapa pendapat mengenai besarnya kecepatan berjalan kaki dapat dilihat pada tabel 2-1 di bawah ini.

Tabel 2-1. Kecepatan Berjalan Pejalan Kaki

Sumber	Jenis Pejalan Kaki	Kecepatan (m/dtk)
1. Sleight (1972)	Orang tua dan dewasa	1.4
	Anak-anak	1.6
2. Trans and Traffic Eng. Handbook (1976)	Rata-rata	1.2
	Pejalan kaki lambat	0.9-1
3. Weiner (1968)	Rata-rata	1.29
	Wanita	1.13
	<i>Platoon</i> pria	1.17
	<i>Platoon</i> wanita	1.11
4. Endang Widjajanti	Pria	1.02
	Wanita	0.83
	Rata-rata	0.93

2.2.3. Hubungan Kecepatan dengan Kepadatan pejalan Kaki

Jika kepadatan naik, ruangan pejalan kaki menurun, derajat mobilitas seorang pejalan kaki menurun. Gambar 2-2 secara umum menunjukkan hubungan antara kecepatan dan kepadatan pejalan kaki untuk beberapa tempat yang berbeda, yakni Jakarta (Widjajanti, 1986), Singapura (Yorphol Tanaboribon, 1985), Inggris (Fruin, 1971), Amerika Serikat (Fruin, 1971).



Gambar 2-2. Hubungan Antara Kecepatan dengan Kepadatan Pejalan Kaki

2.2.4. Hubungan Aliran dengan Kepadatan pejalan Kaki

Hubungan antara kepadatan, kecepatan, dan aliran pejalan kaki mempunyai bentuk yang sama dengan arus kendaraan, yaitu :

$$V = S \times D$$

Dimana, V = aliran (pejalan kaki / menit / meter)

S = kecepatan (meter / menit)

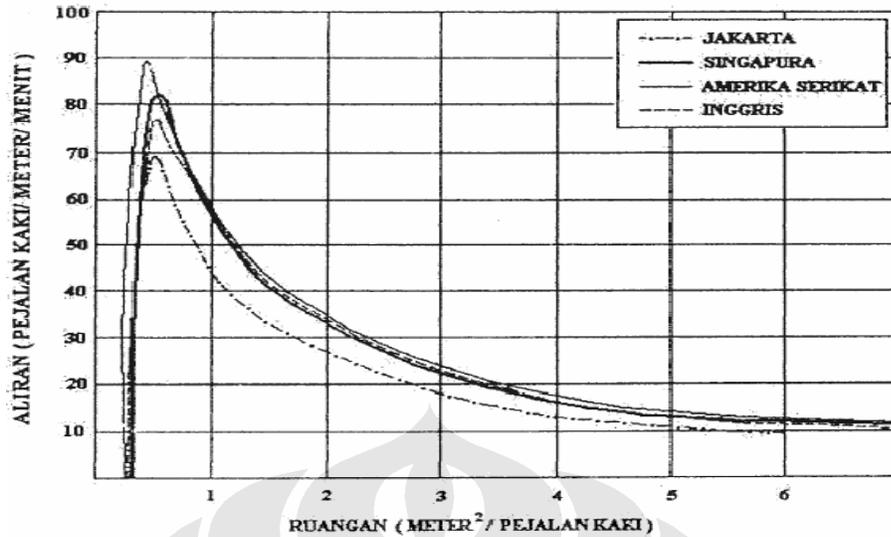
D = kepadatan (pejalan kaki / meter²)

Hubungan ini juga dapat dinyatakan dengan menggunakan kebalikan dari kepadatan yaitu ruangan.

$$V = \frac{S}{M}$$

Dimana, M = ruangan (meter² / pejalan kaki)

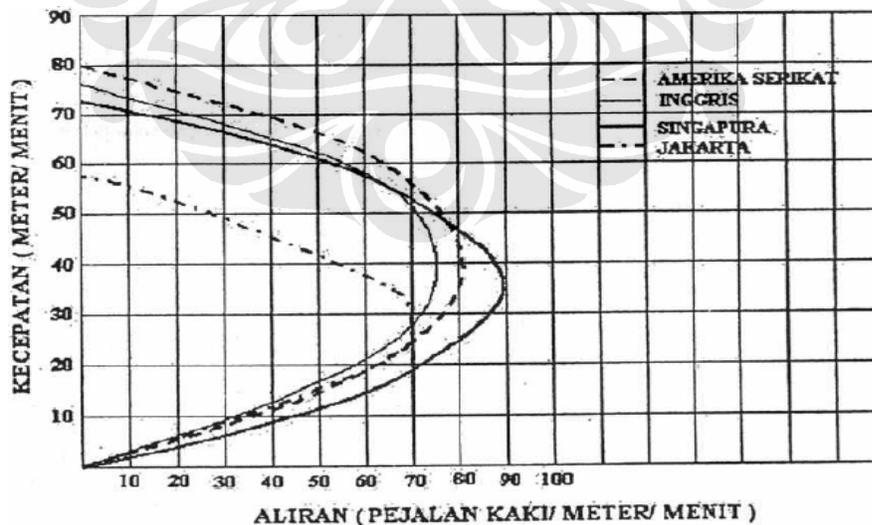
Hubungan tetap antara aliran dan ruangan digambarkan dengan gambar 2-3



Gambar 2-3. Hubungan Antara Ruangan dengan Aliran Pejalan Kaki

2.2.5. Hubungan Kecepatan dengan Aliran

Pada gambar 2-4 dapat dilihat hubungan antara kecepatan pejalan kaki dengan aliran. Kurva ini serupa dengan kurva aliran kendaraan yang menunjukkan bahwa bila terdapat sedikit pejalan kaki pada suatu jalur berjalan kaki (tingkat aliran rendah), tersedia ruangan untuk dapat memilih kecepatan jalan yang lebih tinggi. Jika aliran naik kecepatan menurun karena ada interaksi dengan pejalan kaki.



Gambar 2-4. Hubungan Antara Kecepatan dengan Aliran Pejalan Kaki

2.3. PENGELOMPOKAN SUBJEK STUDI

Kemampuan reaksi dan kecepatan seseorang dalam berjalan kaki dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain usia, jenis kelamin dan kondisi kesehatan dari pejalan kaki, secara garis besar pejalan kaki berdasarkan usia terdiri atas :

1. Anak-anak

Merupakan pejalan kaki yang sering berjalan secara berkelompok dan berpola tidak beraturan. Kegiatan berjalan kaki anak-anak banyak dijumpai pada daerah sekitar sekolah, taman bermain dan fasilitas olahraga yang antara lain misalnya : kolam renang, lapangan sepakbola, dll.

2. Orang Dewasa

Merupakan pejalan kaki yang umumnya individual dan berpola beraturan.

3. Orang Tua

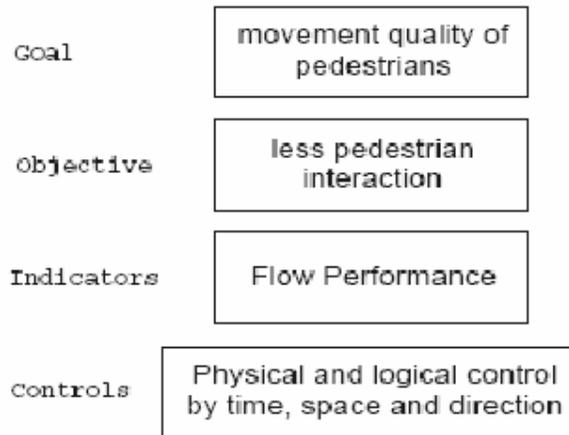
Merupakan pejalan kaki yang mempunyai kemampuan berjalan lebih lambat. Berdasarkan jenis kelamin, pejalan kaki pria cenderung memiliki kemampuan berjalan lebih cepat dan ketangkasan lebih baik dari pada pejalan kaki wanita. Berdasarkan kondisi kesehatan, pejalan kaki yang mabuk memiliki kemungkinan mendapat resiko kecelakaan sangat besar karena tingkat kesadaran yang menurun, sehingga kurang tanggap terhadap bahaya yang datang.

2.4. STUDI PEJALAN KAKI SECARA MIKROSKOPIK

2.4.1. Mikroskopik dan Makroskopik

Karakteristik dari aliran lalu lintas dapat dibagi dalam 2 (dua) kategori yaitu makroskopik (*macroscopic level*) dan mikroskopik (*microscopic level*). Sebagian besar studi mengenai pejalan kaki diarahkan pada tingkatan makroskopik. Kumpulan data makroskopik pejalan kaki adalah seluruh pergerakan pejalan kaki pada suatu fasilitas pejalan kaki yang disatukan kedalam arus, kecepatan rata-rata dan *area modul*. Perhatian utama dari studi makroskopik pejalan kaki adalah alokasi ruang untuk pejalan kaki didalam fasilitas pejalan kaki. Pada studi ini tidak mempertimbangkan interaksi diantara pejalan kaki dan tidak cocok untuk memprediksi kinerja arus pejalan kaki dalam area pejalan kaki atau bangunan dengan beberapa obyek seperti kios, tempat duduk, telepon umum, dan lain-lain. Tingkat mikroskopik meliputi individu pejalan kaki dengan

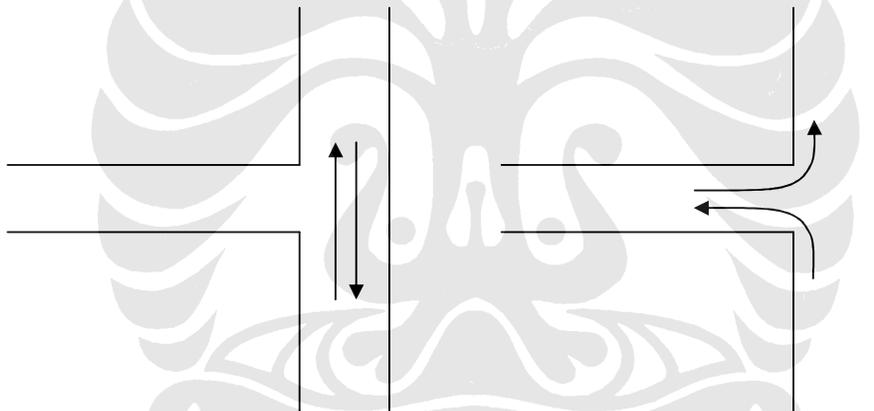
karakteristik lalu lintasnya seperti waktu, jarak antar pejalan kaki, dan kecepatan individu. Sedangkan karakteristik aliran makroskopik pejalan kaki akan meliputi arus, kecepatan rata-rata, dan *modul area* yang diarahkan untuk analisa makroskopik. Ketika analisis pejalan kaki tingkat mikroskopik belum dikembangkan, analisis tingkat makroskopik adalah yang banyak digunakan. Peningkatan analisis pejalan kaki telah berkembang berkenaan dengan pergerakan individu pejalan kaki. Ketika solusi numerik dari model matematika adalah sangat sulit, model simulasi yang baik adalah Model Simulasi Mikroskopik Pejalan Kaki (*Microscopic Pedestrian Simulation Model /MPSM*) yaitu suatu model simulasi dari pergerakan pejalan kaki dimana setiap pejalan kaki dalam model dikaji sebagai suatu individu. Pengembangan analisis mikroskopik pejalan kaki dilakukan untuk meningkatkan kualitas pergerakan pejalan kaki, kualitas pejalan kaki difokuskan pada kenyamanan dalam berjalan dan efisien. Untuk tingkat mikroskopik pertimbangan utama adalah pada interaksi diantara pejalan kaki. Kinerja arus pejalan kaki diartikan sebagai indikator untuk mengukur interaksi diantara pejalan kaki. Interaksi pejalan kaki dapat diamati oleh waktu, ruang, dan arah. Dikarenakan pada mikroskopik melihat pejalan kaki secara individu dan juga perilaku dari interaksi pejalan kaki turut diukur, maka mikroskopik penelitiannya lebih detail jika dibandingkan dengan makroskopik. Pada mikroskopik interaksi antar pejalan kaki merupakan nilai yang penting, karena pada mikroskopik dapat melihat efek yang baik maupun efek yang buruk baik antar pejalan kaki maupun antara pejalan kaki dengan lingkungan sekitarnya. Kualitas dari perjalanan pejalan kaki dapat ditingkatkan dengan mengontrol interaksi antara pejalan kaki, interaksi yang lebih baik antar pejalan kaki merupakan sasaran yang diinginkan pada metode mikroskopik. Pada gambar 2-7 diperlihatkan sistem untuk meningkatkan kualitas dari pergerakan pejalan kaki.



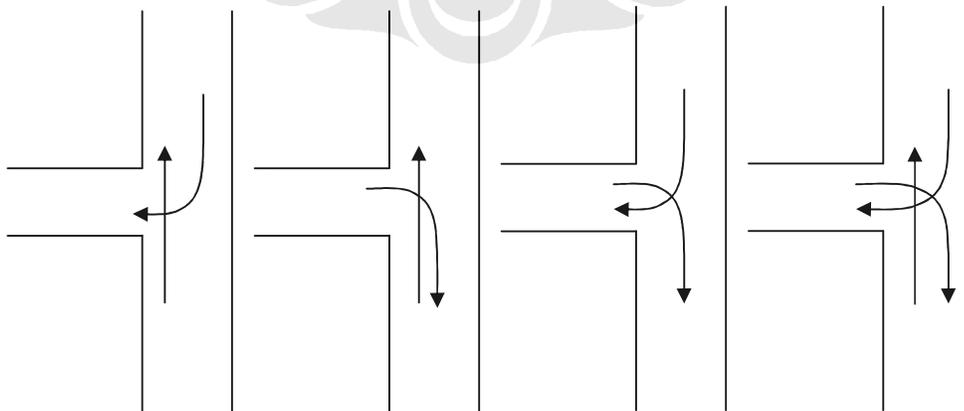
Gambar 2-7. Model untuk Meningkatkan Kualitas dari pergerakan Pejalan Kaki

2.4.2. Potensi Konflik Dalam Pergerakan Arus Pejalan Kaki

Konflik yang terjadi dalam pergerakan arus pejalan kaki pada saat pejalan kaki menyeberang jalan adalah konflik pergerakan 2 (dua) arah (*Bi-Directional Conflicts*), dan konflik pergerakan menyilang (*Croos Directional Conflicts*).



Gambar 2-8. Konflik Pergerakan 2 (Dua) Arah (*Bi-Directional Conflicts*)



Gambar 2-9. Konflik Pergerakan Menyilang (*Croos Directional Conflicts*).

2.4.3. Kinerja Arus Pejalan Kaki

Kinerja arus pejalan kaki adalah mengukur efisiensi dari arus pejalan kaki. Mereka mengukur cara langsung dan tidak langsung dari interaksi diantara pejalan kaki dan interaksi antara pejalan kaki dengan lingkungan. Cara langsung dimaksudkan mengukur interaksi itu sendiri (seperti jarak diantara pejalan kaki). Cara tidak langsung dimaksudkan mengukur hasil dari interaksi tersebut. Tundaan (*delay*) pejalan kaki adalah contoh yang disebabkan oleh adanya interaksi. Kinerja arus yang baik ditujukan untuk interaksi pejalan kaki yang baik dan interaksi pejalan kaki yang baik adalah identik atau sama dengan kualitas gerakan pejalan kaki baik. Tundaan dan indeks ketidaknyamanan individu dan rata-rata, perubahan kecepatan, perubahan arah gerakan adalah bentuk contoh tipikal dari kinerja arus pejalan kaki. Hal-hal tersebut hasil dari interaksi diantara pejalan kaki dan interaksi antara pejalan kaki dengan fasilitas. Kinerja arus terdiri dari tundaan (*delay*) dan ketidaknyamanan (*uncomfortability*) yang disatukan kedalam suatu nilai indeks kinerja (*performance index*). Dari gerakan individual pejalan kaki dalam waktu T, indeks ketidaknyamanan individual dan tundaan diperoleh dan disatukan untuk diperoleh indeks kinerja.

2.4.3.1. Kinerja Arus Individual Pejalan Kaki

a. Kecepatan Rata-rata Pejalan Kaki

Kecepatan rata-rata berjalan (kecepatan rata-rata individual yaitu total panjang perjalanan dari pejalan kaki dibagi dengan total waktu perjalanan adalah :

$$v = \frac{L}{T_n} \text{ (meter/detik)}$$

Dimana :

L = Panjang perjalanan pejalan kaki (meter)

T_1 = Waktu tempuh rata-rata tiap arah pergerakan pejalan kaki (detik)

b. Percepatan

Percepatan (*acceleration*) didefinisikan sebagai tingkatan pada perubahan kecepatan suatu objek, suatu objek akan mengalami percepatan / perlambatan akibat konflik.

$$a = \frac{v_2 - v_1}{T_1} \quad (\text{meter/detik}^2)$$

Dimana :

V_1 = Kec. Pejalan kaki rata-rata tiap arah pergerakan (meter/detik)

V_2 = Kec. Pejalan kaki akibat konflik antar pejalan kaki (meter/detik)

T_1 = Waktu tempuh rata-rata tiap arah pergerakan pejalan kaki (detik)

c. Tundaan

Tundaan individu pejalan kaki (*individual delay*) adalah perbedaan antara waktu perjalanan rata-rata pejalan kaki dengan waktu perjalanan akibat konflik antar pejalan kaki, dibagi dengan panjang berjalan :

$$d = \frac{(T_2 - T_1)}{L} \quad (\text{detik/meter})$$

Dimana :

T_1 = Waktu tempuh rata-rata tiap arah pergerakan pejalan kaki (detik)

T_2 = Waktu tempuh akibat konflik antar pejalan kaki (detik)

L = Panjang perjalan pejalan kaki (meter)

d. Indeks ketidaknyamanan

Perpindahan berjalan yang paling nyaman adalah seragam dan dalam suatu garis lurus. Nilai indeks ketidaknyamanan akan 0 (nol) jika perpindahan berjalan adanya seragam (kecepatan konstan), dengan rumusan :

$$I = \frac{d \times L}{T_1}$$

Dimana :

d = Tundaan (detik/meter)

L = Panjang perjalan pejalan kaki (meter)

T_1 = Waktu tempuh rata-rata tiap arah pergerakan pejalan kaki (detik)