

TUGAS AKHIR

**STUDI KARAKTERISTIK PERGERAKAN *PEDESTRIAN* PADA JALAN
MASJID RAYA MEDAN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD KHALIF

1507210206



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan 20238 Telp. (061) 6623301

Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: rektor@umsu.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Khalif

Npm : 1507210206

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Karakteristik Pergerakan Pedestrian Pada Jalan Masjid
Raya Medan

Bidang Ilmu : Transportasi

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Medan, 10 September 2019

Pembimbing I

Hj. Irma Dewi, ST, MSi

Pembimbing II

Ir. Zurkiyah, MT

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Khalif.

NPM : 1507210206.

Program Studi : Teknik Sipil.

Judul Skripsi : Studi Karakteristik Pergerakan *Pedestrian* Pada Jalan Masjid Raya Medan.

Bidang ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



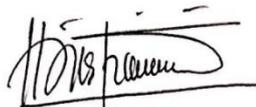
(Hj. Irma Dewi, ST, M.Si)

Dosen Pembimbing II / Peguji



(Ir. Zurkiyah, M.T)

Dosen Pembanding I / Penguji



(Ir. Sri Asfiati, M.T)

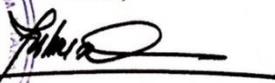
Dosen Pembanding II / Peguji



(Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc)



Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



(Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Khalif

Tempat /Tanggal Lahir: Medan, 26 Desember 1997

NPM : 1507210206

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Studi Karakteristik Pergerakan Pedestrian Pada Jalan Masjid Raya Medan”, bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2019

Saya yang menyatakan,

Muhammad Khalif



ABSTRAK

STUDI KARAKTERISTIK PERGERAKAN *PEDESTRIAN* PADA JALAN MASJID RAYA MEDAN (STUDI KASUS)

Muhammad Khalif
1507210206
Hj. Irma Dewi, ST, M.Si
Ir. Zurkiyah, M.T

Pada dasarnya kinerja lalulintas pejalan kaki diekspresikan dengan cara yang mirip dengan ekspresi kinerja lalulintas kendaraan yaitu dengan arus, kecepatan, dan kepadatan yang saling berhubungan. Pada studi kasus kali ini mengambil lokasi di *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik pejalan kaki, bagaimana hubungan antara kecepatan, arus, kepadatan, dan ruang dikawasan tersebut. Selain itu untuk mengetahui besarnya kapasitas dan *Level of service* (LOS) apakah masih bisa menampung jumlah pejalan kaki yang ada. Metode penelitian dalam studi kasus ini menggunakan metode survei dan analisis. Metode survei menggunakan teknik manual dalam pengamatan dan pengambilan data di lapangan. Sedangkan metode analisis yakni menggunakan metode Greenshield dan Greenberg. Hasil analisis menunjukkan bahwa total arus (*flow*) hari puncak sebesar 36,06 pedestrian/min/m, kecepatan (*speed*) sebesar 11428,70 m/min dan kepadatan (*density*) sebesar 0,076 pedestrian/m². kemudian hubungan variabel pedestrian dengan tiga pendekatan di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan adalah dengan metode Greenshield, Kecepatan-Kepadatan= $-59572,423 + 664,345 D$, Arus-Kecepatan= $89,671 Vs - 0,135 Vs^2$, Arus-Kepadatan= $-59572,423 + 664,345 D^2$ dan metode Greenberg, Kecepatan-Kepadatan= $-465,305 - 376,412 D$, Arus-Kecepatan= $0,5106 Vs \cdot e^{0,0022x}$, Arus-Kepadatan= $-465,305 - 376,412 \ln D$. Sedangkan tingkat pelayanan termasuk tingkat "A". Dengan menggunakan metode Greenberg didapat nilai korelasi (r) = -0,112.

Kata kunci: kepadatan, kecepatan, arus, pejalan kaki.

ABSTRACT

STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF THE MOVEMENT OF PEDESTRIANS IN MASJID RAYA MEDAN (CASE STUDY)

Muhammad Khalif
1507210206
Hj. Irma Dewi, ST, M.Si
Ir. Zurkiyah, M.T

Basically the performance of the traffic of pedestrians is expressed in a similar way to the expression of the performance of vehicle traffic i.e. with flow, speed, and density are interconnected. In this case study took location in the pedestrian Street, Masjid Raya Medan. This study was conducted to determine the characteristics of pedestrians, how the relationship between speed, flow, density, and space in the area. In addition to knowing the magnitude of the capacity and Level of service (LOS) is still able to accommodate the number of pedestrians there. Research methods in this case study using survey method and analysis. Survey method using manual techniques in observation and data collection in the field. While the method of analysis, namely using the method of Greenshield and Greenberg. The results of the analysis indicates that the total current (flow) peak day by 36,06 pedestrian/min/m, velocity (speed) of 11428,70 m/min and a density (density) of 0,076 pedestrian/m². then the relationship variables pedestrian with three approaches in the pedestrian road of Jalan Masjid Raya Medan is by the method of Greenshield speed-density= $-59572,423+664,345 D$, the current-speed= $89,671 Vs-0,135 Vs^2$, the current-density= $-59572,423^2+664,345 D^2$ and methods of Greenberg, the speed-density= $-465,305-376,412 D$, the current-speed= $0,5106 Vs.e^{0,0022x}$, the current-density= $-465,305-376,412 \ln D$. While service levels including level "A". By using the method of Greenberg obtained correlation value (r) = -0,112.

Keywords: density, speed, flow, pedestrians.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Karakteristik Pergerakan *Pedestrian* Pada Jalan Masjid Raya Medan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Hj. Irma Dewi, ST, M.Si, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Zurkiyah, M.T, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Sri Asfiati, M.T, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Kedua Orang tua penulis: Ayahanda tercinta Irvan Kamarudin, dan Ibunda tercinta Cut Syarifah Eriana, yang selalu berdoa, berjuang memberikan segala

yang terbaik dan telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis dan kakak-kakakku Silmi Khalisah, S.Psi, Ahmad Qadri, juga adikku Muhammad Shidqi, Yasmin Karima, Jauharul Fard.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Alfi Fadillah, Tirta Ayu Ananda, Ryan Adrianto, Rizky Fahrizal, Jefry Rahmad Fadil, Muhammad Danu Adli, Ray Rama Ruin, Achmad Darmawan, Inriyani, juga teman-teman Teknik Sipil angkatan 2015 terkhusus teman-teman B2 Siang yang tidak bisa disebutkan satu persatu, Semoga Allah SWT memberi balasan atas segala bantuan yang diberikan.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Medan, September 2019

Muhammad Khalif

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Karakteristik Pejalan Kaki	8
2.2.2 Hubungan antar Variabel Pergerakan Pejalan Kaki	12
2.2.2.1. Metode Greenshield	12
2.2.2.2. Metode Greenberg	14
2.2.3 Analisis Regresi Linear	16
2.2.4 Koefisien Korelasi	17
2.3 Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan	18
2.3.1 Kapasitas	18
2.3.2 Tingkat Pelayanan	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	23

3.1 Bagan Alur Penelitian	23
3.2 Metode Penelitian	24
3.3 Variabel Yang Diukur	24
3.4 Lokasi Penelitian	24
3.4.1 Data Geometri Jalur <i>Pedestrian</i>	24
3.5 Tenaga Survei	26
3.6 Peralatan	26
3.7 Tahapan Penelitian	27
3.7.1 Menentukan latar belakang, rumusan dan batasan masalah	28
3.7.2 Survei pendahuluan	28
3.7.3 Studi literatur	28
3.7.4 Pengumpulan data	28
3.7.5 Analisis data dan pembahasan	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Perhitungan dan Penyajian Data	31
4.1.1 Perhitungan Data Arus <i>Pedestrian</i>	31
4.1.2 Perhitungan Data Kecepatan <i>Pedestrian</i>	34
4.1.2.1 Kecepatan Rata-Rata Ruang (V_s)	34
4.1.3 Perhitungan Data Kepadatan <i>Pedestrian</i>	36
4.1.4 Perhitungan Data Ruang (<i>Space</i>) <i>Pedestrian</i>	38
4.2 Hubungan Antar Variabel	39
4.2.1 Perhitungan Metode Greenshield	39
4.2.1.1 Hubungan antara Kecepatan dan Kepadatan	39
4.2.1.2 Hubungan antara Arus dengan Kepadatan	42
4.2.1.3 Hubungan antara Arus dengan Kecepatan	43
4.2.1.4 Variabel Arus Maksimum <i>Pedestrian</i>	44
4.2.1.5 Kapasitas Ruas Jalan Pengamatan	44
4.2.2 Perhitungan Metode Greenberg	45
4.2.2.1 Hubungan antara Kecepatan dengan Kepadatan	45
4.2.2.2 Hubungan antara Arus dengan Kepadatan	47
4.2.2.3 Hubungan antara Arus dengan Kecepatan	48
4.2.2.4 Kapasitas Ruas Jalan Pengamatan	49

4.3 Tingkat pelayanan	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan	8
Gambar 2.2 Metode Greenshields (<i>Highway Capacity Manual</i> , 2000)	14
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.	23
Gambar 3.2 Denah lokasi penelitian	25
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara kecepatan-kepadatan	41
Gambar 4.2 Grafik hubungan arus-kepadatan	42
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara arus-kecepatan	43
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara kecepatan-kepadatan	47
Gambar 4.5 Grafik hubungan arus-kepadatan	48
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara arus-kecepatan	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tingkat pelayanan trotoar (Direktorat Jendral Bina Marga).	7
Tabel 2.2	Rangkuman Rumus Dua Model (Fika Dian Pratiwi, 2011)	15
Tabel 2.3	Rangkuman Penurunan Greenshields (Fika Dian Pratiwi, 2011)	17
Tabel 2.4	Rangkuman penurunan greenberg (Fika Dian Pratiwi, 2011)	17
Tabel 2.5	Tingkat pelayanan <i>Pedestrian</i> (Highway Capacity Manual, 2000)	21
Tabel 2.6	Ilustrasi Tingkat Pelayanan Fasilitas <i>Pedestrian</i> (<i>Highway Capacity Manual</i> , 2000)	21
Tabel 3.1	Data Geometri Jalur <i>Pedestrian</i>	24
Tabel 3.2	Kelompok Surveyor	26
Tabel 3.3	Data jumlah pejalan kaki diambil interval 5 menit	27
Tabel 3.4	Jumlah pejalan kaki pada hari puncak (Sabtu/2-Maret-2019)	29
Tabel 4.1	Perhitungan jumlah <i>Pedestrian</i>	31
Tabel 4.2	Perhitungan arus pejalan kaki (Q)	33
Tabel 4.3	Perhitungan kecepatan rata-rata ruang (Vs)	36
Tabel 4.4	Kepadatan <i>Pedestrian</i>	37
Tabel 4.5	Perhitungan Ruang (space) <i>Pedestrian</i>	38
Tabel 4.6	Hasil perhitungan regresi linier	40
Tabel 4.7	Ringkasan hubungan antar variabel menurut metode Greenshield	45
Tabel 4.8	Hasil perhitungan regresi linier	45
Tabel 4.9	Ringkasan hubungan antar variabel menurut metode Greenberg	49

DAFTAR NOTASI

a	: Bilangan konstan
b	: Koefisien regresi
D	: Kepadatan (<i>pedestrian/m²</i>)
D _j	: Jam density, kepadatan pada saat jam macet (<i>pedestrian/m²</i>)
D _m	: Kepadatan maksimum pada saat arus (<i>flow</i>) maksimum (<i>pedestrian/m²</i>)
D ₅	: Kepadatan pada saat arus 5 menit yang terbesar (<i>pedestrian/m²</i>)
L	: Panjang pengal trotoar pengamatan (m)
N	: Jumlah pejalan kaki yang lewat per meter
n	: Jumlah data yang diamati
N _m	: Jumlah pejalan kaki maksimum yang lewat pada interval 5 menit
Q	: Arus (<i>flow</i>) pejalan kaki (<i>pedestrian/menit/m</i>)
Q _m	: Arus (<i>flow</i>) maksimum (<i>pedestrian/menit/m</i>)
Q ₅	: Arus (<i>flow</i>) pejalan kaki pada interval 5 menit yang terbesar (<i>pedestrian/menit/m</i>)
r	: Koefisien korelasi
S	: Ruang pejalan kaki (<i>m²/pedestrian</i>)
S ₅	: Ruang pejalan kaki pada saat arus 5 menit yang terbesar (<i>m²/pedestrian</i>)
T	: Waktu pengamatan (menit)
t	: Waktu tempuh pejalan kaki yang melewati trotoar pengamatan (detik)
V _i	: Kecepatan tiap pejalan kaki yang diamati (m/min)
V _f	: Kecepatan pada saat arus bebas (m/min)
V _s	: Kecepatan rata-rata ruang (m/min)
V _t	: Kecepatan rata-rata waktu (m/min)
V _m	: Kecepatan pada saat arus maksimum (m/min)
WE	: Lebar efektif (meter)
X	: Variabel bebas
Y	: Variabel terikat
Ln	: Logaritma natural yang berhubungan dengan e (eksponen)
C	: Konstanta

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pejalan kaki merupakan istilah dalam transportasi yang digunakan untuk menjelaskan orang yang berjalan di lintasan pejalan kaki baik dipinggir jalan trotoar, lintasan khusus bagi pejalan kaki ataupun menyeberang jalan. Pada dasarnya kinerja lalu lintas pejalan kaki diekspresikan dengan cara yang mirip dengan ekspresi kinerja lalu lintas kendaraan yaitu dengan arus, kecepatan, dan kepadatan yang saling berhubungan. Aktivitas berjalan kaki merupakan suatu bagian integral dari bagian aktivitas lainnya. Tindakan yang sederhana, yaitu berjalan memainkan peranan penting dalam sistem transportasi setiap kota. Berjalan kaki adalah suatu kegiatan transportasi yang paling mendasar karena hampir semua aktivitas diawali dan diakhiri dengan berjalan kaki.

Para pejalan kaki berada pada posisi yang lemah jika mereka bercampur dengan kendaraan, maka mereka akan memperlambat arus lalu lintas. Oleh karena itu, salah satu tujuan utama dari manajemen lalu lintas adalah berusaha untuk memisahkan pejalan kaki dengan kendaraan bermotor, tanpa menimbulkan gangguan-gangguan yang besar terhadap aksesibilitas dengan pembangunan trotoar. Perlu tidaknya trotoar dapat diidentifikasi oleh volume pejalan kaki yang berjalan di jalan, tingkat kecelakaan antara kendaraan dengan pejalan kaki dan pengaduan permintaan masyarakat.

Berjalan kaki merupakan salah satu moda dari bermacam-macam jenis moda transportasi, kenyamanan dan keluasaan gerak dalam berbagai komposisi haruslah diukur dengan tepat agar konsep penggunaan jalan dapat diterapkan dengan baik, banyak pejalan kaki yang mengeluhkan ketidaknyamanan dalam menggunakan jalan diberbagai tempat karena kurangnya perhitungan yang matang, maka kehadirannya perlu dilakukan suatu studi.

Penelitian ini mengambil studi kasus di jalur *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan, dengan pertimbangan jalur *pedestrian* ini terletak persis disebelah Masjid Raya Medan dan salah satu akses menuju gerbang utama Masjid Raya Medan.

Jalur *pedestrian* ini juga terintegrasi dengan bangunan bersejarah lainnya yang ada di kawasan tersebut seperti Taman Sri Deli dan Istana Maimun. Kawasan ini merupakan salah satu tempat di kota Medan yang sering dikunjungi oleh wisatawan lokal maupun mancanegara. Dengan banyaknya pengguna atau pengunjung secara fungsional jalur *pedestrian* ini menjadi akses untuk mencapai ke area Masjid Raya Medan. Sehingga jalur *pedestrian* Masjid Raya Medan ini dianggap signifikan dan representatif untuk dilakukan suatu penelitian mengenai studi kenyamanan pejalan kaki terhadap pemanfaatan fasilitas jalur *pedestrian* yang telah tersedia.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik pejalan kaki di kawasan tersebut. Selain itu untuk mengetahui besarnya kapasitas dan *Level Of Service* (LOS) apakah masih bisa menampung jumlah pejalan kaki yang ada.

Konsep *Level Of Service* (LOS) awalnya digunakan untuk menentukan tingkat kenyamanan kendaraan bermotor di jalan raya. Konsep ini diklasifikasikan dalam enam standart tingkat pelayanan yaitu tingkat pelayanan A sampai F, dimana penentuan tingkat ini berdasarkan pada arus layanan lalu lintas dan penelitian kualitatif tingkat kenyamanan pengendara kendaraan bermotor. Konsep *Level Of Service* (LOS) ini juga dapat digunakan sebagai dasar standart untuk perencanaan ruang pejalan kaki, dimana akan menggambarkan tingkat kebebasan untuk memilih kecepatan berjalan, kemampuan untuk melewati pejalan kaki yang lain serta kemudahan dalam pergerakan persilangan dan berbalik arah pada berbagai pemusatan lalu lintas pejalan kaki.

Pada studi ini teori kapasitas dan tingkatan pejalan kaki digunakan dua metode pendekatan yaitu Metode Greenshield, dan Greenberg. Kedua pendekatan digunakan karena metode yang memenuhi standar perhitungan arus pengguna jalan dan juga digunakan untuk membandingkan hasil karakteristik tiap metode modelnya sehingga mendapatkan hasil yang optimal dalam kasus penggunaan jalan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang sebelumnya, dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik pejalan kaki dan hubungan antar variabel pergerakan pejalan kaki di jalur *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan?
2. Bagaimana perbandingan nilai hasil koefisien korelasi (r) dari dua metode yang berbeda Greenshields, dan Greenberg?
3. Bagaimana kapasitas dan tingkat pelayanan pejalan kaki di jalur *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan?

1.3 Ruang Lingkup

Agar penelitian ini tidak terlalu luas tinjauannya dan tidak menyimpang dari rumusan masalah di atas, maka perlu adanya pembatasan masalah yang ditinjau. Batasan-batasan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian berlokasi di sepanjang jalur *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan, dengan mengambil penggal pengamatan sepanjang 51 meter dari samping Masjid Raya Medan.
2. Metode yang digunakan berdasarkan metode Greenshields, dan Greenberg.
3. Waktu tempuh pejalan kaki yang diteliti berdasarkan pejalan kaki yang berjalan normal, sehingga gerakan yang berlari atau berhenti sementara diabaikan.
4. Pengambilan data dilakukan selama seminggu, untuk mengetahui jumlah puncak pejalan kaki. Cara pendataan dilakukan dengan teknik manual.
5. Penentuan tingkat pelayanan dihitung dengan dua cara:
 - a. Arus (*flow*) pejalan kaki pada interval 5 menit yang terbesar.
 - b. Ruang (*space*) untuk pejalan kaki pada arus 5 menit yang terbesar.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari tugas akhir ini penulis ingin mendapatkan beberapa tujuan akhir, diantaranya:

1. Untuk mengetahui karakteristik pergerakan pejalan kaki dan hubungan antar variabel pergerakan pejalan kaki yaitu arus (*flow*), kecepatan (*speed*), kepadatan (*density*) di jalur *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan.
2. Untuk mengetahui nilai hasil koefisien korelasi (r) dari dua metode yang berbeda (Greenshields, dan Greenberg) dan diambil nilai yang paling cocok antara data dengan metode tersebut.
3. Mengetahui kapasitas dan tingkat pelayanan pejalan kaki di jalur *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat pelayanan fasilitas pejalan kaki di Kota Medan, khususnya di Masjid Raya apakah masih menampung jumlah pejalan kaki yang ada.
2. Untuk mengetahui bagaimana kondisi persepsi para pejalan kaki tentang kenyamanan terhadap pemanfaatan jalur *pedestrian* yang telah tersedia di Kota Medan, khususnya di Masjid Raya Medan.
3. Untuk mengetahui bagaimana kondisi yang menunjang rasa kenyamanan, kemudahan serta keselamatan dan keamanan penggunaan jalur pedestrian oleh para pejalan kaki di dalam Kota Medan, khususnya di Masjid Raya Medan.
4. Sebagai bahan masukan maupun kritik kepada Pemerintah Kota (Pemkot) Medan maupun pihak-pihak yang terkait, mengenai kondisi serta kebutuhan pejalan kaki akan rasa kenyamanan terhadap pemanfaatan fasilitas jalur pedestrian di Kota Medan, khususnya di Masjid Raya Medan.
5. Sebagai bahan perbendaharaan mengenai penelitian pejalan kaki berdasarkan karakteristik pergerakan pejalan kaki.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada tugas akhir ini ialah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Menguraikan hal-hal umum mengenai tugas akhir seperti latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab 2 ini berisikan teori-teori, konsep, dan rumus sesuai dengan acuan judul tugas akhir ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Menjelaskan rencana atau prosedur yang dilakukan penulis untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan kasus permasalahan.

BAB 4 HASIL PEMBAHASAN

Menguraikan hasil pembahasan analisis mengenai penelitian yang telah dilakukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan sesuai dengan analisis terhadap penelitian dan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut yang lebih baik di masa yang akan datang.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Trotoar merupakan bagian dari rekayasa jalan yang disediakan bagi pejalan kaki yang biasanya sejajar dengan jalan dan dipisahkan dari jalur lalu lintas oleh kerib. Pengertian ini sesuai dengan teori Sukoco (2002) yang menyatakan untuk keamanan pejalan kaki maka trotoar ini harus dibuat terpisah dari jalur lalu lintas kendaraan, oleh struktur fisik berupa kerib. Perlu atau tidaknya trotoar disediakan sangat tergantung bagi volume pedestrian dan volume lalu lintas pemakai jalan tersebut, lebar trotoar yang digunakan pada umumnya berkisar antara 1,5 – 3,0 Meter. (Ninie Anggriani, 2009).

Jalur pedestrian harus memiliki rasa aman dan nyaman terhadap pejalan kaki, keamanan disini dapat berupa batasan-batasan dengan jalan yang berupa peninggian trotoar, menggunakan pagar pohon, dan menggunakan *street furniture*. Selain merasa aman, mereka juga harus merasa nyaman dimana jalur pedestrian harus bersifat rekreatif karena hal tersebut sangat menunjang kenyamanan pejalan kaki saat menggunakan jalur pedestrian sebagai jalur mereka. (Ninie Anggriani, 2009).

Prinsip-prinsip analisis pergerakan pejalan kaki sama seperti yang digunakan untuk analisis pergerakan kendaraan bermotor, yaitu yang intinya mendasarkan pada hubungan kecepatan (*speed*), arus (*flow*), dan kepadatan (*density*). (*Highway Capacity Manual*, 2000).

Konsep *level of service* pertama kali di gunakan untuk menentukan tingkat kenyamanan di jalan raya, selanjutnya juga diaplikasikan untuk perencanaan fasilitas-fasilitas pejalan kaki. (*Highway Capacity Manual*, 2000).

Trotoar sudah memiliki standar ketentuan berdasarkan luasan jalan dan kapasitas pengguna. Perhitungan ini dilakukan agar kenyamanan dan fungsi trotoar dapat digunakan secara maksimal bagi penggunaannya. Trotoar yang sudah ada perlu ditinjau kapasitas, keadaan dan penggunaannya apabila terdapat pejalan kaki yang menggunakan jalur lalu lintas kendaraan. Secara

umum trotoar dapat direncanakan pada ruas jalan yang terdapat volume pejalan kaki lebih besar dari tiga ratus orang per dua belas jam (06.00-18.00) dan volume lalu lintas lebih besar dari seribu kendaraan per dua belas jam (06.00-18.00). Tingkat pelayanan trotoar ditetapkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Tingkat pelayanan trotoar (Direktorat Jendral Bina Marga).

Tingkat Pelayanan	Modul (m ² /orang)	Volume (orang/meter/menit)
A	$\geq 3,25$	≤ 23
B	2,30 – 3,25	23-33
C	1,40 – 2,30	33-50
D	0,90 – 1,40	50-66
E	0,45 – 0,90	66-82
F	$\leq 0,45$	≥ 82

Lulie (1995) dari Institut Teknologi Bandung (ITB) melakukan penelitian tentang Karakteristik dan Analisis Kebutuhan Fasilitas Pejalan Kaki di Jalan Malioboro, Yogyakarta. Penelitian tersebut bertujuan mencari karakteristik pejalan kaki, mencari hubungan persamaan antara kecepatan berjalan, aliran, dan kepadatan serta untuk menentukan tingkat pelayanan. Kesimpulan pada penelitian ini adalah tingkat pada trotoar di Jalan Malioboro, Yogyakarta pada keadaan normal adalah “A” dan pada aliran puncak tingkat pelayanannya menjadi “C”.

Indah Prasetyaningsih (2010) dari Universitas Sebelas Maret melakukan studi tentang Analisis Karakteristik dan Tingkat Pelayanan Pejalan Kaki dengan mengambil studi kasus di kawasan Pasar Malam Ngarsopuro, Surakarta termasuk kategori “D”.

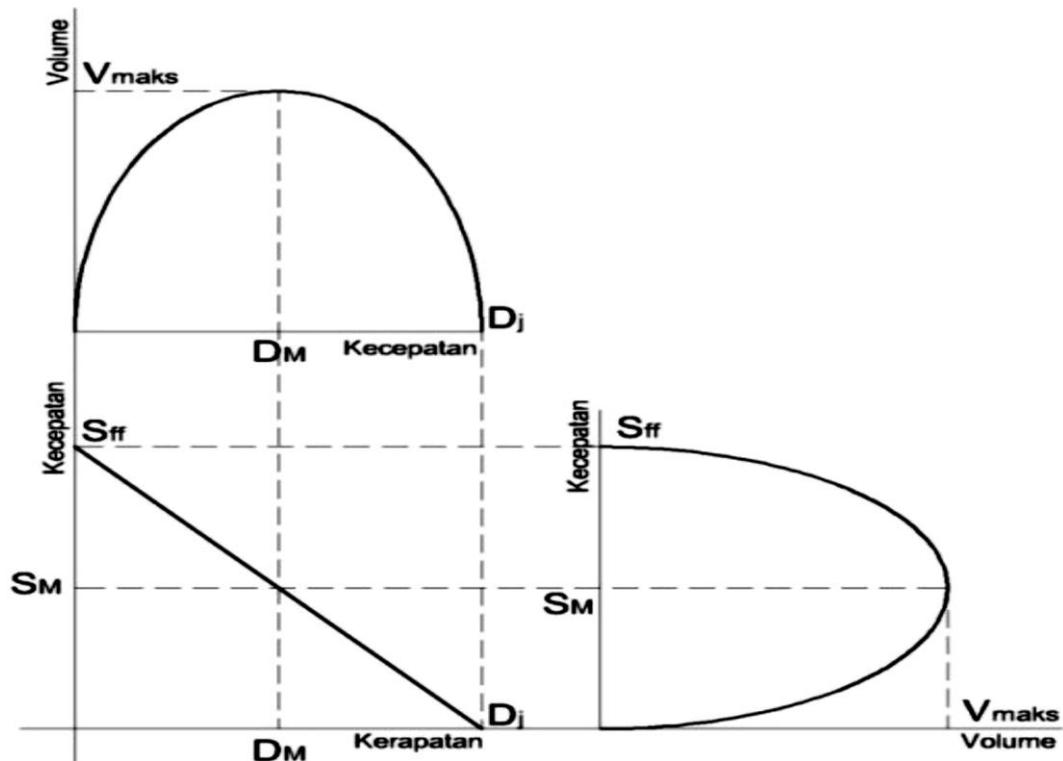
Dari beberapa referensi buku dan jurnal di atas dapat disimpulkan bahwa penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik pejalan kaki (Arus, Kecepatan, Kepadatan), mengetahui hubungan antar variabel pergerakan pejalan

kaki serta mengetahui kapasitas dan tingkat pelayanan pejalan kaki. Metode analisis yang digunakan adalah metode regresi linier sesuai dengan cara dipergunakan oleh Greenshields, dan Greenberg. Pada penelitian ini dilaksanakan di *Pedestrian Road* Jalan Masjid Raya, Medan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Karakteristik Pejalan Kaki

Diekspresikan pada karakteristik analisis lalulintas, variabel-variabel utama yang digunakan untuk mengetahui karakteristik pergerakan *pedestrian* adalah arus (*flow*), kecepatan (*speed*), dan kepadatan (*density*), sedangkan fasilitas pedestrian yang dimaksud adalah ruang (*space*) untuk pedestrian. Hubungan ketiga variabel tersebut digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1: Hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan (*Highway Capacity Manual,2000*)

Keterangan :

V_{maks} = Kecepatan pada saat arus maksimum (m/mnt)

D_j = Kepadatan pada saat jam macet (*pedestrian/m²*)

- Dm = Kepadatan maksimum pada saat arus maksimum (*pedestrian/m²*)
- Sff = Kecepatan pada saat volume lalu lintas sangat rendah (m/mnt)
- Sm = Kecepatan pada saat volume lalu lintas maksimum (m/mnt)

Hubungan matematis antara kecepatan dan kepadatan adalah berbanding terbalik, yang menyatakan bahwa apabila kepadatan lalu lintas meningkat, maka kecepatan akan menurun. Volume lalu lintas akan menjadi nol apabila kepadatan sangat tinggi sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan kendaraan untuk bergerak lagi. Kondisi seperti ini dikenal dengan kondisi macet total. Apabila kepadatan meningkat dari nol, maka kecepatan akan menurun sedangkan volume lalu lintas akan meningkat. Apabila kepadatan terus meningkat, maka akan dicapai suatu kondisi dimana peningkatan kepadatan tidak akan meningkatkan volume lalu lintas. Titik maksimum volume lalu lintas tersebut dinyatakan dengan kapasitas arus. Beberapa teori yang terkait dengan hubungan antara kecepatan dan kepadatan, antara lain teori-teori yang dikembangkan Greenshields, dan Greenberg.

a. Kecepatan (*Speed*)

Kecepatan merupakan parameter utama kedua yang menjelaskan keadaan arus lalu lintas di jalan. Kecepatan dapat didefinisikan sebagai gerak dari pejalan kaki dalam jarak per satuan waktu dalam bentuk Pers. 2.1. (Sondakh, Clifando E.N., Timboeleng, James A., dan Manoppo, Mecky R.E, 2014)

$$S = \frac{d}{t} \tag{2.1}$$

Keterangan:

S = Kecepatan *pedestrian* (m/mnt).

d = Panjang penggal pengamatan (m).

t = Waktu tempuh *pedestrian* yang melintasi penggal pengamatan (dtk).

b. Arus (*Flow*)

Arus adalah jumlah pedestrian yang melintasi suatu titik pada penggal ruang untuk pejalan kaki tertentu pada interval waktu tertentu dan diukur dalam satuan *pedestrian* per meter per menit. Untuk memperoleh besarnya arus (*flow*)

digunakan seperti pada Pers. 2.2. (Fred, L. Mannering & Walter P. Kilareski, 1988)

$$Q = \frac{N}{T} \quad (2.2)$$

Keterangan:

Q = Arus pedestrian (*pedestrian*/mnt/m).

N = Jumlah pedestrian yang lewat (*pedestrian*/m).

T = Waktu pengamatan (mnt).

Terdapat dua metode untuk menghitung nilai rata-rata kecepatan yaitu kecepatan rerata waktu (*time mean speed*) dan kecepatan rata-rata ruang (*space mean speed*).

1.) Kecepatan rata - rata waktu (*time mean speed*)

Kecepatan rata-rata waktu adalah rata-rata aritmatik kecepatan *pedestrian* yang melewati suatu titik selama periode waktu tertentu. Untuk memperoleh kecepatan rata-rata waktu telah ditetapkan seperti pada Pers. 2.3.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (2.3)$$

Keterangan:

V_t = Kecepatan rata – rata waktu (m/mnt).

N = Banyaknya data kecepatan yang diamati.

V_i = Kecepatan tiap *pedestrian* yang diamati (m/mnt).

2.) Kecepatan rata-rata ruang (*space mean speed*)

Kecepatan rata-rata ruang adalah rata-rata aritmatik kecepatan *pedestrian* yang berada pada rentang jarak tertentu pada waktu tertentu. Kecepatan rata-rata ruang dihitung berdasarkan rata-rata waktu tempuh pejalan kaki yang melewati suatu penggal pengamatan. Kecepatan rata-rata ruang dapat diamati seperti pada Pers. 2.4.

$$V_s = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i} \quad (2.4)$$

Keterangan:

V_s = Kecepatan rata – rata ruang (m/mnt).

n = Jumlah data.

V_i = Kecepatan tiap pejalan kaki yang diamati (m/mnt).

c. Kepadatan (*Density*)

Kepadatan adalah jumlah *pedestrian* yang berada di suatu ruang untuk pejalan kaki pada jarak tertentu pada waktu tertentu, biasanya dirumuskan dalam satuan *pedestrian* per meter persegi. Karena sulit diukur secara langsung dilapangan, maka kepadatan dihitung dari nilai kecepatan rata-rata ruang dan arus seperti pada Pers. 2.5.

$$D = \frac{Q}{V_s} \quad (2.5)$$

Keterangan:

D = Kepadatan (*pedestrian* / m²).

Q = Arus (*pedestrian* /m²).

V_s = Kecepatan rata – rata ruang (m/mnt).

d. Ruang (*space*) untuk pejalan kaki

Ruang untuk *pedestrian* merupakan luas area rata-rata yang tersedia untuk masing – masing pedestrian yang dirumuskan dalam satuan m²/*pedestrian* adalah hasil dari kecepatan rata – rata ruang dibagi dengan arus, atau singkatnya ruang *pedestrian* adalah berbanding terbalik dengan kepadatan. untuk menghitung ruang *pedestrian* dapat diperoleh dari Pers. 2.6.

$$S = \frac{V_s}{Q} = \frac{1}{D} \quad (2.6)$$

Keterangan:

S = Ruang *pedestrian* (m²/*pedestrian*).

D = Kepadatan (*pedestrian/m²*).

Q = Arus (*pedestrian/mnt/m*).

V_s = Kecepatan rata-rata ruang (*m/mnt*).

2.2.2 Hubungan antar Variabel Pergerakan Pejalan Kaki

Pada prinsipnya analisis pergerakan *pedestrian* sama seperti analisis yang digunakan pada analisis pergerakan kendaraan bermotor. Prinsip analisis ini mendasar pada hubungan arus (*flow*), kecepatan (*speed*), dan kepadatan (*density*). Hubungan yang paling mendasar antara arus (*flow*), kecepatan (*speed*), dan kepadatan (*density*) pada pejalan kaki ditetapkan seperti pada Pers. 2.7.

$$Q = V_s \cdot D \quad (2.7)$$

Keterangan:

Q = Arus (*flow*), (*pedestrian/mnt/m*).

V_s = Kecepatan rata – rata ruang (*m/mnt*).

D = Kepadatan (*pedestrian/ m²*).

2.2.2.1 Model Greenshields

Dengan pendekatan Model Greenshields, variabel-variabel diatas dimodelkan secara matematis untuk mengetahui hubungan antar variabel-variabel tersebut. Model Greenshields ini merupakan terawal dalam usaha mengamati perilaku lalu lintas. Digunakannya Model Greenshields ini, karena merupakan salah satu model yang sederhana dan mudah digunakan. Greenshields mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan bersifat linier dan hubungan antara arus dan kecepatan serta arus dan kepadatan bersifat parabolik. Hubungan antara kecepatan dan kepadatan ditetapkan seperti pada Pers. 2.8.

$$V_s = V_f - \frac{V_f}{D_j} D_j \quad (2.8)$$

Keterangan:

V_s = Kecepatan rata – rata ruang (*m/mnt*).

V_f = Kecepatan pada saat arus bebas (*m/mnt*).

D = Kepadatan (*pedestrian/m²*).

D_j = Kepadatan saat kondisi macat (*pedestrian/m²*).

Kemudian pula hubungan antara arus (*flow*) dan kepadatan (*density*) ditetapkan seperti pada Pers. 2.9.

$$Q = V_f \cdot D - \frac{V_f}{D_j} D^2 \quad (2.9)$$

Keterangan:

Q = Arus (*flow*), (*pedestrian/mnt/m*).

V_f = Kecepatan pada saat arus bebas (*m/mnt*).

D = Kepadatan (*pedestrian/m²*).

D_j = Kepadatan pada saat kondisi macat (*pedestrian/m²*).

Persamaan diatas ialah persamaan tentang arus (Q) yang merupakan fungsi parabola (fungsi kuadrat). Persamaan tersebut menunjukkan bahwa arus merupakan fungsi kerapatan (D) atau $Q = f(D)$.

Kemudian untuk mencari hubungan antara arus dan kecepatan telah ditetapkan dengan menggunakan Pers. 2.10.

$$Q = D_j \cdot V_s - \frac{D_j}{V_f} V_s^2 \quad (2.10)$$

Keterangan:

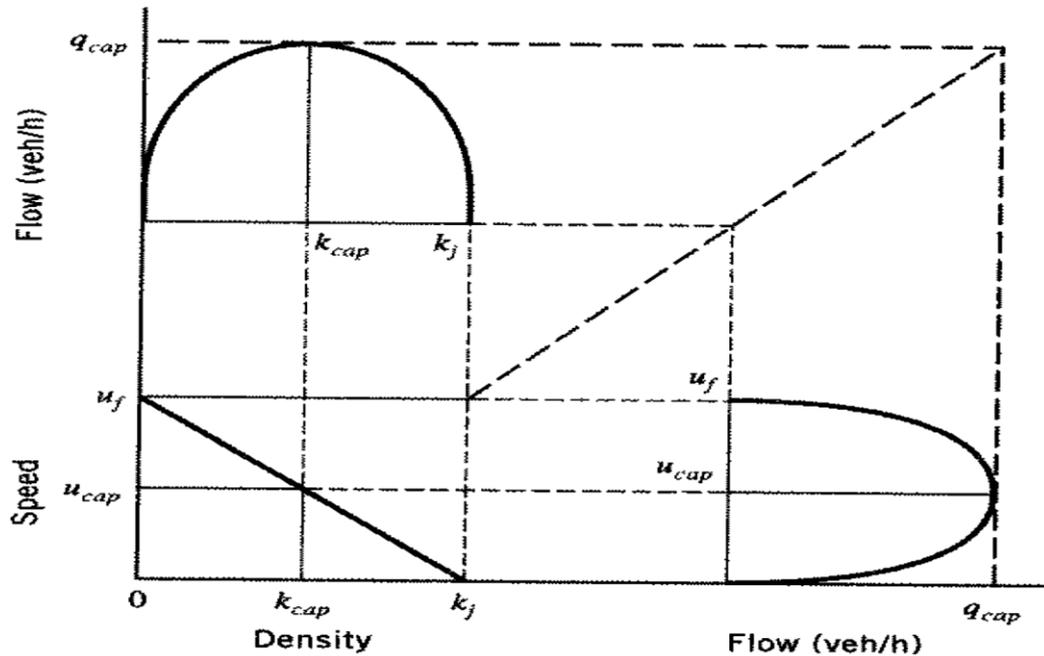
Q = Arus (*flow*), (*pedestrian/mnt/m*).

D_j = Kepadatan pada saat kondisi macat (*pedestrian/m²*).

V_s = Kecepatan rata – rata ruang (*m/mnt*).

V_f = Kecepatan pada saat arus bebas (*m/mnt*).

Dari pers. diatas dapat dikatakan bahwa arus adalah fungsi dari kecepatan (V_s), $Q = f(V_s)$, dan dapat dilihat pula metode Greenshields pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Metode Greenshields (Mannering, Fred L & Kilareski, Walter P. 1988).

Keterangan :

K_j = Kepadatan pada saat jam macat (*pedestrian/m²*)

K_{cap} = Kepadatan maksimum pada saat arus maksimum (*pedestrian/m²*)

U_f = Kecepatan pada saat arus bebas (*m/mnt*)

U_{cap} = Kecepatan pada saat arus maksimum (*m/mnt*)

Q_{cap} = Arus maksimum (*pedestrian/mnt/m*)

2.2.2.2 Model Greenberg

Greenberg mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara kecepatan dengan kepadatan bukan merupakan fungsi linier melainkan fungsi logaritmik (Ofyar Tamin, 2000).

Hubungan antara kecepatan dan kepadatan dalam model Greenberg telah ditetapkan pada Pers. 2.11.

$$V_s = \frac{\ln D}{b} - \frac{\ln C}{b} \quad (2.11)$$

Keterangan :

V_s = Kecepatan rata-rata ruang (*m/mnt*)

Ln D = Logaritma natural D

Ln C = Logaritma natural C

b = Koefisien regresi

Hubungan antara arus dan kepadatan dalam model Greenberg telah ditetapkan pada Pers. 2.12.

$$\frac{Q}{D} = \frac{\ln D}{b} - \frac{\ln C}{b}$$
$$Q = \frac{D \ln D}{b} - \frac{D \ln C}{b} \quad (2.12)$$

Hubungan antara arus dan kecepatan dalam model Greenberg telah ditetapkan pada Pers. 2.13 dan Pers. 2.14.

$$b = \frac{1}{b}, C = e^{A/b}, V_s = \frac{1}{b} \quad (2.13)$$

$$D = \frac{Q}{V_s} \quad \frac{Q}{V_s} = C \cdot e^{b \cdot V_s}$$
$$Q = V_s \cdot C \cdot e^{b \cdot V_s} \quad (2.14)$$

Keterangan :

Q = Arus pejalan kaki

V_s = Kecepatan rata-rata ruang

C = Nilai konstanta

b = Koefisien regresi

Kemudian terdapat rangkuman rumus dua model antara model Greenshield dan model Greenberg yang telah ditetapkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Rangkuman Rumus Dua Model (Fika Dian Pratiwi, 2011)

Hubungan	Greenshields	Greenberg
Kecepatan - Kepadatan	$V_s = Vf - \frac{Vf}{Dj} D$	$V_s = \frac{\ln D}{b} - \frac{\ln C}{b}$
Arus - Kecepatan	$Q = Dj \cdot V_s - \frac{Dj}{Vf} V_s^2$	$Q = V_s \cdot C \cdot e^{b \cdot V_s}$

Tabel 2.3: *Lanjutan*

Arus - Kepadatan	$Q = Vf \cdot D - \frac{Vf}{Dj} D^2$	$Q = \frac{D \ln D}{b} - \frac{D \ln C}{b}$
------------------	--------------------------------------	---

2.2.3 Analisis Regresi Linier

Pada analisis regresi linier terdapat satu peubah yang dinyatakan dengan X dan peubah tidak bebas yang bergantung pada X yaitu dinyatakan dengan notasi Y. Dalam menentukan karakteristik hubungan antara kecepatan dengan kepadatan digunakan analisis regresi linier. Apabila variabel tidak bebas (*dependent*) linier terhadap variabel bebasnya (*independent*) maka hubungan kedua variabel itu adalah linier. Nilai X (variabel bebas) merupakan nilai dari kepadatan, sedang nilai Y (variabel tidak bebas) merupakan nilai dari kecepatan. Hubungan yang linier atas variabel bebas dengan variabel tidak bebas tersebut dituliskan dalam persamaan regresi untuk mendapatkan persamaan $Y = a + bx$ dengan nilai a dan b telah ditetapkan pada Pers. 2.15 dan Pers. 2.16.

$$a = \frac{\sum Y * \sum X^2 - \sum Y * \sum XY}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2.15)$$

$$b = \frac{n * \sum XY - \sum X \sum Y}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2.16)$$

Keterangan:

a = Bilangan konstan yang merupakan titik potong dengan sumbu vertikal pada gambar kalau nilai X = 0.

b = Koefisien regresi.

n = Jumlah data.

X = Variabel bebas (kepadatan).

Y = Variabel terikat (kecepatan).

Kepadatan sebagai variabel bebas (X) dan data kecepatan rata-rata ruang sebagai variabel terikat (Y). Lereng garis regresi disebut koefisien regresi (b). Nilai b disini dapat positif atau negatif. Apabila koefisien regresi positif, maka

garis regresi akan mempunyai lereng positif, yang berarti hubungan dua variabel X dan Y searah. Apabila koefisien regresi negatif, maka garis regresi akan mempunyai lereng negatif, yang berarti hubungan dua variabel X dan Y berlawanan arah. Penurunan dua persamaan ke dalam persamaan ($y = a + bx$) telah dinyatakan pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4.

Tabel 2.3: Rangkuman Penurunan Greenshields (Fika Dian Pratiwi, 2011)

No.	Hubungan	Y	x	a	b
1.	Kecepatan - Kepadatan	Vs	D	Vf	$\frac{Vf}{Dj}$
2.	Arus - Kecepatan	Q	Vs	Dj.Vs	$\frac{Dj}{Vf}$
3.	Arus - Kepadatan	Q	D	Vf.D	$\frac{Vf}{Dj}$

Tabel 2.4: Rangkuman penurunan Greenberg (Fika Dian Pratiwi, 2011)

No.	Hubungan	y	x	a	b
1.	Kecepatan - Kepadatan	Vs	ln D	$-\frac{Ln C}{b}$	$\frac{1}{b}$
2.	Arus - Kepadatan	Q	D	$\frac{D LnD}{b}$	$-\frac{D LnC}{b}$
3.	Arus - Kecepatan	Q	b	Vs.C	Vs

2.2.4 Koefisien Korelasi

Hubungan antara variabel independent terhadap variabel dependen dapat dilihat dengan menghitung nilai korelasi. Tinggi-rendah, kuat-lemah, atau besar kecilnya suatu korelasi dapat diketahui dengan melihat besar kecilnya suatu koefisien yang disebut koefisien korelasi yang disimbolkan dengan (r).

Nilai koefisien korelasi didapat dari Pers. 2.17.

$$r = \frac{n \sum xy - \sum X \sum y}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (2.17)$$

Keterangan:

n = Jumlah data.

X = Variabel bebas (absis).

Y = Variabel terikat (ordinat).

r = koefisien korelasi.

Harga r berkisar antara $-1 < 0 < +1$, jika harga $r = -1$ menyatakan korelasi antara kedua variabel tersebut negatif dan arah korelasi berlawanan arah yang artinya terdapat pengaruh negatif antara variabel bebas yaitu jika variabel x_1 yang besar berpasangan dengan y yang kecil, ataupun sebaliknya. Harga $r = +1$ menyatakan korelasi antara kedua variabel tersebut positif dan arah korelasi satu arah yang artinya terdapat pengaruh positif antara variabel bebas yaitu jika variabel x_1 yang besar berpasangan dengan y yang besar juga. Untuk harga $r = 0$, tidak terdapat hubungan linier antara variabel-variabelnya.

2.3 Kapasitas dan Tingkat Pelayanan

2.3.1 Kapasitas

Kapasitas adalah jumlah maksimum *pedestrian* yang mampu melewati suatu titik pada ruang *pedestrian* selama periode waktu tertentu. Kapasitas pada ruang pejalan kaki ini digunakan untuk mengetahui apakah ruang *pedestrian* tersebut masih mampu menampung *pedestrian* yang ada khususnya pada saat hari-hari puncak. Untuk menentukan nilai kapasitas maka terlebih dahulu dicari nilai maksimum dari variabel karakteristik *pedestrian* yaitu arus maksimum, kecepatan pada saat arus maksimum, dan kepadatan pada saat arus maksimum.

A. Metode Greenshields

Untuk mencari besarnya arus maksimum yaitu telah ditetapkan dengan menggunakan Pers. 2.18.

$$Q_m = V_m \cdot D_m \quad (2.18)$$

Keterangan:

Q_m = Arus maksimum (*pedestrian*/mnt/m).

V_m = Kecepatan pada saat arus maksimum (m/mnt).

D_m = Kepadatan pada saat arus maksimum (*pedestrian*/m²).

Sedangkan untuk mendapatkan nilai D_m telah ditetapkan dengan menggunakan pers. 2.19.

$$D_m = \frac{D_j}{2} \quad (2.19)$$

Keterangan:

D_m = Kepadatan pada saat arus maksimum (*pedestrian/m²*).

D_j = Jam *density* / Kepadatan pada saat macat (*pedestrian/m²*).

Besarnya kecepatan pada saat arus maksimum (V_m) diperoleh dengan mensubstitusikan Persamaan ($y = a + bx$) ke dalam Pers. 2.20.

$$\begin{aligned} V_s &= V_f - \left[\frac{V_f}{D_j} \right] D \\ V_m &= V_f - \left[\frac{V_f}{D_j} \right] D_m \\ V_m &= V_f - \left[1 - \frac{D_j}{2 D_j} \right] \\ V_m &= \frac{V_f}{2} \end{aligned} \quad (2.20)$$

Keterangan:

V_m = Kecepatan pada saat arus maksimum (m/mnt).

V_f = Kecepatan pada arus bebas (m/mnt).

B. Metode Greenberg

Untuk mencari nilai kepadatan maksimum telah ditetapkan dengan menggunakan Pers. 2.21.

$$D_m = e^{\ln C - 1} \quad (2.21)$$

Keterangan :

D_m = Kepadatan maksimum pada saat arus maksimum (*pedestrian/m²*)

e = Nilai eksponen

$\ln C$ = Logaritma natural c

$$V_m = - \frac{1}{b} \quad (2.22)$$

Keterangan :

V_m = Kecepatan pada saat arus maksimum (m/mnt)

b = Koefisien regresi

$$Q_m = D_m \times V_m \quad (2.23)$$

Keterangan :

Q_m = Arus maksimum (*pedestrian*/mnt/m)

D_m = Kepadatan maksimum pada saat arus maksimum (*pedestrian*/m²)

V_m = Kecepatan pada saat arus maksimum (m/mnt)

2.3.2 Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan adalah penggolongan kualitas aliran *traffic* pada macam-macam fraksi kapasitas maksimum. Konsep tingkat pelayanan berhubungan dengan faktor kenyamanan. Seperti, kemampuan memilih kecepatan berjalan, mendahului pejalan kaki yang lebih lambat, menghindari konflik dengan pejalan kaki lainnya. Kriteria yang digunakan sebagai syarat dalam menentukan tingkat pelayanan pada suatu ruang pejalan kaki dalam hal ini digunakan dua kriteria sebagai perbandingan yaitu:

1. Berdasarkan pada jumlah pedestrian per menit per meter, yang mana tingkat pelayanan untuk pejalan kaki didefinisikan dengan arus (*flow*) *pedestrian* pada interval 5 menit yang terbesar. Untuk menghitung nilai arus pedestrian pada interval 5 menit terbesar digunakan Pers. 2.24.

$$Q_5 = \frac{Nm}{5WE} \quad (2.24)$$

Keterangan:

Q_5 = Arus (*flow*) *pedestrian* pada interval 5 menit yang terbesar (pejalan kaki/mnt/m).

Nm = Jumlah *pedestrian* terbanyak pada interval 5 menit (pedestrian).

WE = Lebar efektif ruang *pedestrian* (m).

2. Berdasarkan pada luas area meter persegi per *pedestrian*, yang mana tingkat pelayanan didefinisikan dengan ruang (*space*) untuk *pedestrian* pada saat arus 5 menit terbesar. Untuk menghitung nilai ruang *pedestrian* pada saat arus 5 menit terbesar digunakan Pers. 2.24, kemudian dengan mengambil nilai pada saat arus 5 menit yang terbesar diperoleh Pers. 2.25.

$$S_5 = \frac{1}{D_5} \quad (2.25)$$

Keterangan:

S_5 = Ruang untuk *pedestrian* pada saat arus 5 menit yang terbesar
($m^2/pedestrian$).

D_5 = Kepadatan pada saat arus 5 menit yang terbesar (*pedestrian*/ m^2).

Tingkat pelayanan dapat digolongkan dalam tingkat pelayanan A sampai sampai tingkat pelayanan F, yang kesemuanya mencerminkan kondisi pada kebutuhan atau arus pelayanan tertentu. Adapun rincian tingkat pelayanan tersebut berdasarkan TRB 2000 dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Tingkat pelayanan *pedestrian* (*Highway Capacity Manual, 2000*)

Tingkat Pelayanan	Space m^2/ped	Arus dan kecepatan yang diharapkan		
		Kecepatan m/min	Arus <i>Pedn</i> /min/m	Vol/Cap
A	≥ 12	≥ 79	≤ 6.5	≤ 0.08
B	≥ 4	≥ 76	≤ 23	≤ 0.28
C	≥ 2	≥ 73	≤ 33	≤ 0.40
D	≥ 1.5	≥ 69	≤ 46	≤ 0.60
E	≥ 0.5	≥ 46	≤ 82	≤ 1.00
F	< 0.5	< 46	Bervariasi	Bervariasi

Kemudian ilustrasi Tingkat pelayanan fasilitas *pedestrian* menurut HCM, 2000 telah ditetapkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Ilustrasi Tingkat Pelayanan Fasilitas *pedestrian* (*Highway Capacity Manual, 2000*)

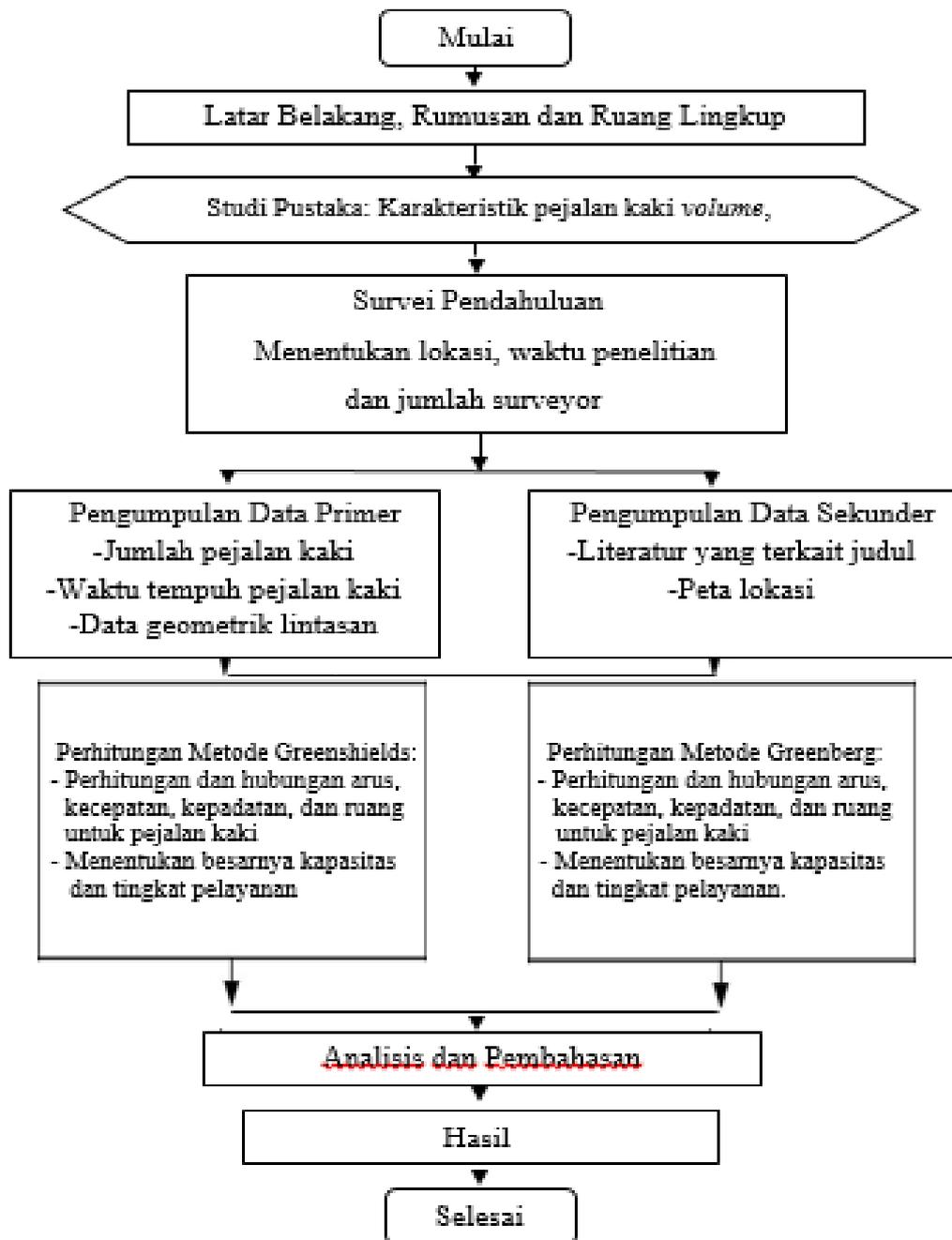
Tingkat pelayanan (LOS)	Ruang <i>pedestrian</i>	Laju arus ped/mnt/ft	Keterangan
A	$> 60 \text{ ft}^2$	≤ 5	Pada jalan-orang LOS A, <i>pedestrian</i> bergerak dalam lintasan yang diinginkan tanpa mengubah gerakannya dalam menanggapi <i>pedestrian</i> lain. Kecepatan berjalan bebas, dan kemungkinan terjadinya konflik di antara <i>pedestrian</i> sangat kecil.

Tabel 2.6: Lanjutan

Tingkat pelayanan (LOS)	Ruang pedestrian	Laju arus ped/mnt/ft	Keterangan
B	> 40-60 ft ²	> 5-7	Pada LOS B ini, terdapat ruang yang cukup buat pedestrian untuk memilih kecepatan berjalannya secara bebas, untuk mendahului pedestrian lainnya, dan untuk menghindari konflik silang. Pada tingkat ini, pedestrian mulai sadar akan adanya pedestrian lain, dan menanggapi kehadiran mereka itu ketika memilih lintasan berjalannya.
C	> 24-40 ft ²	> 7-10	Pada LOS C, ruangnya cukup untuk kecepatan berjalan normal, dan untuk mendahului pedestrian lain dalam arus tak berarah primer. Gerak arah-balik atau silang dapat menyebabkan sedikit konflik, dan kecepatan serta laju alirnya agak lebih rendah.
D	> 15-24 ft ²	> 10-15	Pada LOS D, kebebasan untuk memilih kecepatan berjalan masing-masing dan untuk mendahului pedestrian lain terbatas. Gerak silang atau arah-balik akan mengalami konflik dengan kemungkinan yang tinggi, yang membutuhkan perubahan kecepatan dan kedudukan yang sering. LOS ini memberikan arus yang cukup lancar, tetapi gesekan dan interaksi di antara pedestrian itu kemungkinan terjadi.
E	> 8-15 ft ²	> 15-23	Pada LOS E ini, hampir semua pedestrian membatasi kecepatan berjalannya, sering harus menyesuaikan langkahnya. Pada jangka yang lebih rendah, gerak ke depan hanya mungkin dengan menggeserkan kaki. Ruang tidak cukup untuk melewati pedestrian yang lebih lambat. Gerak silang atau arah-balik hanya mungkin dilakukan dengan susah payah. Volume desain mendekati batas kapasitas jalan orangnya, dengan berhenti atau arus yang terhambat.
F	≤ 8 ft ²	beragam	Pada LOS F ini, semua kecepatan berjalan sangat terbatas, dan gerak maju dilakukan hanya dengan menggeserkan kaki. Terjadi kontak yang sering yang tak terelakkan di antara pedestrian. Gerak silang atau arah-balik hampir tidak mungkin. Arusnya sporadik dan tidak stabil. Ruangnya lebih mengkarakterkan pedestrian yang antri daripada arus pedestrian yang bergerak.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.1 : Bagan Alur Penelitian

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan metode analisis. Metode survei yakni dengan menggunakan teknik manual dalam pengamatan dan pengambilan data di lapangan, sedangkan metode analisis yakni dengan menggunakan metode regresi linier sesuai dengan cara yang digunakan oleh Greenshields dan Greenberg.

3.3. Variabel yang Diukur

Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah arus (*flow*) maksimum pejalan kaki, kecepatan (*speed*) pada saat arus maksimum, kepadatan (*density*) pada saat arus maksimum dan luas area yang tersedia untuk pejalan kaki pada saat arus maksimum. Data-data pejalan kaki tersebut dilakukan dengan cara manual.

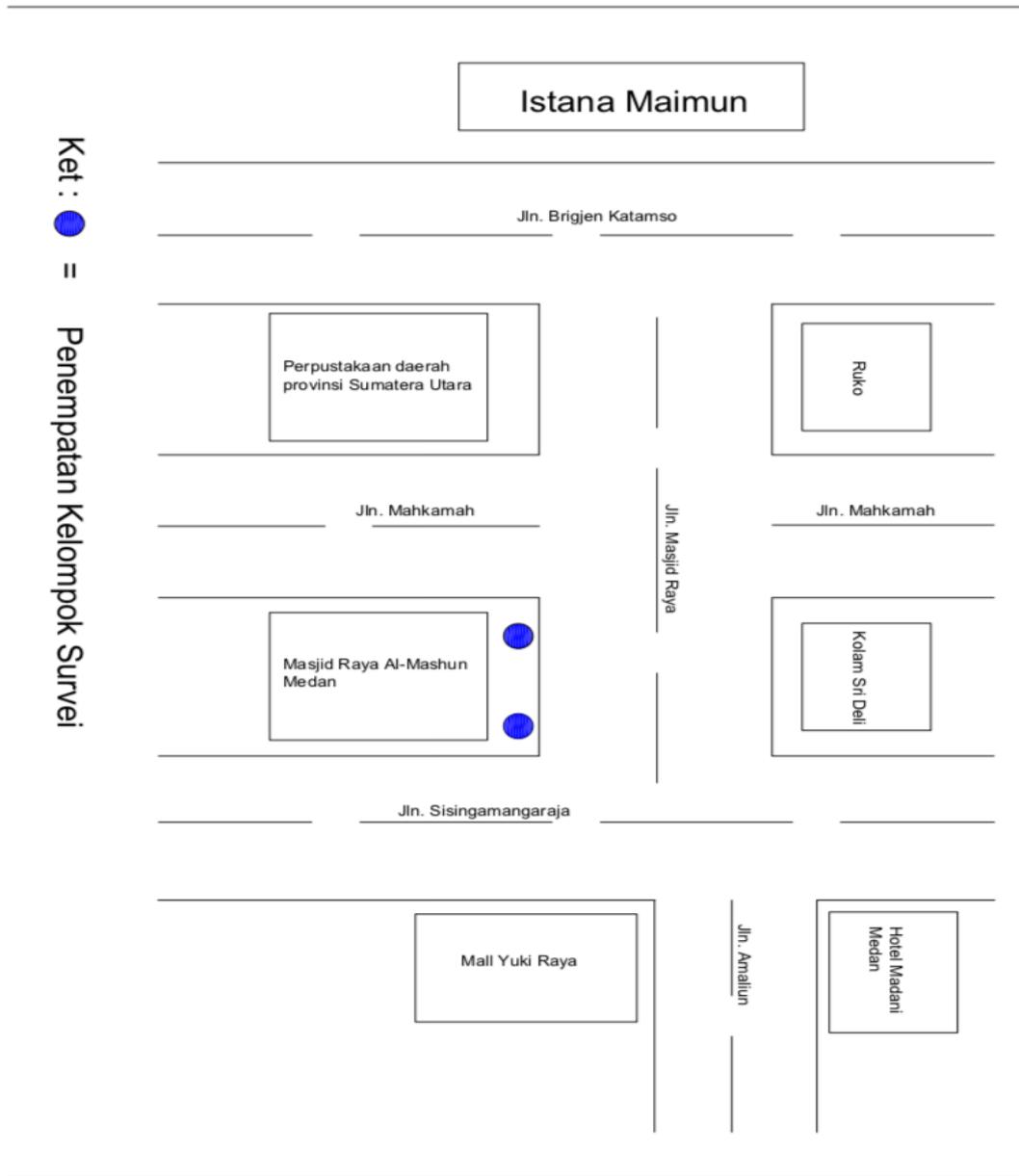
3.4. Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil studi kasus di jalur *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan, dengan pertimbangan jalur *pedestrian* ini terletak persis disebelah Masjid Raya Medan dan salah satu akses menuju gerbang utama Masjid Raya Medan dengan penggal pengamatan sepanjang 51 meter, dimana lebar jalur *pedestrian* ini 3,6 meter dengan dua arah arus. Penentuan lokasi penelitian diambil dari survei pendahuluan yang dilakukan sebelum waktu survei.

3.4.1 Data Geometri Jalur *Pedestrian*

Tabel 3.1 Data Geometri Penggal Pengamatan Jalur *Pedestrian*

a.	Panjang penggal pengamatan	51 m
b.	Lebar efektif penggal pengamatan	3,6 m
c.	Jenis arus penggal pengamatan	Dua arah



Gambar 3.2: Denah lokasi penelitian

3.5. Tenaga Survei

Pada masing-masing garis acu ditempatkan dua kelompok *surveyor*. Dengan pembagian tiap kelompok berada di kiri-kanan penggal pengamatan. Kelompok *surveyor* yang berada di tepi garis acu A menangani pejalan kaki yang bergerak dari arah timur ke barat, sedangkan kelompok *surveyor* yang berada di garis acu B menangani pejalan kaki yang bergerak dari arah barat ke timur.

Masing-masing arus pejalan kaki juga dibagi dua kelompok, yaitu kelompok pria dan kelompok wanita. Jadi masing-masing kelompok *surveyor* menangani satu kelompok pejalan kaki saja seperti pada Tabel 3.1. Agar tidak terjadi kesalahan pengumpulan data yang berganda.

Tabel 3.2: Kelompok *Surveyor*

Garis Acu	Kelompok <i>Surveyor</i>	Arah Arus Pejalan Kaki	Kelompok Pejalan Kaki
A	K1	T-B	Pria
		T-B	Wanita
B	K2	B-T	Pria
		B-T	Wanita

Notasi : T = Timur, B = Barat

3.6. Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan data di lapangan antara lain sebagai berikut ini:

1. *Stopwatch*, digunakan untuk menghitung waktu tempuh pejalan kaki.
2. Pita atau Lakban, digunakan untuk menentukan batas penggal pengamatan.
3. *Roll meter*, untuk mengukur panjang dan lebar efektif penggal pengamatan.
4. Formulir Survei, yaitu kolom isian yang digunakan pada saat pengambilan data pejalan kaki, dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Formulir survei pejalan kaki di jalur *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan.

Panjang Pengukuran : 51 m

Hari / Tanggal : Senin-Minggu/25 Feb-03 Maret 2019

- Surveyor* : 1. Data jumlah pejalan kaki diambil interval 5 menit
 2. Data waktu pejalan kaki melewati pedestrian
 3. Data waktu interval 5 menit

Tabel 3.3: Data jumlah pejalan kaki diambil interval 5 menit

Waktu	N pejalan kaki	t (detik)
16.00 – 16.05	19	42,85
16.05 – 16.10	17	43,60
16.10 – 16.15	20	44,15
16.15 – 16.20	16	46,25
16.20 – 16.25	28	42,30
16.25 – 16.30	25	40,40
16.30 – 16.35	28	45,63
16.35 – 16.40	34	46,90
16.40 – 16.45	30	45,18
16.45 – 16.50	27	39,95
16.50 – 16.55	27	41,30
16.55 – 17.00	29	39,60
17.00 – 17.05	24	44,45
17.05 – 17.10	21	44,03
17.10 – 17.15	31	43,15
17.15 – 17.20	32	45,25
17.20 – 17.25	27	41,08
17.25 – 17.30	27	46,10
17.30 – 17.35	31	38,83
17.35 – 17.40	24	43,90
17.40 – 17.45	43	49,20
17.45 – 17.50	30	45,95
17.50 – 17.55	26	39,95
17.55 – 18.00	33	43,80

3.7. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa langkah yang disusun secara sistematis. Baik sebelum proses penyusunannya maupun saat proses penyusunannya berlangsung, tujuannya agar dapat memberikan keterangan yang

jelas dari awal penelitian, saat penelitian berlangsung hingga akhir penelitian dan mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada.

3.7.1. Menentukan latar belakang, rumusan dan batasan masalah

Pada tahapan ini dilakukan perumusan masalah yang akan diangkat dalam penelitian. Dari perumusan masalah tersebut, maka dapat ditentukan ruang lingkup dan tujuan dari penelitian ini.

3.7.2. Survei pendahuluan

Survei pendahuluan merupakan survei skala kecil tetapi sangat penting agar survei sesungguhnya dapat berjalan dengan lancar, efektif, dan efisien. Survei ini dimaksudkan untuk menentukan lokasi dan waktu penelitian, dilakukan dengan cara meninjau tempat untuk memilih lokasi yang mendukung penelitian, dan menentukan waktu penelitian yang tepat sesuai dengan kegiatan yang ada di lokasi penelitian.

3.7.3. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari buku referensi dan teori-teori dasar. Bertujuan agar peneliti lebih mengerti konsep-konsep teoritis yang menjadi landasan teori dalam melakukan penelitian.

3.7.4. Pengumpulan data

Metode pengumpulan data adalah dengan cara yang ditempuh untuk memperoleh data sesuai dengan data yang dibutuhkan. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode survei dengan teknik manual yakni memperoleh data secara langsung dengan pengamatan di lapangan. Agar dalam pengamatan di lapangan tidak dijumpai hambatan dalam pelaksanaannya perlu adanya metode pengambilan data yang jelas.

Dalam penelitian ini perhitungan kecepatan pejalan kaki dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Dilakukan penandaan dua garis acu dengan jarak diukur menggunakan pita ukur sepanjang 51 meter.
2. Pada saat seseorang pejalan kaki melewati salah satu garis acuan *stopwatch* dihidupkan sampai melewati titik acuan berikutnya.
3. Untuk pengukuran kecepatan aliran bebas, data dianggap gagal bila pejalan kaki menghentikan aktivitasnya sebelum melewati titik acuan berikutnya.
4. Kecepatan pejalan kaki ditentukan dengan membagi jarak antara dua titik acu (51 meter) dengan waktu tempuh oleh pejalan kaki yang dilaluinya dalam sekali lintasan.
5. Kecepatan pejalan kaki dinyatakan dalam satuan meter per menit.

Aliran pejalan kaki dihitung berdasarkan urutan-urutan kegiatan sebagai berikut:

1. Menentukan daerah pengamatan.
2. Setiap pejalan kaki yang melalui daerah yang telah ditentukan tersebut dihitung dengan alat penghitung manual.
3. Hitungan dilakukan dalam interval 5 menit selama waktu yang telah ditentukan sebelumnya.
4. Jumlah aliran pejalan kaki dinyatakan dengan jumlah pejalan kaki yang lewat daerah tersebut dalam satuan pejalan kaki per menit.

Dari hasil penelitian yang dilakukan selama satu minggu, didapatkan hari puncak atau hari tersibuk yaitu hari Sabtu. Adapun data jumlah dan waktu pejalan kaki pada hari puncak tertera pada Tabel 3.4. Untuk data jumlah dan waktu pejalan kaki pada hari Minggu-Jumat selengkapnya dapat dilihat pada lampiran Tabel L1-L7.

Tabel 3.4: Jumlah pejalan kaki pada hari puncak (Sabtu/2-Maret-2019)

Waktu (Sabtu)	N Pria Timur	Lama Perjalanan S	N Wanita Timur	Lama Perjalanan S	N Pria Barat	Lama Perjalanan S	N Wanita Barat	Lama Perjalanan S
16.00-16.05	4	43,2	4	44,5	7	42,7	4	41
16.05-16.10	3	41,7	4	44,5	5	42,4	5	45,8
16.10-16.15	4	43,5	7	36,7	3	42,6	6	53,8
16.15-16.20	3	45	5	44,4	3	48	5	47,6
16.20-16.25	9	42,3	7	39,1	7	34	5	53,8
16.25-16.30	4	35	5	46,2	6	35	10	45,4
16.30-16.35	6	41,8	9	44,6	4	54	9	42,1

Tabel 3.4: *Lanjutan*

Waktu (Sabtu)	N Pria Timur	Lama Perjalanan S	N Wanita Timur	Lama Perjalanan S	N Pria Barat	Lama Perjalanan S	N Wanita Barat	Lama Perjalanan S
16.35-16.40	6	40,8	17	57,8	5	37	6	52
16.40-16.45	8	42,8	13	43,5	5	42,4	4	52
16.45-16.50	8	37,2	8	42	6	36,6	5	44
16.50-16.55	5	39,8	7	36,8	7	39,1	8	49,5
16.55-17.00	10	42,4	6	41	6	33,3	7	41,7
17.00-17.05	9	42,4	4	46,5	4	39,5	7	49,4
17.05-17.10	6	42,1	6	49,6	4	37	5	47,4
17.10-17.15	4	39	8	48,6	10	41,3	9	43,7
17.15-17.20	8	42,3	10	43,5	3	49	11	46,2
17.20-17.25	7	38,2	9	48,4	7	36,2	4	41,5
17.25-17.30	5	47,6	12	44,5	4	46,5	6	45,8
17.30-17.35	8	38,2	11	42,1	5	31,8	7	43,2
17.35-17.40	5	42,4	6	50	5	39,4	8	43,8
17.40-17.45	6	47	7	47,4	9	53,1	21	49,3
17.45-17.50	3	48,3	6	45	10	49,4	11	41,1
17.50-17.55	6	36,8	5	45,6	8	34,6	7	42,8
17.55-18.00	8	42,7	9	48,2	4	42,5	12	41,8

3.7.5. Analisis data dan pembahasan

Analisis data dan pembahasan merupakan langkah yang sangat penting dalam suatu penelitian, karena analisis data berfungsi untuk mengambil kesimpulan dari sebuah penelitian. Analisis data dilakukan setelah diperoleh data-data di lapangan terkumpul secara lengkap. Dari data jumlah pejalan kaki dan waktu tempuh pejalan kaki ketika melewati penggal pengamatan, dapat untuk menghitung besarnya arus, kecepatan, kepadatan, dan ruang untuk pejalan kaki. Setelah nilai arus, kecepatan, kepadatan dan ruang untuk pejalan kaki diperoleh maka dapat diketahui hubungan antar variabel tersebut. Untuk menentukan nilai kapasitas dan tingkat pelayanan terlebih dahulu dicari nilai maksimum yaitu arus maksimum, kecepatan pada saat arus maksimum, dan kepadatan pada saat arus maksimum.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan dan Penyajian Data

Penelitian ini dilakukan di jalur *pedestrian* Jalan Masjid Raya Medan pada tanggal 25 Feb-03 Maret 2019 dengan mengambil penggal pengamatan sepanjang 51 meter. Penelitian tersebut menghasilkan data jumlah *pedestrian* dan waktu tempuh yang merupakan data mentah, sehingga masih harus disusun terlebih dahulu untuk kemudian diadakan perhitungan masing-masing data yaitu arus (*Flow*), kecepatan (*speed*), kepadatan (*density*) dan ruang (*space*) untuk pejalan kaki.

4.1.1 Perhitungan Data Arus *Pedestrian*

Data arus *pedestrian* dihitung berdasarkan seluruh *pedestrian* yang melewati penggal ruas jalan yang diamati. Pengamatan dilakukan selama 2 jam mulai pukul 16.00-18.00 WIB, dengan interval 5 menit. Untuk memudahkan dalam melakukan survei, jumlah pejalan kaki dibedakan dari arah perjalanan yaitu:

- Pejalan kaki dari arah Barat.
- Pejalan kaki dari arah Timur.

Data hasil survei tersebut disusun dan dihitung jumlah *pedestrian* setiap interval 5 menit. Hasil perhitungan pejalan kaki tersebut kemudian disesuaikan kedalam satuan arus (*Flow*) atau satuan *pedestrian*/min/m. Untuk lebih lengkapnya data tersebut bisa dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Perhitungan jumlah *pedestrian*.

Waktu (Sabtu)	Jumlah Pejalan Kaki		Total
	Dari Timur	Dari Barat	
16.00-16.05	8	11	19
16.05-16.10	7	10	17
16.10-16.15	11	9	20
16.15-16.20	8	8	16
16.20-16.25	16	12	28

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

Waktu (Sabtu)	Jumlah Pejalan Kaki		Total
	Dari Timur	Dari Barat	
16.25-16.30	9	16	25
16.30-16.35	15	13	28
16.35-16.40	23	11	34
16.40-16.45	21	9	30
16.45-16.50	16	11	27
16.50-16.55	12	15	27
16.55-17.00	16	13	29
17.00-17.05	13	11	24
17.05-17.10	12	9	21
17.10-17.15	12	19	31
17.15-17.20	18	14	32
17.20-17.25	16	11	27
17.25-17.30	17	10	27
17.30-17.35	19	12	31
17.35-17.40	11	13	24
17.40-17.45	13	30	43
17.45-17.50	9	21	30
17.50-17.55	11	15	26
17.55-18.00	17	16	33
Jumlah	330	319	649

Perhitungan arus (*Flow*) *pedestrian* pada pukul 16.00-16.05 WIB sebagai berikut:

- a. Jumlah *pedestrian* dari arah Barat = 11 orang
- b. Jumlah *pedestrian* dari arah Timur = 8 orang
- c. Lebar efektif ruas jalan *pedestrian* = 3,6 meter

Total jumlah *pedestrian* dari arah Barat dan Timur dalam waktu 5 menit adalah 19 orang, maka nilai arus yang terjadi pada pukul 16.00-16.05 WIB, dihitung menggunakan Pers. 2.2. adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Arus (Flow)} &= \frac{N}{T} \\
 &= \frac{19}{5} \\
 &= 3,8 \text{ pedestrian/mnt/m}
 \end{aligned}$$

Untuk lebar efektif ruas jalan *pedestrian* 3,6 meter, maka perhitungan menjadi:

$$\begin{aligned} \text{Arus (Flow)} &= \left(\frac{19}{5}\right) : 3,6 \\ &= 3,8 : 3,6 \\ &= 1,06 \text{ pedestrian/mnt/m} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan arus *pedestrian* dengan satuan *pedestrian/mnt/m* selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Perhitungan arus pejalan kaki (Q).

Waktu (Sabtu)	Jumlah Pejalan Kaki		Total	Arus Pejalan Kaki(Q)		Total
	Dari Timur	Dari Barat		Dari Timur	Dari Barat	
16.00-16.05	8	11	19	0,44	0,61	1,06
16.05-16.10	7	10	17	0,39	0,56	0,94
16.10-16.15	11	9	20	0,61	0,50	1,11
16.15-16.20	8	8	16	0,44	0,44	0,89
16.20-16.25	16	12	28	0,89	0,67	1,56
16.25-16.30	9	16	25	0,50	0,89	1,39
16.30-16.35	15	13	28	0,83	0,72	1,56
16.35-16.40	23	11	34	1,28	0,61	1,89
16.40-16.45	21	9	30	1,17	0,50	1,67
16.45-16.50	16	11	27	0,89	0,61	1,50
16.50-16.55	12	15	27	0,67	0,83	1,50
16.55-17.00	16	13	29	0,89	0,72	1,61
17.00-17.05	13	11	24	0,72	0,61	1,33
17.05-17.10	12	9	21	0,67	0,50	1,17
17.10-17.15	12	19	31	0,67	1,06	1,72
17.15-17.20	18	14	32	1,00	0,78	1,78
17.20-17.25	16	11	27	0,89	0,61	1,50
17.25-17.30	17	10	27	0,94	0,56	1,50
17.30-17.35	19	12	31	1,06	0,67	1,72
17.35-17.40	11	13	24	0,61	0,72	1,33
17.40-17.45	13	30	43	0,72	1,67	2,39
17.45-17.50	9	21	30	0,50	1,17	1,67
17.50-17.55	11	15	26	0,61	0,83	1,44
17.55-18.00	17	16	33	0,94	0,89	1,83
Jumlah	330	319	649	18,33	17,72	36,06

4.1.2 Perhitungan Data Kecepatan *Pedestrian*

Data yang digunakan dalam perhitungan kecepatan *pedestrian* adalah waktu tempuh *pedestrian* yang melewati penggal pengamatan.

Untuk memudahkan pelaksanaan survei waktu tempuh, para *pedestrian* dibagi dalam empat kelompok pejalan kaki yaitu:

- a. *Pedestrian* pria dari arah Barat
- b. *Pedestrian* wanita dari arah Barat
- c. *Pedestrian* pria dari arah Timur
- d. *Pedestrian* wanita dari arah Timur

Untuk menghitung kecepatan *pedestrian* yang diamati menggunakan Pers. 2.1. Dalam penelitian ini panjang penggal pengamatan adalah 51 meter. Waktu tempuh dihitung dalam satuan detik, Sedangkan satuan kecepatan yang digunakan adalah meter per menit. Karena dalam satu menit sama dengan 60 detik, maka T harus dibagi dengan 60. Dengan $L = 51$ meter, maka persamaan diubah menjadi:

$$\begin{aligned} V &= \frac{L}{T/60} \\ &= \frac{51 \cdot 60}{T} \\ &= \frac{3060}{T} \end{aligned}$$

Perhitungan pada pukul 16.00-16.05 WIB untuk total *pedestrian* dari arah Barat dengan rata-rata lama perjalanan tercatat 41,85 detik, sehingga kecepatan *pedestrian* tersebut adalah:

$$\begin{aligned} V &= \frac{3060}{41,85} \\ &= 73,11 \text{ m/mnt} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan $V = 73,11$ m/mnt. Untuk perhitungan kecepatan *pedestrian* selanjutnya sama dengan cara tersebut. Hasil perhitungan kecepatan *pedestrian* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

4.1.2.1 Kecepatan Rata-Rata Ruang (V_s)

Untuk menghitung kecepatan rata-rata ruang digunakan data dari perhitungan data kecepatan *pedestrian*. Dianalisis dengan menggunakan Pers. 2.4. Perhitungan

untuk kecepatan rata-rata ruang selama 5 menit pada jam 16.00-16.05 WIB sebagai berikut. Dihitung terlebih dahulu:

- Total $\left(\frac{1}{vtpt}\right)$ *pedestrian* pria dari arah Timur
- Total $\left(\frac{1}{vtwt}\right)$ *pedestrian* wanita dari arah Timur
- Total $\left(\frac{1}{vtpb}\right)$ *pedestrian* pria dari arah Barat
- Total $\left(\frac{1}{vtwb}\right)$ *pedestrian* wanita dari arah Barat
- Kemudian dihitung besarnya V_s dengan N adalah jumlah total banyaknya data *pedestrian* pada waktu tertentu.

Keterangan :

V_{tpt} = Kecepatan *pedestrian* pria timur

V_{twt} = Kecepatan *pedestrian* wanita timur

V_{tpb} = Kecepatan *pedestrian* pria barat

V_{twb} = Kecepatan *pedestrian* wanita barat

$$\left(\frac{1}{V_{tpt}}\right) = \left(\frac{1}{70,83}\right) = 0,014 \text{ m/mnt}$$

$$\left(\frac{1}{V_{twt}}\right) = \left(\frac{1}{68,76}\right) = 0,015 \text{ m/mnt}$$

$$\left(\frac{1}{V_{tpb}}\right) = \left(\frac{1}{71,66}\right) = 0,014 \text{ m/mnt}$$

$$\left(\frac{1}{V_{twb}}\right) = \left(\frac{1}{74,63}\right) = 0,013 \text{ m/mnt}$$

Untuk banyaknya data waktu tempuh *pedestrian* adalah:

$$N = N \text{ pria dari arah Timur} + N \text{ wanita dari arah Timur} + N \text{ pria dari arah Barat} + N \text{ wanita dari arah Barat}$$

$$= 4 + 4 + 7 + 4$$

$$= 19$$

Maka V_s (pada jam 16.00-16.05) adalah:

$$V_s = \frac{1}{\frac{1}{19} \times (0,014 + 0,015 + 0,014 + 0,013)}$$

$$= 339,21 \text{ m/mnt}$$

Untuk perhitungan kecepatan rata-rata ruang pada jam-jam lain selanjutnya digunakan perhitungan dengan cara tersebut. Hasil perhitungan pada jam-jam pengamatan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Perhitungan kecepatan rata-rata ruang (V_s).

Waktu (Sabtu)	N Pria Timur	1/Vtpt	N Wanita Timur	1/Vtw	N Pria Barat	1/Vtpb	N Wanita Barat	1/Vtwb	V_s (m/mnt)
16.00-16.05	4	0,014	4	0,015	7	0,014	4	0,013	339,21
16.05-16.10	3	0,014	4	0,015	5	0,014	5	0,015	298,28
16.10-16.15	4	0,014	7	0,012	3	0,014	6	0,018	346,55
16.15-16.20	3	0,015	5	0,015	3	0,016	5	0,016	264,65
16.20-16.25	9	0,014	7	0,013	7	0,011	5	0,018	506,38
16.25-16.30	4	0,011	5	0,015	6	0,011	10	0,015	473,39
16.30-16.35	6	0,014	9	0,015	4	0,018	9	0,014	469,48
16.35-16.40	6	0,013	17	0,019	5	0,012	6	0,017	554,58
16.40-16.45	8	0,014	13	0,014	5	0,014	4	0,017	508,02
16.45-16.50	8	0,012	8	0,014	6	0,012	5	0,014	517,02
16.50-16.55	5	0,013	7	0,012	7	0,013	8	0,016	500,12
16.55-17.00	10	0,014	6	0,013	6	0,011	7	0,014	560,23
17.00-17.05	9	0,014	4	0,015	4	0,013	7	0,016	413,05
17.05-17.10	6	0,014	6	0,016	4	0,012	5	0,015	364,91
17.10-17.15	4	0,013	8	0,016	10	0,013	9	0,014	549,59
17.15-17.20	8	0,014	10	0,014	3	0,016	11	0,015	540,99
17.20-17.25	7	0,012	9	0,016	7	0,012	4	0,014	502,86
17.25-17.30	5	0,016	12	0,015	4	0,015	6	0,015	448,05
17.30-17.35	8	0,012	11	0,014	5	0,010	7	0,014	610,82
17.35-17.40	5	0,014	6	0,016	5	0,013	8	0,014	418,22
17.40-17.45	6	0,015	7	0,015	9	0,017	21	0,016	668,60
17.45-17.50	3	0,016	6	0,015	10	0,016	11	0,013	499,46
17.50-17.55	6	0,012	5	0,015	8	0,011	7	0,014	497,87
17.55-18.00	8	0,014	9	0,016	4	0,014	12	0,014	576,37
Jumlah	145	0,328	185	0,353	137	0,323	182	0,361	11428,7

4.1.3 Perhitungan Data Kepadatan *Pedestrian*

Kepadatan (*density*) diperoleh dari variabel-variabel yang telah dicari pada perhitungan arus (yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan 4.2) dan perhitungan

kecepatan rata-rata ruang (yang ditunjukkan Tabel 4.3). kepadatan dihitung dari hasil bagi kedua variabel tersebut.

Perhitungan pada jam 16.00-16.05 WIB, dimana diketahui besarnya arus (*Flow*) pejalan kaki (Q) = 1,06 *pedestrian*/mnt/m dan besarnya kecepatan rata-rata ruang (V_s) = 339,21 m/mnt, maka besarnya kepadatan dihitung menggunakan Pers. 2.5.

$$D = \frac{Q}{V_s}$$

$$= \frac{1,06}{339,21}$$

$$= 0,0031 \text{ pedestrian/m}^2$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh kepadatan (D) sebesar 0,0031 *pedestrian*/m². Untuk menghitung kepadatan pada jam-jam selanjutnya digunakan cara yang sama. Hasil perhitungan kepadatan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Kepadatan *pedestrian*.

Waktu (Sabtu)	Q	Vs	D
16.00-16.05	1,06	339,21	0,0031
16.05-16.10	0,94	298,28	0,0032
16.10-16.15	1,11	346,55	0,0032
16.15-16.20	0,89	264,65	0,0034
16.20-16.25	1,56	506,38	0,0031
16.25-16.30	1,39	473,39	0,0029
16.30-16.35	1,56	469,48	0,0033
16.35-16.40	1,89	554,58	0,0034
16.40-16.45	1,67	508,02	0,0033
16.45-16.50	1,50	517,02	0,0029
16.50-16.55	1,50	500,12	0,0030
16.55-17.00	1,61	560,23	0,0029
17.00-17.05	1,33	413,05	0,0032
17.05-17.10	1,17	364,91	0,0032
17.10-17.15	1,72	549,59	0,0031
17.15-17.20	1,78	540,99	0,0033
17.20-17.25	1,50	502,86	0,0030
17.25-17.30	1,50	448,05	0,0033
17.30-17.35	1,72	610,82	0,0028

Tabel 4.4: *Lanjutan*

Waktu (Sabtu)	Q	Vs	D
17.35-17.40	1,33	418,22	0,0032
17.40-17.45	2,39	668,60	0,0036
17.45-17.50	1,67	499,46	0,0033
17.50-17.55	1,44	497,87	0,0029
17.55-18.00	1,83	576,37	0,0032
Jumlah	36,06	11428,70	0,076

4.1.4 Perhitungan Data Ruang (*Space*) *Pedestrian*

Ruang (*space*) untuk pejalan kaki dihitung dengan menggunakan Pers. 2.6. Perhitungan pada pukul 16.00-16.05, dimana diketahui besarnya kepadatan adalah 0,0031 *pedestrian/m²*, maka luasnya ruang yang tersedia untuk *pedestrian* adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{1}{D} \\
 &= \frac{1}{0,0031} \\
 &= 322,58 \text{ pedestrian/m}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh luas ruang yang tersedia untuk *pedestrian* pada jam-jam lain digunakan cara yang sama. Hasil perhitungan luas ruang yang tersedia untuk *pedestrian* selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Perhitungan Ruang (*space*) *pedestrian*.

Waktu (Sabtu)	Q	Vs	D	S
16.00-16.05	1,06	339,21	0,0031	321,35
16.05-16.10	0,94	298,28	0,0032	315,83
16.10-16.15	1,11	346,55	0,0032	311,89
16.15-16.20	0,89	264,65	0,0034	297,73
16.20-16.25	1,56	506,38	0,0031	325,53
16.25-16.30	1,39	473,39	0,0029	340,84
16.30-16.35	1,56	469,48	0,0033	301,81
16.35-16.40	1,89	554,58	0,0034	293,60
16.40-16.45	1,67	508,02	0,0033	304,81
16.45-16.50	1,50	517,02	0,0029	344,68

Tabel 4.5: *Lanjutan*

Waktu (Sabtu)	Q	Vs	D	S
16.50-16.55	1,50	500,12	0,0030	333,41
16.55-17.00	1,61	560,23	0,0029	347,73
17.00-17.05	1,33	413,05	0,0032	309,79
17.05-17.10	1,17	364,91	0,0032	312,78
17.10-17.15	1,72	549,59	0,0031	319,12
17.15-17.20	1,78	540,99	0,0033	304,31
17.20-17.25	1,50	502,86	0,0030	335,24
17.25-17.30	1,50	448,05	0,0033	298,70
17.30-17.35	1,72	610,82	0,0028	354,67
17.35-17.40	1,33	418,22	0,0032	313,67
17.40-17.45	2,39	668,60	0,0036	279,88
17.45-17.50	1,67	499,46	0,0033	299,67
17.50-17.55	1,44	497,87	0,0029	344,68
17.55-18.00	1,83	576,37	0,0032	314,38
Jumlah	36,06	11428,70	0,076	7626,10

4.2 Hubungan Antar Variabel

Dari hasil yang diperoleh besarnya arus (*Flow*), kecepatan rata-rata ruang, ruang (*space*) untuk *pedestrian* dapat diambil suatu hubungan bervariasi antara variabel tersebut. Jenis variasi hubungan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Hubungan antara kecepatan (V_s) dengan kepadatan (D).
2. Hubungan antara arus (Q) dengan kepadatan (D).
3. Hubungan antara arus (Q) dengan kecepatan (V_s).

4.2.1 Perhitungan Metode Greenshield

4.2.1.1 Hubungan antara Kecepatan dan Kepadatan

Hubungan kecepatan dan kepadatan dihitung dengan menggunakan metode regresi linier sesuai dengan cara yang digunakan oleh Greenshield yaitu dengan menggambarkan data kepadatan sebagai variabel bebas (X) dan data kecepatan rata-rata ruang sebagai variabel terikat (Y).

Tabel 4.6: Hasil perhitungan regresi linier.

Waktu (Sabtu)	D = X	Vs = Y	X ²	Y ²	X*Y
16.00-16.05	0,0031	339,21	0,000010	115061,07	1,06
16.05-16.10	0,0032	298,28	0,000010	88970,85	0,94
16.10-16.15	0,0032	346,55	0,000010	120094,04	1,11
16.15-16.20	0,0034	264,65	0,000011	70038,91	0,89
16.20-16.25	0,0031	506,38	0,000009	256423,72	1,56
16.25-16.30	0,0029	473,39	0,000009	224099,12	1,39
16.30-16.35	0,0033	469,48	0,000011	220410,96	1,56
16.35-16.40	0,0034	554,58	0,000012	307563,66	1,89
16.40-16.45	0,0033	508,02	0,000011	258088,74	1,67
16.45-16.50	0,0029	517,02	0,000008	267311,00	1,50
16.50-16.55	0,0030	500,12	0,000009	250121,08	1,50
16.55-17.00	0,0029	560,23	0,000008	313854,60	1,61
17.00-17.05	0,0032	413,05	0,000010	170608,96	1,33
17.05-17.10	0,0032	364,91	0,000010	133156,61	1,17
17.10-17.15	0,0031	549,59	0,000010	302054,05	1,72
17.15-17.20	0,0033	540,99	0,000011	292675,02	1,78
17.20-17.25	0,0030	502,86	0,000009	252868,80	1,50
17.25-17.30	0,0033	448,05	0,000011	200746,76	1,50
17.30-17.35	0,0028	610,82	0,000008	373098,35	1,72
17.35-17.40	0,0032	418,22	0,000010	174910,67	1,33
17.40-17.45	0,0036	668,60	0,000013	447022,70	2,39
17.45-17.50	0,0033	499,46	0,000011	249456,23	1,67
17.50-17.55	0,0029	497,87	0,000008	247876,87	1,44
17.55-18.00	0,0032	576,37	0,000010	332202,22	1,83
Jumlah	0,076	11428,70	0,000240	5668714,98	36,06

Hubungan antara variabel-variabel tersebut membentuk suatu persamaan linear seperti pada Pers. Dimana a dan b dapat dihitung menggunakan Pers. regresi linier 2.15 dan 2.16.

Untuk menghitung variabel a dan b digunakan data-data dari Tabel 4.6. Perhitungan regresi linear sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum Y * \sum X^2 - \sum Y * \sum XY}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} \\
 &= \frac{(11428,7 * 0,000240) - (0,0758 * 36,06)}{(24 * 0,000240) - (0,0758)^2} \\
 &= 664,345
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{(n \cdot \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2} \\
 &= \frac{(24 \times 36,06) - (0,0758 \times 11428,7)}{(24 \times 0,000240) - (0,0758)^2} \\
 &= -59572,423
 \end{aligned}$$

Maka persamaan linier yang didapat sebagai berikut:

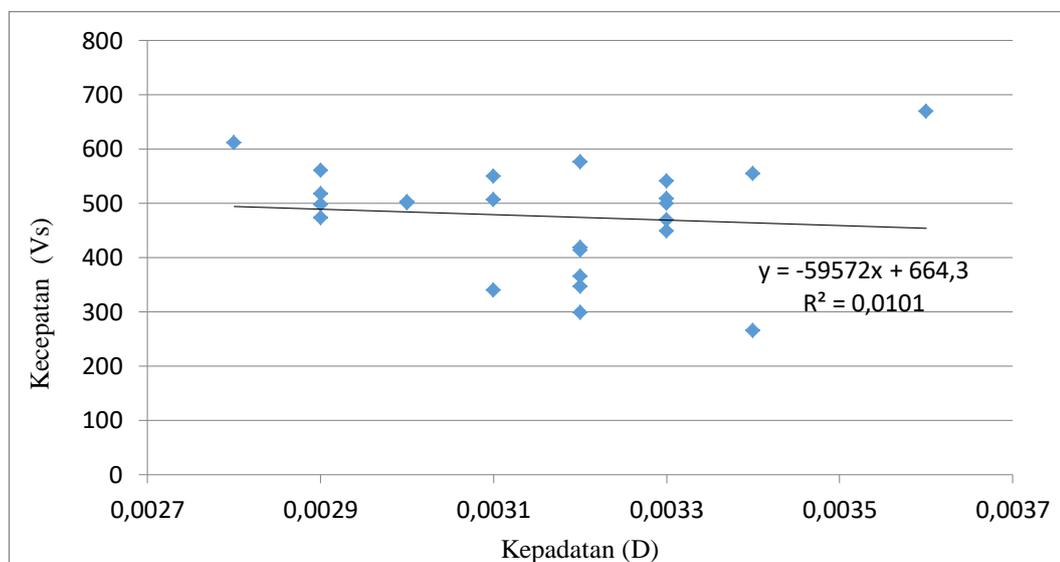
$Y = -59572,423 + 664,345 X$ atau dalam hubungan kecepatan dan kepadatan dituliskan sebagai berikut:

$$V_s = -59572,423 + 664,345 D$$

Untuk memperoleh koefisien korelasi yang terjadi pada regresi linier dihitung menggunakan Pers. 2.17. sehingga nilai korelasi yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \\
 &= \frac{(24 \times 36,06) - (0,076 \times 11428,7)}{\sqrt{\{(24 \times 0,000240) - (0,0758)^2\} \times \{(24 \times 5668709,97) - (11428,7)^2\}}} \\
 &= -0,097
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapat harga $r = -0,097$. Harga korelasi negatif antara kepadatan dan kecepatan yang berarti menunjukkan, pada saat nilai kepadatan bertambah maka kecepatan tidak akan bertambah karena ruang pejalan kaki dan begitu pula sebaliknya. Nilai R^2 ini juga tidak jauh berbeda jika ditampilkan dalam program *Microsoft excel*.



Gambar 4.1: Grafik hubungan antara kecepatan-kepadatan.

4.2.1.2 Hubungan antara Arus dengan Kepadatan

Dari persamaan yang dihasilkan dari perhitungan yang menggunakan regresi linier akan didapatkan hubungan antara kepadatan dan kecepatan. Dasar hubungan kecepatan-kepadatan ditetapkan pada Pers. 2.8.

Sedangkan dari perhitungan menggunakan regresi linier didapat persamaan $V_s = -59572,423 + 664,345 D$

Sehingga dari persamaan tersebut diketahui:

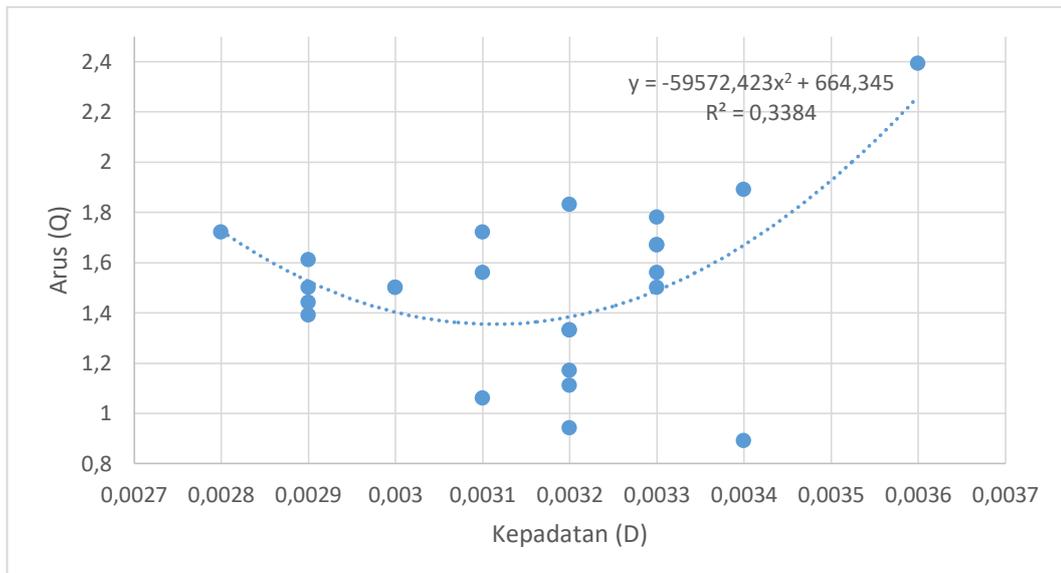
$$V_f = 664,345$$

$$\frac{V_f}{D_j} = -59572,423$$

Dengan mensubsitusikan variabel dari hasil persamaan regresi tersebut maka diketahui hubungan arus (*Flow*) dan kepadatan membentuk persamaan sebagai berikut:

$$Q = -59572,423 + 664,345 D^2$$

Dari fungsi persamaan tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara kepadatan dan arus (*Flow*), dimana data kepadatan digambarkan sebagai variabel X dan data arus (*Flow*) sebagai variabel Y. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Grafik hubungan arus-kepadatan.

4.2.1.3 Hubungan antara Arus dengan Kecepatan

Berdasarkan hasil perhitungan pada hubungan antara kecepatan dan kepadatan diketahui bahwa $V_f = 664,345$

$$\frac{V_f}{D_j} = -59572,423$$

Dengan mensubsitusikan V_f , didapat:

$$\frac{59572,423}{D_j} = 664,345$$

Sehingga diperoleh $D_j = 89,671$

Dari hasil perhitungan tersebut didapat bahwa kepadatan pada saat macet atau D_j adalah sebesar $89,671 \text{ pedestrian/m}^2$. Untuk mengetahui hubungan kecepatan dan arus (*Flow*) akan dibentuk menggunakan Pers. 2.10.

Karena harga kepadatan pada saat macet (D_j) dan kecepatan rata-rata ruang dalam keadaan arus bebas (V_f) telah diketahui, maka:

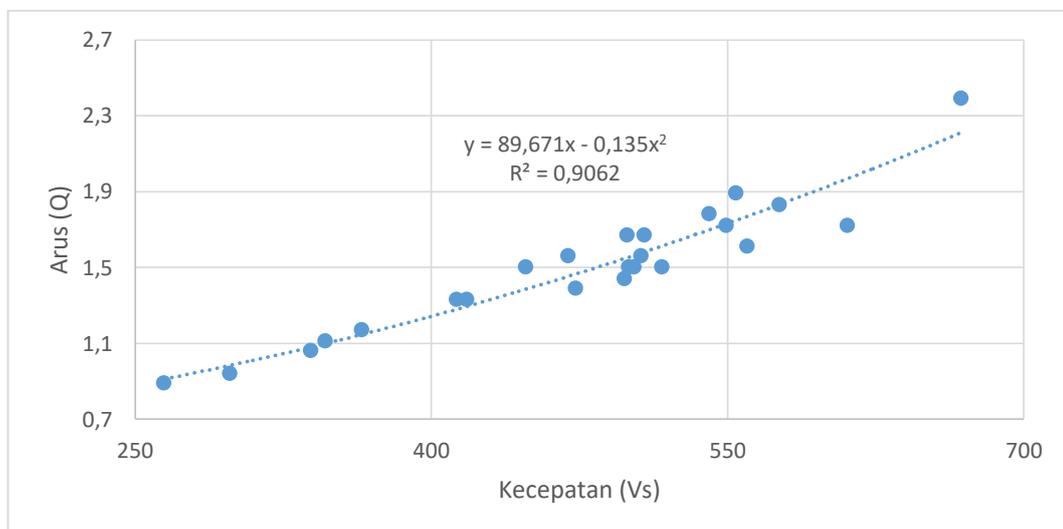
$$\frac{D_j}{V_f} = \frac{89,671}{664,345} = 0,135$$

Dengan mensubsitusikan variabel-variabel tersebut diperoleh persamaan parabola hubungan arus (*Flow*) dan kecepatan sebagai berikut:

$$Q = 89,671 V_s - 0,135 V_s^2$$

Dari persamaan tersebut dibuat grafik hubungan antara kecepatan dengan arus (*Flow*), dimana data kecepatan sebagai variabel X dan arus (*Flow*) sebagai variabel

Y. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Grafik hubungan antara arus-kecepatan.

4.2.1.4 Variabel Arus Maksimum *Pedestrian*

Untuk mencari besarnya arus maksimum digunakan Pers.2.21 yang terlebih dahulu dicari besarnya kepadatan pada saat arus maksimum (D_m) dan besarnya kecepatan pada saat arus maksimum (V_m).

Nilai kepadatan pada saat arus maksimum (D_m) dapat dicari dengan menggunakan Pers.2.19. Dari perhitungan sebelumnya didapatkan bahwa kepadatan pada saat macet (D_j) sebesar 89,671 *pedestrian/m²*, maka besarnya nilai kepadatan pada saat arus maksimum (D_m) adalah:

$$D_m = \frac{89,671}{2} = 44,84 \text{ pedestrian/m}^2$$

Untuk mencari besarnya kecepatan pada saat arus maksimum (V_m) digunakan Pers. 2.20. Dari perhitungan sebelumnya didapatkan nilai kecepatan pada saat arus bebas (V_f) sebesar 664,345 m/mnt, maka nilai kecepatan pada saat arus maksimumnya (V_m) adalah:

$$\begin{aligned} V_m &= \frac{664,345}{2} \\ &= 332,17 \text{ m/mnt} \end{aligned}$$

Jadi besarnya arus (*Flow*) maksimum (Q_m) dapat dihitung:

$$\begin{aligned} Q_m &= V_m \times D_m \\ &= 332,17 \times 44,84 \\ &= 14893,1 \text{ pedestrian/mnt/m} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai arus maksimum (Q_m) sebesar 14893,1 *pedestrian/min/m*.

4.2.1.5 Kapasitas Ruas Jalan Pengamatan

Untuk mengetahui apakah arus terbesar yang ada pada suatu penggal trotoar masih dapat ditampung oleh kapasitas dari trotoar yang ada, maka terlebih dahulu harus diketahui kapasitas dari penggal trotoar pengamatan. Dalam menentukan besarnya kapasitas pada suatu trotoar belum ada suatu rumusan tertentu seperti yang digunakan dalam menentukan besarnya kapasitas pada jalan, maka untuk mencari besarnya kapasitas pada trotoar dapat dinyatakan dengan besarnya arus (*Flow*) maksimum pada penggal ruas pengamatan. Pada studi kasus kali ini diketahui besarnya arus (*Flow*) maksimum pejalan kaki di *pedestrian* Jalan Masjid

Raya Medan sebesar 14893,1 *pedestrian*/mnt/m. Ringkasan hubungan antar variabel ini telah ditetapkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Ringkasan hubungan antar variabel menurut metode Greenshield.

Hubungan antar variabel	Hasil
Kecepatan (Vs)-Kepadatan (D)	$V_s = -59572,423 + 664,345 D$
Arus (Q)-Kepadatan (D)	$Q = -59572,423 + 664,345 D^2$
Arus (Q)-Kecepatan (Vs)	$Q = 89,671 V_s - 0,135 V_s^2$

4.2.2 Perhitungan Metode Greenberg

4.2.2.1 Hubungan antara Kecepatan dengan Kepadatan

Hubungan kecepatan-kepadatan dihitung dengan menggunakan regresi linier sesuai dengan cara yang digunakan oleh Greenberg yaitu dengan menggambarkan data log.e kepadatan sebagai variabel bebas (X) dan kecepatan rata-rata ruang sebagai variabel terikat (Y). untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Hasil perhitungan regresi linier.

Waktu (Sabtu)	D	X = Log D	Y = Vs	X ²	Y ²	X*Y
16.00-16.05	0,0031	-2,51	339,21	6,28	115061,07	-850,39
16.05-16.10	0,0032	-2,50	298,28	6,25	88970,85	-745,53
16.10-16.15	0,0032	-2,49	346,55	6,22	120094,04	-864,29
16.15-16.20	0,0034	-2,47	264,65	6,12	70038,91	-654,69
16.20-16.25	0,0031	-2,51	506,38	6,31	256423,72	-1272,33
16.25-16.30	0,0029	-2,53	473,39	6,41	224099,12	-1198,89
16.30-16.35	0,0033	-2,48	469,48	6,15	220410,96	-1164,18
16.35-16.40	0,0034	-2,47	554,58	6,09	307563,66	-1368,58
16.40-16.45	0,0033	-2,48	508,02	6,17	258088,74	-1261,95
16.45-16.50	0,0029	-2,54	517,02	6,44	267311,00	-1311,90
16.50-16.55	0,0030	-2,52	500,12	6,37	250121,08	-1261,80
16.55-17.00	0,0029	-2,54	560,23	6,46	313854,60	-1423,67
17.00-17.05	0,0032	-2,49	413,05	6,21	170608,96	-1028,93
17.05-17.10	0,0032	-2,50	364,91	6,23	133156,61	-910,53
17.10-17.15	0,0031	-2,50	549,59	6,27	302054,05	-1376,16
17.15-17.20	0,0033	-2,48	540,99	6,17	292675,02	-1343,46
17.20-17.25	0,0030	-2,53	502,86	6,38	252868,80	-1269,90
17.25-17.30	0,0033	-2,48	448,05	6,13	200746,76	-1109,02
17.30-17.35	0,0028	-2,55	610,82	6,50	373098,35	-1557,48

Tabel 4.8: *Lanjutan*

Waktu (Sabtu)	D	X = Log D	Y = Vs	X ²	Y ²	X*Y
17.35-17.40	0,0032	-2,50	418,22	6,23	174910,67	-1044,08
17.40-17.45	0,0036	-2,45	668,60	5,99	447022,70	-1636,04
17.45-17.50	0,0033	-2,48	499,46	6,13	249456,23	-1236,98
17.50-17.55	0,0029	-2,54	497,87	6,44	247876,87	-1263,31
17.55-18.00	0,0032	-2,50	576,37	6,24	332202,22	-1439,46
Jumlah	0,076	-60,03	11428,70	150,17	5668714,98	-28593,55

Hubungan variabel-variabel tersebut membentuk suatu persamaan linier seperti persamaan dimana a dan b dapat dihitung menggunakan Pers. 2.15 dan 2.16.

Untuk menghitung variabel a dan b digunakan data dari Tabel 4.8. Contoh perhitungan regresi linier sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum Y * \sum X^2 - \sum Y * \sum XY}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} \\
 &= \frac{(11428,7 * 150,17) - (-60,03 * -28593,55)}{(24 * 150,17) - (-60,03)^2} \\
 &= -465,305 \\
 b &= \frac{n * \sum XY - \sum X \sum Y}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} \\
 &= \frac{(24 * -28593,55) - (-60,03 * 11428,7)}{(24 * 150,17) - (-60,03)^2} \\
 &= -376,412
 \end{aligned}$$

Maka persamaan linier yang didapat sebagai berikut:

$Y = -465,305 - 376,412 X$ atau dalam hubungan kecepatan dan kepadatan dituliskan sebagai berikut:

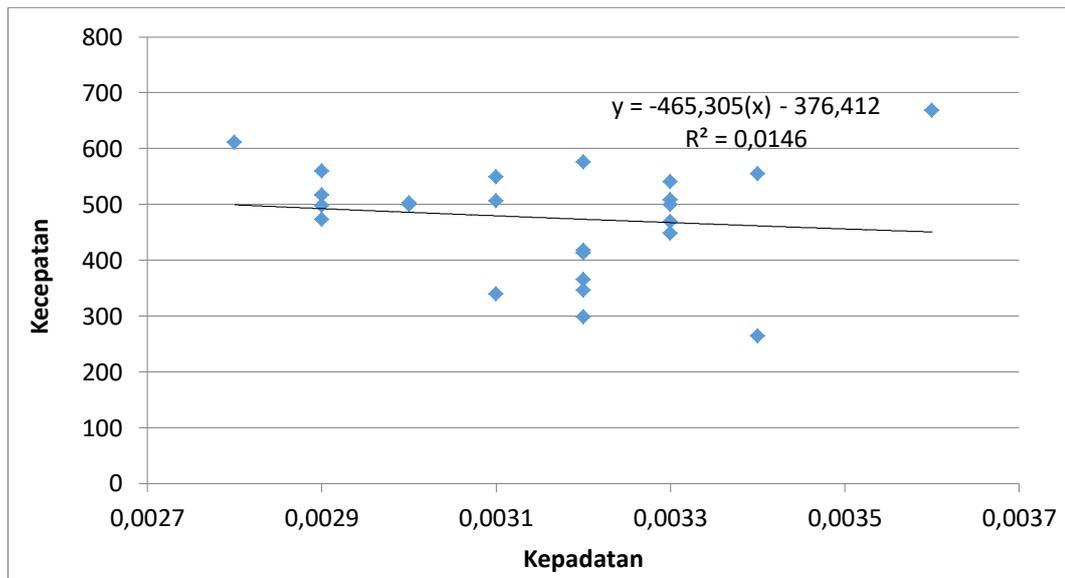
$$V_s = -465,305 - 376,412 D$$

Untuk memperoleh koefisien korelasi yang terjadi pada regresi linier dihitung menggunakan Pers. 2.17. sehingga nilai korelasi yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{24 * (-28593,55) - (-60,03 * 11428,7)}{\sqrt{\{(24 * 150,17) - (-60,03)^2\} * \{(24 * 5668714,97) - (11428,7)^2\}}} \\
 &= -0,112
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapat harga $r = -0,112$. Harga korelasi negatif antara kepadatan dan kecepatan yang berarti menunjukkan, pada saat nilai kepadatan

bertambah maka kecepatan tidak akan bertambah karena ruang pejalan kaki dan begitu pula sebaliknya.



Gambar 4.4: Grafik hubungan antara kecepatan-kepadatan.

4.2.2.2 Hubungan antara Arus dengan Kepadatan

Dari persamaan yang dihasilkan dari perhitungan yang menggunakan regresi linier akan didapatkan hubungan antara kepadatan dan kecepatan. Persamaan dasar hubungan kepadatan-kecepatan ditetapkan seperti pada Pers. 2.11.

Sedangkan dari perhitungan dengan menggunakan regresi linier didapatkan $V_s = -465,305 - 376,412 \ln D$

Sehingga dari persamaan tersebut diketahui:

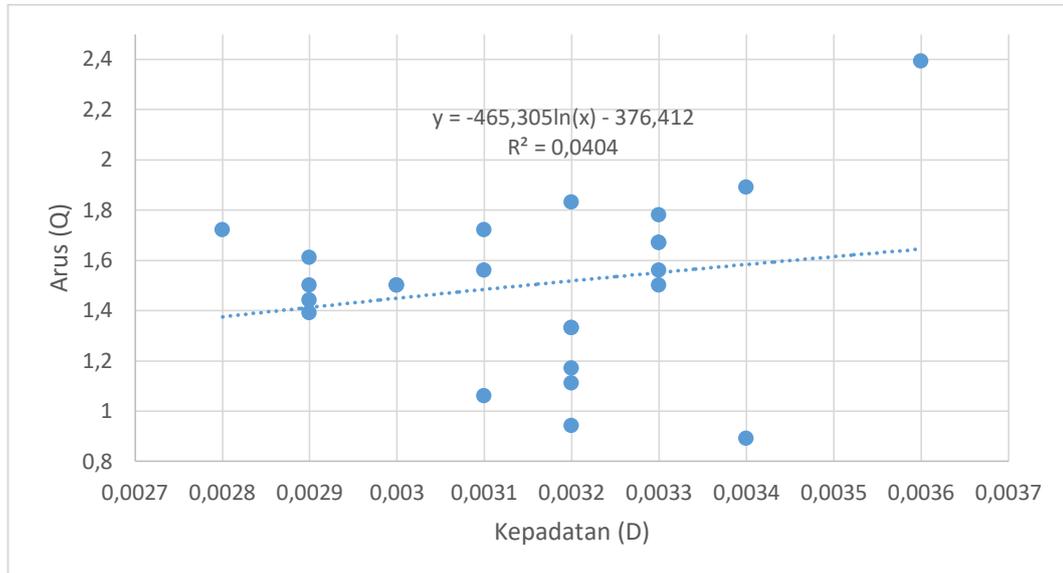
$$\frac{\ln D}{b} = -465,305$$

$$\frac{\ln C}{b} = -376,412$$

Untuk hubungan antara arus (*Flow*) dan kepadatan (*density*), Greenberg memberikan persamaan seperti pada Pers. 2.12. Dengan mensubstitusikan variabel dari hasil persamaan regresi tersebut maka diketahui hubungan arus (*Flow*) dan kepadatan membentuk Persamaan berikut:

$$Q = -465,305 - 376,412 \ln D$$

Dari fungsi persamaan tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara kepadatan (*density*) dan arus (*Flow*), dimana data kepadatan digunakan sebagai variabel X dan data arus digunakan sebagai variabel Y. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5: Grafik hubungan arus-kepadatan.

4.2.2.3 Hubungan antara Arus dengan Kecepatan

Berdasarkan hasil perhitungan pada hubungan antara kecepatan-kepadatan diketahui bahwa:

$$b = 1/b$$

$$= 1/-376,412$$

$$= -0,00266$$

$$C = e^{-A/b}$$

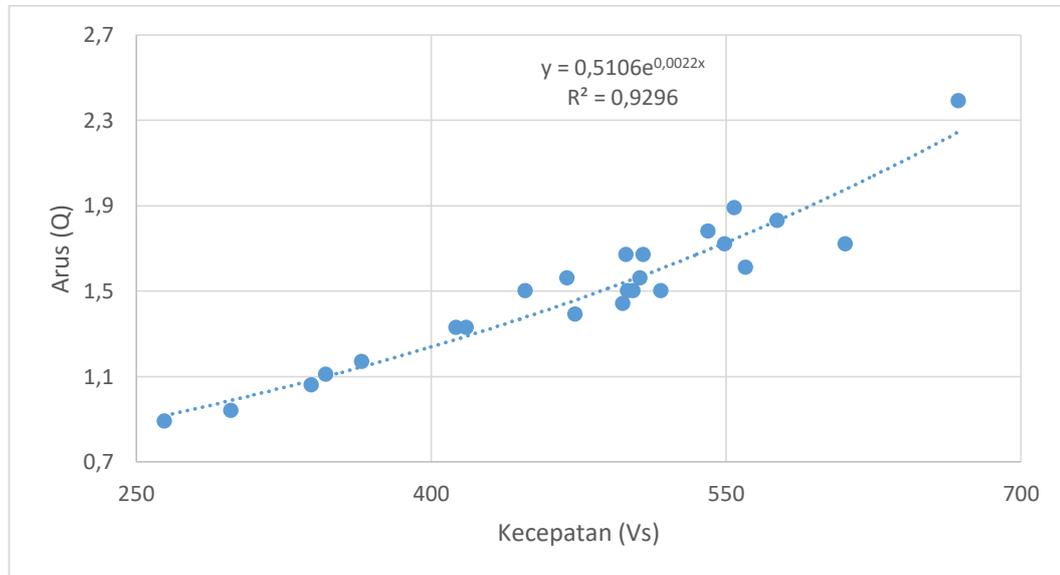
Dengan nilai e (exponen) ditetapkan = 2,7182818, maka:

$$C = 0,5106$$

Dengan mensubsitusikan variabel-variabel tersebut diperoleh persamaan parabola hubungan arus (*Flow*) dan kecepatan sebagai berikut:

$$Q = 0,5106 \text{ Vs. } e^{0,0022x}$$

Dari persamaan tersebut dibuat grafik hubungan antara kecepatan dengan arus (*Flow*), dimana data kecepatan sebagai variabel X dan arus (*Flow*) sebagai variabel Y. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6: Grafik hubungan antara arus-kecepatan.

4.2.2.4 Kapasitas Ruas Jalan Pengamatan

Untuk mengetahui apakah arus terbesar yang ada pada suatu penggal trotoar masih dapat ditampung oleh kapasitas dari trotoar yang ada, maka terlebih dahulu harus diketahui kapasitas dari penggal trotoar pengamatan.

Dalam menentukan besarnya kapasitas pada suatu trotoar belum ada suatu rumusan tertentu seperti yang digunakan dalam menentukan besarnya kapasitas pada jalan, maka untuk mencari besarnya kapasitas pada trotoar dapat dinyatakan dengan besarnya arus (*Flow*) maksimum pada penggal ruas jalan pengamatan. Pada studi kasus kali ini diketahui ringkasan hubungan antar variabel yang telah ditetapkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Ringkasan hubungan antar variabel menurut metode Greenberg.

Hubungan antar variabel	Hasil
Kecepatan (Vs)-Kepadatan (D)	$V_s = -465,305 - 376,412 D$
Arus (Q)-Kepadatan (D)	$Q = -465,305 - 376,412 \ln D$
Arus (Q)-Kecepatan (Vs)	$Q = 0,5106 V_s \cdot e^{0,0022x}$

4.3 Tingkat pelayanan

Untuk menentukan tingkat pelayanan ruas jalan pejalan kaki di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan digunakan dua cara sebagai perbandingan.

- a. Berdasarkan pada arus (*Flow*) pejalan kaki pada interval 5 menit yang terbesar. Untuk menghitung nilai arus *pedestrian* pada interval 5 menit yang terbesar digunakan Pers. 2.24.

Untuk mengetahui jumlah *pedestrian* terbanyak pada interval 5 menit didapat dari hasil perhitungan Tabel 4.1, dimana jumlah *pedestrian* maksimum terjadi pada pukul 17.40-17-45 yaitu sebanyak 43 *pedestrian*.

Untuk menentukan lebar efektif trotoar didapat dari hasil pengukuran dilapangan yaitu sebesar 3,6 meter. Sehingga besarnya arus *pedestrian* pada interval 5 menit adalah:

$$Q_{21} = \frac{Nm}{5WE}$$
$$= \frac{43}{5 \times 3,6}$$

$$Q_{21} = 2,39 \text{ pedestrian/mnt/m}$$

Dari perhitungan didapatkan besarnya arus *pedestrian* pada interval 5 menit yang terbesar tersebut, maka tingkat pelayanan pejalan kaki di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan berdasarkan Tabel 2.6 termasuk dalam kategori tingkat pelayanan "A"

- b. Berdasarkan pada ruang (*space*) untuk pejalan kaki pada saat arus 5 menit yang terbesar, adapun untuk menentukan nilai ruang (*space*) untuk *pedestrian* pada saat arus 5 menit digunakan Pers.2.25.

Dari hasil perhitungan Tabel 4.5 didapatkan nilai kepadatan pada saat arus 5 menit yang terbesar (D_{21}) sebesar 0,0036 *pedestrian/m²*. Maka besarnya nilai ruang untuk *pedestrian* pada saat arus 5 menit yang terbesar (S_{21}) berdasarkan hasil perhitungan Tabel 4.7 adalah:

$$S_{21} = \frac{1}{D_{21}}$$
$$= \frac{1}{0,0036}$$
$$= 277,78 \text{ m}^2/\text{pedestrian}.$$

Dari perhitungan didapatkan nilai ruang (*space*) pada interval 5 menit yang terbesar, maka tingkat pelayanan pejalan kaki di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan berdasarkan Tabel 2.6 termasuk dalam kategori tingkat pelayanan “A”.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan tentang studi karakteristik pergerakan pejalan kaki di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik pejalan kaki
 - a. Dari perhitungan dan hasil survei yang dilakukan maka diketahuilah karakteristik pejalan kaki di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan. Dengan total arus (*flow*) pada hari puncak sebesar 36,06 pedestrian/min/m, kecepatan (*speed*) sebesar 11428,70 m/mnt dan kepadatan (*density*) sebesar 0,076 pedestrian/m².
 - b. Hubungan variabel pedestrian dengan tiga pendekatan di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan adalah sebagai berikut:
 - 1) Greenshields
$$\begin{aligned}\text{Kecepatan-Kepadatan (Vs)} &= -59572,423 + 664,345 D \\ \text{Arus-Kecepatan (Q)} &= 89,671 Vs - 0,135 Vs^2 \\ \text{Arus-Kepadatan (Q)} &= -59572,423 + 664,345 D^2\end{aligned}$$
 - 2) Greenberg
$$\begin{aligned}\text{Kecepatan-Kepadatan (Vs)} &= -465,305 - 376,412 D \\ \text{Arus-Kecepatan (Q)} &= 0,5106 Vs.e^{0,0022x} \\ \text{Arus-Kepadatan (Q)} &= -465,305 - 376,412 \ln D\end{aligned}$$
2. Perbandingan hasil perhitungan nilai korelasi (r) dari regresi linier dengan tiga metode di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan adalah sebagai berikut:
 - a. Metode Greenshield (r) korelasi = -0,097
 - b. Metode Greenberg (r) korelasi = -0,112Dari perbandingan nilai korelasi (r), maka metode yang sesuai adalah metode Greenberg.

3. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan arus (*flow*) pedestrian pada interval 5 menit terbesar dan berdasarkan ruang (*space*) untuk pejalan kaki pada interval 5 menit maka *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan berada pada tingkat pelayanan “A”.

5.2 Saran

Setelah mengevaluasi hasil penelitian yang telah dilakukan diungkapkan saran-saran sebagai berikut:

1. Untuk tingkat pelayanan pejalan kaki di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan sudah sangat baik karena berada dalam tingkat pelayanan “A”. Namun fasilitas seperti tempat sampah masih sedikit ditemukan sehingga kurang terjaganya kebersihan dikawasan sekitar maka dari itu perlunya memperbanyak tempat sampah.
2. Untuk studi lebih lanjut pejalan kaki di *pedestrian road* Jalan Masjid Raya Medan sebaiknya penelitian dilakukan pada penggal pengamatan yang lain sebagai perbandingan.
3. Hasil dalam penelitian ini sebaiknya digunakan sebagai bahan awal untuk membuat desain standar tingkat pelayanan pejalan kaki ditempat lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2013, *Panduan Penulisan Skripsi Mahasiswa S1 Program Studi Teknik Sipil*, Medan: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Anonim, 2000, *Highway Capacity Manual*, Special report 206, Transportation Research Board, Washington D.C.: National Research Council.
- Anggriani, Niniek, 2009, *Pedestrian Ways Dalam Perancangan Kota*, Surabaya: Yayasan Humaniora.
- Gamran, Ririn., Jansen, Freddy., Paransa, M.J. 2015. *Analisa Perbandingan Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode Greenshields, Greenberg, dan Underwood Terhadap Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode MKJI 1997*. Jurnal Sipil Statik. 3(7): 1-9.
- Lulie. 1995, *Karakteristik dan Analisis Tingkat Kebutuhan Fasilitas Pejalan Kaki (Studi Kasus di Jalan Malioboro, Yogyakarta)*, Thesis, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknik Bandung.
- Mannering, Fred L & Kilareski, Walter P. 1988, *Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis*, Wiley, New York.
- Mantik, Vandia Grace., *Perencanaan Kebutuhan Pedestrian Pada Ruas Jalan Suprpto Kota Manado*, Jurnal, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Mauliani, Lily. 2010. *Fungsi dan Peran Jalur Pedestrian Bagi Pejalan Kaki*. Jurnal NALARs. 9(2): 1-12.
- Mauliani, Lily., Purwantiasning, Ari Widyawati., dan Aqli Wafirul. 2013. *Kajian Jalur Pedestrian Sebagai Ruang Terbuka Pada Area Kampus*. Jurnal Arsitektur. 12(2): 1-9.
- Panduri, Rona., Suwandono, Joko. 2015. *Perilaku Masyarakat Dalam Penggunaan Jalur Pedestrian di Koridor Jalan Prof. H. Soedarto, S.H.*, Jurnal Teknik PWK. 4(2): 1-14.
- 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.
- Pratiwi Fika Dian, 2011, *Studi Karakteristik Pergerakan Pejalan Kaki Di Pedestrian Road Stasiun Tugu Yogyakarta*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.

- Puahadi, Bernandus Rio., Rompis, Samuel Y.R., dan Palenewen, Steve. 2016. *Analisa Pengaruh Aktivitas Penggunaan Lahan Terhadap Kapasitas Jalan*, Jurnal Sipil Statik. 4(10): 1-10.
- Simanjuntak, Manlian R.A., Adityawati, Armila. 2011. *Analisis Pengaruh Kualitas Area Pedestrian Terhadap Kemudahan Akses Pengunjung Bangunan Mal di Jalan Asia-Afrika Jakarta*. Jurnal Ilmiah Media Engineering. 1(2): 1-9.
- Sondakh, Clifando E.N, 2014, *Analisa Kebutuhan Pedestrian Pada Ruas Jalan Dotulolong Lasut Segmen Samping Bioskop Presiden Kota Manado*, Jurnal, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sudjana, 1996 , *Metode Statistika* , Bandung: Transito
- Tamin, Ofyar Z. 2000. *Perencanaan & Pemodelan Transportasi*. Bandung: ITB
- Widodo, Wahyu., Wicaksono, Nur., dan Harwin. 2012. *Analisis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalulintas dengan Metode Greenshields dan Greenberg*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika. 15(2): 1-7.

LAMPIRAN

Tabel L1 : Jumlah pejalan kaki pada hari senin

Waktu (Senin)	Jumlah Pejalan Kaki		Total
	Dari Timur	Dari Barat	
16.00-16.05	4	5	9
16.05-16.10	3	3	6
16.10-16.15	6	5	11
16.15-16.20	7	8	15
16.20-16.25	11	5	16
16.25-16.30	7	9	16
16.30-16.35	10	9	19
16.35-16.40	14	8	22
16.40-16.45	9	7	16
16.45-16.50	7	6	13
16.50-16.55	8	10	18
16.55-17.00	9	12	21
17.00-17.05	6	11	17
17.05-17.10	7	8	15
17.10-17.15	5	7	12
17.15-17.20	14	11	25
17.20-17.25	12	9	21
17.25-17.30	14	9	23
17.30-17.35	11	8	19
17.35-17.40	9	10	19
17.40-17.45	13	12	25
17.45-17.50	5	11	16
17.50-17.55	4	8	12
17.55-18.00	9	8	17
Jumlah	204	199	403

Tabel L2: Jumlah pejalan kaki pada hari Selasa

Waktu (Selasa)	Jumlah Pejalan Kaki		Total
	Dari Timur	Dari Barat	
16.00-16.05	6	3	9
16.05-16.10	5	4	9
16.10-16.15	7	6	13
16.15-16.20	3	4	7
16.20-16.25	6	4	10
16.25-16.30	5	0	5
16.30-16.35	3	4	7
16.35-16.40	4	6	10
16.40-16.45	9	7	16
16.45-16.50	7	6	13
16.50-16.55	8	9	17
16.55-17.00	9	7	20
17.00-17.05	10	11	21
17.05-17.10	5	9	14
17.10-17.15	6	7	13
17.15-17.20	12	13	25
17.20-17.25	10	9	19
17.25-17.30	12	11	23
17.30-17.35	10	9	19
17.35-17.40	11	8	19
17.40-17.45	10	9	19
17.45-17.50	7	5	12
17.50-17.55	6	9	15
17.55-18.00	5	6	11
Jumlah	176	166	342

Tabel L3: Jumlah pejalan kaki pada hari rabu

Waktu (Rabu)	Jumlah Pejalan Kaki		Total
	Dari Timur	Dari Barat	
16.00-16.05	8	5	13
16.05-16.10	7	9	16
16.10-16.15	7	6	13
16.15-16.20	6	8	14
16.20-16.25	9	11	20
16.25-16.30	8	9	17
16.30-16.35	10	9	19
16.35-16.40	11	10	21
16.40-16.45	13	12	25
16.45-16.50	10	9	19
16.50-16.55	12	11	23
16.55-17.00	10	12	22
17.00-17.05	12	13	25
17.05-17.10	9	11	20
17.10-17.15	8	9	17
17.15-17.20	10	13	23
17.20-17.25	9	10	19
17.25-17.30	16	14	30
17.30-17.35	12	9	21
17.35-17.40	10	9	19
17.40-17.45	11	13	24
17.45-17.50	15	14	29
17.50-17.55	10	12	22
17.55-18.00	9	8	17
Jumlah	242	246	488

Tabel L4: Jumlah pejalan kaki pada hari kamis

Waktu (Kamis)	Jumlah Pejalan Kaki		Total
	Dari Timur	Dari Barat	
16.00-16.05	2	6	8
16.05-16.10	4	7	11
16.10-16.15	5	4	9
16.15-16.20	7	6	13
16.20-16.25	4	8	12
16.25-16.30	7	5	12
16.30-16.35	9	7	16
16.35-16.40	8	11	19
16.40-16.45	9	7	16
16.45-16.50	11	5	16
16.50-16.55	9	10	19
16.55-17.00	11	9	20
17.00-17.05	8	10	18
17.05-17.10	6	7	13
17.10-17.15	8	7	15
17.15-17.20	7	11	18
17.20-17.25	9	8	17
17.25-17.30	9	10	19
17.30-17.35	11	12	23
17.35-17.40	7	8	15
17.40-17.45	12	11	23
17.45-17.50	13	9	22
17.50-17.55	11	8	19
17.55-18.00	7	10	17
Jumlah	194	196	390

Tabel L5: Jumlah pejalan kaki pada hari jumat

Waktu (Jumat)	Jumlah Pejalan Kaki		Total
	Dari Timur	Dari Barat	
16.00-16.05	8	9	17
16.05-16.10	6	7	13
16.10-16.15	10	8	18
16.15-16.20	9	9	18
16.20-16.25	14	8	22
16.25-16.30	11	7	18
16.30-16.35	9	7	16
16.35-16.40	15	12	27
16.40-16.45	10	6	16
16.45-16.50	13	10	23
16.50-16.55	10	11	21
16.55-17.00	12	13	25
17.00-17.05	11	10	21
17.05-17.10	14	18	32
17.10-17.15	9	13	22
17.15-17.20	10	12	22
17.20-17.25	13	15	28
17.25-17.30	16	14	30
17.30-17.35	17	13	30
17.35-17.40	9	10	19
17.40-17.45	8	12	20
17.45-17.50	14	9	23
17.50-17.55	11	7	18
17.55-18.00	12	9	21
Jumlah	271	249	520

Tabel L6: Jumlah pejalan kaki pada hari sabtu

Waktu (Sabtu)	Jumlah Pejalan Kaki		Total
	Dari Timur	Dari Barat	
16.00-16.05	8	11	19
16.05-16.10	7	10	17
16.10-16.15	11	9	20
16.15-16.20	8	8	16
16.20-16.25	16	12	28
16.25-16.30	9	16	25
16.30-16.35	15	13	28
16.35-16.40	23	11	34
16.40-16.45	21	9	30
16.45-16.50	16	11	27
16.50-16.55	12	15	27
16.55-17.00	16	13	29
17.00-17.05	13	11	24
17.05-17.10	12	9	21
17.10-17.15	12	19	31
17.15-17.20	18	14	32
17.20-17.25	16	11	27
17.25-17.30	17	10	27
17.30-17.35	19	12	31
17.35-17.40	11	13	24
17.40-17.45	13	30	43
17.45-17.50	9	21	30
17.50-17.55	11	15	26
17.55-18.00	17	16	33
Jumlah	330	319	649

Tabel L7: Jumlah pejalan kaki pada hari minggu

Waktu (Minggu)	Jumlah Pejalan Kaki		Total
	Dari Timur	Dari Barat	
16.00-16.05	11	7	18
16.05-16.10	9	8	17
16.10-16.15	10	9	19
16.15-16.20	11	13	24
16.20-16.25	14	11	25
16.25-16.30	10	14	24
16.30-16.35	13	11	24
16.35-16.40	18	10	28
16.40-16.45	16	13	29
16.45-16.50	14	10	24
16.50-16.55	11	14	25
16.55-17.00	13	12	25
17.00-17.05	12	16	28
17.05-17.10	14	10	24
17.10-17.15	11	15	26
17.15-17.20	14	12	26
17.20-17.25	9	11	20
17.25-17.30	13	15	28
17.30-17.35	12	10	22
17.35-17.40	9	10	19
17.40-17.45	14	13	27
17.45-17.50	10	16	26
17.50-17.55	11	15	26
17.55-18.00	13	12	25
Jumlah	292	287	579

Tabel L8: Perhitungan kecepatan pejalan kaki pada hari puncak

Waktu (Sabtu)	N Pria Timur	Lama Pejalan S	V m/min	N Wanita Timur	Lama Pejalan S	V m/min	N Pria Barat	Lama Pejalan S	V m/min	N Wanita Barat	Lama Pejalan S	V m/min
16.00-16.05	4	43,2	70,83	4	44,5	68,76	7	42,7	71,66	4	41	74,63
16.05-16.10	3	41,7	73,38	4	44,5	68,76	5	42,4	72,17	5	45,8	66,81
16.10-16.15	4	43,5	70,34	7	36,7	83,38	3	42,6	71,83	6	53,8	56,88
16.15-16.20	3	45	68,00	5	44,4	68,92	3	48	63,75	5	47,6	64,29
16.20-16.25	9	42,3	72,34	7	39,1	78,26	7	34	90,00	5	53,8	56,88
16.25-16.30	4	35	87,43	5	46,2	66,23	6	35	87,43	10	45,4	67,40
16.30-16.35	6	41,8	73,21	9	44,6	68,61	4	54	56,67	9	42,1	72,68
16.35-16.40	6	40,8	75,00	17	57,8	52,94	5	37	82,70	6	52	58,85
16.40-16.45	8	42,8	71,50	13	43,5	70,34	5	42,4	72,17	4	52	58,85
16.45-16.50	8	37,2	82,26	8	42	72,86	6	36,6	83,61	5	44	69,55
16.50-16.55	5	39,8	76,88	7	36,8	83,15	7	39,1	78,26	8	49,5	61,82
16.55-17.00	10	42,4	72,17	6	41	74,63	6	33,3	91,89	7	41,7	73,38
17.00-17.05	9	42,4	72,17	4	46,5	65,81	4	39,5	77,47	7	49,4	61,94
17.05-17.10	6	42,1	72,68	6	49,6	61,69	4	37	82,70	5	47,4	64,56
17.10-17.15	4	39	78,46	8	48,6	62,96	10	41,3	74,09	9	43,7	70,02
17.15-17.20	8	42,3	72,34	10	43,5	70,34	3	49	62,45	11	46,2	66,23
17.20-17.25	7	38,2	80,10	9	48,4	63,22	7	36,2	84,53	4	41,5	73,73
17.25-17.30	5	47,6	64,29	12	44,5	68,76	4	46,5	65,81	6	45,8	66,81
17.30-17.35	8	38,2	80,10	11	42,1	72,68	5	31,8	96,23	7	43,2	70,83
17.35-17.40	5	42,4	72,17	6	50	61,20	5	39,4	77,66	8	43,8	69,86
17.40-17.45	6	47	65,11	7	47,4	64,56	9	53,1	57,63	21	49,3	62,07
17.45-17.50	3	48,3	63,35	6	45	68,00	10	49,4	61,94	11	41,1	74,45
17.50-17.55	6	36,8	83,15	5	45,6	67,11	8	34,6	88,44	7	42,8	71,50
17.55-18.00	8	42,7	71,66	9	48,2	63,49	4	42,5	72,00	12	41,8	73,21
Jumlah	145	1002,5	1768,938	185	1080,5	1646,6865	137	987,4	1823,0907	182	1104,7	1607,232

Foto Dokumentasi



Gambar L1: Penulis mengukur lebar ruas jalan jalur *pedestrian*



Gambar L2: Penulis mengukur lebar ruas jalan jalur *pedestrian*



Gambar L3: Situasi ruas jalan *pedestrian* saat pengambilan data



Gambar L4: Situasi ruas jalan *pedestrian*



Gambar L5: Situasi ruas jalan *pedestrian*



Gambar L6: Tempat Parkir di kawasan *Pedestrian Road* Jalan Masjid Raya Medan



Gambar L7: Meteran, peralatan yang digunakan untuk mengukur penggal pengamatan pada saat survei



Gambar L8: Lakban Hitam, peralatan yang digunakan untuk menentukan penggal pengamatan



Gambar L9: Stopwatch, peralatan yang digunakan untuk mengetahui waktu tempuh pejalan kaki pada saat survei



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMMAD KHALIF
NPM : 1507210206
JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI KARAKTERISTIK PERGERAKAN
PEDESTRIAN PADA JALAN MASJID RAYA
MEDAN

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	22/2 - 19.	- Cek penulisan. - lanjutkan utk survei lapangan.	af.
2.	2/3 - 19.	- lanjut utk analisis data.	af.
3	15/3 - 19.	- Sebutkan Persamaan yg digunakan pd bab 4. - lanjut ke Pembimbing II	af.
4.	20/5 - 19.	- usahakan penelitian di tambah, tampilkan data selama 1 minggu. - lanjutkan ke metode berikutnya.	af.

PEMBIMBING I

(Hj.IRMA DEWI, ST,M.S)



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMMAD KHALIF
NPM : 1507210206
JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI KARAKTERISTIK PERGERAKAN
PEDESTRIAN PADA JALAN MASJID RAYA
MEDAN

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
5	23/7 - 19	- Acc atk seniman	af

PEMBIMBING I

(Hj. IRMA DEWI, S.T, M.Si)



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMMAD KHALIF
NPM : 1507210206
JUDUL TUGAS AKHIR : STUDI KARAKTERISTIK PERGERAKAN
PEDESTRIAN PADA JALAN MASJID RAYA
MEDAN

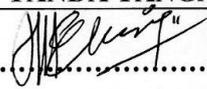
No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	20-6-2019	- sub bab 1.3. Ruang lingkup - Tabel 1.1 di perbaiki - - buat kepla bab 1.1 - Tabel 2.6 di perbaiki.	
2	9-7-2019	- spasi pd kalimat di tabel 1 spasi. - lanjutkan dan lengkapi kata pengantar, dll.	
3	10-7-2019	Penulisan judul diperiksa di kembali ke/cek ke Pembimbing I.	

PEMBIMBING II

(Ir. ZURKIYAH, M.T.)

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Muhammad Khalif
 NPM : 1507210206
 Judul Tugas Akhir : Studi Karakteristik pergerakan Pejalan Kaki Di Pedestrian Road masjid Raya Medan.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Hj,Irma Dewi .S.T.M.Si	:	
Pembimbing – II	: Ir.Zurkayah.M.T	:	:
Pemanding – I	: Ir.Sri Asfiati.M.T	:	
Pemanding – II	: Dr.Fahrizal .Z.S.T.M.Sc	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 04 Dzulhijjah 1440 H
05 Agustus 2019 M

Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fakhrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Khalif
NPM : 1507210206
Judul T.Akhir : Studi Karakteristik Pergerakan Pajalan Kaki Di Pedestrian
Road Masjid Raya Medan.

Dosen Pembimbing – I : Hj,Irma Dewi S.T.M.Si
Dosen Pembimbing – II : Ir.Zurkiyah.M.T
Dosen Pembanding - I : Ir.Sri Asfiati.M.T
Dosen Pembanding - II : Dr.Fahrizal Zukarnain.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- tabel gbr. hrs ada sumber
- semua data hrs di Bab 3
- teori tidak di Bab 3
- perhitungan periton Ray / Kesimpulan sesuai pd bagian modal

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....
.....
NOF *Sidang di perbaiki*
16/8-2019 *Jm*

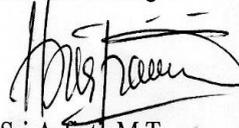
Medan 04 Dzulhijjah 1440H
05 Agustus 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fakhrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- I



Ir.Sri Asfiati .M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Khalif
NPM : 1507210206
Judul T.Akhir : Studi Karakteristik Pergerakan Pajalan Kaki Di Pedestrian
Road Masjid Raya Medan.

Dosen Pembimbing – I : Hj,Irma Dewi S.T.M.Si
Dosen Pembimbing – II : Ir.Zurkiyah.M.T
Dosen Pembanding - I : Ir.Sri Asfiati.M.T
Dosen Pembanding - II : Dr.Fahrizal Zukarnain.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....*Mendy Supriya pada sidang sarjana*.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Ace ulu danlagu
[Signature] 15/8/19

Medan 04 Dzulhijjah 1440H
05 Agustus 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil

[Signature]

DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- II

[Signature]

Dr.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Muhammad Khalif
Panggilan : Khalif
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 26 Desember 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat Sekarang : Jl. Monginsidi Gg D No 15 Medan Polonia
20157
HP/ Telp.Seluler : 082211224651

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1507210206
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Mughtar Basri, No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Lulus
1	Sekolah Dasar	SD ANGKASA 2 MEDAN	2009
2	SMP	SMP KEMALA BHAYANGKARI I MEDAN	2012
3	SMA	SMA KEMALA BHAYANGKARI I MEDAN	2015
4	S1	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2019