

LAPORAN AKHIR
PENDANAAN INTERNAL

ANALISIS KECEPATAN LALU LINTAS
JALAN TERUSAN BUAH BATU, KOTA BANDUNG
(SIMPANG TERUSAN BUAH BATU)



Ketua Peneliti:
Prof. Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, M.Sc.

Anggota Peneliti:
Ivan Imanuel, S.T., M.T.

Anggota Peneliti Mahasiswa:

Felix Suhandha	NRP : 2121007
Yonathan Adi Saputra	NRP : 2121016
Aulia Jessica Saudila	NRP : 2121017
Deananta Julianna P	NRP : 2121035
Immanuel Marchellino	NRP : 2121042
Hans Hubert Herizet	NRP : 2121045

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNOLOGI DAN REKAYASA CERDAS
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
BANDUNG
2024

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	2
DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR GAMBAR.....	4
DAFTAR TABEL.....	5
BAB I PENDAHULUAN	6
1.1. Latar Belakang	6
1.2. Tujuan	7
1.3. Ruang Lingkup.....	7
1.4. Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI.....	9
2.1. Jalan dan Perlintasan Sebidang	9
2.2. Fungsi Jalan dan Sistem Jaringan Jalan	9
2.3. Kelas Jalan dan Status Jalan.....	10
2.4. Kinerja Lalu Lintas	11
2.5. Kecepatan.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1. Bagan Alir Penelitian	16
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	17
3.3. Metode Survei	17
BAB IV ANALISIS DATA	18
4.1. Data Kecepatan Waktu Lalu Lintas.....	18
4.2. Data Kecepatan Ruang Lalu Lintas	19
4.3. Data Kecepatan Rata-Rata Terbobot.....	20
4.4. Distribusi Frekuensi Kecepatan	21
4.5. Perbandingan Hasil Pengamatan Dilapangan dan Perhitungan MKJI.....	26
4.6. Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan.....	26
4.7. Tingkat Pelayanan.....	30
4.8. Rekomendasi Gagasan	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN L 1 DENAH LOKASI PENELITIAN.....	36
LAMPIRAN L 2 AKTIVITAS PENELITIAN KECEPATAN	37
LAMPIRAN L 3 DATA-DATA HASIL PENGAMATAN KECEPATAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	16
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian.....	17
Gambar 4. 1 Lengkung Distribusi Frekuensi dan Frekuensi Kumulatif Utara - Selata.....	23
Gambar 4. 2 Lengkung Distribusi Frekuensi dan Frekuensi Kumulatif Selatan-Utara.....	25
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Volume-Kecepatan Greenshield U-S.....	27
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Volume-Kecepatan Greenshield S-U	27
Gambar 4. 5 Hubungan Volume dan Kepadatan Greenshield U-S.....	28
Gambar 4. 6 Hubungan Volume dan Kepadatan Greenshield S-U.....	29
Gambar 4.7 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Greenshield U-S	29
Gambar 4. 8 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Greenshield S-U	30
Gambar L1.2 Denah Penelitian Jalan Terusan Buah Batu.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tingkat Pelayanan Jalan	13
Tabel 4.1 Kecepatan Waktu Kendaraan Arah Utara-Selatan	18
Tabel 4. 2 Kecepatan Waktu Kendaraan Arah Selatan -Utara	18
Tabel 4. 3 Kecepatan Ruang Kendaraan Arah Utara-Selatan	19
Tabel 4. 4 Kecepatan Ruang Kendaraan Arah Selatan -Utara	19
Tabel 4.5 Kecepatan Rata-Rata Terbobot Waktu Utara-Selatan	20
Tabel 4.6 Kecepatan Rata-Rata Terbobot Waktu Selatan-Utara	20
Tabel 4.7 Kecepatan Rata-Rata Terbobot Ruang Utara-Selatan	21
Tabel 4.8 Kecepatan Rata-Rata Terbobot Ruang Selatan-Utara	21
Tabel 4. 9 Distribusi Frekuensi Kecepatan Utara - Selatan	21
Tabel 4. 10 Distribusi Frekuensi Kecepatan Selatan - Utara	23
Tabel 4.11 Pembandingan Hasil Pengamatan Dilapangan dan Perhitungan MKJI	26
Tabel 4.12 Tingkat Pelayanan Jalan	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transportasi memegang peran vital dalam menunjang aktivitas kehidupan manusia sehari-hari. Keterkaitan antara transportasi dengan distribusi aktivitas manusia, pergerakan barang, dan pelayanan jasa sangatlah erat. Dalam konteks tersebut, sistem transportasi berkontribusi besar terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk aspek sosial, ekonomi, lingkungan, hingga bidang politik dan pertahanan negara.

Pertumbuhan jumlah penduduk yang tinggi secara langsung memengaruhi kapasitas sistem transportasi dalam memenuhi kebutuhan mobilitas masyarakat. Semakin padat suatu wilayah, maka akan semakin besar pula tingkat permintaan terhadap sarana transportasi, terutama kendaraan. Hal ini mencerminkan tingginya kebutuhan masyarakat akan layanan angkutan untuk mendukung mobilitas individu maupun distribusi barang di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu infrastruktur utama yang mendukung kelancaran lalu lintas adalah jalan raya.

Jalan merupakan infrastruktur yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Seluruh aktifitas manusia sangat bergantung pada jalan dari sektor ekonomi, pengiriman, dan masih banyak lagi. Dari jalan yang berada di kota yang dapat menampung banyak kendaraan hingga jalan kecil yang menghubungkan antar desa, seluruhnya diperlukan untuk menghubungkan satu tempat dengan tempat lainnya. Hal ini yang menyebabkan kegiatan sehari-hari kita tidak terlepas dengan infrastruktur yang disebut jalan.

Pada infrastruktur jalan raya, terdapat dua komponen utama yakni ruas jalan dan simpang. Ruas jalan merupakan segmen yang menghubungkan satu simpang dengan simpang lainnya, sehingga memiliki fungsi utama sebagai jalur pergerakan kendaraan. Selain itu, jenis kendaraan yang melintasi suatu ruas juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kepadatan lalu lintas di area tersebut.

Begitu pula yang terjadi kawasan Jalan Terusan Buah Batu, Bandung. Kendaraan yang melewati jalan tersebut bermacam-macam, antara lain mobil, angkot, bus, truk, dan sepeda motor. Selain itu pertumbuhan ini mencakup perkembangan infrastruktur, pembangunan perumahan, pusat perbelanjaan, dan berbagai fasilitas umum lainnya. Salah satu elemen penting dalam infrastruktur perkotaan adalah jaringan jalan. Jalan-jalan terusan,

seperti Jalan Terusan Buah Batu di Kota Bandung, memiliki peran yang sangat vital dalam mendukung mobilitas penduduk dan perkembangan ekonomi kota. Namun, pertumbuhan pesat yang terjadi di Kota Bandung juga menimbulkan sejumlah masalah yang berkaitan dengan jalan-jalan terusan ini.

Maka dari itu, diperlukan kajian lebih lanjut dan studi kasus di Jalan Terusan Buah Batu, Kota Bandung. Dalam rangka mengidentifikasi, menganalisis, dan mencari solusi terhadap sejumlah tantangan yang dihadapi oleh jalan ini, serta untuk memahami dampak pertumbuhan pesat kota terhadap infrastruktur transportasinya, telah dilakukan survei inventarisasi yang komprehensif.

1.2. Tujuan

Tujuan Penelitian Kecepatan Lalu Lintas Jalan Terusan Buah Batu, Kota Bandung adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui rata-rata kecepatan kendaraan yang melewati ruas jalan Terusan Buah Batu.
2. Menentukan kecepatan rata-rata waktu, kecepatan rata-rata ruang, dan kecepatan rata-rata lalu lintas terbobot.
3. Menentukan tingkat pelayanan pada ruas jalan Terusan Buah Batu.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang Lingkup Penelitian Kecepatan Lalu Lintas Jalan Terusan Buah Batu, Kota Bandung adalah sebagai berikut:

1. Lokasi Penelitian ini dilakukan di Jalan Terusan Buah Batu, Kota Bandung.
2. Pengukuran karakteristik jalan mencakup berbagai aspek, seperti jumlah kendaraan dan kecepatan kendaraan yang diidentifikasi setiap 50 meter, serta mengidentifikasi hambatan samping yang ada.
3. Jenis kendaraan yang dihitung adalah sepeda motor (LV), kendaraan ringan (MV) yaitu pribadi dan angkot, kendaraan berat (HV dan kendaraan tak bermotor (UM).

1.4. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Laporan ini diuraikan dalam 5 (lima) pokok bahasan sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan, berisi latar belakang, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.
2. Bab II Studi Literatur, menguraikan teori mengenai jalan dan perlintasan sebidang, kecepatan serta teori-teori pendukung yang berkaitan dengan masalah yang ditinjau.

3. Bab III Metode Penelitian, membahas diagram alir Penelitian, lokasi dan waktu Penelitian, dan metode survei.
4. Bab IV Analisis Data, berisi penyajian data, perhitungan kinerja lalu lintas jalan yang ditinjau yang berkaitan dengan kecepatan seperti perhitungan kecepatan ruang, waktu dan terbobot.
5. Bab V Simpulan dan Saran, berisi simpulan hasil analisis data serta saran yang diusulkan setelah dilakukan analisis dan pembahasan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Jalan dan Perlintasan Sebidang

Jalan di wilayah perkotaan digolongkan dalam kategori tertentu apabila menunjukkan perkembangan lahan yang bersifat permanen dan berkesinambungan di sepanjang sisi jalan, minimal pada salah satu sisinya. Jalan-jalan yang berada di atau dekat dengan pusat kota dengan jumlah penduduk melebihi 100.000 jiwa secara otomatis termasuk dalam kelompok ini. Bahkan untuk kota dengan jumlah penduduk di bawah 100.000 jiwa, klasifikasi serupa tetap berlaku jika di sepanjang ruas jalan tersebut terdapat perkembangan samping yang bersifat permanen dan terus-menerus (MKJI, 1997).

Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum (2012), jalan didefinisikan sebagai infrastruktur transportasi darat yang mencakup seluruh bagian jalan beserta bangunan pelengkap dan fasilitasnya. Sarana ini dirancang untuk mendukung aktivitas lalu lintas dan dapat berada di permukaan tanah, di atas tanah, di bawah tanah, di dalam air, maupun di atas permukaan air. Pengertian ini tidak mencakup jalur kereta api, lori, maupun kabel. Jalan raya sendiri dapat diartikan sebagai lintasan buatan manusia di permukaan bumi yang memiliki bentuk dan ukuran tertentu, digunakan untuk memfasilitasi pergerakan manusia, hewan, serta kendaraan yang mengangkut barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya secara cepat dan efisien.

Dalam proses perencanaan jalan raya, aspek geometrik harus dirancang secara cermat agar mampu memberikan pelayanan maksimal sesuai dengan peran dan fungsinya. Tujuan utama dari perencanaan geometrik adalah menciptakan sarana transportasi yang aman, efisien dalam mengakomodasi arus lalu lintas, memberikan manfaat optimal terhadap biaya yang dikeluarkan, serta menjamin kenyamanan dan keamanan pengguna jalan.

2.2. Fungsi Jalan dan Sistem Jaringan Jalan

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006, fungsi jalan diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan peranannya dalam sistem jaringan jalan nasional, yaitu jalan arteri primer, jalan arteri sekunder, jalan kolektor primer, jalan kolektor sekunder, jalan lokal primer, dan jalan lokal sekunder. Jalan arteri primer merupakan jalan yang menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah atau antar pusat kegiatan nasional, dirancang untuk melayani distribusi barang dan

jasa dalam skala nasional. Jalan ini memiliki karakteristik kecepatan rencana minimal 60 km/jam, lebar minimal 11 meter, jumlah akses terbatas, dan dilengkapi dengan perlengkapan jalan serta jalur khusus bagi kendaraan lambat. Contoh nyata jalan arteri primer adalah Jalur Pantai Utara Jawa yang menghubungkan lima provinsi.

Sementara itu, jalan arteri sekunder melayani angkutan utama dalam kota dengan kecepatan rencana minimal 30 km/jam dan lebar badan jalan minimal 11 meter. Jalan ini menghubungkan berbagai kawasan sekunder dalam kota, jumlah akses langsung dibatasi minimal 250 meter, dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

Jalan kolektor primer berfungsi menghubungkan kota-kota antar pusat kegiatan wilayah maupun lokal, termasuk pelabuhan pengumpan. Jalan ini memiliki kecepatan rencana minimal 40 km/jam, lebar jalan minimal 9 meter, serta akses masuk dibatasi minimal 400 meter. Jalan kolektor primer mampu menampung lalu lintas harian yang relatif besar, meskipun lebih rendah dibandingkan jalan arteri.

Adapun jalan kolektor sekunder melayani distribusi di tingkat kota, terutama menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan ketiga. Jalan ini dirancang dengan kecepatan minimal 20 km/jam dan lebar badan jalan minimal 9 meter. Di area permukiman, kendaraan berat tidak diizinkan melewati jalan ini.

Jalan lokal primer menghubungkan berbagai pusat kegiatan (nasional, wilayah, lokal, hingga lingkungan) dan dirancang dengan kecepatan rencana minimal 20 km/jam. Jalan ini memiliki lebar badan jalan minimal 6 meter dan mengizinkan kendaraan angkutan barang dan bus untuk melintas.

Terakhir, jalan lokal sekunder merupakan jalan yang menghubungkan kawasan sekunder dengan perumahan, atau antar kawasan sekunder tingkat bawah. Jalan ini didesain dengan kecepatan rencana minimal 10 km/jam, lebar badan jalan minimal 5 meter, dan tidak mengizinkan kendaraan berat di daerah permukiman. Umumnya, jalan lokal sekunder memiliki volume lalu lintas harian yang paling rendah dibandingkan jalan lainnya dalam sistem jaringan jalan.

2.3. Kelas Jalan dan Status Jalan

Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, pengelompokan jalan dapat dikaji dari tiga aspek utama, yaitu berdasarkan kelas jalan (daya dukung jalan), fungsi jalan, serta pengelolaannya. Berdasarkan kelas jalan, jalan dikategorikan menjadi beberapa tingkatan

berdasarkan kapasitas dimensi kendaraan yang dapat melintas dan daya dukung muatan sumbu terberat (MST). Jalan kelas I merupakan jalan arteri dan kolektor yang mampu dilalui kendaraan bermotor dengan lebar maksimum 2.500 mm, panjang hingga 18.000 mm, tinggi sampai 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat sebesar 10 ton.

Jalan kelas II mencakup arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan, dengan batas ukuran kendaraan sedikit lebih kecil, yaitu panjang maksimal 12.000 mm dan MST sebesar 8 ton. Adapun jalan kelas III, juga mencakup semua jenis jalan, namun hanya dapat dilalui kendaraan dengan ukuran lebih kecil lagi, yaitu lebar maksimum 2.100 mm, panjang 9.000 mm, tinggi 3.500 mm, dan MST tetap sebesar 8 ton. Sementara itu, jalan kelas khusus dikhususkan untuk kendaraan berdimensi dan bermuatan besar, dengan lebar, panjang, dan muatan melebihi batas jalan kelas I, dan umumnya hanya terdapat pada jalan arteri tertentu.

Dari sisi status jalan, klasifikasi ini bertujuan untuk memberikan kepastian hukum terhadap penyelenggaraan jalan sesuai dengan kewenangan masing-masing tingkatan pemerintahan, sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004. Jalan nasional meliputi jalan arteri dan kolektor yang menjadi bagian dari jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi, termasuk pula jalan strategis nasional dan jalan tol. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten atau kota, atau antar ibu kota kabupaten/kota, serta termasuk jalan strategis di tingkat provinsi.

Jalan kabupaten dikategorikan sebagai jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan kecamatan, antarkecamatan, serta pusat-pusat kegiatan lokal, termasuk pula jalan strategis dalam lingkup kabupaten. Jalan kota berada dalam sistem jaringan jalan sekunder, dan memiliki peran menghubungkan pusat-pusat pelayanan kota, permukiman, serta persil-persil di dalam kota. Terakhir, jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan atau permukiman dalam wilayah desa, serta mencakup pula jalan lingkungan sebagai akses dasar bagi aktivitas masyarakat desa.

2.4. Kinerja Lalu Lintas

Kinerja ruas jalan dapat dimaknai sebagai representasi kuantitatif dari kondisi aktual yang terjadi di suatu ruas jalan tertentu. Menurut Morlok (1978), kinerja jalan menggambarkan sejauh mana sebuah jalan dapat melaksanakan fungsinya dengan baik. Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, parameter utama yang digunakan

untuk menilai kinerja tersebut adalah Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation, DS). Selain itu, MKJI 1997 juga menyatakan bahwa tingkat pelayanan suatu ruas jalan dapat ditentukan melalui nilai rasio Q/C (arus terhadap kapasitas) pada ruas jalan bersangkutan.

Umumnya, penilaian performa jalan mencakup aspek kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, serta panjang antrean. Kajian tersebut memberikan gambaran menyeluruh terhadap kondisi operasional lalu lintas. Tingkat pelayanan jalan mengindikasikan kualitas operasional arus lalu lintas dan persepsi pengguna jalan terhadap kenyamanan berkendara.

Secara umum, kinerja sistem dapat didefinisikan sebagai bentuk kemampuan atau pencapaian kerja dari suatu sistem. Evaluasinya dapat dilakukan baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Namun demikian, pendekatan penilaian kerap kali terbentur pada pilihan metode atau instrumen ukur yang digunakan. Hasil dari berbagai penelitian menunjukkan adanya variasi yang luas dalam merumuskan indikator kinerja sistem, bergantung pada banyaknya variabel yang terlibat dan pendekatan analisis yang digunakan. Selain itu, tujuan dari evaluasi sistem juga turut memengaruhi jenis ukuran yang dipakai.

Morlok (1978) mengemukakan dua aspek utama dalam pengukuran performa jaringan transportasi, yaitu:

1. Volume lalu lintas: Menggambarkan jumlah pergerakan kendaraan dalam suatu jaringan yang memiliki kapasitas tertentu.
2. Kecepatan pergerakan: Merupakan indikator yang mencerminkan hubungan antara volume dan kecepatan kendaraan, yang berguna untuk menggambarkan performa sistem jaringan dalam klasifikasi tingkat pelayanan jalan

Indikator yang umum digunakan dalam menilai tingkat pelayanan jalan tersaji pada Tabel 2.1, yang menunjukkan hubungan antara rasio volume terhadap kapasitas (V/C) dan kecepatan operasional. Tingkat pelayanan merupakan indikator yang merepresentasikan seberapa baik suatu ruas jalan dalam melayani arus lalu lintas. Faktor-faktor utama dalam penentuan tingkat pelayanan meliputi volume kendaraan, kecepatan rata-rata, kenyamanan, serta aspek keselamatan pengguna jalan. Dalam konteks jalan arteri perkotaan, Susilo (2014) menyebutkan bahwa klasifikasi tingkat pelayanan dibagi menjadi enam level, yaitu A hingga F. Tingkatan A menunjukkan performa tertinggi, sedangkan F menggambarkan kondisi operasional paling buruk. Masing-masing tingkatan memiliki karakteristik arus lalu lintas yang spesifik, yaitu:

1. Tingkat Pelayanan A: Kondisi arus sangat lancar, kendaraan dapat bergerak pada kecepatan mendekati kecepatan arus bebas, yaitu sekitar 90%. Hambatan dan tundaan hampir tidak ada.
2. Tingkat Pelayanan B: Kecepatan sedikit menurun akibat tundaan di persimpangan, dengan kecepatan rata-rata sekitar 70% dari arus bebas. Arus masih tergolong lancar.
3. Tingkat Pelayanan C: Arus mulai terpengaruh oleh volume lalu lintas tinggi, gerakan kendaraan menjadi terbatas, dan antrean mulai terbentuk.
4. Tingkat Pelayanan D: Lalu lintas mendekati kondisi tidak stabil, penambahan volume dapat menimbulkan penurunan kecepatan dan meningkatnya tundaan. Kecepatan rata-rata berkisar 40% dari arus bebas.
5. Tingkat Pelayanan E: Arus lalu lintas tidak stabil, volume mendekati kapasitas maksimum. Kecepatan menurun menjadi sekitar 33% dari arus bebas, dan antrean kendaraan mencapai simpang.
6. Tingkat Pelayanan F: Lalu lintas dalam kondisi stagnan atau terhenti. Kecepatan sangat rendah, bahkan bisa nol, dengan kecepatan rata-rata sekitar 25% dari arus bebas. Antrean dan tundaan sangat tinggi.

Dengan asumsi kecepatan arus bebas (U_f) adalah 50 km/jam, maka hubungan antara tingkat pelayanan, kecepatan perjalanan, dan derajat kejenuhan ditampilkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasional Terkait	V/C
A	Arus sangat lancar, kecepatan rata-rata > 60 km/jam	<0,2
B	Arus stabil, kecepatan rata-rata antara 50–60 km/jam (untuk jalan antar kota)	< 0,44
C	Arus masih stabil, kecepatan rata-rata antara 40–50 km/jam (untuk jalan perkotaan)	< 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan rata-rata antara 35–40 km/jam	< 0,84
E	Arus terganggu, tundaan tinggi, kecepatan antara 30–35 km/jam	<1
F	Arus terhenti atau macet, kecepatan rata-rata < 30 km/jam	>1

Tingkat kemacetan lalu lintas yang dipicu oleh hambatan samping dapat berdampak pada penurunan laju kendaraan dan menurunnya kapasitas jalan secara keseluruhan.

Menurut Rizani et al. (2013), kapasitas jalan didefinisikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati titik tertentu dalam periode satu jam di bawah kondisi lalu lintas yang telah ditentukan. Parameter kapasitas ini digunakan sebagai dasar dalam menilai kondisi lalu lintas eksisting maupun dalam perencanaan lalu lintas masa depan. Secara umum, terdapat dua jenis tolok ukur kapasitas, yaitu kapasitas dasar dan kapasitas operasional. Kapasitas operasional adalah kapasitas dasar yang telah disesuaikan dengan berbagai pengaruh lingkungan eksternal.

2.5. Kecepatan

Kecepatan merupakan salah satu parameter utama yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat pelayanan (Level of Service/LOS) pada suatu sistem jaringan transportasi. Dalam pengertian yang lebih luas, LOS dipengaruhi oleh kombinasi dari kecepatan atau waktu tempuh, waktu tunggu, biaya perjalanan, serta faktor lainnya (Tamin, Ofyar Z., 2000).

Menurut Susilo, B.H. (2014), kecepatan didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh kendaraan dalam suatu periode waktu tertentu. Satuan pengukuran kecepatan dapat berupa kilometer per jam (km/jam), meter per detik (m/detik), atau meter per menit (m/menit). Nilai kecepatan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi geometrik jalan, volume lalu lintas, waktu pengamatan, karakteristik lingkungan, dan perilaku pengemudi. Dalam analisis kecepatan lalu lintas, terdapat beberapa jenis kecepatan yang umum digunakan, yaitu:

- a) Kecepatan spot merupakan kecepatan sesaat kendaraan ketika melewati suatu titik tertentu pada ruas jalan. Kecepatan ini biasanya digunakan untuk menggambarkan variasi kecepatan kendaraan di satu lokasi spesifik.
- b) Kecepatan rata-rata saat (Time Mean Speed = $U't$), Menunjukkan nilai rata-rata kecepatan aritmetika kendaraan yang melintas pada satu titik pengamatan dalam periode tertentu. Dinyatakan dalam rumus berikut:

$$U't = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{n} \quad (2.3)$$

Dimana:

U_i = kecepatan kendaraan ke-i (km/jam)

N = jumlah kendaraan yang diamati

- c) Kecepatan jalan (Running Speed), Menggambarkan kecepatan kendaraan ketika dalam kondisi bergerak aktif, dihitung dari hasil pembagian antara jarak tempuh

dengan waktu perjalanan. Kecepatan rata-rata jalan dapat dihitung menggunakan formula berikut:

$$U = \frac{s}{t} \quad \longrightarrow \quad U_{rata-rata} = \frac{U_1 x t_1 + U_2 x t_2 + U_3 x t_3 \dots + U_n x t_n}{t_1 + t_2 + t_3 \dots + t_n} \quad (2.3)$$

Dimana:

s = jarak tempuh (m, km)

U = kecepatan (km/jam, m/detik)

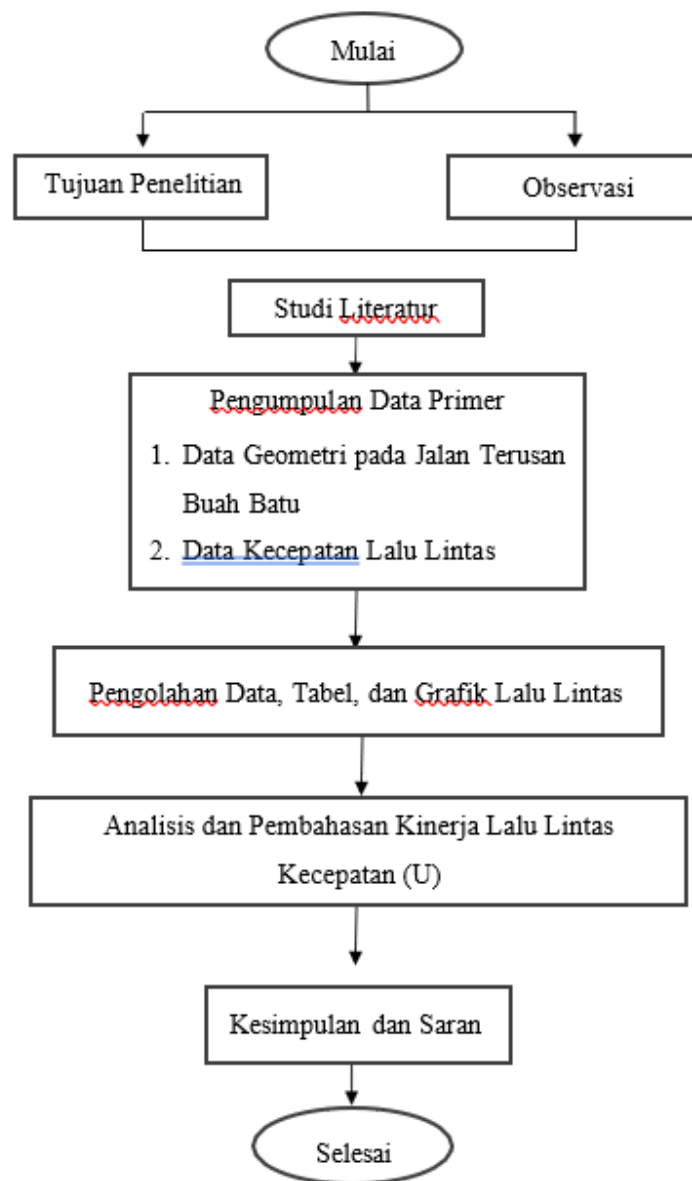
t = waktu tempuh (jam, detik)

- d) Kecepatan rencana merupakan kecepatan maksimum yang dapat dicapai secara aman di suatu ruas jalan, yang dirancang sebagai kecepatan operasional tertinggi dalam kondisi cuaca yang mendukung. Kecepatan ini menjadi dasar dalam perencanaan geometrik jalan.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Proses penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi berbagai aspek yang berkaitan dengan data hasil pengukuran di lapangan. Dari tahap ini, ditetapkan tujuan penelitian serta diperoleh gambaran awal melalui observasi pendahuluan. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis secara sistematis untuk menghasilkan temuan yang relevan. Akhir dari proses ini ditandai dengan penyusunan kesimpulan serta rekomendasi berdasarkan hasil analisis. Alur lengkap tahapan penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jalan Terusan Buah Batu, yang terletak di Kota Bandung. Jalan ini memiliki panjang sekitar 850 meter, dan pengamatan dilakukan pada koordinat geografis sekitar $6^{\circ}56'56.6''\text{S}$ $107^{\circ}38'04.0''\text{E}$. Penelitian ini berlangsung pada hari minggu, 15 Oktober 2023 pukul 06.00 – 18.00 WIB, selama 12 jam.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian

Sumber : <https://www.streetdirectory.com/indonesia/bandung/>

3.3. Metode Survei

Pengamatan dilakukan dengan langsung turun ke jalan. Untuk mendapatkan data kecepatan dilakukan pencatatan waktu tempuh kendaraan dengan jarak tempuh sejauh 50 meter. Sebuah pohon digunakan sebagai penanda, lalu dengan bantuan aplikasi diukur jarak sebanyak 50 meter. Lalu, dilakukan pengukuran waktu tempuh dengan bantuan aplikasi stopwatch pada smartphone. Adapun jenis kendaraan yang dihitung digolongkan menjadi empat jenis yaitu : SM (Sepeda Motor), KR (Kendaraan Ringan), KB (Kendaraan Berat), KTB (Kendaraan Tidak Bermotor). Pengukuran kecepatan lalu lintas ini dilakukan selama 12 jam, dengan interval per 15 menit.

BAB IV ANALISIS DATA

4.1. Data Kecepatan Waktu Lalu Lintas

Kecepatan rata-rata waktu (*time mean speed*) merupakan kecepatan rata-rata dari sejumlah kendaraan yang diamati pada satu lokasi tertentu selama periode pengamatan. Nilai ini diperoleh melalui pengukuran kecepatan beberapa kendaraan yang melintasi titik pengamatan yang sama. Perhitungan time mean speed dilakukan menggunakan Persamaan 4.1.

$$\bar{u} = \frac{U_1 + U_2 + \dots + U_n}{n} \quad 4.1$$

Tabel 4.1 Kecepatan Waktu Kendaraan Arah Utara-Selatan

Waktu	Sepeda Motor (MC)		Kend. Ringan (LV)		Kend. Berat (HV)		Kend. Tidak Bermotor (UM)	
	m/s	km/h	m/s	km/h	m/s	km/h	m/s	km/h
06.00-07.00	10,20	36,74	8,47	30,48	6,43	23,14	5,49	19,78
07.00-08.00	9,61	34,61	8,40	30,23	6,84	24,62	5,40	19,46
08.00-09.00	10,00	36,01	8,56	30,81	5,78	20,81	5,02	18,09
09.00-10.00	9,35	33,66	8,67	31,22	6,01	21,63	5,33	19,18
10.00-11.00	12,39	44,62	9,75	35,10	6,76	24,34	5,66	20,37
11.00-12.00	9,30	33,49	8,12	29,25	5,93	21,36	5,12	18,44
12.00-13.00	11,06	39,81	9,29	33,46	6,82	24,56	4,81	17,32
13.00-14.00	9,13	32,85	7,63	27,45	5,33	19,17	4,22	15,18
14.00-15.00	9,54	34,33	7,02	25,26	6,00	21,61	2,99	10,78
15.00-16.00	8,89	32,00	8,48	30,55	5,05	18,20	4,78	17,21
16.00-17.00	9,44	34,00	5,92	21,30	5,48	19,72	5,20	18,73
17.00-18.00	5,54	19,93	1,98	7,13	3,29	11,85	5,43	19,56
Rata-rata	9,54	34,34	7,69	27,69	5,81	20,92	4,96	17,84

Tabel 4. 2 Kecepatan Waktu Kendaraan Arah Selatan -Utara

Waktu	Sepeda Motor (MC)		Kend. Ringan (LV)		Kend. Berat (HV)		Kend. Tidak Bermotor (UM)	
	m/s	km/h	m/s	km/h	m/s	km/h	m/s	km/h
06.00-07.00	13,32	47,93	11,91	42,86	11,04	39,73	5,58	20,09
07.00-08.00	10,72	38,58	10,12	36,42	8,86	31,91	4,87	17,54
08.00-09.00	12,80	46,07	8,06	33,60	8,91	32,08	5,57	20,04
09.00-10.00	10,14	36,51	7,50	27,02	9,76	35,15	6,25	22,50
10.00-11.00	11,51	41,43	8,93	40,00	8,17	29,42	4,42	15,93
11.00-12.00	10,37	37,33	10,79	35,24	7,94	28,58	4,47	16,08
12.00-13.00	11,07	39,84	11,04	33,23	6,94	24,99	4,44	15,98
13.00-14.00	11,40	41,04	10,80	29,93	7,84	28,23	3,95	14,21
14.00-15.00	10,25	36,89	11,08	26,29	8,66	31,17	3,17	11,42
15.00-16.00	12,92	46,52	11,06	43,52	9,58	34,50	3,88	13,96

16.00-17.00	12,63	45,47	11,04	44,86	9,32	33,56	5,93	21,34
17.00-18.00	13,13	47,28	10,95	44,74	10,22	36,80	5,86	21,10
Rata-rata	11,69	42,07	10,27	36,48	8,94	32,18	4,87	17,52

4.2. Data Kecepatan Ruang Lalu Lintas

Kecepatan rata-rata ruang (space mean speed) adalah nilai kecepatan rata-rata kendaraan yang dihitung berdasarkan waktu tempuh sepanjang segmen jalan yang diamati. Nilai ini mencerminkan rasio antara jarak total yang dilalui dengan rata-rata waktu perjalanan kendaraan untuk menempuh jarak tersebut. Perhitungan space mean speed dilakukan dengan menggunakan Persamaan 4.2.

$$\bar{u} = \frac{L}{(t_1+t_2+\dots+t_n)/n} \quad 4.2$$

Tabel 4. 3 Kecepatan Ruang Kendaraan Arah Utara-Selatan

Waktu	Sepeda Motor (MC)		Kend. Ringan (LV)		Kend. Berat (HV)		Kend. Tidak Bermotor (UM)	
	m/s	km/h	m/s	km/h	m/s	km/h	m/s	km/h
06.00-07.00	9,56	34,43	8,17	29,40	6,43	23,14	5,27	18,96
07.00-08.00	9,30	33,49	8,10	29,18	6,00	21,60	5,24	18,88
08.00-09.00	9,60	34,58	8,26	29,73	5,68	20,43	4,89	17,61
09.00-10.00	8,84	31,81	8,36	30,08	5,80	20,88	5,19	18,68
10.00-11.00	11,63	41,87	9,58	34,50	6,60	23,76	5,17	18,62
11.00-12.00	9,00	32,40	7,84	28,23	5,80	20,90	4,97	17,89
12.00-13.00	10,70	38,51	8,78	31,60	6,65	23,95	4,50	16,20
13.00-14.00	8,81	31,73	7,36	26,49	5,23	18,83	4,17	15,00
14.00-15.00	9,15	32,94	6,82	24,56	5,92	21,30	2,97	10,67
15.00-16.00	8,65	31,14	8,15	29,33	4,23	15,24	4,61	16,58
16.00-17.00	9,22	33,20	4,09	14,72	3,77	13,59	4,85	17,45
17.00-18.00	4,99	17,98	1,74	6,28	2,21	7,96	5,04	18,15
Rata-rata	9,12	32,84	7,27	26,17	5,36	19,30	4,74	17,06

Tabel 4. 4 Kecepatan Ruang Kendaraan Arah Selatan -Utara

Waktu	Sepeda Motor (MC)		Kend. Ringan (LV)		Kend. Berat (HV)		Kend. Tidak Bermotor (UM)	
	m/s	km/h	m/s	km/h	m/s	km/h	m/s	km/h
06.00-07.00	9,56	34,43	8,17	29,40	6,43	23,14	5,27	18,96
07.00-08.00	9,30	33,49	8,10	29,18	6,00	21,60	5,24	18,88
08.00-09.00	9,60	34,58	8,26	29,73	5,68	20,43	4,89	17,61
09.00-10.00	8,84	31,81	8,36	30,08	5,80	20,88	5,19	18,68
10.00-11.00	11,63	41,87	9,58	34,50	6,60	23,76	5,17	18,62

11.00-12.00	9,00	32,40	7,84	28,23	5,80	20,90	4,97	17,89
12.00-13.00	10,70	38,51	8,78	31,60	6,65	23,95	4,50	16,20
13.00-14.00	8,81	31,73	7,36	26,49	5,23	18,83	4,17	15,00
14.00-15.00	9,15	32,94	6,82	24,56	5,92	21,30	2,97	10,67
15.00-16.00	8,65	31,14	8,15	29,33	4,23	15,24	4,61	16,58
16.00-17.00	9,22	33,20	4,09	14,72	3,77	13,59	4,85	17,45
17.00-18.00	4,99	17,98	1,74	6,28	2,21	7,96	5,04	18,15
Rata-rata	9,12	32,84	7,27	26,17	5,36	19,30	4,74	17,06

4.3.Data Kecepatan Rata-Rata Terbobot

Kecepatan rata-rata waktu terbobot lalu lintas (Weighted Time Mean Speed) adalah suatu metrik yang digunakan dalam analisis lalu lintas untuk menggambarkan kecepatan rata-rata perjalanan kendaraan di suatu segmen jalan raya dengan mempertimbangkan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut.

$$\bar{u} = \frac{Vol_{SM} \times U_{SM} + Vol_{KR} \times U_{KR} + Vol_{KB} \times U_{KB} + Vol_{KTB} \times U_{KTB}}{Vol_{SM} + Vol_{KR} + Vol_{KB} + Vol_{KTB}} \quad 4.3$$

Tabel 4.5 Kecepatan Rata-Rata Terbobot Waktu Utara-Selatan

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor (MC)	Kend. Ringan (LV)	Kend. Berat (HV)	Kend. Tidak Bermotor (UM)
Volume (kendaraan)	32325	13967	390	329
Kecepatan Rata-rata Terbobot Waktu (m/s)	8,93			
Kecepatan Rata-rata Terbobot Waktu (km/h)	32,13			

Tabel 4.6 Kecepatan Rata-Rata Terbobot Waktu Selatan-Utara

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor (MC)	Kend. Ringan (LV)	Kend. Berat (HV)	Kend. Tidak Bermotor (UM)
Volume (kendaraan)	34346	14807	533	575
Kecepatan Rata-rata Terbobot Waktu (m/s)	11,16			
Kecepatan Rata-rata Terbobot Waktu (km/h)	40,19			

Tabel 4.7 Kecepatan Rata-Rata Terbobot Ruang Utara-Selatan

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor (MC)	Kend. Ringan (LV)	Kend. Berat (HV)	Kend. Tidak Bermotor (UM)
Volume (kendaraan)	32325	13967	390	329
Kecepatan Rata-rata Terbobot Ruang (m/s)	8,51			
Kecepatan Rata-rata Terbobot Ruang (km/h)	30,64			

Tabel 4.8 Kecepatan Rata-Rata Terbobot Ruang Selatan-Utara

Jenis Kendaraan	Sepeda Motor (MC)	Kend. Ringan (LV)	Kend. Berat (HV)	Kend. Tidak Bermotor (UM)
Volume (kendaraan)	34346	14807	533	575
Kecepatan Rata-rata Terbobot Ruang (m/s)	10,72			
Kecepatan Rata-rata Terbobot Ruang (km/h)	38,59			

4.4. Distribusi Frekuensi Kecepatan

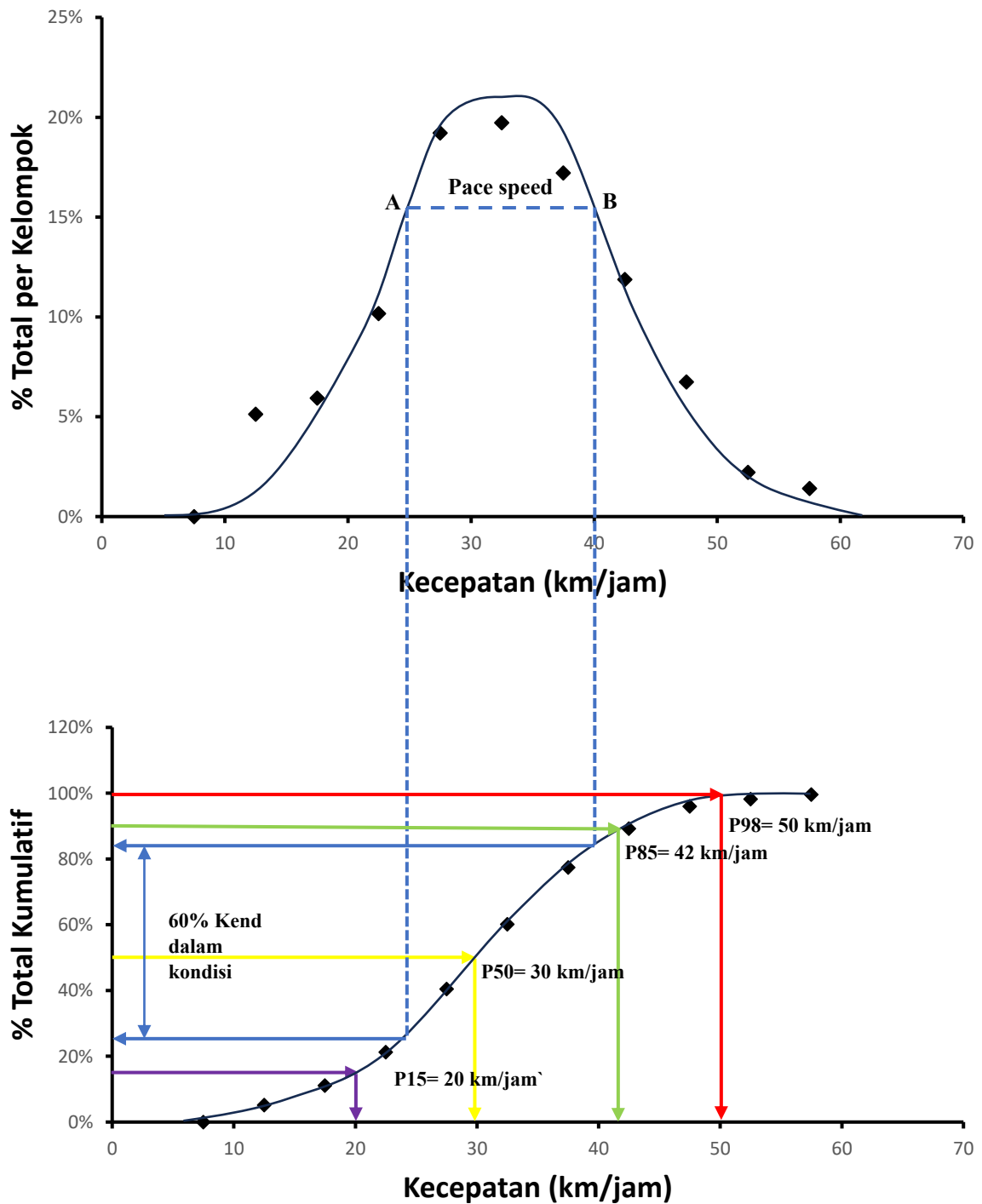
Distribusi frekuensi kecepatan menggambarkan pola penyebaran kecepatan kendaraan yang melintas di suatu ruas jalan dalam kurun waktu tertentu. Untuk memperoleh distribusi ini, dilakukan pengamatan terhadap kecepatan setiap kendaraan yang melintas, kemudian data tersebut diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok interval kecepatan. Proses ini memungkinkan analisis karakteristik lalu lintas berdasarkan frekuensi kendaraan yang berada dalam setiap rentang kecepatan.

Tabel 4. 9 Distribusi Frekuensi Kecepatan Utara - Selatan

Kel. Kec. (km/jam)	Nilai Tengah Um (km/jam)	Jml. Ken per Kel. (f)	% Total per Kel.	% Total Kumulatif
5-9.9	7,5	51	5,13	5,13
10-14.9	12,5	59	5,94	11,07
15-19.9	17,5	101	10,16	21,23
20-24.9	22,5	191	19,22	40,44
25-29.9	27,5	196	19,72	60,16
30-34.9	32,5	171	17,2	77,36
35 - 39.9	37,5	118	11,87	89,24

40 - 44.9	42,5	67	6,74	95,98
45 - 49.9	47,5	22	2,21	98,19
50 - 54.9	52,5	14	1,41	99,6
55 - 59.9	57,5	4	0,4	100
Total		994	100	-

Berdasarkan grafik distribusi frekuensi kecepatan pada gambar 4.10, dapat dilihat bahwa sebesar 60% kendaraan di Jalan Terusan Buah Batu lajur Utara-Selatan ini berada dalam kecepatan aman kendaraan yaitu antara 25-40 km/jam. Adapun kecepatan rencana yang dapat ditentukan pada P98, yaitu sebesar 50 km/jam. Apabila kecepatan kendaraan berada dibawah P15, yaitu 20 km/jam, maka keselamatan kendaraan mencapai keadaan bahaya karena akan tertabrak oleh kendaraan lainnya.



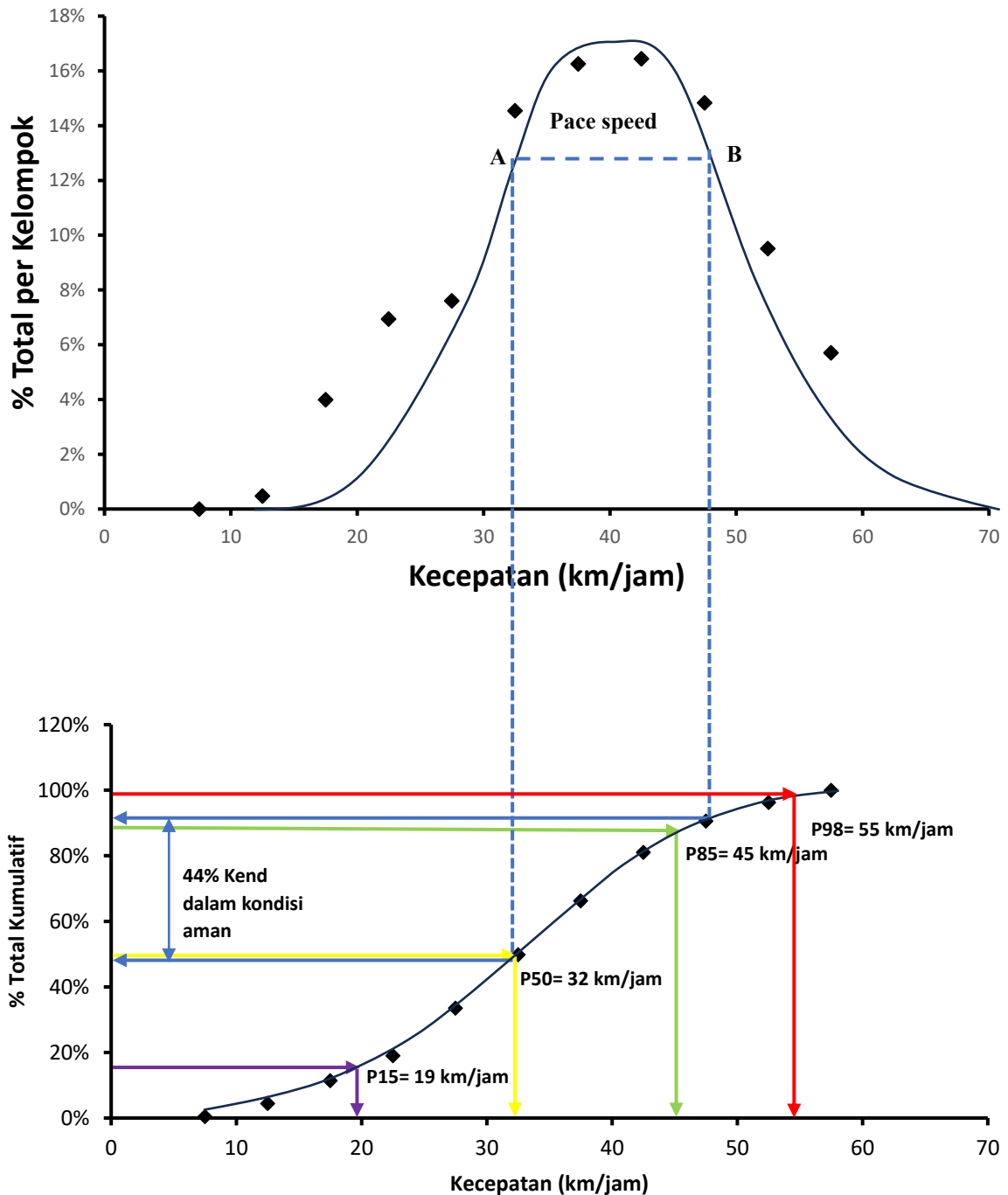
Gambar 4. 1 Lengkung Distribusi Frekuensi dan Frekuensi Kumulatif Utara - Selata

Tabel 4. 10 Distribusi Frekuensi Kecepatan Selatan - Utara

Kel. Kec. (km/jam)	Nilai Tengah Um (km/jam)	Jml. Ken per Kel. (f)	% Total per Kel.	% Total Kumulatif
5-9.9	7,5	5	0,48	0,48
10-14.9	12,5	42	3,99	4,47

15-19.9	17,5	73	6,94	11,41
20-24.9	22,5	80	7,6	19,01
25-29.9	27,5	153	14,54	33,56
30-34.9	32,5	171	16,25	49,81
35 - 39.9	37,5	173	16,44	66,25
40 - 44.9	42,5	156	14,83	81,08
45 - 49.9	47,5	100	9,51	90,59
50 - 54.9	52,5	60	5,7	96,29
55 - 59.9	57,5	39	3,71	100
Total		1052	100	

Berdasarkan grafik distribusi kecepatan pada gambar 4.11, dapat dilihat bahwa sebesar 44% kendaraan di Jalan Terusan Buah Batu lajur Selatan-Utara ini berada dalam kecepatan aman kendaraan yaitu antara 32-49 km/jam. Adapun kecepatan rencana yang dapat ditentukan pada P_{98} , yaitu sebesar 55 km/jam. Apabila kecepatan kendaraan berada dibawah P_{15} , yaitu 19 km/jam, maka keselamatan kendaraan mencapai keadaan bahaya karena akan tertabrak oleh kendaraan lainnya.



Gambar 4. 2 Lengkung Distribusi Frekuensi dan Frekuensi Kumulatif Selatan-Utara

Dari grafik lengkung distribusi frekuensi kumulatif dapat diambil kesimpulan bahwa persentase kendaraan aman untuk arah U-S sebanyak 60% dan arah S-U sebanyak 44%, cara untuk meningkatkan persentase kendaraan aman, yaitu :

Desain infrastruktur jalan yang aman : Mencakup pembangunan jalan dengan geometri yang aman salah satu contohnya dengan menutupi jalan yang berlobang, jalur khusus untuk

pejalan kaki (trotoar yang memadai) dan jalur sepeda karena dari hasil survey menunjukkan bahwa cukup banyak pengguna sepeda.

Perencanaan dan Pengelolaan lalu lintas : Mencakup pengaturan jalur lalu lintas yang efisien dengan sinyal lalu lintas yang terkoordinasi, contohnya menindaklanjuti pengguna jalan yang berlawanan arah. Transportasi umum yang aman : Mencakup pemberhentian transportasi umum seperti angkot yang berhenti di sembarang tempat, cara untuk mencegahnya dengan membuat halte yang layak bagi pengguna transportasi umum.

4.5. Pembandingan Hasil Pengamatan Dilapangan dan Perhitungan MKJI

Dari hasil perhitungan MKJI dan pengamatan dilapangan, terdapat selisih kecepatan seperti berikut:

Tabel 4.11 Pembandingan Hasil Pengamatan Dilapangan dan Perhitungan MKJI

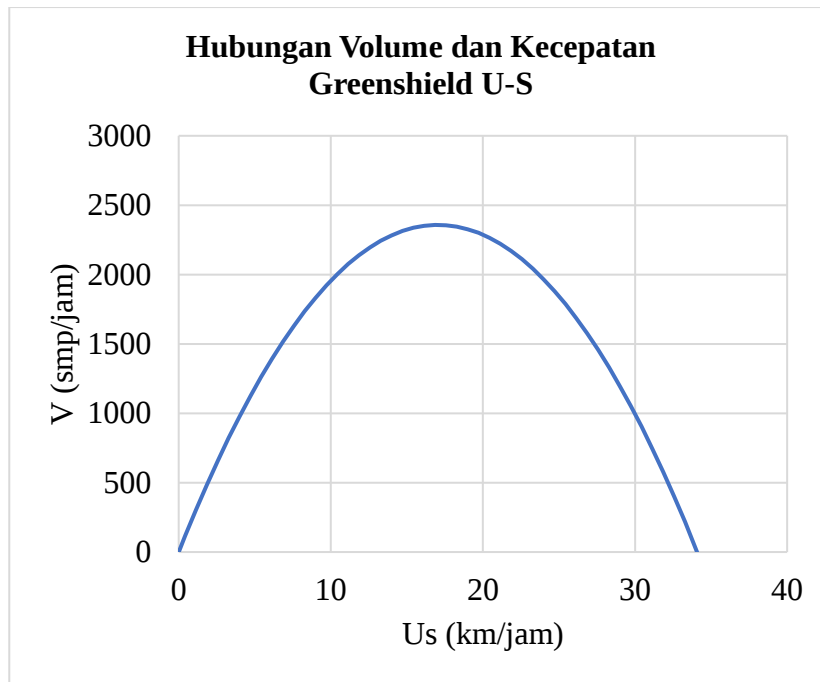
No	Arah	Pengamatan Lapangan	Perhitungan MKJI	Perbedaan (km/jam)	Perbedaan (%)
1	Utara-Selatan	30,64	48	17,36	56,66
2	Selatan-Utara	38,69	47,8	9,11	23,55

Dari hasil analisis perhitungan di lapangan dan perhitungan MKJI, terjadi selisih kecepatan yang sangat besar yaitu 56,66% dan 23,55%. Hal ini terjadi karena beberapa faktor yang terjadi di lapangan.

1. Berbedanya tempat pengamatan antara pengukuran kecepatan dan perhitungan MKJI, yang menjadi faktor pembeda atau selisih dimana adanya perbedaan kapasitas jalan.
2. Adanya kemungkinan rumus empiris yang diturunkan oleh MKJI perlu di kaji ulang karena adanya banyak faktor penyesuaian yang terus berkembang setiap tahun.

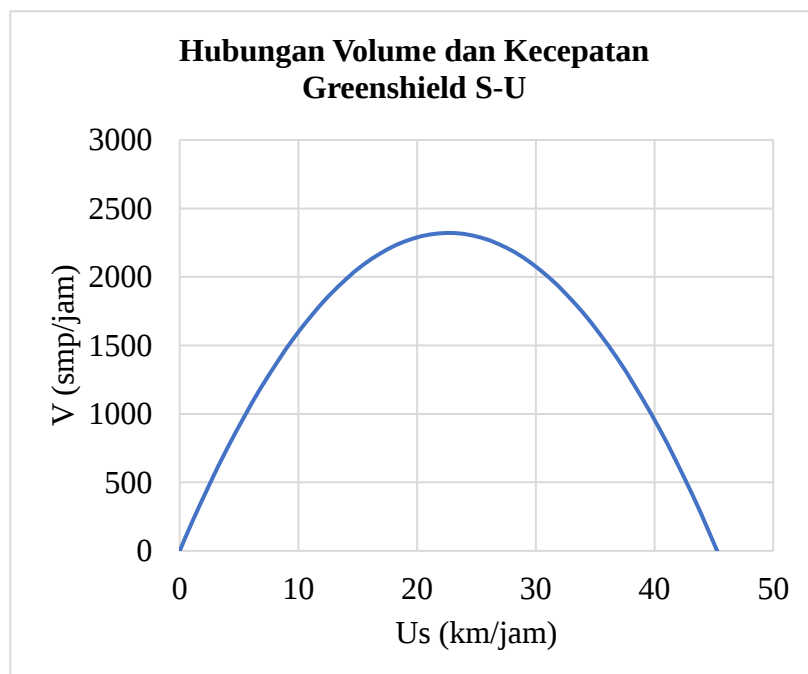
4.6. Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan

Terdapat keterkaitan yang mendasar antara volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan, dimana seiring dengan peningkatan volume lalu lintas, kecepatan kendaraan cenderung menurun hingga mencapai titik maksimum volume yang dapat ditangani oleh jalan tersebut. Setelah tercapai volume maksimum maka kecepatan dan volume akan berkurang, titik maksimum volume lalu lintas itu merupakan sebagai kapasitas ruas jalan tersebut. Jadi grafik ini menggambarkan dua kondisi yang berbeda dimana lengan kanan untuk kondisi stabil, sedangkan lengan kiri menunjukkan kondisi arus padat.



Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Volume-Kecepatan Greenshield U-S

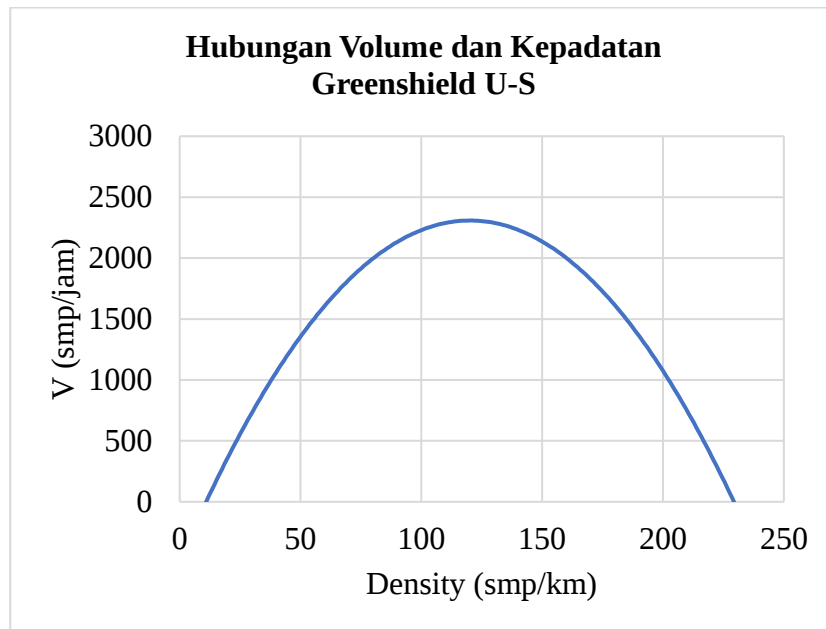
Model *Greenshield* untuk volume-kecepatan menunjukkan bahwa pada saat volume mencapai titik maksimum (V_m) sebesar 2410,2 smp/jam, kecepatan yang tercatat pada kondisi tersebut adalah 29,69 km/jam.



Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Volume-Kecepatan Greenshield S-U

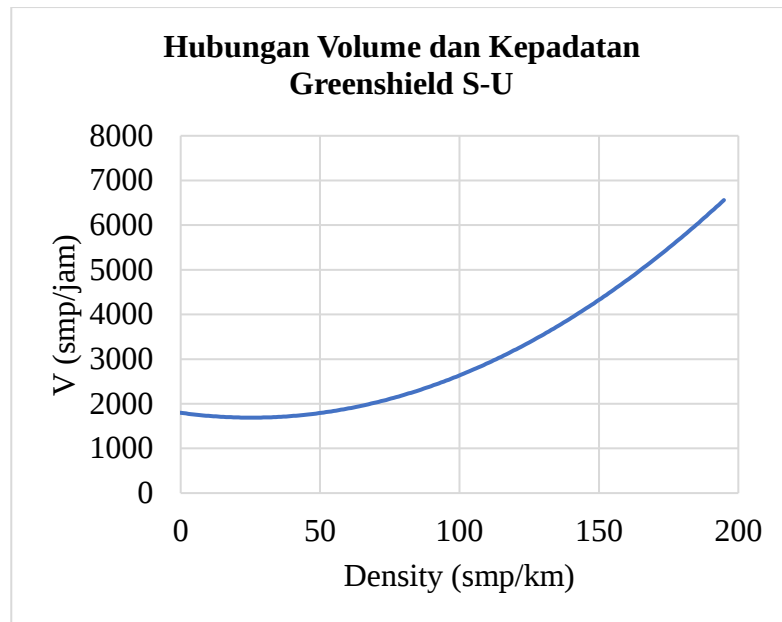
Pada grafik hubungan volume-kecepatan menurut Model *Greenshield*, saat volume mencapai titik maksimum (V_m) sebesar 2614,1 smp/jam, kecepatan yang terukur pada

kondisi tersebut adalah 36,02 km/jam. Sedangkan hubungan antara volume dan kepadatan menunjukkan bahwa kepadatan akan meningkat seiring dengan bertambahnya volume. Volume maksimum (V_m) tercapai ketika kepadatan mencapai titik D_m , yang menandakan bahwa kapasitas jalan telah tercapai. Setelah mencapai titik ini, meskipun kepadatan terus meningkat, volume akan mulai menurun hingga akhirnya terjadi kemacetan pada titik D_j .



Gambar 4. 5 Hubungan Volume dan Kepadatan Greenshield U-S

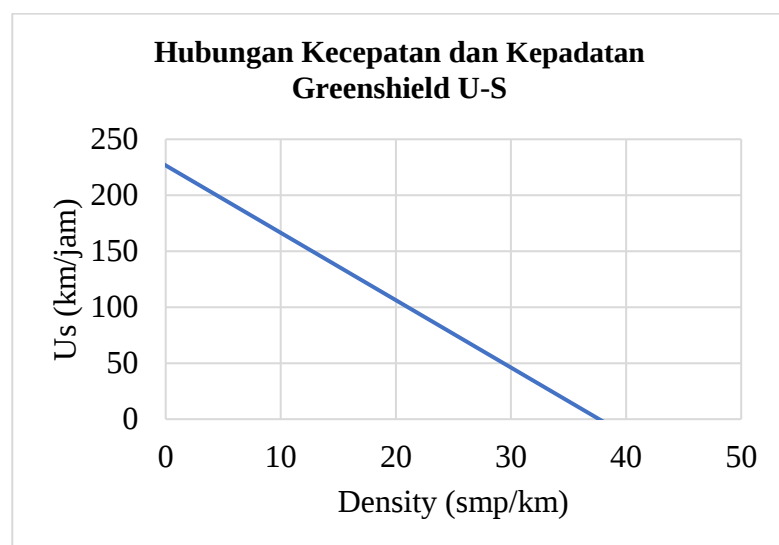
Pada grafik hubungan volume-kepadatan menurut Model Greenshield, ketika kepadatan mendekati nol, volume lalu lintas juga hampir tidak ada, seolah-olah tidak ada kendaraan yang bergerak. Namun, ketika kepadatan mulai meningkat dari nol, volume lalu lintas juga ikut meningkat. Pada kepadatan yang mencapai titik volume maksimum sebesar 2410,2 smp/km, akan tercapai suatu kondisi di mana peningkatan kepadatan justru menyebabkan penurunan volume lalu lintas.



Gambar 4. 6 Hubungan Volume dan Kepadatan Greenshield S-U

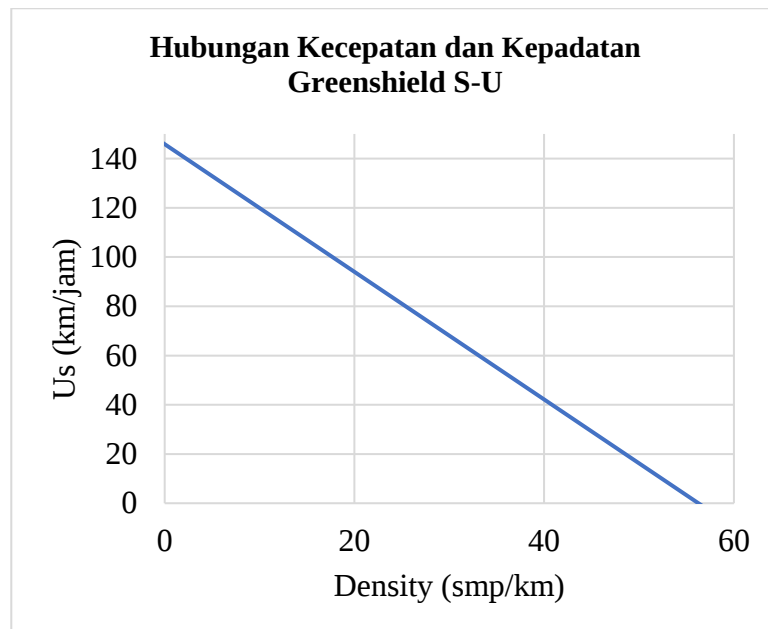
Pada grafik hubungan volume-kepadatan Model Greenshield, ketika kepadatan mendekati nol, volume lalu lintas juga akan mendekati nol, yang mengindikasikan tidak ada kendaraan yang bergerak. Ketika kepadatan meningkat dari nol, volume lalu lintas juga akan meningkat. Namun, ketika kepadatan mencapai titik volume maksimum sebesar 2614,1 smp/km, penambahan kepadatan akan menyebabkan volume mulai menurun.

Dalam hubungan kecepatan-kepadatan, kecepatan akan berkurang seiring dengan peningkatan kepadatan, dan sebaliknya, kecepatan akan meningkat jika kepadatan berkurang. Kecepatan arus bebas (U_f) terjadi ketika kepadatan sama dengan nol, sementara pada kondisi kepadatan jenuh atau macet (D_j), kecepatan perjalanan akan mendekati nol.



Gambar 4.7 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Greenshield U-S

Pada Model *Greenshield*, ketika kepadatan mendekati nol, kecepatan arus bebas tercatat sebesar 34,08 km/jam. Ketika kepadatan mencapai titik jenuh atau kondisi macet pada nilai 276,6854 smp/km, kecepatan turun menjadi nol, mengindikasikan bahwa kendaraan tidak lagi dapat bergerak.



Gambar 4. 8 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Greenshield S-U

Pada gambar hubungan kecepatan dan kepadatan Model Greenshield, terlihat bahwa pada kepadatan mendekati nol, kecepatan arus bebas adalah 45,287 km/jam. Namun, ketika kepadatan mencapai titik jenuh atau kondisi macet pada 205,016 smp/km, kecepatan menjadi nol karena kendaraan tidak dapat bergerak lagi.

4.7. Tingkat Pelayanan

Tabel 4.12 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasional Terkait	V/C
A	Arus sangat lancar, kecepatan rata-rata > 60 km/jam	<0,2
B	Arus stabil, kecepatan rata-rata antara 50–60 km/jam (untuk jalan antar kota)	< 0,44
C	Arus masih stabil, kecepatan rata-rata antara 40–50 km/jam (untuk jalan perkotaan)	< 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan rata-rata antara 35–40 km/jam	< 0,84
E	Arus terganggu, tundaan tinggi, kecepatan antara 30–35 km/jam	<1

Arus terhenti atau macet, kecepatan rata-rata < 30		
F	km/jam	>1

Tingkat pelayanan Jalan Terusan Buah Batu yang termasuk dalam kategori D dan E dengan kecepatan berada di 30,64 km/jam untuk arah utara-selatan dan 38,59 km/jam untuk arah selatan-utara dapat dijelaskan sebagai berikut. Dalam kategori D dengan kecepatan 38,59 km/jam untuk arah selatan-utara, yang mengindikasikan bahwa arus lalu lintas mendekati kondisi yang tidak stabil. Pada tingkat ini, kecepatan perjalanan rata-rata kendaraan biasanya turun menjadi sekitar 35-40 kilometer per jam. Ini bisa berarti bahwa meskipun lalu lintas masih bergerak, mulai muncul tanda-tanda kemacetan dan hambatan. Lalu lintas di tingkat ini mungkin mengalami sedikit hambatan, tetapi masih cukup bisa bergerak, dan kecepatan perjalanan masih berada dalam kisaran yang wajar.

Dalam kategori E dengan kecepatan 30,64 km/jam, mengindikasikan bahwa arus lalu lintas dianggap tidak stabil. Pada tingkat ini, lalu lintas terhambat dan mengalami tundaan yang tidak dapat ditolerir. Kecepatan perjalanan rata-rata kendaraan biasanya hanya sekitar 30-35 kilometer per jam. Ini menunjukkan bahwa kemacetan sudah signifikan, dan perjalanan menjadi sangat lambat. Arus lalu lintas pada tingkat ini terganggu secara serius, dan kendaraan mungkin mengalami tundaan yang cukup mengganggu perjalanan.

4.8. Rekomendasi Gagasan

Dari grafik lengkung distribusi frekuensi kumulatif dapat diambil kesimpulan bahwa persentase kendaraan aman untuk arah U-S sebanyak 60% dan arah S-U sebanyak 44%, cara untuk meningkatkan persentase kendaraan aman, yaitu :

- Desain infrastruktur jalan yang aman : Mencakup pembangunan jalan dengan geometri yang aman salah satu contohnya dengan menutupi jalan yang berlobang, jalur khusus untuk pejalan kaki (trotoar yang memadai) dan jalur sepeda karena dari hasil survey menunjukkan bahwa cukup banyak pengguna sepeda.
- Perencanaan dan Pengelolaan lalu lintas : Mencakup pengaturan jalur lalu lintas yang efisien dengan sinyal lalu lintas yang terkoordinasi, contohnya menindaklanjuti pengguna jalan yang berlawanan arah.
- Transportasi umum yang aman : Mencakup pemberhentian transportasi umum seperti angkot yang berhenti di sembarang tempat, cara untuk mencegahnya dengan membuat halte yang layak bagi pengguna transportasi umum.

Dari grafik lengkung distribusi frekuensi kumulatif juga diketahui bahwa kendaraan di bawah kecepatan 20 km/jam untuk arah U-S dan 19 km/jam untuk arah S-U maka keselamatan kendaraan mencapai keadaan bahaya. Cara untuk mencegah terjadinya mencapai keadaan bahaya, yaitu :

- Perencanaan lalu lintas yang baik : Mencakup persimpangan yang aman dengan lampu lalu lintas, rambu lalu lintas dan pengaturan lalu lintas yang jelas dapat membantu mencegah keadaan bahaya serta desain geometri jalan yang meminimalisir resiko tabrakan/kecelakaan.
- Penyediaan ruas/ruang penyalip yang cukup untuk memungkinkan pengemudi yang lebih lambat menghindari pengemudi yang lebih cepat.
- Peraturan batas kecepatan dengan memasang rambu lalu lintas batas kecepatan minimum.
- Desain marka jalan yang tepat seperti garis putus-putus dan garis tidak putus-putus memberikan petunjuk yang jelas tentang batasan lajur lalu lintas.
- Pemeliharaan jalan secara rutin agar menjaga kondisi jalan dalam kondisi baik untuk menghindari kondisi jalan yang berbahaya bagi pengguna jalan.

Dari grafik lengkung distribusi frekuensi kumulatif juga diketahui bahwa kecepatan rencana untuk arah U-S yaitu sebesar 50 km/jam dan kecepatan rencana untuk arah S-U yaitu sebesar 55 km/jam, manfaat dari data kecepatan rencana, yaitu :

- Kecepatan rencana membantu memastikan bahwa desain jalan raya mempertimbangkan factor keselamatan lalu lintas dengan menentukan batas kecepatan yang sesuai dengan kondisi jalan dan lalu lintas yang ada. Dengan mengetahui batas kecepatan rencanan juga dapat mengurangi resiko kecelakaan dan tabrakan.
- Kecepatan rencana membantu efisiensi transportasi dengan mengurangi kemacetan dan kecelakaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil uji analisa pada Jalan Terusan Buah Batu adalah :

1. Pada arah utara-selatan. dari grafik lengkung distribusi frekuensi kumulatif dapat ditentukan $P_{15} = 20$ km/jam, $P_{50} = 30$ km/jam, $P_{85} = 42$ km/jam dan $P_{98} = 50$ km/jam. Kecepatan rencana (kecepatan maksimum yang berkeselamatan saat cuaca normal yang dipengaruhi oleh klasifikasi jalan dan desain geometri jalan). ditentukan pada P_{98} yaitu sebesar 50 km/jam. Persentase kendaraan aman adalah kendaraan dalam *pace speed* 25-40 km/jam, yaitu sebanyak 60%. Jika kendaraan di bawah kecepatan $P_{15} = 20$ km/jam maka keselamatan kendaraan mencapai keadaan bahaya karena akan tertabrak oleh kendaraan dibelakangnya.
2. Pada arah Selatan-utara Dari grafik lengkung distribusi frekuensi kumulatif dapat ditentukan $P_{15} = 19$ km/jam, $P_{50} = 32$ km/jam, $P_{85} = 45$ km/jam dan $P_{98} = 55$ km/jam.

Kecepatan rencana (kecepatan maksimum yang berkeselamatan saat cuaca normal yang dipengaruhi oleh klasifikasi jalan dan desain geometri jalan). ditentukan pada P_{98} yaitu sebesar 55 km/jam. Persentase kendaraan aman adalah kendaraan dalam *pace speed* 32-49 km/jam, yaitu sebanyak 44%. Jika kendaraan di bawah kecepatan $P_{15} = 19$ km/jam maka keselamatan kendaraan mencapai keadaan bahaya karena akan tertabrak oleh kendaraan dibelakangnya.

3. Berdasarkan perhitungan kecepatan rata-rata ruang terbobot didapatkan hasil tingkat pelayanan Jalan Terusan Buah Batu yang termasuk dalam kategori D dan E dengan kecepatan berada di 30,64 km/jam untuk arah utara-selatan dan 38,59 km/jam

5.2.Saran

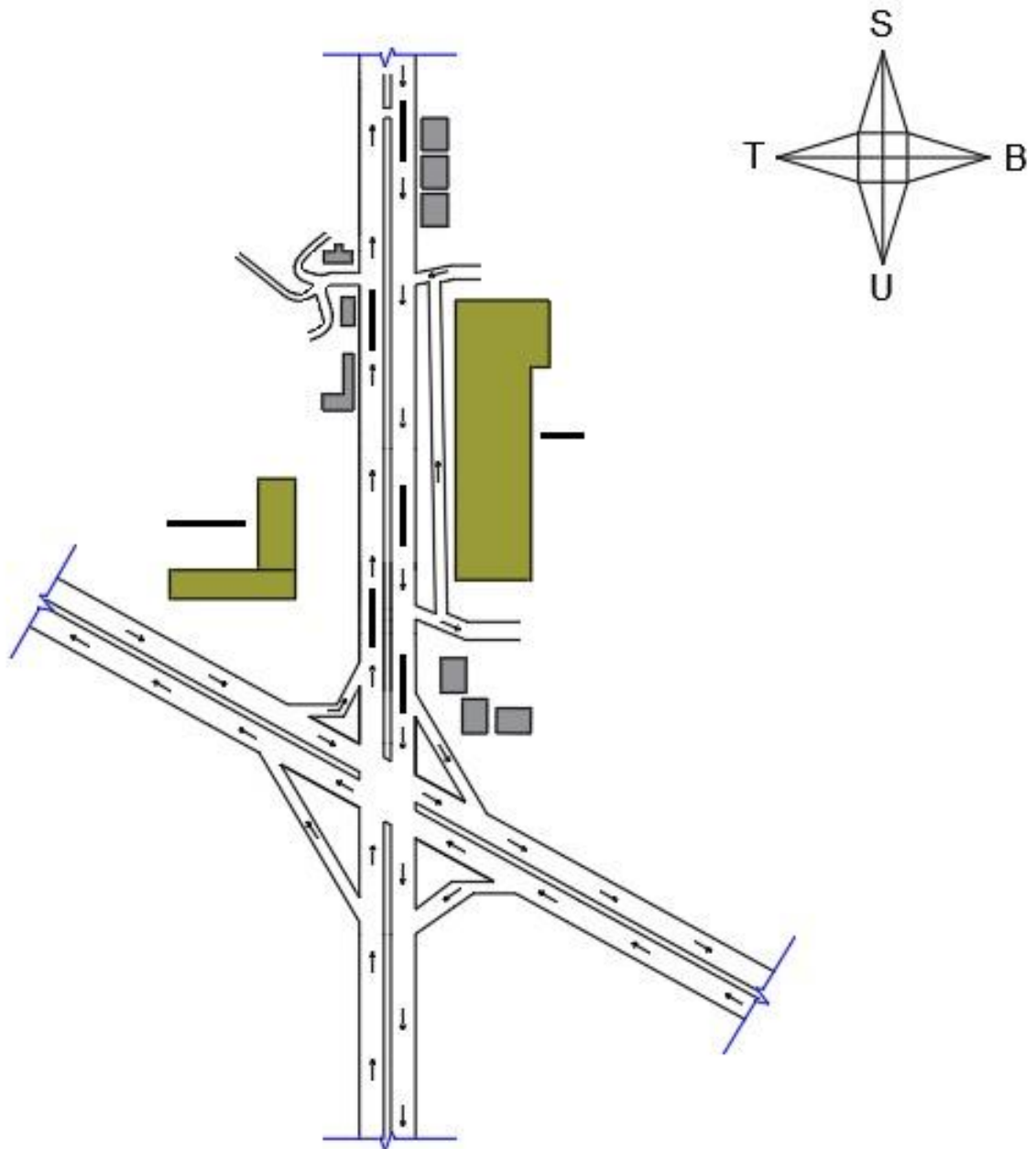
Penulis menyadari ntuk pengamatan kecepatan lalu lintas di Jalan Terusan Buah Batu adalah memastikan bahwa pengukuran kecepatan dilakukan di tempat yang tepat, sesuai dengan pengukuran sebelumnya, sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran kecepatan secara langsung dengan kecepatan yang dihitung berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Penting untuk memilih lokasi pengamatan yang konsisten dengan pengukuran sebelumnya, sehingga data yang diperoleh dapat dibandingkan dengan data historis dengan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga dan Direktorat Bina Jalan Kota, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Bina Marga, Jakarta.
- Hidayat, I., Hidayat, B., & Ophiyandri, T. (2020). PENENTUAN PRIORITAS PEMELIHARAAN JALAN STUDI KASUS KOTA PAYAKUMBUH PROVINSI SUMATERA BARAT. *Rang Teknik Journal*, 3(2), 186–194.
<https://doi.org/10.31869/rtj.v3i2.1776>
- Morlok, Edward K, 1978), "*Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*", University of Pennsylvania
- Pemerintah Republik Indonesia, 1993, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan*
- Pemerintah Republik Indonesia. 2006, *Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tentang Jalan*
- Rizani, A., Pengajar, S., Teknik, J., Politeknik, S., & Banjarmasin, N. (2013). *EVALUASI KINERJA JALAN AKIBAT HAMBATAN SAMPING (STUDI KASUS PADA JALAN SOETOYO S BANJARMASIN)* (Vol. 1, Issue 1).
- Susilo, B.H., 2014, *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*, Universitas Trisakti, Jakarta.
- Susilo, B.H., 2015, *Rekayasa Lalu Lintas*, Universitas Trisakti, Jakarta.

LAMPIRAN L 1
DENAH LOKASI PENELITIAN

Jl. Terusan Buah Batu



Gambar L1.1 Denah Penelitian Jalan Terusan Buah Batu

LAMPIRAN L 2

AKTIVITAS PENELITIAN KECEPATAN

Lampiran	Keterangan
	Pengukuran jarak/panjang jalan yang akan dihitung sebagai kecepatan kendaraan yang melewati.
	Pencatatan waktu tempuh kendaraan berapa lama dengan jarak ± 50 m.
	Pengukuran waktu tempuh kendaraan berapa lama dengan menggunakan Stopwatch Handphone.

LAMPIRAN L 3
DATA-DATA HASIL PENGAMATAN KECEPATAN

Waktu	t (detik)	Jenis Kendaraan							
		Spd. Motor		Kend. Ringan		Kend. Berat		Kend. Tak Bermtr	
		U-S	S-U	U-S	S-U	U-S	S-U	U-S	S-U
		t (detik)			t (detik)		t (detik)		t (detik)
06.00-07.00	t1	6,73	3,38	7,41	3,5	7,78	11,37	9,86	7,20
	t2	4,92	5,76	7,78	2,87		3,56	8,94	9,78
	t3	8,03	3,09	6,48	4,25		3,52	10,12	10,69
	t4	3,88	3,68	7,27	4,24		4,82	9,37	8,95
	t5	5,23	3,20	5,78	4,92		4,10	8,33	6,28
	t6	4,92	2,83	4,99	3,76		4,15	7,76	6,82
	t7	4,39	5,93	7,38	4,95		4,25	8,26	9,13
	t8	2,98	7,62	6,69	4,32		5,17	10,72	14,48
	t9	3,74	4,07	4,76	5,93		5,33	9,65	10,07
	t10	6,45	3,40	6,11	3,65		3,87	12,69	5,22
	t11	5,67	4,38	6,07	4,46		4,34	7,27	8,19
	t12	6,45	4,45	7,14	3,79		4,73	8,61	9,03
	t13	6,33	2,76	6,68	3,92		5,21	9,67	12,95
	t14	6,87	3,56	5,38	3,74		5,35	10,39	10,62
	t15	6,60	4,14	7,52	4,34		4,10	5,83	7,16
	t16	6,13	2,62	6,14	3,80		5,33	8,36	9,39
	t17	4,15	2,66	6,68	4,00		5,28	15,29	9,68
	t18	5,32	4,19	7,93	4,72		3,72	9,82	14,42
	t19	2,84	3,70	6,19	3,39		4,40	6,74	4,96
	t20	7,52	5,50	5,41	5,50		3,90	8,51	9,27
	t21	4,56	4,61	7,28	5,27			7,34	12,28
	t22	4,86	4,48	4,56	4,30			9,18	11,02
	t23	3,97	4,32	5,52	4,47			9,21	7,52
	t24	5,14	2,85	7,06	4,67			10,18	10,46
	t25	4,22	4,37	5,47	4,93			13,34	11,48
	t26	5,02	3,76	5,44	4,08			11,39	10,56
	t27	3,75	4,14	3,82	3,88				8,84
	t28	6,33	3,70	4,29	4,44				10,83
	t29	5,57	3,10	6,1	3,56				10,55
	t30	4,29	3,56	4,37	5,61				
07.00-08.00	t1	3,51	3,90	7,64	6,20	7,31	4,44	11,7	7,06
	t2	4,87	6,70	7,55	7,20	10,67	6,05	11,96	9,23
	t3	4,32	4,70	4,72	4,24	7,77	8,46	7,98	8,70
	t4	4,78	4,16	4,27	3,06	8,43	6,23	7,54	11,93
	t5	6,26	4,79	5,72	4,14	8,03	5,30	7,59	11,37

	t6	7,65	4,80	5,4	5,22	7,44	6,80	10,34	12,90
	t7	5,36	8,44	7,11	3,92	7,61	4,70	12,04	12,46
	t8	5,43	6,55	7,25	4,58	6,84	6,59	8,41	9,62
	t9	5,88	6,15	7,65	4,58	9,24	5,60	9,82	10,87
	t10	6,43	4,70	4,24	4,95	10,47	4,51	7,85	11,00
	t11	5,9	5,60	5,49	6,04	9,42	6,11	9,17	37,56
	t12	4,86	5,02	5,61	4,83	6,77	5,92	10,69	10,65
	t13	4,77	4,64	6,92	4,80		6,43	11,45	10,13
	t14	4,35	6,85	7,17	5,19		6,23	7,71	18,23
	t15	4,95	4,18	4,56	5,80		7,15	10,85	10,23
	t16	5,29	6,10	7,8	4,99		3,88	8,88	10,46
	t17	7,98	9,90	6,02	5,24		5,23	8,76	10,50
	t18	3,97	3,75	6,54	5,46		4,54	7,32	4,97
	t19	5,22	4,20	4,33	3,97		6,20	8,53	6,06
	t20	5,49	3,18	6,77	5,15		5,58	11,38	7,06
	t21	4,67	4,69	7	4,46		5,05	11,62	13,89
	t22	4,38	3,27	5,43	4,46		5,96	7,33	7,36
	t23	4,87	4,09	6,31	5,60		4,66	10,36	17,54
	t24	5,23	4,00	5,28	5,57		6,98		35,87
	t25	6,37	4,54	7,09	5,41		7,25		8,90
	t26	4,92	3,23	4,66	6,43		5,77		11,83
	t27	4,81	3,28	6,54	7,29		5,71		13,24
	t28	6,34	6,06	7,1	4,44		5,86		15,88
	t29	7,08	5,38	6,53	5,40		5,28		8,87
	t30	5,32	4,07	6,38	4,56		5,56		7,67
08.00-09.00	t1	4,47	4,20	7,21	5,15	8,05	4,23	12,76	10,23
	t2	6,61	4,09	7,69	6,15	9,77	5,28	11,38	10,86
	t3	6,75	3,58	5,48	7,29	8,12	3,84	9,69	12,09
	t4	5,05	5,21	6,69	6,30	7,68	6,90	9,91	8,13
	t5	5,87	4,12	4,16	5,57	10,39	7,29	9,72	7,10
	t6	5,73	4,54	7,15	6,43	10,46	10,12	12,31	7,59
	t7	5,27	3,23	6,35	4,59	8,36	5,59	10,24	
	t8	3,60	3,39	6,78	4,30	9,51	6,12	7,52	
	t9	5,40	4,59	5,04	4,20	6,94	7,01	9,62	
	t10	3,97	5,30	4,55	5,46		4,78	7,15	
	t11	6,45	4,00	6,34	6,30		5,29	7,89	
	t12	6,22	6,10	6,94	7,29		5,15	12,08	
	t13	4,50	4,8	4,99	4,99		5,80	10,77	
	t14	5,50	3,29	6,02	5,80			9,97	
	t15	4,83	4,35	5,31	4,44			11,61	
	t16	4,08	4,08	7,6	4,01			8,74	
	t17	6,81	3,40	5,76	5,18			10,28	
	t18	6,58	5,45	4,19	6,59			9,88	
	t19	4,54	6,20	5,27	7,30			12,71	

	t20	5,51	2,31	6,16	8,59				
	t21	4,36	3,05	6,73	4,24				
	t22	5,58	2,40	5,53	5,21				
	t23	6,69	3,30	4,03	6,01				
	t24	6,40	4,15	7,72	7,13				
	t25	4,32	4,39	4,72	4,21				
	t26	3,58	5,09	5,73	5,16				
	t27	5,29	3,30	7,5	6,13				
	t28	3,71	3,08	6,96	5,29				
	t29	4,68	4,13	6,95	4,57				
	t30	3,83	5,15	6,08	3,82				
09.00- 10.00	t1	7,96	3,29	5,14	7,09	8,67	10,54	8,38	9,14
	t2	6,59	4,50	6,32	7,18	7,54	11,09	7,96	6,93
	t3	5,67	3,10	7,48	6,86	10,27	6,70	8,25	7,09
	t4	5,34	2,57	6,76	7,56	7,65	7,09	12,09	7,44
	t5	6,49	3,18	5,81	4,93	8,56	4,53	8,91	10,12
	t6	4,91	5,23	4,1	3,99	6,18	4,60	8,58	8,77
	t7	6,06	4,02	5,36	4,73	8,25	4,06	7,97	11,09
	t8	3,77	3,17	7,02	4,19	6,58	6,34	9,48	16,70
	t9	3,56	4,15	5,25	4,59	6,46	6,57	8,14	12,19
	t10	6,14	5,01	4,92	4,30	9,66	4,73	9,04	11,03
	t11	3,22	5,10	5,62	5,03	10,37	5,06	7,68	
	t12	6,16	5,56	5,91	3,20	10,98	8,09	9,52	
	t13	4,14	4,27	7,65	7,60	9,17	9,01	10,41	
	t14	5,47	6,10	6,42	7,09	9,2	4,83	12,57	
	t15	5,04	6,03	6,96	8,10	11,5	6,70	11,4	
	t16	7,25	6,53	6,59	6,43	6,92	3,13	8,86	
	t17	7,21	7,24	6,33	6,04		4,15	7,75	
	t18	5,07	5,79	7,51	6,66			11,21	
	t19	7,01	5,96	5,41	8,80			10,42	
	t20	7,18	5,13	5,16	7,13			10,85	
	t21	7,48	5,40	6,27	6,15			12,91	
	t22	4,37	3,69	4,08	3,64				
	t23	5,59	2,90	4,02	4,32				
	t24	3,73	3,95	7,91	5,03				
	t25	6,28	3,18	6,89	3,93				
	t26	7,24	4,15	5,76	4,63				
	t27	5,01	5,86	5,63	5,23				
	t28	6,19	5,03	5,49	4,20				
	t29	4,48	2,09	4,13	5,33				
	t30	5,14	4,19	7,62	7,07				
10.00- 11.00	t1	8,08	4,25	5,85	3,91	8,27	6,74	14,96	8,04
	t2	6,13	4,45	5,26	5,56	8,38	5,23	9,51	14,45

	t3	4,97	5,41	5,76	4,27	9,58	6,82	8,58	14,52
	t4	4,46	5,08	5,61	5,84	6,03	6,22	7,01	11,35
	t5	3	4,72	5,48	4,07	7,02	5,63	6,51	9,67
	t6	3,61	5,41	4,56	4,42	7,55	6,82	12,15	15,83
	t7	4,69	3,09	4,6	4,14	6,2	5,78	15,93	13,82
	t8	3,38	3,79	5,49	4			7,77	5,63
	t9	4,23	5,85	5,74	5,06			10,96	15,76
	t10	4,16	5,28	4,59	6,26			10,46	13,57
	t11	5,67	4,17	5,83	5,7			8,04	14,02
	t12	4,19	3,41	5,69	5,03			5,57	11,58
	t13	5,27	3,56	4,54	5,42			8,23	
	t14	3,63	4,28	5,82	5,13				
	t15	4,75	3,2	5,98	4,71				
	t16	4,14	5,04	5,8	3,82				
	t17	3,54	3,42	5,45	5,22				
	t18	4,25	4,04	5,5	4,82				
	t19	3,61	5,75	4,25	4,19				
	t20	3,58	4,91	4,42	5,07				
	t21	3,6	3,58	5,29	4,27				
	t22	5,37	5,28	4,02	4,01				
	t23	5,13	5,11	5,26	3,81				
	t24	5,69	8,58	3,91	4,25				
	t25	2,38	4,45	5,82	3,03				
	t26	4,45	4,01	6,28	3,98				
	t27	3,66	4,17	4,54	4,28				
	t28	3,16	4,5	4,2	4,71				
	t29	2,81	4,07	5,32	5,01				
	t30	3,38	3,57	5,65	4,27				
11.00- 12.00	t1	3,63	4,03	7,90	6,41	7,56	4,59	12,09	7,30
	t2	5,03	6,93	7,80	7,44	11,03	6,25	12,36	9,54
	t3	4,47	4,86	4,88	4,38	8,03	8,74	8,25	8,99
	t4	4,94	4,30	4,41	3,16	8,71	6,44	7,79	12,33
	t5	6,47	4,95	5,91	4,28	8,30	5,48	7,85	11,75
	t6	7,91	4,96	5,58	5,40	7,69	7,03	10,69	13,33
	t7	5,54	8,72	7,35	4,05	7,87	8,86	12,44	12,88
	t8	5,61	6,77	7,49	4,73	7,07	6,81	8,69	9,94
	t9	6,08	6,36	7,91	4,73	9,55	5,79	10,15	11,24
	t10	6,65	4,86	4,38	5,12	10,82	4,66	8,11	11,37
	t11	6,10	5,79	5,67	6,24	9,74	6,32	9,48	38,82
	t12	5,02	5,19	5,80	4,99	7,00	6,12	11,05	11,01
	t13	4,93	4,80	7,15	4,96		6,65	11,83	10,47
	t14	4,50	7,08	7,41	5,36		6,44		
	t15	5,12	4,32	4,71	5,99		7,39		
	t16	5,47	6,31	8,06	5,16				

	t17	8,25	10,23	6,22	5,42				
	t18	4,10	3,88	6,76	5,64				
	t19	5,40	4,34	4,48	4,10				
	t20	5,67	3,29	7,00	5,32				
	t21	4,83	4,85	7,24	4,61				
	t22	4,53	3,38	5,61	4,61				
	t23	5,03	4,23	6,52	5,79				
	t24	5,41	4,13	5,46	5,76				
	t25	6,58	4,69	7,33	5,59				
	t26	5,09	3,34	4,82	6,65				
	t27	4,97	3,39	6,76	7,54				
	t28	6,55	6,26	7,34	4,59				
	t29	7,32	5,56	6,75	5,58				
	t30	5,50	4,21	6,59	4,71				
12.00- 13.00	t1	3,55	6,34	5,41	6,02	6,19	9,12	12,29	15,11
	t2	4,99	5,44	5,66	7,1	4,95	7,47	13,9	12,11
	t3	4,58	5,32	7,39	5,46	7,11	7,77	14,55	12,78
	t4	4,91	6,2	4,96	6,1	8,09	8,31	10,09	13,81
	t5	5,29	4,58	6,89	3,99	8,77	6,11	7,99	9,65
	t6	4,89	4,69	6,47	4,21	6,98	6,06	8,52	9,58
	t7	4,88	6,32	4,74	5,1	7,44	5,89	6,89	8,77
	t8	4,22	5,19	7,89	4,88	7,12	6,78	11,43	
	t9	5,39	4,21	5,38	5,09	8,33	7,22	14,31	
	t10	5,25	5,21	3,39	3,89	8,42	8,15		
	t11	5,68	6,38	4,41	6,01	9,03	5,7		
	t12	6,02	7,01	5,07	5	8,41	6,28		
	t13	5,94	6,2	4,1	6,92	6,88	7,12		
	t14	3,4	5,11	5,46	7,1		8,04		
	t15	4,78	3,2	3,97	6,03		7,34		
	t16	5,44	4,65	5,03	5,41		9,01		
	t17	5,8	5,31	4,97	5,67		8,76		
	t18	6,08	4,68	5,47	5,42				
	t19	3,98	3,97	5,89	6,01				
	t20	4,4	6,11	5,02	5,83				
	t21	5,07	4,19	5,67	4,51				
	t22	5,05	3,21	5	5,12				
	t23	4,31	3,4	6,51	5,44				
	t24	4,03	4,01	6,17	4,94				
	t25	3,96	3,88	10,33	5,26				
	t26	3,21	4,51	8,66	6,12				
	t27	3,99	3,11	7,19	6,26				
	t28	3,68	2,99	5,24	5,48				
	t29	3,27	3,8	4,46	6,51				

	t30	4,18	4,11	4,06	5,33				
13.00-14.00	t1	5,02	4,71	8,09	5,78	9,04	4,75	14,32	11,48
	t2	7,42	4,59	8,63	6,90	10,97	5,93	12,77	12,19
	t3	7,58	4,02	6,15	8,18	9,11	4,31	10,88	13,57
	t4	5,67	5,85	7,51	7,07	8,62	7,74	11,12	14,72
	t5	6,59	4,62	4,67	6,25	11,66	8,18	10,91	11,90
	t6	6,43	5,10	8,03	7,22	11,74	11,36		
	t7	5,92	3,63	7,13	5,15	9,38	6,27		
	t8	4,04	3,81	7,61	4,83	10,67	6,87		
	t9	6,06	5,15	5,66	4,71	7,79	7,87		
	t10	4,46	5,95	5,11	6,13	8,91	5,37		
	t11	7,24	4,49	7,12	7,07	7,90	5,94		
	t12	6,98	6,85	7,79	8,18	8,91	5,78		
	t13	5,05	5,39	5,60	5,60		6,51		
	t14	6,17	3,69	6,76	6,51		7,62		
	t15	5,42	4,88	5,96	4,98				
	t16	4,58	4,58	8,53	4,50				
	t17	6,21	3,82	6,47	5,81				
	t18	4,78	6,12	4,70	7,40				
	t19	5,10	6,96	5,92	8,19				
	t20	6,18	2,59	6,91	9,64				
	t21	4,89	3,42	7,55	4,76				
	t22	6,26	2,69	6,21	5,85				
	t23	7,51	3,70	4,52	6,75				
	t24	6,10	4,66	8,67	8,00				
	t25	4,85	4,93	5,30	4,73				
	t26	4,02	5,71	6,43	5,79				
	t27	5,94	3,70	8,42	6,88				
	t28	4,16	3,46	7,81	5,94				
	t29	5,25	4,64	7,80	5,13				
	t30	4,30	5,78	6,82	4,29				
14.00-15.00	t1	4,23	3,65	6,66	9,23	9,89	9,98	15,78	19,80
	t2	4,53	4,52	6,87	9,10	9,45	8,88	16,84	15,68
	t3	4,71	5,43	6,99	7,85	8,88	7,76	14,49	16,71
	t4	4,12	5,41	6,84	8,54	8,35	7,78	18,99	14,77
	t5	5,32	5,19	7,65	8,56	7,56	8,23	18,21	14,89
	t6	6,38	5,10	6,7	6,54	8,74	7,67		16,82
	t7	6,42	6,12	6,60	5,67	6,66	5,04		13,22
	t8	7,23	6,92	6,43	6,75	6,90	5,01		
	t9	5,47	4,32	8,77	8,98	9,43	5,44		
	t10	8,23	3,45	8,45	8,10	8,90	5,23		
	t11	4,15	6,42	7,56	3,45	8,76	6,54		
	t12	6,23	5,46	7,89	4,55	7,88	5,23		

	t13	5,64	7,65	9,78	5,56		3,4		
	t14	5,76	6,54	8,78	5,78		3,48		
	t15	4,67	7,77	7,86	5,89		5,67		
	t16	4,32	7,81	9,98	5,10				
	t17	4,65	7,01	9,91	5,92				
	t18	7,32	3,04	5,54	5,90				
	t19	6,43	3,99	5,67	6,92				
	t20	5,43	4,92	5,67	6,92				
	t21	5,23	3,87	5,88	6,88				
	t22	5,67	4,95	5,23	6,85				
	t23	3,47	5,43	6,54	6,99				
	t24	4,12	4,43	6,78	7,56				
	t25	4,67	4,46	6,77	9,98				
	t26	5,43	5,33	6,54	9,45				
	t27	6,72	3,45	7,89	8,76				
	t28	4,53	4,53	7,65	8,99				
	t29	6,43	4,44	8,00	7,65				
	t30	6,43	4,12	8,01	9,45				
15.00- 16.00	t1	4,62	2,70	7,38	9,59	12,27	5,40	12,22	8,20
	t2	5,07	4,70	7,23	3,79	12,30	5,98	11,41	9,89
	t3	6,57	3,80	6,13	4,48	12,20	3,12	13,42	12,12
	t4	5,87	4,70	5,04	3,42	7,59	5,00	8,32	16,02
	t5	4,53	4,80	5,98	4,25	7,84	4,61	8,05	22,90
	t6	5,66	2,62	6,71	4,38	5,67	6,16	11,71	18,66
	t7	6,91	4,73	2,89	4,90	6,34	5,56		
	t8	5,82	3,33	7,82	4,56	7,65	4,9		
	t9	6,03	3,42	5,21	4,43	7,14	5,20		
	t10	6,60	3,54	6,64	3,70	11,01	4,95		
	t11	6,07	3,22	5,43	3,83	15,56	5,78		
	t12	5,54	3,64	5,83	3,64	18,40	4,29		
	t13	7,01	4,51	5,74	3,40	21,70	6,67		
	t14	6,87	5,46	7,54	3,21	19,70	7,01		
	t15	5,00	3,50	6,21	4,43		7,45		
	t16	6,20	3,20	6,73	4,50		6,37		
	t17	6,62	4,80	5,74	3,21		5,80		
	t18	5,93	4,53	7,34	3,56		6,80		
	t19	5,71	4,70	6,52	5,58		5,49		
	t20	5,23	4,80	6,94	4,50		3,21		
	t21	6,19	4,44	7,69	4,95				
	t22	6,81	3,70	7,40	6,00				
	t23	5,91	3,99	7,13	4,12				
	t24	4,64	3,82	5,10	4,23				
	t25	4,32	4,00	4,82	4,91				
	t26	5,76	3,69	5,26	4,08				

	t27	3,55	3,66	5,51	4,44				
	t28	4,83	4,36	5,40	3,30				
	t29	6,15	3,83	4,78	3,82				
	t30	7,39	3,50	5,96	3,16				
16.00- 17.00	t1	4,78	3,11	8,60	4,73	7,07	4,65	7,51	7,06
	t2	4,69	2,91	19,96	4,8	13,44	5,72	10,83	5,04
	t3	5,68	3,16	21,57	3,08	12,70	4,54	7,11	8,13
	t4	6,06	3,54	16,25	3,06	5,5	6,07	8,23	8,24
	t5	5,44	5,37	17,81	4,19	5,76	6,75	14,57	10,52
	t6	6,67	3,61	29,95	3,58	7,66	3,90	14,00	10,55
	t7	5,99	3,76	23,50	3,79	6,21	5,45	9,94	5,32
	t8	4,43	3,72	18,88	4,50	5,03	5,54		15,02
	t9	5,70	3,55	16,25	4,02	7,86	4,09		9,21
	t10	5,14	4,88	8,99	3,71	9,78	6,56		7,27
	t11	5,28	3,91	24,79	4,27	5,35	6,06		11,71
	t12	5,88	3,73	18,99	5,37	6,65	5,13		10,93
	t13	5,85	3,72	18,17	4,71	9,06	7,71		9,99
	t14	6,52	3,76	19,02	4,37	5,62	4,65		9,24
	t15	5,02	5,08	12,53	4,69	12,03	7,02		
	t16	4,79	4,22	13,98	3,30	12,35	5,17		
	t17	5,21	3,99	6,31	4,43	13,33	6,88		
	t18	6,13	4,99	6,50	4,64	8,31	4,71		
	t19	5,93	4,95	4,52	4,76	9,00	5,84		
	t20	5,88	3,67	5,06	3,41	5,38	5,56		
	t21	3,70	4,27	4,68	3,85	8,31	5,37		
	t22	6,79	3,54	5,93	4,74	8,24	5,85		
	t23	7,01	4,07	6,20	3,41	7,97	5,48		
	t24	4,52	3,69	5,45	4,52	25,05	4,02		
	t25	5,24	4,06	4,76	3,82	14,30	7,85		
	t26	4,88	4,32	5,23	3,18	27,20	5,24		
	t27	3,72	4,46	5,14	3,09	47,01	6,12		
	t28	5,10	4,13	6,47	4,66	27,20	4,70		
	t29	5,74	4,40	5,07	4,01	30,01	5,16		
	t30	4,88	4,83	6,25	4,71	34,01	4,41		
17.00- 18.00	t1	9,18	5,26	35,05	4,52	15,23	6,27	12,57	7,17
	t2	9,86	5,28	40,01	4,56	23,11	4,24	7,26	6,01
	t3	10,77	5,32	39,02	4,42	30,67	5,51		11,04
	t4	12,95	4,58	43,03	3,66	33,04	4,13		12,51
	t5	14,51	4,30	48,01	3,92	21,00	4,46		12,55
	t6	15,61	4,35	30,01	3,97	21,35	3,67		7,07
	t7	18,36	3,72	36,21	4,93	45,85	6,26		10,54
	t8	4,98	3,78	17,21	5,10	13,60	5,94		7,20
	t9	6,32	3,69	19,31	3,88	29,55	6,52		7,18

t10	6,06	2,51	24,24	3,90	7,98	5,07		12,49
t11	8,45	3,34	30,03	2,95	4,20	4,98		7,21
t12	8,93	3,41	14,21	3,95	8,54	6,73		s
t13	9,72	3,72	20,37	4,48	5,66	5,25		
t14	11,36	3,82	20,31	3,77	6,35	3,75		
t15	13,82	4,20	21,27	4,74	7,01	4,60		
t16	16,82	4,22	24,02	4,12	16,10	3,45		
t17	8,31	2,98	23,01	3,94	17,30	4,69		
t18	9,10	3,00	25,01	3,53	17,53	4,48		
t19	9,32	3,85	13,29	4,42	17,20	4,53		
t20	9,37	4,13	16,36	4,55	20,35	5,01		
t21	10,25	3,21	42,21	4,63	20,51	4,20		
t22	7,83	4,06	31,21	3,32	44,01	5,03		
t23	8,55	5,78	24,53	4,12	41,69	6,01		
t24	9,37	5,46	18,87	7,12	43,87	3,64		
t25	8,77	4,42	25,22	3,64	31,22	6,03		
t26	9,31	3,94	28,64	3,47	33,69	6,23		
t27	13,77	2,62	30,18	3,33	24,25	5,43		
t28	6,31	3,18	23,23	3,57	25,01	5,18		
t29	7,15	3,29	47,59	3,97	27,31	5,21		
t30	5,24	3,76	48,01	3,53	25,34	5,12		