

TUGAS AKHIR

**ANALISIS MANAJEMEN LALU LINTAS AKIBAT DAMPAK
REKONSTRUKSI PROYEK JEMBATAN WONOKERTO
KARANGTENGAH TERHADAP JALAN DISEKITARNYA**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

**Fitriani Desiantina
NIM : 30201900093**

**Giftara Lutfy Arina
NIM : 30201900097**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS MANAJEMEN LALU LINTAS AKIBAT DAMPAK REKONSTRUKSI PROYEK JEMBATAN WONOKERTO KARANGTENGAH TERHADAP JALAN DISEKITARNYA



Fitriani Desiantina
NIM : 30201900093



Giftara Lutfy Arina
NIM : 30201900097

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 26 Desember 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D**
NIDN: 0605016802
2. **Eko Muliawan Satrio, ST., MT.**
NIDN: 0610118101
3. **Juny Andry Sulisty, ST., MT**
NIK: 210222097

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No : 04 / A.2 / SA – T / IX /2022

Pada hari ini tanggal 15-09-2022 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping :

1. Nama : Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D
Jabatan Akademik : Lektor Kepala
Jabatan : Dosen Pembimbing I
2. Nama : Eko Muliawan Satrio, ST., MT
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Fitriani Desiantina
NIM : 30201900093

Giftara Lutfy Arina
NIM : 30201900097

Judul : Analisis Manajemen Lalu Lintas Akibat Dampak Rekonstruksi Proyek Jembatan Wonokerto Karangtengah Terhadap Jalan Disekitarnya

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	15/09/2022	ACC
2	Proposal	10/10/2022	ACC
3	Pengumpulan data	21/10/2022	ACC
4	Analisis data	15/11/2022	ACC
5	Penyusunan laporan	20/11/2022	ACC
6	Selesai laporan	18/12/2022	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D

Dosen Pembimbing Pendamping

Eko Muliawan Satrio, ST., MT.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Fitriani Desiantina
NIM : NIM : 30201900093
2. NAMA : Giftara Lutfy Arina
NIM : NIM : 30201900097

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang Berjudul :
Analisis Manajemen Lalu Lintas Akibat Dampak Rekonstruksi Proyek Jembatan
Wonokerto Karangtengah Terhadap Jalan Disekitarnya
benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka
kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana
mestinya.



PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :


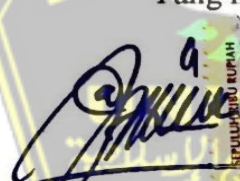
1. NAMA : Fitriani Desiantina
NIM : NIM : 30201900093
 2. NAMA : Giftara Lutfy Arina
NIM : NIM : 30201900097
- JUDUL TUGAS AKHIR : Analisis Manajemen Lalu Lintas Akibat Dampak Rekonstruksi Proyek Jembatan Wonokerto Karangtengah Terhadap Jalan Disekitarnya

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli kami sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasi sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini kami buat.

Semarang, 12/12/2022
Yang membuat pernyataan,



Fitriani Desiantina
NIM : 30201900093



Giftara Lutfy Arina
NIM : 30201900097

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ
عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ ۗ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا
لَّهُمْ ۗ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

Artinya: Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik. (QS. Ali 'Imran ayat 110)

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا لَا يَسْخَرْ قَوْمٌ مِّنْ قَوْمٍ عَسَىٰ أَن يَكُونُوا
خَيْرًا مِّنْهُمْ وَلَا نِسَاءٌ مِّنْ نِّسَاءٍ عَسَىٰ أَن يَكُنَّ خَيْرًا مِّنْهُنَّ وَلَا
تَلْمِزُوا أَنفُسَكُمْ وَلَا تَنَابَرُوا بِالْألقَابِ ۗ بئسَ الأسمُ الفسوقُ بعد
الإيمانِ ۗ وَمَن لَّمْ يَتُبْ فَأُولَئِكَ هُمُ الظَّالِمُونَ

Artinya: Hai orang-orang yang beriman, janganlah sekumpulan orang laki-laki merendahkan kumpulan yang lain, boleh jadi yang ditertawakan itu lebih baik dari mereka. Dan jangan pula sekumpulan perempuan merendahkan kumpulan lainnya, boleh jadi yang direndahkan itu lebih baik. Dan janganlah suka mencela dirimu sendiri dan jangan memanggil dengan gelaran yang mengandung ejekan. Seburuk-buruk panggilan adalah (panggilan) yang buruk sesudah iman dan barangsiapa yang tidak bertobat, maka mereka itulah orang-orang yang zalim. (QS. Al Hujurat ayat 11)

Tuntutlah ilmu. Di saat kamu miskin, ia akan menjadi hartamu. Di saat kamu kaya, ia akan menjadi perhiasanmu. (Luqman al-Hakim)

Barangsiapa belum pernah merasakan pahitnya menuntut ilmu walau sesaat, ia akan menelan hinanya kebodohan sepanjang hidupnya. (Imam Syafi'i)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Sri Harjita dan Ibu Sri Wahyuni, kakak saya Ita Marthantina dan Divya Liyantina serta keluarga besar.

Terima kasih sudah memberi doa, waktu, tenaga dan materi hingga saat ini, yang selalu sabar serta menanti hingga akhirnya tercapai untuk menyelesaikan pendidikan Strata – 1.

2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph. D.

Sebagai Dosen Pembimbing terima kasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini, yang senantiasa sabar dan ikhlas dalam membimbing kami.

3. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT.

Sebagai Dosen Pembimbing Pendamping terima kasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini, yang senantiasa sabar dan ikhlas dalam membimbing kami.

4. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik UNISSULA

Terima kasih telah memberi pengalaman, sebagai teman berdiskusi, bertukar pengalaman dan pikiran, serta terimakasih karena sudah terlalu banyak merepotkan.

5. Teman – Teman

Terima kasih kepada rekan saya Giftara Lutfy Arina, Bogi Nuhgraha, Muhammad Firdaus Syukrillah, teman – teman angkatan 2019, kakak tingkat, adek tingkat yang telah membantu dan bersedia untuk direpotkan.

Fitriani Desiantina
NIM : 30201900093

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Siswondo dan Ibu Tatik Nasikah serta adik saya Ghefira Ishana Brilliant.

Terima kasih sudah memberi doa, waktu, tenaga dan materi hingga saat ini, yang selalu sabar serta menanti hingga akhirnya tercapai untuk menyelesaikan pendidikan Strata – 1.

2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph. D.

Sebagai Dosen Pembimbing terimakasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini, yang senantiasa sabar dan ikhlas dalam membimbing kami.

3. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT.

Sebagai Dosen Pembimbing Pendamping terimakasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini, yang senantiasa sabar dan ikhlas dalam membimbing kami.

4. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik UNISSULA

Terima kasih telah memberi pengalaman, sebagai teman berdiskusi, bertukar pengalaman dan pikiran, serta terimakasih karena sudah terlalu banyak merepotkan.

5. Teman – Teman

Terima kasih kepada rekan saya Fitriani Desiantina, Muhammad Firdaus Syukrillah, Bogi Nuhgraha, teman – teman angkatan 2019, kakak tingkat, adek tingkat yang telah membantu dan bersedia untuk direpotkan.

Giftara Lutfy Arina

NIM : 30201900097

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Manajemen Lalu Lintas Akibat Dampak Rekonstruksi Proyek Jembatan Wonokerto Karangtengah Terhadap Jalan Disekitarnya “ guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Rusli Ahyar, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D. selaku dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT selaku dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Seluruh Karyawan Fakultas Teknik UNISSULA yang telah banyak membantu selama menempuh pendidikan Strata – 1.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi pembaca.

Semarang, Desember, 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR RUMUS.....	xx
LAMBANG DAN NOTASI	xxi
SINGKATAN	xxiii
ABSTRAK.....	xxiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batas Masalah	2
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1. Tujuan Penelitian.....	3
1.4.2. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Transportasi.....	5
2.1.1. Pengertian Transportasi	5
2.1.2. Manfaat dan Peranan Transportasi	6
2.2. Ruas Jalan.....	8
2.3. Definisi Jalan.....	8
2.4. Klasifikasi Jalan	9
2.4.1. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi	9
2.4.2. Klasifikasi Jalan Menurut Pengelola	10
2.5. Kinerja Ruas Jalan.....	12
2.5.1. Arus Lalu Lintas (Q)	13
2.5.2. Kapasitas (C)	14
2.5.4. Kecepatan Arus Bebas (FV)	17
2.5.5. Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata.....	20
2.5.6. Tingkat Pelayanan	20
2.5.7. Panjang Antrian	22
2.5.8. Kendaraan Terhenti	23
2.5.9. Tundaan	24
2.5.10. Tingkat Kedatangan.....	25

2.5.11.	Penyempitan Jalan (<i>Bottleneck</i>)	26
2.5.12.	Pemilihan Rute	26
BAB III METODELOGI PENELITIAN		29
3.1.	Pendahuluan	29
3.2.	Perlengkapan Penelitian	30
3.3.	Bagan Alur Penelitian	31
3.4.	Survei Pendahuluan.....	32
3.4.1.	Lokasi Penelitian	32
3.5.	Studi Pustaka.....	32
3.6.	Pengumpulan Data	33
3.6.1.	Data Primer.....	33
3.6.2.	Data Sekunder	34
3.6.3.	Pengolahan dan Penyajian Data	40
3.6.4.	Analisis dan Pembahasan	40
3.6.5.	Penarikan Kesimpulan.....	41
BAB IV PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA		42
4.1.	Arus Lalu Lintas.....	42
4.2.	Arus Lalu Lintas Jalan Semarang - Demak.....	42
4.2.1.	Hambatan Samping	45
4.2.2.	Kapasitas (C)	46
4.2.3.	Derajat Kejenuhan.....	47
4.2.4.	Kecepatan Arus Bebas.....	47
4.2.5.	Kecepatan Waktu Tempuh Rata – rata.....	48
4.2.6.	Tingkat Pelayanan	50
4.2.7.	Panjang Antrian.....	51
4.2.8.	Kendaraan Terhenti	52
4.2.9.	Tundaan.....	54
4.2.10.	Tingkat Kedatangan.....	55
4.2.11.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Semarang – Demak.....	55
4.3.	Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Wonosalam Demak	56
4.3.1.	Hambatan Samping	58
4.3.2.	Kapasitas (C)	59
4.3.3.	Derajat Kejenuhan.....	60
4.3.4.	Kecepatan Arus Bebas.....	60
4.3.5.	Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata.....	61
4.3.6.	Tingkat Pelayanan	63
4.3.7.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Wonosalam Demak	64
4.4.	Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Buyaran Demak.....	64
4.4.1.	Hambatan Samping	67
4.4.2.	Kapasitas (C)	68
4.4.3.	Derajat Kejenuhan.....	68
4.4.4.	Kecepatan Arus Bebas.....	69
4.4.5.	Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata.....	70
4.4.6.	Tingkat Pelayanan	72
4.4.7.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Buyaran Demak	72
4.5.	Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Candisari.....	73

4.5.1.	Hambatan Samping	75
4.5.2.	Kapasitas (C)	76
4.5.3.	Derajat Kejenuhan	77
4.5.4.	Kecepatan Arus Bebas.....	77
4.5.5.	Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata.....	79
4.5.6.	Tingkat Pelayanan	81
4.5.7.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Candisari Demak	81
4.6.	Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Guntur.....	81
4.6.1.	Hambatan Samping	84
4.6.2.	Kapasitas (C)	85
4.6.3.	Derajat Kejenuhan	85
4.6.4.	Kecepatan Arus Bebas.....	86
4.6.5.	Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata.....	87
4.6.6.	Tingkat Pelayanan	89
4.6.7.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Guntur Demak	89
4.7.	Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Desa Klitih.....	90
4.7.1.	Hambatan Samping	92
4.7.2.	Kapasitas (C)	93
4.7.3.	Derajat Kejenuhan	94
4.7.4.	Kecepatan Arus Bebas.....	94
4.7.5.	Kecepatan Waktu Tempuh Rata – rata.....	95
4.7.6.	Tingkat Pelayanan	97
4.7.7.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Desa Klitih Demak	98
4.8.	Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Karangroto.....	98
4.8.1.	Hambatan Sampiung	101
4.8.2.	Kapasitas (C)	102
4.8.3.	Derajat Kejenuhan	102
4.8.4.	Kecepatan Arus Bebas.....	103
4.8.5.	Kecepatan Waktu Tempuh Rata – rata.....	104
4.8.6.	Tingkat Pelayanan	106
4.8.7.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Karangroto Demak.....	107
4.9.	Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Onggorawe	107
4.9.1.	Hambatan Samping	110
4.9.2.	Kapasitas (C)	111
4.9.3.	Derajat Kejenuhan	111
4.9.4.	Kecepatan Arus Bebas.....	112
4.9.5.	Kecepatan Waktu Tempuh Rata – rata.....	113
4.9.6.	Tingkat Pelayanan	115
4.9.7.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Onggorawe Demak	116
4.10.	Hasil Pembahasan.....	116
4.10.1.	Alternatif 1.....	116
4.10.2.	Alternatif 2.....	117
4.10.3.	Alternatif 3.....	118
4.10.4.	Alternatif 4.....	119
4.10.5.	Alternatif 5.....	120
4.10.6.	Alternatif 6.....	121
4.10.7.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Utama dan Jalan Alternatif.....	122

BAB V PENUTUP.....	123
5.1. Kesimpulan	123
5.2. Saran.....	124
DAFTAR PUSTAKA	125
LAMPIRAN.....	127



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu Arah.....	13
Tabel 2. 2. Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan.....	14
Tabel 2. 3. Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas untuk Jalan Perkotaan.....	15
Tabel 2. 4. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah (<i>FCSP</i>).....	16
Tabel 2. 5. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Jarak Kerb – Penghalang (<i>FCSF</i>) pada Jalan Perkotaan dengan Kerb	16
Tabel 2. 6. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (<i>FCCS</i>) pada jalan perkotaan	17
Tabel 2. 7. Kecepatan arus bebas dasar (<i>FVO</i>) untuk jalan perkotaan	18
Tabel 2. 8. Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas (<i>FVW</i>) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan jalan perkotaan.....	18
Tabel 2. 9. Faktor Penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kerb – penghalang (<i>FFVSF</i>) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan dengan kerb	19
Tabel 2. 10. Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan (<i>FFVCS</i>), jalan perkotaan.....	19
Tabel 2. 11. Tingkat pelayanan (Level Of Service/LOS) pada jalan perkotaan ...	22
Tabel 2. 12. Faktor Bobot Kejadian Hambatan Samping	27
Tabel 2. 13. Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan Tak Terbagi	28
Tabel 3. 1. Jumlah Penduduk Kabupaten Demak tahun 2018, 2019, 2020	36
Tabel 3. 2. Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Perjenis di Provinsi Jawa Tengah Pada Tahun 2017 – 2022	38
Tabel 3. 3. Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Perjenis di Kabupaten Demak Pada Tahun 2017 – 2022	39
Tabel 4. 1. Data Arus Puncak Lalu Lintas Jalan Semarang - Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Senin (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB	43
Tabel 4. 2. Data Arus Puncak Lalu Lintas Jalan Semarang – Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Senin (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB	43
Tabel 4. 3. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Semarang – Demak Arah Timur Ke Barat	44
Tabel 4. 4. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Semarang – Demak Arah Barat Ke Timur	45
Tabel 4. 5. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Semarang – Demak Arah Timur ke Barat.....	45
Tabel 4. 6. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Semarang – Demak Arah Barat ke Timur.....	45
Tabel 4. 7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Semarang – Demak	55
Tabel 4. 8. Data Hasil Analisis Puncak Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Wonosalam Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari	

	Kamis (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB	56
Tabel 4. 9.	Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Wonosalam Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Kamis (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB.....	56
Tabel 4. 10.	Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Wonosalam Demak Arah Timur Ke Barat	57
Tabel 4. 11.	Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Wonosalam Demak Arah Barat Ke Timur	58
Tabel 4. 12.	Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Wonosalam Demak Arah Timur ke Barat.....	58
Tabel 4. 13.	Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Wonosalam Demak Arah Barat ke Timur.....	58
Tabel 4. 14.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Wonosalam Demak	64
Tabel 4. 15.	Data Hasil Analisis Arus Puncak Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Buyaran Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Minggu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB	64
Tabel 4. 16.	Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Buyaran Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Minggu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB	65
Tabel 4. 17.	Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Buaran Demak Arah Timur Ke Barat	66
Tabel 4. 18.	Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Buyaran Demak Arah Barat Ke Timur	66
Tabel 4. 19.	Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Buyaran Demak Arah Timur ke Barat.....	67
Tabel 4. 20.	Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Buyaran Demak Arah Barat ke Timur.....	67
Tabel 4. 21.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Buyaran Demak.....	72
Tabel 4. 22.	Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Candisari Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Selasa (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 10.00 – 11.00 WIB	73
Tabel 4. 23.	Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Candisari Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Selasa (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 13.00 – 14.00 WIB	73
Tabel 4. 24.	Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Candisari Demak Arah Timur Ke Barat	75
Tabel 4. 25.	Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Candisari Demak Arah Barat Ke Timur	75
Tabel 4. 26.	Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Candisari Demak Arah Timur ke Barat.....	75
Tabel 4. 27.	Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Candisari Demak Arah Barat ke Timur.....	76
Tabel 4. 28.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Candisari Demak	81
Tabel 4. 29.	Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Guntur Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Sabtu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB	81

Tabel 4. 30. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Guntur Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Sabtu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB	82
Tabel 4. 31. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Guntur Demak Arah Timur Ke Barat	83
Tabel 4. 32. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Guntur Demak Arah Barat Ke Timur	83
Tabel 4. 33. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Guntur Demak Arah Timur ke Barat	84
Tabel 4. 34. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Guntur Demak Arah Barat ke Timur	84
Tabel 4. 35. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Guntur Demak	89
Tabel 4. 36. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Desa Klitih Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Rabu (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 16.00 – 17.00 WIB	90
Tabel 4. 37. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Desa Klitih Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Rabu (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 16.00 – 17.00 WIB	90
Tabel 4. 38. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Desa Klitih Demak Arah Timur Ke Barat	91
Tabel 4. 39. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Desa Klitih Demak Arah Barat Ke Timur	92
Tabel 4. 40. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Desa Klitih Demak Arah Timur ke Barat.....	92
Tabel 4. 41. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Desa Klitih Demak Arah Barat ke Timur.....	92
Tabel 4. 42. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Desa Klitih Demak	98
Tabel 4. 43. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Karangroto Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Jumat (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB	98
Tabel 4. 44. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Karangroto Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Jumat (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 15.00 – 16.00 WIB	99
Tabel 4. 45. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Karangroto Demak Arah Timur Ke Barat	100
Tabel 4. 46. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Karangroto Demak Arah Barat Ke Timur	100
Tabel 4. 47. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Karangroto Demak Arah Timur ke Barat.....	101
Tabel 4. 48. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Karangroto Demak Arah Barat ke Timur.....	101
Tabel 4. 49. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Karangroto Demak	107
Tabel 4. 50. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Onggorawe Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Jumat (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 16.00 – 17.00 WIB	107
Tabel 4. 51. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Onggorawe Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Jumat (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB	108

Tabel 4. 52. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Onggorawe Demak Arah Timur Ke Barat	109
Tabel 4. 53. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Onggorawe Demak Arah Barat Ke Timur	109
Tabel 4. 54. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Onggorawe Demak Arah Timur ke Barat.....	110
Tabel 4. 55. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Onggorawe Demak Arah Barat ke Timur.....	110
Tabel 4. 56. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Onggorawe Demak.....	116
Tabel 4. 57. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Utama dan Jalan Alternatif	122



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Kecepatan sebagai fungsi dari DS untuk jalan banyak lajur dan satu arah.....	20
Gambar 2. 2. Level Of Service/LOS	22
Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian	32
Gambar 4. 1. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Senin) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat	44
Gambar 4. 2. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Senin) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur	44
Gambar 4. 3. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah	49
Gambar 4. 4. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari <i>DS</i> untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah	50
Gambar 4. 5. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kamis Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat	57
Gambar 4. 6. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kamis Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur	57
Gambar 4. 7. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah	62
Gambar 4. 8. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari <i>DS</i> untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah	63
Gambar 4. 9. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Minggu (Hari Libur) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat	65
Gambar 4. 10. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Minggu (Hari Libur) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur.....	66
Gambar 4. 11. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah	70
Gambar 4. 12. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari <i>DS</i> untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah	71
Gambar 4. 13. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Selasa) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat	74
Gambar 4. 14. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Selasa) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur	74
Gambar 4. 15. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah	79
Gambar 4. 16. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari <i>DS</i> untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah	80
Gambar 4. 17. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Libur (Sabtu) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat.....	82
Gambar 4. 18. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Libur (Sabtu) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur.....	83
Gambar 4. 19. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah	87
Gambar 4. 20. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari <i>DS</i> untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah	88

Gambar 4. 21. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Rabu) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat	91
Gambar 4. 22. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Rabu) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur	91
Gambar 4. 23. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah	96
Gambar 4. 24. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah	97
Gambar 4. 25. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Jumat) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat	99
Gambar 4. 26. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Jumat) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur	100
Gambar 4. 27. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah	104
Gambar 4. 28. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah	105
Gambar 4. 29. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Jumat) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat	108
Gambar 4. 30. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Jumat) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur	109
Gambar 4. 31. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah	113
Gambar 4. 32. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah	114
Gambar 4. 33. Rute alternatif 1 arah Timur ke Barat.....	116
Gambar 4. 34. Rute alternatif 2 arah Timur ke Barat.....	117
Gambar 4. 35. Rute alternatif 3 arah Timur ke Barat.....	118
Gambar 4. 36. Rute alternatif 4 arah Barat ke Timur.....	119
Gambar 4. 37. Rute alternatif 5 arah Barat ke Timur.....	120
Gambar 4. 38. Rute alternatif 6 arah Barat ke Timur.....	121

DAFTAR RUMUS

2.5.1. Arus Lalu Lintas (Q)	14
2.5.2. Kapasitas (C)	14
2.5.3. Derajat Kejenuhan (DS)	17
2.5.4. Kecepatan Arus Bebas (FV)	17
2.5.5. Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata	20
2.5.6. Tingkat Pelayanan	21
2.5.7. Panjang Antrian	23
2.5.8. Kendaraan Terhenti	23
2.5.9. Tundaan	24
2.5.10. Tingkat Kedatangan	25
2.5.11. Penyempitan Jalan	26
2.5.12. Pemilihan Rute	26
2.5.13. Hambatan Samping	27



Lambang dan Notasi

C	[smp/jam]	Kapasitas (Capacity)
Co	[smp/jam]	Kapasitas Dasar
FCw	[-]	Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas
FCsp	[-]	Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah
FCsf	[-]	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping
FCcs	[-]	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
FV/ FVLV	[km/jam]	Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (Free Flow Speed)
FVo	[km/jam]	Kecepatan Arus Bebas Dasar Kendaraan Ringan (Free Flow Speed)
FVw	[km/jam]	Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif
FFVsf	[-]	Faktor Penyesuaian Kondisi Hambatan Samping
FFvcs	[-]	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
L	[m]	Panjang Ruas
TT	[jam]	Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – rata (Travelling Time)
Q	[smp/jam]	Arus Lalu Lintas
V	[km/jam]	Kecepatan Rata – rata Ruang Kendaraan Ringan
NQ1	[-]	Jumlah SMP yang Tertinggal dari Skenario Hijau Sebelumnya
NQ2	[-]	Jumlah SMP yang Datang Selama Skenario Merah
NQ	[-]	Jumlah SMP yang Tersisa dari Skenario Hijau Sebelumnya
DS	[-]	Derajat Kejenuhan
GR	[-]	Rasio Hijau
c	[det]	Waktu Siklus
Dj	[det/smp]	Tundaan Rata – rata Untuk Pendekat
DTj	[det/smp]	Tundaan Lalu Lintas Rata – rata untuk Pendekat j
DGj	[det/smp]	Tundaan Geometrik Rata – rata Untuk Pendekat j
DT	[det/smp]	Tundaan Lalu Lintas Rata- rata

Psv	[-]	Rasio Kendaraan Terhenti pada Pendekat
PT	[-]	Rasio Kendaraan Berbelok Kanan Pendekat
λ	[-]	Rata- rata Laju Kedatangan
μ	[-]	Rata – Rata Jumlah Kendaraan Keluar dari Simtem Antrian per menit
i	[-]	Total Waktu Lampu Lalu Lintas
T	[menit]	Rata – rata Waktu Tunggu Tiap Kendaraan



SINGKATAN

DS	: Derajat Kejenuhan (Degree Of Saturation)
EEV	: Kendaraan Keluar Masuk (Entry and Exit Vehicle)
EMP	: Ekvivalen Mobil Penumpang
FS	: Hambatan Samping (Side Friction)
HV	: Kendaraan Berat (Heavy Vehicle)
LOS	: Tingkat Pelayanan (Level Of Service)
LV	: Kendaraan Ringan (Light Vehicle)
MC	: Sepeda Motor (Motorcycle)
PED	: Pejalan Kaki (Pedestrian)
PSV	: Kendaraan Berhenti dan Parkir (Parkir and Vehicle Stop)
SMV	: Kendaraan Lambat (Slow Vehicle)
SMP	: Satuan Mobil Penumpang
UM	: Kendaraan Tak Bermotor (Un-Motorized)



ANALISIS MANAJEMEN LALU LINTAS AKIBAT DAMPAK REKONSTRUKSI PROYEK JEMBATAN WONOKERTO KARANGTENGAH TERHADAP JALAN DISEKITARNYA

Abstrak

Jembatan Wonokerto yang berlokasi di Jl. Karangtengah, Perbalan, Dukun, Kecamatan Karangtengah, Kabupaten Demak, merupakan jembatan yang terletak di ruas jalan nasional Semarang - Demak. Saat ini Jembatan Wonokerto dilakukan rekonstruksi karena umur jembatan yang sudah berkisar antara 50 tahun. Dengan adanya rekonstruksi jembatan tentu menyebabkan terjadinya penyempitan jalan (*Bottleneck*) dan *Contraflow* yang mengakibatkan terjadinya panjang antrian. Sehingga diperlukan adanya skenario pemilihan rute terbaik yang memungkinkan untuk menghindari panjang antrian yang terjadi, dan mempersingkat waktu tempuh yang dibutuhkan.

Tujuan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menganalisa panjang antrian apabila tidak menggunakan jalur alternatif dibandingkan dengan menggunakan jalur alternatif, mengetahui waktu tempuh yang dibutuhkan untuk melewati jalur utama dengan waktu tempuh yang dibutuhkan untuk melewati jalur alternatif, dan mengetahui skenario alternatif rute jalan yang paling efektif saat terjadinya kemacetan. Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Metode ini dilakukan untuk menyelesaikan masalah panjang antrian dengan mengumpulkan data volume kendaraan kemudian diolah dengan teknik statistik atau perhitungan.

Hasil analisis pada penelitian ini didapatkan nilai panjang antrian arah timur ke barat sepanjang 5,7 km dan arah barat ke timur sepanjang 5,6 km dengan kecepatan waktu tempuh rata – rata sebelum terjadinya antrian arah timur ke barat selama 17,73 km/jam dan arah barat ke timur selama 18,9 km/jam. Dan juga waktu tempuh yang dibutuhkan untuk melintasi jalan utama arah Timur ke Barat selama 3,73 jam dan arah Barat ke Timur selama 2,34 jam. Guna mengurangi panjang antrian eksisting didapatkan alternatif paling efektif yaitu alternatif 2 untuk arah Timur ke Barat dan Alternatif 4 untuk Barat ke Timur.

Kata Kunci: *Jembatan Wonokerto; Jalan Alternatif; Panjang Antrian*

**ANALYSIS OF TRAFFIC MANAGEMENT DUE TO THE IMPACT
OF THE WONOKERTO KARANGTENGAH BRIDGE RECONSTRUCTION
PROJECT ON SURROUNDING ROADS.**

Abstract

The Wonokerto Bridge which is located on Jl. Karangtengah, Perbalan, Shaman, Karangtengah District, Demak Regency, is a bridge located on the Semarang - Demak national road section. Currently, the Wonokerto Bridge is being reconstructed because the age of the bridge is around 50 years. The reconstruction of the bridge certainly causes the narrowing of the road (bottleneck) and contraflow which results in long queues. So it is necessary to have the best possible route selection scenario to avoid long queues and shorten the required travel time.

The purpose of the research conducted in this study is to analyze the length of the queue if did not use an alternative route compared to using an alternative way, find out the travel time needed to pass through the main route with the travel time needed to take an alternative route, and find out the most effective alternative route scenario when a traffic jam occurs. The research method carried out in this study used quantitative methods. This method solves the queue length problem by collecting vehicle volume data and then processing it with statistical techniques or calculations.

The results of the analysis in this study obtained the value of the queue length east to west along 5.7 km and west to east along 5.6 km with an average travel time speed before the queue east to west for 17.73 km/hour and west to east for 18.9 km/hour. And also the travel time needed to cross the main road east to west for 3.73 hours and west to east for 2.34 hours. In order to reduce the existing queue length, the most effective alternative is alternative 2 for East to West and Alternative 4 for West to East.

Keywords: *Wonokerto Bridge; Alternative road; Queue Length*

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia ialah negara yang memiliki jumlah penduduk tertinggi ke-4 di dunia, mempunyai populasi sebanyak 273.523.615 jiwa pada tahun 2022. Hal ini tentunya mempengaruhi mobilisasi penduduk yang kian meningkat dan tentunya akan meningkatkan kebutuhan kendaraan guna menunjang kegiatan sehari-harinya. Jawa Tengah salah satu provinsi yang berada di pulau jawa memiliki 36.742.501 jiwa pada tahun 2021 dengan jumlah kendaraan bermotor mencapai 20.320.743 pada tahun 2021.

Kota Demak menjadi salah satu kota di Jawa Tengah yang dilewati oleh jalan pantura. Berbatasan dengan Kota Semarang disebelah barat, Kabupaten Kudus disebelah timur, Kabupaten Grobogan dan kabupaten Semarang disebelah selatan, sedangkan sebelah utara langsung berbatasan dengan laut jawa dan Kabupaten Jepara. Jalan Pantura atau 'Jalan Pantai Utara' ialah ruas jalan yang terletak sejajar dengan garis pantai bagian utara jawa yang juga merupakan Jalan Nasional. Jalan Pantura digunakan atau difungsikan sebagai jalan penghubung antar provinsi dan penghubung antar pulau. Karena fungsi tersebut volume kendaraan yang melintas setiap harinya tentu sangat besar, hal ini megakibatkan terjadinya permasalahan lalu lintas. Diantara permasalahan yang terjadi yaitu kecelakaan lalu lintas, kemacetan, dan menyebabkan konstruksi jalan mengalami kerusakan.

Jembatan Wonokerto yang berlokasi di Jl. Karang Tengah, Perbalan, Dukun, Kecamatan Karang Tengah, Kabupaten Demak, merupakan jembatan yang terletak di ruas jalan nasional Semarang - Demak. Saat ini Jembatan Wonokerto dilakukan rekonstruksi karena umur jembatan yang sudah berkisar antara 50 tahunan. Dengan adanya rekonstruksi jembatan tentu akan mengakibatkan terjadinya perlambatan arus lalu lintas, baik dari Semarang ke arah Demak maupun sebaliknya. Ruas jalan yang mulanya digunakan 4 lajur terbagi, kini digunakan 2 lajur terbagi.

Contraflow yang dilakukan menggunakan jalur Demak ke Semarang menyebabkan terjadinya penyempitan jalan

Penyempitan jalan (*Bottleneck*) akibat dari rekonstruksi Jembatan Wonokerto Karangtengah dapat memengaruhi kinerja lalu lintas. Kapasitas kendaraan yang keluar lebih kecil dibanding dengan kapasitas kendaraan yang masuk. Hal ini menyebabkan arus kendaraan yang mulanya bebas atau lancar menjadi terganggu, yang menyebabkan terjadinya penurunan kecepatan sehingga mengakibatkan antrian kendaraan dan tundaan. Antrian kendaraan merupakan panjangnya jumlah kendaraan yang antri dalam satu simpang. Sedangkan tundaan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melewati simpang terhadap situasi tanpa simpang.

Karena rekonstruksi Jembatan Wonokerto Karangtengah mengalami antrian kendaraan yang panjang dari dua arah. Sehingga diperlukan adanya pemilihan rute alternatif terbaik yang memungkinkan untuk menghindari panjang antrian yang terjadi, dan mempersingkat waktu tempuh yang dibutuhkan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapat pada latar belakang yaitu :

- a. Apakah jalur alternatif dapat membantu mengurangi panjang antrian menggunakan analisa panjang antrian ?
- b. Mengapa perlu mengetahui identifikasi skenario jalan - jalan alternatif akibat pembangunan jembatan ?
- c. Bagaimana waktu tempuh yang dibutuhkan untuk melewati jalan utama dibandingkan waktu tempuh saat melewati jalur alternatif ?

1.3. Batas Masalah

Agar peneliti lebih focus dalam penyelesaian Tugas Akhir, maka diperlukan batasan berikut :

- a. Penelitian dilakukan di ruas jalan Semarang (Pertigaan Pasar Genuk 2) – Demak (Sanggar Pramuka Kwarcab Demak) terhadap jalan disekitarnya
- b. Penelitian dibatasi pada situasi macet yaitu pada saat terjadi panjang antrian kendaraan pada jam-jam yang sibuk
- c. Penelitian hanya menganalisis manajemen lalu lintas dengan pemilihan rute agar dapat menghindari kemacetan, tidak sampai menghitung struktur jalan

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dan manfaat penelitian antara lain :

1.4.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dikehendaki dalam penelitian ini yaitu :

- a. Menganalisa panjang antrian tanpa adanya rekayasa lalu lintas
- b. Mengetahui waktu tempuh yang dibutuhkan untuk melewati jalur utama dengan waktu tempuh yang dibutuhkan untuk melewati jalur alternatif
- c. Mengetahui skenario alternatif rute jalan yang paling efektif saat terjadinya kemacetan

1.4.2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian jembatan Wonokerto yaitu :

- a. Dapat mengetahui kinerja ruas jalan pantura selama rekonstruksi Jembatan Wonokerto berlangsung
- b. Dapat mengetahui solusi penyelesaian akibat panjang antrian pada rekonstruksi Jembatan Wonokerto
- c. Sebagai bahan referensi bagi pemerintah Kabupaten Demak mengenai permasalahan lalu lintas pada rekonstruksi Jembatan Wonokerto

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir, sistematika penulisan dapat diuraikan berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang pengkajian ulang atau penggabungan dari beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan penulis.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang tata cara yang digunakan untuk memperoleh informasi, dan untuk menentukan metode apa yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV : ANALISIS DATA DAN PERHITUNGAN DATA

Salah satu rangkaian dari penelitian yang bertujuan untuk menyajikan dan mengolah data yang valid dengan perhitungan secara rinci. Sehingga laporan mudah dimengerti dan bermanfaat untuk khalayak.

BAB V : PENUTUP

Memberikan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis dan perhitungan data.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Transportasi

Transportasi sekarang yang beraneka ragam bentuk dan mempunyai banyak cara membuat setiap orang terlibat. Sehingga dapat kita ketahui bahwa semua orang akan berhubungan timbal balik dengan dimensi ruang dan waktu, serta hubungan timbal balik ini tentu menciptakan keterkaitan dengan sendirinya. Transportasi mewujudkan sistem yang terdiri sarana tetap, arus lalu lintas, manajemen lalu lintas, dan sistem kontrol yang dapat menjadikan orang ataupun barang memiliki hambatan ruang geografis juga melakukan aktivitasnya dengan waktu yang dikehendaki secara efektif dan efisien.

2.1.1. Pengertian Transportasi

Secara etimologi (bahasa) transportasi berasal dari kata Latin yakni *transportare*, dimana arti *trans* merupakan tempat lain/lokasi/seberang sementara itu *portare* mempunyai arti mengangkut atau membawa. Sedangkan pengertian dalam bahasa Inggris adalah *transportation* yang diartikan angkutan.

Pengertian transportasi secara terminologi (istilah) ialah suatu alat yang digunakan dalam melakukan pekerjaan ataupun proses pemindahan orang atau manusia dan juga barang dari satu tempat ketempat lain menggunakan alat bantu kendaraan laut, darat, maupun udara, baik umum maupun pribadi menggunakan mesin atau tidak menggunakan mesin. (Sumber: Kamaluddin, 2004)

Agar dapat memenuhi kegiatan transportasi maka membutuhkan unsur-unsur dasar atau utama (*basic elements*) yang terdiri atas :

- a. Muatan (*the cargo*).
- b. Bandar Udara, Terminal, Stasiun, Pelabuhan Laut (*the terminal*).
- c. Rute, Jalan, Trayek (*the way*).
- d. Sarana kendaraan atau angkutan (*the vehicle*).

Unsur pertama ialah muatan, baik dalam bentuk penumpang maupun barang. Angkutan penumpang dan barang menunjukkan kecenderungan peningkatan pesat dikarenakan jumlah penduduk juga kebutuhannya yang meningkat dan ditunjang dari peningkatan pendapatan per kapita menggambarkan peningkatan

kesejahteraan masyarakat yang diperkuat dari kemajuan teknologi juga industri transportasi.

Unsur kedua yaitu unsur terminal adalah suatu tempat untuk melakukan kegiatan konsolidasi muatan, ialah melakukan aktivitas menaikan atau menurunkan penumpang dan juga kegiatan bongkar muat barang.

Unsur ketiga ialah rute atau trayek yang termuat dalam suatu jaringan pelayanan transportasi yang menghubungkan suatu simpul jasa transportasi melalui simpul-simpul jasa transportasi lainnya. Rute merupakan jaringan pelayanan dalam transportasi udara, sementara itu trayek merupakan jaringan pelayanan untuk transportasi darat dan laut.

Unsur keempat yaitu kendaraan dari berbagai jenis sarana angkutan transportasi darat seperti sepeda motor, mobil, truk, bus, kereta api, dan lainnya. Untuk sarana angkutan laut meliputi kapal motor, kapal feri, perahu layar, dan sebagainya. Untuk sarana transportasi udara pesawat, helikopter, dan sebagainya. Dan disamping sarana transportasi ada prasarana transportasi, dengan kegunaannya seperti transportasi jalan yang digunakan untuk transportasi darat, pelabuhan atau dermaga digunakan untuk transportasi laut, dan juga bandar udara atau landasan pacu digunakan untuk transportasi udara.

2.1.2. Manfaat dan Peranan Transportasi

Suatu kegiatan yang menciptakan atau menambah guna merupakan pengertian dari transportasi. Guna yang diciptakan atau ditambah oleh kegiatan transportasi merupakan guna waktu dan guna tempat. Menciptakan guna tempat, berkaitan atau berhubungan dengan suatu aktivitas transportasi dalam memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain. Yang artinya menciptakan guna tempat adalah dengan berpindahnya suatu barang sehingga guna atau nilai dari barang tersebut menjadi tinggi, sebab dibutuhkan oleh banyak konsumen yang dapat atau mampu membayar dengan harga yang lebih tinggi. Misalnya komoditi bahan pangan berasal dari suatu daerah yang berada di daerah pedesaan harus menuju ke daerah perkotaan. Aktivitas transportasi juga menciptakan guna waktu, mampu mengangkut muatan dari suatu tempat asal ke tempat tujuan dengan waktu singkat atau lebih cepat dari biasanya. Guna waktu yang dimaksud disini adalah pengangkutan barang dalam waktu yang lebih singkat dari biasanya dan

memberikan kegunaan yang lebih besar, dikarenakan barang sampai di tempat tujuan dengan tepat waktu, barangnya dalam kondisi masih segar dan baik, sehingga membuat konsumen bersedia membayar dengan harga yang relatif lebih tinggi.

Selain menciptakan guna tepat dan guna waktu, kegiatan transportasi juga memberikan manfaat positif dari berbagai aspek sebagai berikut:

a. Aspek Ekonomi

Manfaat dari aspek ekonomi dalam kegiatan transportasi antara lain:

- 1) Memperluas jangkauan pemasaran yang dapat berdampak terhadap peningkatan pendapatan dan keuntungan bagi produsen.
- 2) Mengurangi perbedaan harga antar daerah menjadi sekecil mungkin, sehingga barang-barang dapat stabil.
- 3) Transportasi yang lancar dan mampu menjangkau daerah yang luas akan mendorong daerah-daerah yang ada melakukan spesialisasi produksi sesuai dengan kapasitas yang dimiliki.

b. Aspek Sosial

Manfaat dari aspek sosial dalam kegiatan transportasi antara lain:

- 1) Dalam bidang pendidikan, buku-buku pelajaran dari negara-negara maju dapat dikirimkan kepada negara-negara berkembang, maka dari itu negara-negara berkembang bisa mengikuti kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.
- 2) Dalam bidang kesehatan, pada daerah-daerah yang mengalami gizi buruk (*stunting*) atau daerah yang sedang dilanda wabah penyakit ataupun sedang terjadi bencana alam akan segera mungkin dilakukan bantuan kesehatan.
- 3) Dengan adanya dukungan transportasi yang lancar, dapat diselenggarakan pekan olahraga dan seni budaya dalam meningkatkan persatuan dan kesatuan bangsa.

c. Aspek Politik

Manfaat dari aspek politik dalam kegiatan transportasi antara lain:

- 1) Dapat dilakukan sistem pemerintahan yang efektif dan efisien dan juga bersifat universal.
- 2) Dapat mengatasi gangguan keamanan, baik berasal dalam negeri maupun berasal dari luar negeri, sehingga mampu menegakkan kesatuan negara.

2.2. Ruas Jalan

Berdasarkan dalam Peraturan Pemerintah no. 30 tahun 2021 memaparkan bahwa jalan merupakan:

- a. Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk dalam bangunan pelengkap dan juga perlengkapannya yang di peruntukkan untuk lalu lintas umum, berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah ataupun air, juga di atas permukaan air, dikecualikan untuk jalan rel kereta dan juga untuk jalan kabel.
- b. Prasarana lalu lintas dan angkutan jalan merupakan ruang lalu lintas, perlengkapan jalan, dan terminal, yang mencakup marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas, rambu jalan, alat pengendali dan pengamanan pengguna jalan, alat pengawasan dan pengamanan jalan, serta fasilitas pendukung.

2.3. Definisi Jalan

Menurut sukirman (1994), Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang mencakup segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya diperuntukkan untuk lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan tanah, juga di atas permukaan air, kecuali jalan lori, jalan kereta api, dan jalan kereta kabel.

Berdasarkan Undang-Undang tentang jalan raya no. 38 tahun 2004 menjelaskan bahwa jalan adalah:

- a. Suatu prasarana penghubung darat dalam bentuk apapun mencakup segala bagian jalan termasuk bagian pelengkap dan juga perlengkapan yang di peruntukan bagi lalu lintas.
- b. Jalan umum ialah jalan yang diperuntukan bagi lalu lintas umum.
- c. Jalan khusus ialah jalan selain dari pada yang termasuk di atas. Artinya jalan khusus tidak diperuntukan bagi lalu lintas umum.
- d. Jalan tol ialah jalan umum yang kepada pemakainya dikenakan kewajiban untuk membayar tol.

2.4. Klasifikasi Jalan

Semakin berkembangnya kendaraan atau angkutan darat, terlebih untuk kendaraan bermotor yang mencakup jumlah dan juga jenis ukuran membuat masalah kelancaran arus lalu lintas dalam aspek keamanan, kenyamanan, dan daya dukung oleh itu perkerasan jalan menjadi perhatian. Maka dari itu diperkukan pembatasan-pembatasan. Tertuang dalam Peraturan Perundang-Undangan no. 26 tahun 1985 maka jalan-jalan di lingkup perkotaan terbagi menjadi jaringan jalan primer dan juga jaringan jalan sekunder.

Jaringan jalan sekunder yang diartikan untuk memberikan pelayanan kepada lalu lintas dalam kota, maka dari itu perencanaan dari atau jalan-jalan sekunder selayaknya dapat disesuaikan dengan rencana induk tata ruang kota yang bersangkutan. Dari cara pandang lain, seluruh jalan perkotaan memiliki kesamaan dalam satu hal, ialah kurangnya lahan yang digunakan untuk pengembangan jalan tersebut. Dampak terhadap lingkungan disekitarnya harus selalu diperhatikan dan juga diingat bahwa jalan itu sendiri melayani berbagai kepentingan umum seperti taman-taman perkotaan. (Suprpto,2004)

2.4.1. Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

Berdasarkan Undang-Undang tentang lalu lintas dan angkutan jalan no. 22 tahun 2009 menentukan atau menjelaskan tentang:

a. Jalan Utama

Jalan Utama ialah jalan-jalan yang melayani lalu lintas yang tinggi antara kota-kota penting. Jalan-jalan untuk golongan ini harus dirancang atau direncanakan agar dapat melayani lalu lintas yang cepat dan berat.

b. Jalan Sekunder

Jalan Sekunder ialah jalan-jalan yang melayani lalu lintas yang cukup tinggi antara kota-kota yang lebih kecil, serta melayani daerah-daerah di sekitarnya.

c. Jalan Penghubung

Jalan Penghubung ialah jalan-jalan yang digunakan untuk keperluan aktivitas daerah yang dipakai sebagai penghubung antara jalan-jalan dari golongan yang sama atau berlainan.

2.4.2. Klasifikasi Jalan Menurut Pengelola

Berdasarkan Undang-Undang tentang lalu lintas dan angkutan jalan no. 22 tahun 2009 menentukan atau menjelaskan tentang:

a. Jalan Arteri

Jalan Arteri ialah jalan-jalan yang terletak di luar pusat perdagangani (*out lying business district*).

b. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor ialah jalan-jalan yang terletak di pusat perdagangan (*central business district*).

c. Jalan Lokal

Jalan Lokal ialah jalan-jalan yang terletak di permukiman.

d. Jalan Negara

Jalan Negara ialah jalan-jalan yang menghubungkan antar ibukota provinsi. Biaya perawatannya dan biaya pembangunan ditanggung oleh pemerintah pusat.

e. Jalan Kabupaten

Jalan Kabupaten ialah jalan-jalan yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, juga jalan-jalan yang menghubungkan antar desa dalam suatu kabupaten.

Berdasarkan MKJI tahun 2017, penjelasan tentang jalan mencakup trotoar, badan jalan, drainase, dan seluruh perlengkapan jalan yang terikat, sejenis rambu-rambu lalu lintas, marka jalan, median, lampui penerangan, dan lain-lainnya. Jalan terbagi menjadi empat fungsi:

- 1) Melayani pejalan kaki dan kendaraan tak bermotor
- 2) Melayani kendaraan yang bergerak
- 3) Pengembangan wilayah dan akses ke daerah pemilikan
- 4) Melayani kendaraan yang parkir

Rata-rata hampir semua jalan melayani dua atau tiga fungsi dari empat fungsi jalan yang ada di atas, namun ada juga jalan yang hanya melayani satu fungsi, seperti jalan bebas hambatan hanya melayani kendaraan bergerak. Karakteristik geometri jalan terdiri dari:

1) Tipe Jalan

Tipe jalan mampu memperlihatkan kinerja yang berbeda baik dilihat menurut pembebanan lalu lintas tertentu. Contohnya, jalan tak terbagi dan jalan terbagi, jalan satu arah, dan lain-lainnya.

2) Lebar Jalur Lalu Lintas

Kapasitas dan juga kecepatan arus bebas meningkat dikarenakan penambahan lebar jalur lalu lintas.

3) Bahu Jalan

Untuk jalan perkotaan tanpa kerb mayoritas memiliki bahu jalan pada kedua sisi jalur lalu lintasnya. Lebar dan untuk kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu jalan, seperti kecepatan pada arus tertentu dan juga penambahan kapasitas, alhasil dari penambahan lebar bahu jalan terutama akibat pengurangan hambatan samping yang disebabkan oleh aktivitas atau kejadian di sisi jalan seperti aktivitas naik turunnya penumpang angkutan umum, pejalan kaki, kendaraan berhenti, dan sebagainya.

4) Kerb

Kerb merupakan batas antara jalur lalu lintas dan trotoar yang berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kecepatan dan kapasitas. Kapasitas jalan dengan kerb lebih kecil dari jalan dan juga bahu jalan. Dan untuk selanjutnya kapasitas berkurang jika terdapat penghalang tetapi dekat tepi jalur lalu lintas, hal tersebut tergantung dari apakah jalan tersebut mempunyai bahu jalan atau kerb.

5) Alinyemen Jalan

Alinyemen jalan adalah sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat aman dan efisiensi untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas. Alinyemen jalan dipengaruhi dari atau oleh topografi, fungsi jalan dan karakteristik lalu lintas. Lengkung horizontal dan juga jari-jari kecil mengurangi kecepatan arus bebas. Tanjakan curam mengurangi kecepatan arus bebas. Oleh karena itu secara umum kepadatan arus bebas di daerah perkotaan merupakan rendah, maka pengaruh ini di abaikan.

6) Trotoar

Trotoar ialah jalur pejalan kaki yang umumnya sejajar dengan jalan dan juga lebih tinggi dari permukaan jalan atau perkerasan jalan dalam menjamin keamanan pejalan kaki yang bersangkutan.

2.5. Kinerja Ruas Jalan

Hubungan antara lalu lintas dan juga tata guna lahan dapat dikembangkan dengan melalui prosesi perencanaan transportasi yang saling terkait (Salter,1989).

Hal tersebut terdiri dari:

- 1) Bangkitan/tarikan perjalanan, bisa juga menentukan hubungan antara pelaku perjalanan dan faktor guna lahan yang dicatat melalui inventaris perencanaan.
- 2) Penyebaran perjalanan, dapat juga menentukan pola perjalanan antar zona.
- 3) Pemilihan node, suatu keputusan dibuat dalam memilih node perjalanan yang akan digunakan dari pelaku perjalanan.
- 4) Pembebanan lalu lintas, dapat yang menentukan jalur transportasi publik atau jaringan jalan suatu perjalanan yang akan dibuat.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2017, perhitungan dalam segmen jalan perkotaani ialah meliputi:

- 1) Arus lalu lintas (Q)
- 2) Kapasitas (*Capacity/C*)
- 3) Derajat kejenuhan (*Degree of Saturation/DS*)
- 4) Kecepatan arus bebas (*Free Flow Speed/FV*)
- 5) Kecepatan dan waktu tempuh rata-rata (*Traveling Time/TT*)
- 6) Tingkat Pelayanan (*Level Of Service / LOS*)
- 7) Panjang Antrian (QL)
- 8) Kendaraan Terhenti (NS)
- 9) Tundaan (DT)
- 10) Tingkat Kedatangan
- 11) Penyempitan Jalan
- 12) Pemilihan Rute atau Pemilihan Alternatif
- 13) Hambatan Sampung

Sedangkan menurut US – HCM (1994), kenyamanan penggunaan jalan di jalan perkotaan diwakili dengan tingkat kedatangan (λ) dan tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*).

Sebelum dalam mencari indikator kinerja DS, harus terlebih dahulu mencari arus lalu lintas dan juga hambatan samping saat jam puncak. Jika setelah mendapatkan perhitungan DS langkah berikutnya ialah mencari perhitungan menurut MKJI (2017) dan US – HCM (1994) dalam ruas jalan perkotaan dengan tipe jalan tak terbagi dimana dilakukan analisa pada kedua arah lalu lintas. Analisis pendekatannya ialah sebagai berikut:

2.5.1. Arus Lalu Lintas (Q)

Menurut Hobbs (1995), penjelasan arus atau aliran ialah jumlah kendaraan yang terdapat dalam suatu ruang yang diukur dalam suatu interval tertentu, sementara itu volume ialah jumlah kendaraan yang memang melewati suatu titik pada ruang selama interval waktu tertentu.

Nilai arus lalu lintas (Q) menandakan komposisi lalu lintas, dalam menyertakan arus lalu lintas pada satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu lintas (setiap arah dan total) diganti atau diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) yang diturunkan empiris untuk tipe sepeda motor (MC).

Pengaruh dalam kendaraan tak bermotor dimasukkan pada faktor penyesuaian hambatan samping. Ekuivalensi mobil penumpang (EMP) mendapatkan masing – masing tipe kendaraan tergantung tipe jalan dan arus lalu lintas total dinyatakan pada kendaraan/jam. Secara global nilai emp untuk kendaraan yang berbeda di tunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 2. 1. Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu Arah

Tipe Jalan: Jalan satu arah dan terbagi	Arus Lalu Lintas per Lajur (Kendaraan/Jam)	EMP	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1) dan Empat lajur terbagi (4/2D)	0	1,3	0,40
	≥ 1050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1) dan Enam lajur terbagi (6/2D)	0	1,3	0,40
	≥ 1100	1,2	0,25

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

Sumber Arus Lalu Lintas (Q) dinyatakan dalam persamaan:

$$Q = (MC \times emp MC) + (LV \times emp LV) + (HV \times emp HV) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- Q = Arus dan komposisi lalu lintas (smp/jam)
- MC = Jumlah kendaraan sepeda motor pada waktu tertentu
- emp MC = Ekuivalensi mobil penumpang sepeda motor
- LV = Jumlah kendaraan ringan pada waktu tertentu
- emp LV = Ekuivalensi mobil penumpang kendaraan ringan
- HV = Jumlah kendaraan berat pada waktu tertentu
- emp HV = Ekuivalensi mobil penumpang kendaraan berat

2.5.2. Kapasitas (C)

Kapasitas jalan perkotaan dapat dihitung dari kapasitas dasar. Kapasitas dasar ialah jumlah kendaraan maksimum yang bisa melintasi suatu penampang pada jalan atau jalur dicapai. Kapasitas dalam suatu pendekatan simpang bersinyal dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$C = Co \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- Co = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas
- FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah
- FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
- FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

1) Kapasitas Dasar (CO)

Tabel 2. 2. Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (SMP/Jam)	Catatan
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total kedua lajur

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

2) Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_W)

Tabel 2. 3. Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Lebar Jalur Lalu Lintas untuk Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Lebar Jalan Lalu Lintas Efektif (W_c) (m)	FC_W
Empat lajur terbagi Atau Jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah	
	5,00	0,56
	6,00	0,87
	7,00	1,00
	8,00	1,14
	9,00	1,25
	10,00	1,29
	11,00	1,34

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

3) Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah (FC_{SP})

Tabel 2. 4. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah (FC_{SP})

Pemisahan Arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

4) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FC_{SF}), Jalan dengan Kerb

Tabel 2. 5. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pengaruh Hambatan Samping dan Jarak Kerb – Penghalang (FC_{SF}) pada Jalan Perkotaan dengan Kerb

Tipe Jalan	Kelas H	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Jarak Kerb – Penghalang (FC_{SF})			
		Jarak: Kerb – Penghalang W_K			
		<0,5	1,0	1,5	>2,0
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1
	M	0,9	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,9	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,9
2/2 UD Atau Jalan Satu Arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,9	0,92	0,91	0,94
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

5) Faktor Ukuran Kota (FC_{CS})

Tabel 2. 6. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) pada jalan perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota (FC_{CS})
<0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
>3,0	1,04

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

2.5.3. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dijelaskan sebagai rasio arus lalu lintas Q (SMP/jam) terhadap kapasitas C (smp/jam) diaplikasikan sebagai faktor utama untuk penentuan tingkat kinerja segmen jalan. Berdasarkan dalam MKJI, nilai DS dapat diperbolehkan dalam transportasi perkotaan yaitu dengan nilai maksimal merupakan 0,75. Nilai DS yang menjelaskan tentang apakah segmen jalan tersebut memiliki masalah kapasitas atau tidak. Jika nilai DS melebihi 0,75 perlunya untuk dilakukan analisis kembali dalam mengubah arus kendaraan (Q) dan atau mengubah kapasitas guna mendapatkan nilai $DS < 0,75$. Selanjutnya, nilai DS dilakukan prediksi kinerja ruas jalan untuk pemilihan rute terbaik.

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

Q = Arus Lalu Lintas

C = Kapasitas

2.5.4. Kecepatan Arus Bebas (FV)

Kecepatan arus bebas (FV) dijelaskan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, dengan kecepatan yang digunakan oleh pengemudi dalam mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi dengan kendaraan bermotor lain di jalan.

Dalam MKJI tahun 2017, kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FV) dinyatakan dalam persamaan:

$$FV = (FV_0 + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

FV = Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (KM/Jam)

FV_0 = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (KM/Jam)

FV_W = Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif

FV_{SF} = Faktor Penyesuaian Kondisi Hambatan Samping

FV_{CS} = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (perkalian)

Tabel 2. 7. Kecepatan arus bebas dasar (FV_0) untuk jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kecepatan Arus Bebas			
	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Sepeda Motor (MC)	Semua Kendaraan (Rata-rata)
Enam lajur terbagi (6/2 D) atau Tiga lajur satu arah (3/1)	61	52	48	57
Empat lajur terbagi (4/2 D) atau Dua lajur satu arah (2/1)	57	50	47	55
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	53	46	43	51
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

Tabel 2. 8. Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas (FV_W) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan jalan perkotaan

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (W_C) (m)	FV_W (km/jam)
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Perlajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
Empat lajur tak terbagi	Perlajur	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
Dua lajur tak terbagi	Total	
	5	-9,5
	6	-3
	7	0

“Lanjutan” Tabel 2.8. Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas (FV_W) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan jalan perkotaan “lanjutan”

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (W_C) (m)	FV_W (km/jam)
Dua lajur tak terbagi	8	3
	9	4
	10	6
	11	7

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

Tabel 2.9. Faktor Penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kerb – penghalang (FFV_{SF}) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan dengan kerb

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (SFC)	Faktor Penyesuaian untuk Hambatan Samping dan Jarak Kerb – Penghalang			
		Jarak: Kerb – Penghalang W_K (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,9	0,93	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
Empat lajur terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,9	0,94
	Sangat tinggi	0,77	0,81	0,85	0,9
Dua lajur tak terbagi 2/2 UD atau jalan satu arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

Tabel 2.10. Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FFV_{CS}), jalan perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota
< 0,1	0,9
0,1 – 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 3,0	1
>3,0	1,03

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

2.5.5. Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata

Berdasarkan MKJI 2017, kecepatan dan waktu tempuh digunakan sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, dengan alasan mudah dimengerti dan diukur serta merupakan masukan penting dalam biaya pemakaian jalan untuk analisa ekonomi. Kecepatan waktu tempuh dijelaskan sebagai kecepatan rata – rata ruang dari kendaraan ringan (LV) sepanjang segmen jalan.

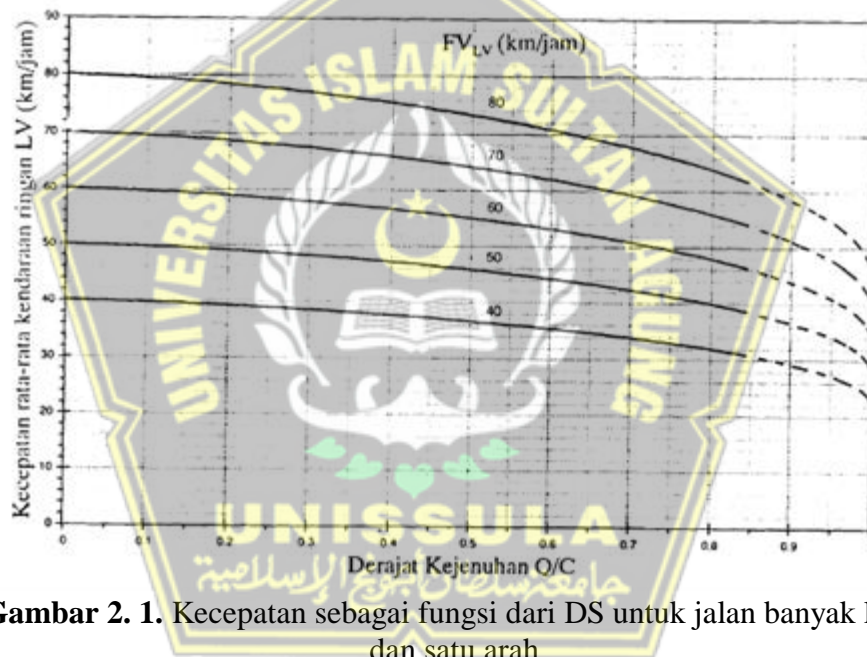
$$TT = L/V \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

TT = Waktu tempuh (LV) sepanjang segmen (jam)

L = Panjang segmen (km)

V = Kecepatan rata – rata ruang LV (km/jam)



Gambar 2. 1. Kecepatan sebagai fungsi dari DS untuk jalan banyak lajur dan satu arah

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

2.5.6. Tingkat Pelayanan

Dijelaskan dalam US – HCM tahun 1994, perilaku lalu lintas diwakili dengan tingkat pelayanan Level of Service (LOS) ialah ukuran kualitatif yang menggambarkan persepsi pengemudi terhadap kualitas dalam mengendarai kendaraan yang diklasifikasikan dengan:

- 1) Tingkat pelayanan A dengan kondisi:
 - a. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi.

- b. Kepadatan lalu lintas sangat rendah juga kecepatan yang dapat dikendalikan oleh pengemudi berdasarkan batasan kecepatan maksimum/minimum dan juga kondisi fisik jalan.
 - c. Pengemudi mampu mempertahankan kecepatan sesuai yang diinginkan tanpa atau sedikit sekali tundaan.
- 2) Tingkat pelayanan B dengan kondisi:
- a. Arus stabil juga volume lalu lintas sedang dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi kecepatan.
 - b. Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan.
 - c. Pengemudi memiliki cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.
- 3) Tingkat pelayanan C dengan kondisi:
- a. Arus stabil tetapi kecepatan juga pergerakan kendaraan di kendalikan melalui volume lalu lintas yang lebih tinggi.
 - b. Kepadatan lalu lintas sedang dikarenakan hambatan internal lalu lintas meningkat.
 - c. Pengemudi memiliki keterbatasan dalam memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
- 4) Tingkat pelayanan D dengan kondisi:
- a. Arus tidak stabil, kecepatan rendah juga berbeda – beda, volume mendekati kapasitas.
 - b. Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas juga hambatan temporer bisa menyebabkan penurunan kecepatan yang besar.
 - c. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup atau sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan cukup rendah.
- 5) Tingkat pelayanan E dengan kondisi:
- a. Arus lebih rendah dari tingkat pelayanan D melalui volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dengan kecepatan sangat rendah.
 - b. Kepadatan lalu lintas tinggi akibat dari hambatan internal lalu lintas tinggi.
 - c. Pengemudi mulai merasakan kemacetan – kemacetan pada durasi pendek.

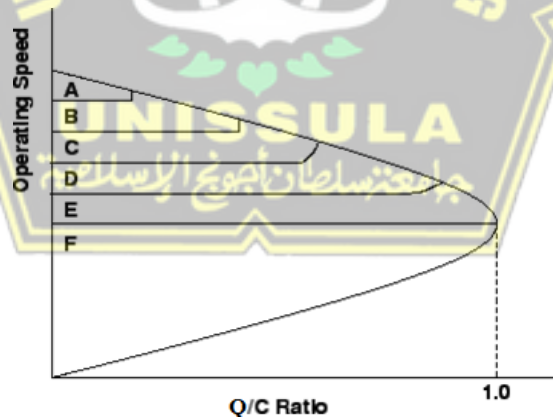
- 6) Tingkat pelayanan F dengan kondisi:
- Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang.
 - Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta juga terjadi kemacetan dengan dursai yang cukup lama.

Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0.

Tabel 2. 11. Tingkat pelayanan (Level Of Service/LOS) pada jalan perkotaan

Tingkat Pelayanan	Faktor Ukuran Kota (F_{CS})	Batas Lingkup Q/C
A	Kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah.	0,00 – 0,20
B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas.	0,20 – 0,44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan.	0,45 – 0,74
D	Arus mulai tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas.	0,75 – 0,84
E	Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti, permintaan sudah mendekati kapasitas.	0,85 – 1,00
F	Arus dipaksakan, kecepatan rendah, volume di atas kecepatan, antrian panjang (macet).	$\geq 1,00$

(Sumber : US – HCM tahun 1994, dalam Traffic Planning and Engineering, 2nd Edition Pergamon Press Oxford, (1979)).



Gambar 2. 2. Level Of Service/LOS

(Sumber : US – HCM)

2.5.7. Panjang Antrian

Panjang antrian adalah banyaknya kendaraan yang berada pada simpang tiap jalursaat nyala lampu merah. Jumlah rata-rata antrian smp (NQ) dapat dihitung dengan rumus:

$$NQ = NQ1 + NQ2 .(2.6)$$

Perumusan NQ1 merupakan sebagai berikut:

Untuk $DS > 0,5$

$$NQ1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \dots\dots\dots (2.7)$$

Untuk $DS \leq 0,5$

$$NQ1 = 0$$

Dimana:

- NQ1 : Jumlah smp yang tertinggal dari skenario hijau sebelumnya
- NQ2 : Jumlah smp yang datang selama skenario merah
- NQ : Jumlah smp yang tersisa dari skenario hijau sebelumnya
- DS : Derajat kejenuhan
- C : Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau (S x GR)

Perumusan NQ2 adalah sebagai berikut :

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

- NQ2 : jumlah smp yang datang pada skenario merah
- DS : Derajat kejenuhan
- GR : rasio hijau
- c : waktu siklus (det)
- Q : Arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp / det)

Panjang antrian (QL) dapat dihitung dengan rumus :

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}} \dots\dots\dots (2.9)$$

2.5.8. Kendaraan Terhenti

Kendaraan terhenti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata kendaraan berhenti per smp, ini termasuk henti berulang sebelum melewati garis stop simpang. Angka Henti (NS) masing-masing pendekat dihitung dengan rumus :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

c = waktu siklus (detik)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

Jumlah kendaraan henti (N_{sv}) masing-masing pendekat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$N_{sv} = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(2.11)$$

Angka henti (NS_{TOT}) untuk seluruh simpang dapat dihitung dengan rumus

$$NS_{TOT} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{TOT}} \dots\dots\dots(2.12)$$

2.5.9. Tundaan

Tundaan adalah rata-rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekat. Definisi lain Tundaan adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

Tundaan pada simpang terdiri dari 2 komponen, yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG). Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai:

$$D_j = DT_j + DG_j \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

D_j = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DT_j = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DG_j = Tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat (DT)

Tundaan akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$DT = c \times A \times \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

DT : Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)

c : Waktu siklus yang disesuaikan (detik)

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)}{(1-GR > DS)} \dots\dots\dots(2.15)$$

GR : Rasio hijau

DS : Derajat Kejenuhan

NQ_1 : Jumlah smp yang tersisa dari skenario sebelumnya

C : Kapasitas (smp/jam)

Tundaan geometrik rata-rata setiap pendekat (DG)

Tundaan akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang atau ketika dihentikan oleh lampu merah dapat dihitung dengan rumus :

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times PT \times 6 + (P_{sv} \times 4) \dots \dots \dots (2.16)$$

Atau masukan DG_j rata-rata 6 detik/smp. Dimana:

DG_j : Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat (det/smp)

P_{sv} : Rasio kendaraan terhenti pada pendekat

PT : Rasio kendaraan berbelok kanan pendekat

2.5.10. Tingkat Kedatangan

Rata – rata laju kedatangan (λ) dispekulasikan mengikuti distribusi probabilitas diskret yang menyatakan peluang jumlah peristiwa pada periode waktu tertentu atau disebut dengan poisson yang menjelaskan terdistribusi secara eksponensial melalui waktu antar kedatangan.

Sehingga, dapat kita ketahui total waktu lampu lalu lintas dalam satu siklus berturut – turut pada jalan alternatif yang dipilih. Dalam semua siklus waktu dapat dihitung dalam satuan menit. Setelah itu, dapat menggunakan jumlah keberangkatan kendaraan disetiap masing – masing ruas jalan, dibagi dengan masing – masing total waktu satu siklus, sehingga didapatkan rata – rata layanan atau rata – rata jumlah kendaraan keluar dari sistem antrian (μ) per menit.

Setelah didapatkannya rata – rata jumlah kendaraan keluar dari sistem antrian (μ) per menit. Selanjutnya, menentukan rata – rata laju kedatangan kendaraan, dengan rumus:

$$Q_i = \frac{\lambda i^2}{\mu i (\mu i - \lambda i)}$$

dimana i = total waktu lampu lalu lintas

Dengan demikian, dapat dilanjutkan dengan mencari rata – rata waktu menunggu tiap kendaraan pada masing – masing ruas jalan didalam sistem perempatan lampu lalu lintas (T) dalam satuan menit, rumusnya:

$$T_i = \frac{1}{\mu i - \lambda i}$$

dimana i = total waktu lampu lalu lintas

2.5.11. Penyempitan Jalan (*Bottleneck*)

Penyempitan jalan atau *bottleneck* ialah jalan dengan suatu kondisi penyempitan yang membuat kapasitas lalu lintas setelahnya atau sesudahnya lebih kecil dari sebelumnya. (Indrajaya, 2002)

Penyempitan jalan adalah suatu bagian jalan dengan kapasitas arus lalu lintas yang lebih kecil daripada kondisi bagian jalan sebelumnya (upstream). Kondisi seperti ini dapat terjadi misalnya pada saat memasuki jembatan, terjadinya suatu kecelakaan yang mengakibatkan sebagian lebar jalan ditutup, pada saat terjadi perbaikan jalan atau kondisi lainnya, yang menyebabkan terjadinya perubahan perubahan perjalanan kendaraan dari arus bebas (uninterrupted flow) menjadi terganggu (interrupted flow) sehingga terjadi penurunan kecepatan, dan bertambahnya kerapatan antar kendaraan (Yupiter, 2002).

Contoh dari penjelasan diatas biasanya terjadi ketika suatu ruas jalan yang mulanya terdiri dari 2 lajur yang dilewati dengan keadaan kapasitas ideal kemudian terjadi penyempitan yang menjadikan jalan hanya 1 lajur. Sehingga saat melewati daerah lajur penyempitan terjadi kerapatan kendaraan akibat daya tampung jalan yang berkurang. Akibat dari penyempitan karena lalu lintas yang melebihi kapasitas jalan yaitu kecepatan kendaraan menjadi berkurang, kerapatan semakin memanjang, arus lalu yang menurun sehingga menyebabkan antrean.

2.5.12. Pemilihan Rute

Dalam model pemilihan rute dikategorikan dalam beberapa faktor pertimbangan yang berdasarkan pengamatan maka setiap pengendara berawal dari zona awal ke zona tujuan dengan pemilihan rute yang sama, signifikan pada daerah perkotaan.

Tujuan dari permodelan pemilihan rute ialah memperoleh setepat seperti arus yang diperoleh saat penelitian dilaksanakan setiap ruas jalan dalam jaringan jalan tersebut. Untuk analisis pemilihan rute terdiri dengan beberapa bagian utama, ialah:

- a. Ciri fisik ruas jalan dan kemacetan memastikan jumlah arus lalu lintas pada jalan tersebut.
- b. Acuan untuk pengendara dalam memilih suatu rute dibandingkan rute yang lain.

- c. Setiap pengendara memiliki prinsip yang berbeda-beda perihal dengan “pemilihan rute terbaik” ada pengendara yang bisa saja berspekulasi sebagai rute dengan jarak tempuh terpendek, rute dengan waktu tempuh tersingkat, atau juga gabungan dari keduanya.
- d. Pengembangan model yang mengelompokkan sistem transportasi melalui landasan pengendara memilih rute.

Dalam pemilihan moda, pemilihan rute memiliki beberapa alternatif yaitu termurah, tercepat, terpendek, dan dimisalkan bahwa pengguna jalan memiliki informasi tentang kemacetan jalan sehingga penendara dapat memilih rute terbaik.

2.5.13. Hambatan Samping

Hambatan samping (*Side Friction/SF*) ialah banyaknya jumlah hambatan yang bearada di kedua sisi ruas jalan dapat mempengaruhi arus lalu lintas. Hambatan samping juga berguna untuk perhitungan kapasitas ruas jalan. Dari tinjauan kedua sisi ruas jalan sebagai berikut :

- a. Pejalan Kaki
- b. Kendaraan Parkir dan Kendaraan Berhenti
- c. Kendaraan Masuk dan Keluar
- d. Kendaraan Lambat

Cara untuk mendapatkan data hambatan samping dengan metode menghitung dengan aplikasi counter pada arus jam puncak, selanjutnya dihitung berapa banyak kejadian kelas hambatan samping. Berikut merupakan kelas hambatan samping jalan perkotaan :

Tabel 2. 12. Faktor Bobot Kejadian Hambatan Samping

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Faktor Bobot
Pejalan Kaki	0,5
Kendaraan Parkir dan Kendaraan Berhenti	1,0
Kendaraan Keluar dan Kendaraan Masuk	0,7
Kendaraan Lambat	0,4

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)

Tabel 2. 13. Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan Tak Terbagi

Kelas Hambatan Samping (SF)	Kode	Jumlah Berbobot Kejadian per 200 m/jam (Dua sisi)	Kondisi Khusus
Sangat Rendah	VL	<100	Daerah permukiman, jalan dengan jalan samping.
Rendah	L	100 – 299	Daerah permukiman, beberapa kendaraan umum dsb.
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan.
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat Tinggi	VH	>900	Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan.

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 2017)



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pendahuluan

Metodologi penelitian ialah suatu proses atau gambaran alur yang akan digunakan penulis dalam keperluan penelitian. Metodologi yang digunakan ialah metode kuantitatif meliputi prosedur, metode ilmiah, urutan, aturan, dan langkah – langkah yang disusun secara sistematis pada saat melakukan kajian. Pemilihan metodologi penelitian ini bertujuan agar memperoleh hasil dan tujuan penelitian yang tepat sasaran, efektif dan efisien sehingga nantinya data yang di dapatkan akan mendukung keseluruhan teori dari pembuatan laporan penelitian ini, sehingga dapat di pertanggung jawabkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja ruas jalan dan pemilihan rute akibat adanya perbaikan jembatan yang menyebabkan penyempitan jalan (*Bottleneck*) pada Jembatan Wonokerto, dengan analisis data sebagai berikut :

1. Arus lalu lintas (Q)
2. Kapasitas jalan (Capacity/C)
3. Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation/DS)
4. Kecepatan Arus bebas (Free Flow Speed/FV)
5. Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – rata (Traveling Time/TT)
6. Tingkat Pelayanan (Level Of Service / LOS)
7. Panjang Antrian (QL)
8. Kendaraan Terhenti (NS)
9. Tundaan (DT)
10. Tingkat Kedatangan
11. Penyempitan Jalan (Bottleneck)
12. Pemilihan Rute atau Pemilihan Alternatif
13. Hambatan Samping

Data dijadikan bahan acuan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan penelitian ini dapat di klasifikasikan dalam dua jenis data yaitu :

1. Data Primer
2. Data Sekunder

3.2. Perlengkapan Penelitian

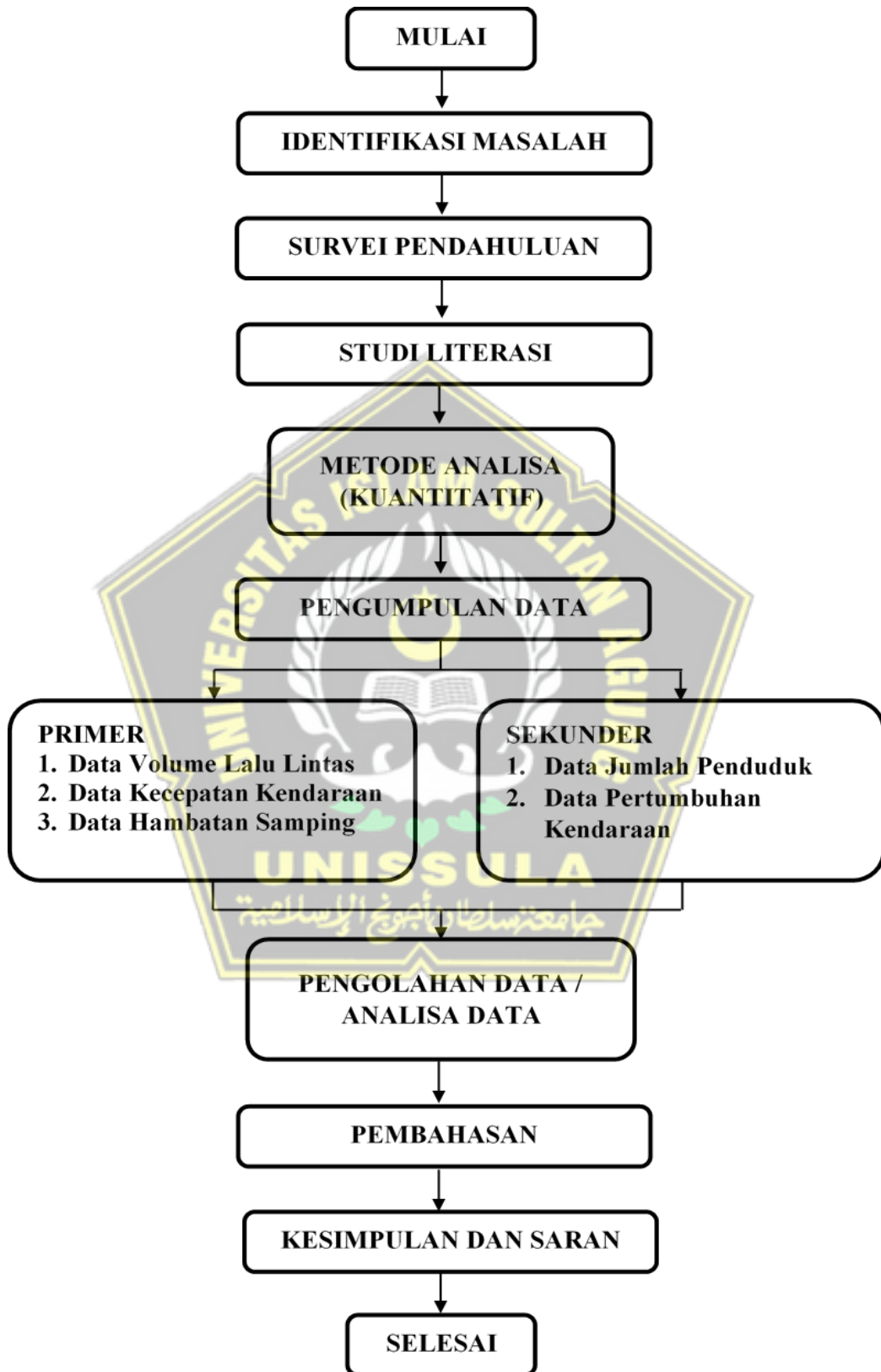
Peralatan yang digunakan pada saat penelitian yaitu :

1. Formulir pengisian data survey
2. Alat tulis (pulpen, pensil, kertas, dll)
3. Alat ukur jarak (meteran)
4. Alat ukur waktu (jam/stopwatch/smartphone)
5. Alat penghitung manual (*Finger Counter/smartphone*)
6. Kalkulator
7. Laptop
8. Smartphone (Google Maps)



3.3. Bagan Alur Penelitian

Bagan alur yang digunakan pada saat melakukan penelitian adalah :



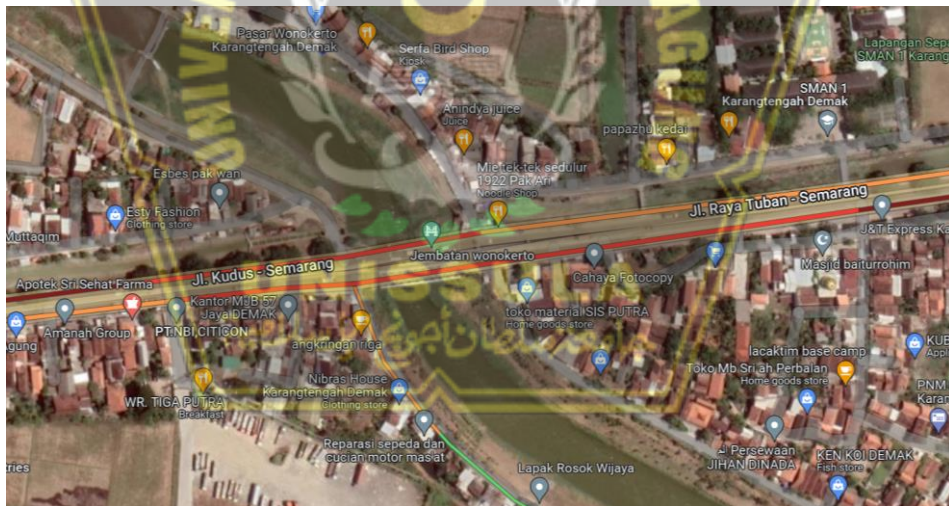
3.4. Survei Pendahuluan

Hal pertama yang harus dikerjakan yaitu dengan melakukan survey lokasi ke tempat penelitian untuk melakukan pengamatan secara langsung mengenai kondisi eksisting atau penyempitan jalan (*Bottleneck*) dan situasi serta fenomena atau kejadian – kejadian yang terjadi pada lokasi penelitian tersebut yang tentunya memiliki keterkaitan dengan variabel – variabel penelitian yang akan di laksanakan. Kemudian akan mencatatnya sebagai data awal yang dibutuhkan untuk langkah – langkah yang akan di lakukan selanjutnya.

3.4.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di sepanjang jalan Semarang – Demak, khususnya pada proyek rekonstruksi Jembatan Wonokerto. Jalan Semarang – Demak merupakan jalan pantura yang difungsikan sebagai jalan penghubung antar provinsi dan penghubung antar pulau yang juga merupakan jalan nasional.

Titik Koordinat jalan Pantura Semarang – Demak pada Jembatan Wonokerto adalah -6.9232524, 110.5742826 .



Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Maps)

3.5. Studi Pustaka

Pada tahap studi pustaka penulis akan mengumpulkan data - data, informasi, serta bahan – bahan lainnya meliputi pengertian teori, rumus – rumus, dan pedoman lainnya dari berbagai sumber dan literatur yang terpercayai baik berupa buku, jurnal, e – book, maupun ensiklopedia dalam bentuk format tertulis atau digital

yang relevan dan mempunyai keterkaitan dengan pokok pembahasan yang di lakukan dalam penelitian ini.

3.6. Pengumpulan Data

Data – data yang diperlukan sebagai pedoman dalam melakukan penelitian dan menyusun laporan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

3.6.1. Data Primer

Data primer merupakan data yang cara memperolehnya dilakukan secara langsung oleh peneliti pada tempat atau lokasi penelitian dilakukan. Data – data primer yang di butuhkan dalam melaksanakan penelitian ini terdiri dari data volume lalu lintas, data kecepatan kendaraan, data hambatan samping, serta data geometrik jalan :

a. Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas ini didapatkan dari hasil survei pengamatan langsung di lokasi penelitian, untuk mendapatkan data ini peneliti datang ke lokasi penelitian selanjutnya menghitung jumlah kendaraan yang melewati lokasi penelitian tersebut dihitung menggunakan perhitungan manual (*Counter*) dan *counter digital* dengan cara dihitung perjam kendaraan yang melewati lokasi penelitian.

Jenis kendaraan yang dihitung, diklasifikasikan dalam beberapa jenis kendaraan, antara lain :

- 1) Kendaraan Besar (*Heavy Vehicle/HV*), dimana tipe ini meliputi : Bis, truk, dan kendaraan berat lainnya.
- 2) Kendaraan Ringan (*Light Vehicle/LV*), dimana tipe ini meliputi : Kendaraan pribadi, mini bus, *pick up*, serta kendaraan ringan lainnya.
- 3) Sepeda Motor (*Motor Cycle/MC*), Pengumpulan data ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melewati lokasi penelitian, sehingga dapat diketahui pola arus lalu lintas pada lokasi penelitian tersebut. Pengambilan data ini dilakukan pada jam – jam puncak kendaraan yaitu pagi, siang, dan sore pada hari kerja, setengah hari kerja, dan hari libur.

b. Data Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan didapat dengan melakukan perhitungan laju kecepatan kendaraan di lokasi penelitian dengan mengambil jarak 100 meter.

Laju kendaraan diukur menggunakan *timer/stopwatch* diawali ketika kendaraan melewati titik awal hingga akhir dari titik pengukuran. Data yang diperoleh per 100 meter selanjutnya dikonversi kedalam kilometer perjam.

c. Data Hambatan Samping

Data hambatan samping diperoleh dengan cara survei langsung di lokasi penelitian. Perhitungan ini dilakukan dengan menghitung jumlah kejadian selama satu jam sepanjang 200 meter. Data hambatan samping ini menunjukkan pengaruh kinerja ruas jalan dari adanya faktor – faktor yang mengganggu kelancaran arus lalu lintas di ruas jalan tersebut. Parameter perhitungan hambatan samping antara lain sebagai berikut :

- 1) Pejalan kaki (PED)
- 2) Kendaraan berhenti dan parkir (PSV)
- 3) Kendaraan keluar dan masuk (EEV)
- 4) Kendaraan lambat (SMV)

Setelah dilakukan perhitungan jumlah kejadian berdasarkan parameter yang ada, selanjutnya masing – masing parameter tersebut akan dikalikan dengan faktor pengalihan. Selanjutnya nilai dari hasil perhitungan tersebut akan dijumlahkan, nilai hasil perjumlahan itulah merupakan nilai hambatan sampingan dari ruas jalan tersebut. Besarnya nilai hambatan samping akan menentukan apakah masuk dalam kategori sangat rendah (VL), Rendah (L), Sedang (M), Tinggi (H), atau sangat tinggi (VH).

3.6.2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari sumber lain sebagai pihak perantara. Data ini dapat berupa buku – buku, arsip atau catatan yang merupakan bukti autentik yang dipublikasikan secara umum dan dapat diakses oleh siapapun yang ingin mengetahui data – data sekunder merupakan data yang berfungsi sebagai penunjang survei di lapangan. Data – data sekunder yang di butuhkan dalam melaksanakan penelitian ini terdiri dari Data Jumlah Penduduk dan Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor :

a. Data Jumlah Penduduk

Data Jumlah Penduduk merupakan data terbaru dari jumlah penduduk di suatu daerah administratif kota/kabupaten. Data jumlah penduduk dibutuhkan untuk

menentukan faktor ukuran kota dalam perhitungan kapasitas jalan. Jumlah penduduk kabupaten Demak ialah 2.407.912 jiwa.



Tabel 3. 1. Jumlah Penduduk Kabupaten Demak tahun 2018, 2019, 2020

Kecamatan	Jumlah Penduduk berdasarkan Jenis Kelamin (Jiwa)								
	Laki-laki			Perempuan			Jumlah		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Bonang	51 854	52 251	54 641	51 402	51 804	52 071	103 256	104 055	106 712
Demak	49 314	49 471	55 068	52 667	52 842	55 097	101 981	102 313	110 165
Dempet	26 763	26 892	29 747	27 124	27 261	29 942	53 887	54 153	59 689
Gajah	21 421	21 437	26 087	22 419	22 440	25 648	43 840	43 877	51 735
Guntur	39 358	39 683	43 579	38 856	39 184	42 543	78 214	78 867	86 122
Kab. Demak	570 481	575 895	607 820	581 315	586 910	596 136	1 151 796	1 162 805	1 203 956
Karanganyar	35 089	35 234	39 179	36 135	36 292	38 356	71 224	71 526	77 535
Karangawen	45 142	45 623	47 428	46 012	46 510	47 225	91 154	92 133	94 653
Karantengah	31 883	32 147	34 805	31 898	32 167	33 976	63 781	64 314	68 781
Kebonagung	20 254	20 425	20 858	20 608	20 786	20 702	40 862	41 211	41 560
Mijen	24 908	24 926	29 483	26 413	26 437	28 804	51 321	51 363	58 287
Mranggen	96 214	98 585	88 248	97 974	100 408	87 474	194 188	198 993	175 722
Sayung	53 893	54 477	53 719	53 667	54 259	51 993	107 560	108 736	105 712
Wedung	36 087	36 113	42 146	37 081	37 116	40 475	73 168	73 229	82 621
Wonosalam	38 301	38 631	42 832	39 059	39 404	41 830	77 360	78 035	84 662

(Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak)

b. Data Panjang Antrian

Antrian ialah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat simpangi dan dinyatakan dalam kendaraan atau satuan mobil penumpang (smp). Sedangkan panjang antrian adalah sebagai panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan dinyatakan dalam satuan meter. (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997).

c. Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor

Data pertumbuhan kendaraan bermotor ialah data yang dimiliki setiap dinas untuk mengetahui pertumbuhan kendaraan bermotor dalam tahunnya di setiap daerah. Data tersebut diperlukan tiap tahunnya untuk mengetahui fluktuasi pertumbuhan kepemilikan kendaraan dari tahun ke tahun dengan prediksi kapasitas jalan dan derajat kejenuhan dalam tahun tahun yang akan datang.



Tabel 3. 2. Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Perjenis di Provinsi Jawa Tengah Pada Tahun 2017 – 2022

DATA PERTUMBUHAN KENDARAAN BERMOTOR							
NO	JENIS	TAHUN					
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	Mobil (Pribadi)	1.005.355	1.091.817	1.177.581	1.251.652	1.315.749	1295090
2	Mobil (Umum)	20.001	18.945	17.925	16.782	15.398	15252
3	Mobil (Pemerintah)	16.056	16.633	17.162	17.958	18.409	19142
4	Bus, Microbus (Pribadi)	10.167	11.177	12.259	13.179	13.816	13720
5	Bus, Microbus (Umum)	21.449	21.384	20.987	20.551	19.753	19883
6	Bus, Microbus (Pemerintah)	880	832	945	1.023	1.128	1109
7	Truck, Pickup, Light Truck (Pribadi)	436.060	468.608	486.974	499.034	514.801	510821
8	Truck, Pickup, Light Truck (Umum)	65.498	55.224	48.616	44.694	41.648	40511
9	Truck, Pickup, Light Truck (Pemerintah)	5.165	5.426	5.673	5.818	6.019	6206
10	Kendaraan Alat Berat dan Besar (Pribadi)	795	1.024	948	897	800	260
11	Kendaraan Alat Berat dan Besar (Pemerintah)	383	451	449	449	454	170
12	Sepeda Motor Roda Dua dan Roda Tiga (Pribadi)	13.334.149	13.914.494	14.390.398	14.593.042	14.913.084	15201945
13	Sepeda Motor Roda Dua dan Roda Tiga (Pemerintah)	84.808	84.708	85.249	84.204	82.408	86075
JUMLAH		15.000.766	15.690.723	16.265.166	16.549.283	16.943.467	17.210.184

(Sumber : BAPENDA Provinsi Jawa Tengah)

Tabel 3. 3. Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Perjenis di Kabupaten Demak Pada Tahun 2017 – 2022

DATA PERTUMBUHAN KENDARAAN BERMOTOR							
NO	JENIS	TAHUN					
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	Mobil (Pribadi)	16.979	19.451	22.194	24.106	25.918	26.101
2	Mobil (Umum)	238	215	218	210	198	180
3	Mobil (Pemerintah)	366	382	379	423	468	484
4	Bus, Microbus (Pribadi)	293	327	369	386	393	372
5	Bus, Microbus (Umum)	539	525	515	507	474	479
6	Bus, Microbus (Pemerintah)	11	6	10	11	13	13
7	Truck, Pickup, Light Truck (Pribadi)	9.908	11.573	12.843	13.113	14.133	14.464
8	Truck, Pickup, Light Truck (Umum)	3.185	2.654	2.266	2.084	1.587	1.319
9	Truck, Pickup, Light Truck (Pemerintah)	101	96	103	109	112	109
10	Kendaraan Alat Berat dan Besar (Pribadi)	91	88	87	87	86	81
11	Kendaraan Alat Berat dan Besar (Pemerintah)	1	3	3	3	3	2
12	Sepeda Motor Roda Dua dan Roda Tiga (Pribadi)	420.345	444.389	466.070	469.145	483.745	511.148
13	Sepeda Motor Roda Dua dan Roda Tiga (Pemerintah)	2.368	2.209	1.848	1.779	1.758	1.871
JUMLAH		454.425	481.918	506.905	511.963	528.888	556.543

(Sumber : BAPENDA Provinsi Jawa Tengah)

3.6.3. Pengolahan dan Penyajian Data

Berdasarkan data yang sudah dikumpulkan, maka pengolahan data dapat dilakukan secara umum dibagi 2 bagian, yaitu :

a. Pengolahan data dapat berkaitan dengan volume lalu lintas

Pengolahan data volume lalu lintas dapat dilakukan melalui cara mengkonversikan jumlah setiap jenis kendaraan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) setiap jenis kendaraan kedalam satuan mobil penumpang (smp) berdasarkan ketentuan MKJI tahun 2017. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk grafik/diagram agar dapat dilihat fluktuasinya setiap jam secara jelas.

b. Pengolahan data yang berkaitan dengan waktu tempuh kendaraan

Data waktu tempuh dari setiap jenis kendaraan yang disurvei setiap 10 menit dirata – rata dalam setiap jamnya. Nilai rata – rata dari setiap jenis kendaraan dapat kemudian dirata – rata lagi berdasarkan jenis kendaraan yang melintas pada tiap jam tersebut. Nilai rata – rata inilah yang dapat menjadi waktu tempuh rata – rata dalam tiap jam.

3.6.4. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dapat dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan kemudian dilanjutkan dengan pembahasan. Analisis dapat dilakukan pada penelitian ini merupakan analisis kondisi *eksisting* atau penyempitan jalan (*Bottleneck*) menggunakan metode kuantitatif terhadap arus lalu lintas (Q), hambatan samping (SF), kecepatan arus bebas (FV), kapasitas jalan (C), derajat kejenuhan (DS), waktu tempuh rata – rata (TT), tingkat pelayanan (LOS), tingkat kedatangan (λ), Panjang Antrian (NQ), Kendaraani Terhenti (NS), dan Tundaan (DT). Kemudian pembahasan dapat dilakukan menggunakan metode perbandingan, dengan tujuan membandingkan kondisi lalu lintas pada hari kerja, setengah hari kerja, dan hari libur. Analisis kondisi *eksisting* atau penyempitan jalan (*Bottleneck*) dan solusi penyelesaian masalah yaitu mencari solusi penyelesaian masalah lalu lintas yang terjadi dengan pemilihan rute atau pemilihan alternatif terbaik agar pengendara mengetahui rute terbaik dan efektif jika harus berpergian ke Semarang atau sebaliknya.

3.6.5. Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini, setelah dilakukan analisis dan pembahasan terhadap data – data yang ada, akan dilakukan penarikan kesimpulan. Berdasarkan kesimpulan yang di peroleh dapat dicoba memberikan saran maupun masukan kepada pihak terkait melalui harapan dengan mengatasi masalah yang terjadi pada lokasi penelitian.



BAB IV PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA

4.1. Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas hasil pengamatan di beberapa lokasi penelitian yang kita pilih sebagai alternatif terbaik ialah lalu lintas kendaraan dengan klasifikasi kendaraan sebagai berikut:

- a. Kendaraan berat (*Heavy Vehicle/HV*), melalui nilai emp 1,2 seperti : truk, bus, dan kendaraan berat lainnya.
- b. Sepeda motor (*Motor cycle/MC*), dengan melalui nilai emp 0,25.
- c. Kendaraan ringan (*Light Vehicle/LV*), dengan melalui nilai emp 1 seperti: angkutan umum, *pick up*, mobil dinas, mobil pribadi, truk kecil, dan bus kecil.
- d. Kendaraan tak bermotor (*Un – Motorized*), seperti becak, delman, sepeda, dan yang lainnya. Kendaraan ini tidak dianggap sebagai arus lalu lintas akan tetapi termasuk kedalam unsur hambatan samping sesuai MKJI,2017.

Pengolahan dan penyajian data dilakukan dengan cara menghitung jumlah kendaraan tiap jam pada hari berbeda – beda tiap jalan alternatif yang dipilih, cara penelitiannya datang langsung ke lokasi yang akan dijadikan penelitian dan juga melalui media seperti foto dan rekaman video.

Untuk langkah selanjutnya ialah dilakukannya rekapitulasi data dengan mengkonversikan arus lalu lintas kendaraan dan di analisis pada satuan mobil penumpang (smp). Dan ekivalensi mobil penumpang (emp) juga digunakan sebagai pengali dalam setiap masing – masing jenis kendaraan agar dapat diamati atau dianalisis kedalam smp/jam.

4.2. Arus Lalu Lintas Jalan Semarang - Demak

Hasil pengamatan ini dapat untuk mengetahui pola arus lalu lintas dan juga dapat digunakan dalam mengetahui fluktuasi pola arus lalu lintas. Selanjutnya ialah hasil analisis data tiap jalan yang dipilih yang disajikan dalam bentuk tabel :

Tabel 4. 1. Data Arus Puncak Lalu Lintas Jalan Semarang - Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Senin (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	6931	2824	283	10038	4896,35
08.00 – 09.00	6878	2732	276	9886	4782,70
09.00 – 10.00	6889	2739	281	9909	4798,45
10.00 – 11.00	6921	2757	274	9952	4816,05
11.00 – 12.00	6765	2793	282	9840	4822,65
12.00 – 13.00	6591	2802	295	9688	4803,75
13.00 – 14.00	6258	2816	316	9390	4759,70
14.00 – 15.00	6317	2799	337	9453	4782,65
15.00 – 16.00	6669	2837	285	9791	4846,25
16.00 – 17.00	6962	2823	386	10171	5026,70
17.00 – 18.00	6954	2948	493	10395	5278,10

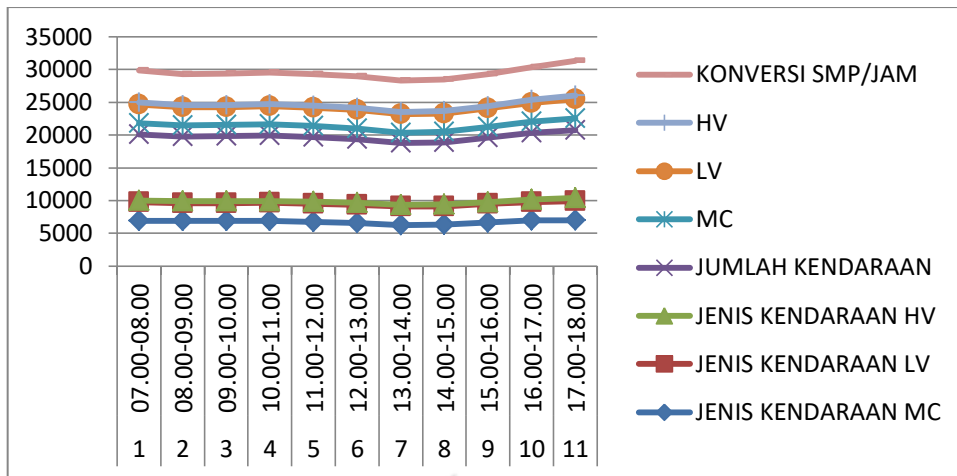
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 2. Data Arus Puncak Lalu Lintas Jalan Semarang – Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Senin (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	5037	2594	251	7882	4154,45
08.00 – 09.00	4954	2599	264	7817	4154,30
09.00 – 10.00	5416	2613	275	8304	4297,00
10.00 – 11.00	4919	2448	397	7764	4154,15
11.00 – 12.00	5214	2522	401	8137	4306,70
12.00 – 13.00	5451	2519	434	8404	4402,55
13.00 – 14.00	5362	2537	446	8345	4412,70
14.00 – 15.00	5513	2569	472	8554	4513,65
15.00 – 16.00	5865	2580	484	8929	4627,05
16.00 – 17.00	5897	2643	490	9030	4705,25
17.00 – 18.00	5939	2984	491	9414	5057,95

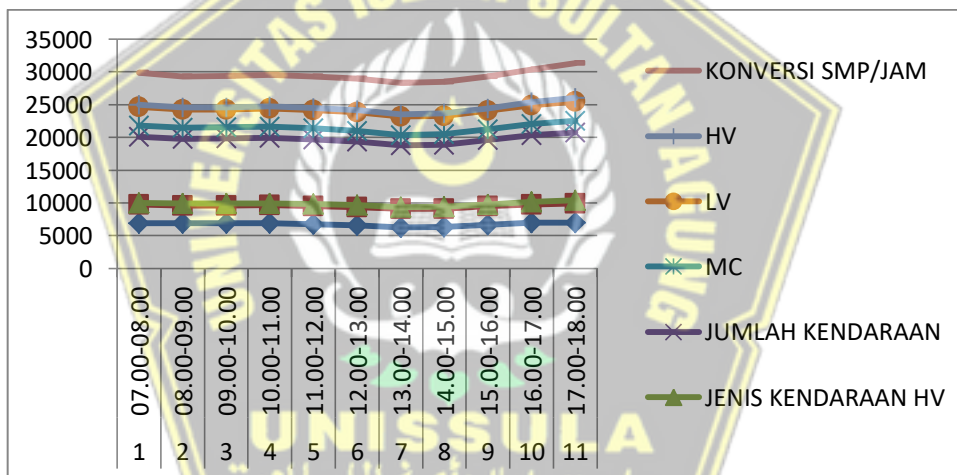
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

DATA ARUS LALU LINTAS JALAN SEMARANG – DEMAK



Gambar 4. 1. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Senin) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Semarang – Demak



Gambar 4. 2. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Senin) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur

Setelah itu, data arus volume lalu lintasi didapatkan, selanjutnya dilakukan rekapitulasi dari data jumlah smp/jam yang paling besar dalam setiap puncak harinya. Berikutnya ialah tabel rekapitulasi arus puncak harian yang paling besar :

Tabel 4. 3. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Semarang – Demak Arah Timur Ke Barat

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Senin	10395	5278,10
Selasa	9699	4754,25
Rabu	9767	4822,25

(Sumber : Analisis Data Penelitian)

Tabel 4. 4. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Semarang – Demak Arah Barat Ke Timur

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Senin	9414	5057,95
Selasa	7832	4352,80
Rabu	8057	4409,05

(Sumber : Analisis Data Penelitian)

Berdasarkan dalam tabel 4.3. dan 4.4. tersebut dapat kita ketahui bahwa volume jumlah arus lalu lintas yang paling besar merupakan arah Timur ke Barat terdapat pada puncak pukul 17.00 – 18.00 pada hari senin dengan hasil perhitungan sebesar 5278,10 smp/jam, sedangkan dalam arah Barat ke Timur terjadi puncak kendaraan pada pukul 17.00 – 18.00 pada hari senin dengan hasil 5057,95 smp/jam. Data volume arus lalu lintas digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data hambatan samping.

4.2.1. Hambatan Samping

Dalam memperoleh data jumlah hambatan samping dapat dilakukan dengan dilakukannya perhitungan jumlah kejadian pada sepanjang jalan dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 5. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Semarang – Demak Arah Timur ke Barat

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	512	0,5	256
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	338	1,0	338
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	576	0,7	403,2
4.	Kend Lambat (SMV)	347	0,4	138,8
Bobot Total				1.136

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 6. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Semarang – Demak Arah Barat ke Timur

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	498	0,5	249
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	316	1,0	316
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	576	0,7	403,2
4.	Kendaraan Lambat (SMV)	342	0,4	136,8
Bobot Total				1.105

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Dalam perhitungan tersebut dilakukan pada hari Selasa sore 17.00 – 18.00 berdasarkan hasil jumlah volume arus lalu lintas paling besar pada jalan Semarang – Demak. Selanjutnya dilakukannya analisis bobot hambatan samping dengan mengkalikan hasil jumlah masing – masing tipe hambatan samping dengan faktor bobotnya pada (tabel 2.14) dan setelah itu di jumlahkan agar mendapat bobot total.

Untuk penelitian ini didapatkan nilai bobot totalnya sebesar 1.136 dan 1.105, sehingga dapat kita ketahui dalam tabel 2.15 termasuk dalam kategori kelas hambatan samping tersebut termasuk kategori Sangat Tinggi (*VH*) dengan rentan nilai bobot kejadiannya ialah >900 dengan kondisi khusus daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan.

4.2.2. Kapasitas (C)

Besarnya nilai kapasitas jalan Semarang – Demak dapat dilihat pada persamaan 2.2 sebagai berikut :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam) perlajur

Berdasarkan pada tabel 2.2 didapatkan nilai 1650 x 4 lajur karena tipe jalan empat lajur dua arah dikali jumlah lajur.

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

Berdasarkan pada tabel 2.3 diketahui nilai 1,04 karena tipe jalan empat lajur terbagi atau jalan satu arah $W_c = 3,75$ meter.

FC_{SP} = Faktor penyesuain pemisahan arah

Berdasarkan pada tabel 2.4 lalu didapatkan nilai 1 dikarenakan pemisah arahnya adalah 50% - 50%

FC_{SF} = Faktor penyesuain hambatan samping

Berdasarkan tabel 2.5 didapatkan nilai 0,81 karena tipe jalan empat lajur dua arah terbagi, kelas hambatan samping Sangat Tinggi (*VH*), $W_k = <0,5m$

FC_{CS} = Faktor penyesuain ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.6 didapatkan nilai 1 karena jumlah penduduk Kabupaten Demak mencapai 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020).

Maka :

$$\begin{aligned} C &= C_O \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\ &= 6600 \times 1,04 \times 1 \times 0,81 \times 1 \\ &= 5559,84 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4.2.3. Derajat Kejenuhan

Besarnya nilai derajat kejenuhan dinyatakan dalam persamaan 2.3 .

Maka :

Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 5278,10/5559,84 \\ &= 0,9499326 \\ &= 0,95 \end{aligned}$$

Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 5057,95/5559,84 \\ &= 0,9097294 \\ &= 0,91 \end{aligned}$$

4.2.4. Kecepatan Arus Bebas

Untuk besarnya nilai kecepatan arus bebas pada jalan Semarang - Demak dapat dinyatakan dengan persamaan 2.4 sebagai berikut :

FV = Kecepatan arus kendaraan ringan (km/jam)

FV_O = Kecepatan arus bebas berdasarkan kendaraan ringan (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.7 didapatkan nilai 57 untuk kendaraan ringan (LV), 50 untuk kendaraan berat (HV), 47 untuk motor (MC), dan rata – rata semua kendaraan dengan nilai 55.

FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.8 didapatkan nilai 2 dikarenakan tipe jalan empat lajur dua arah dan lebar efektif (W_C) per lajur ialah 3,75 meter.

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Berdasarkan pada tabel 2.9 didapatkan nilai 0,81 dikarenakan tipe jalan empat lajur dua arah, dan kelas hambatan samping sangat tinggi (VH), jalan kerb – penghalang (W_K) $\leq 0,5$ m.

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.10 didapatkan nilai 1 dikarenakan jumlah penduduk kabupaten Demak ialah 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020)

Maka :

Kecepatan arus kendaraan ringan (LV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (57 + 2) \times 0,81 \times 1 \\ &= 47,79 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan berat (HV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (50 + 2) \times 0,81 \times 1 \\ &= 42,12 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan motor (MC)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (47 + 2) \times 0,81 \times 1 \\ &= 39,69 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus semua kendaraan (Rata – rata)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (55 + 2) \times 0,81 \times 1 \\ &= 46,17 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

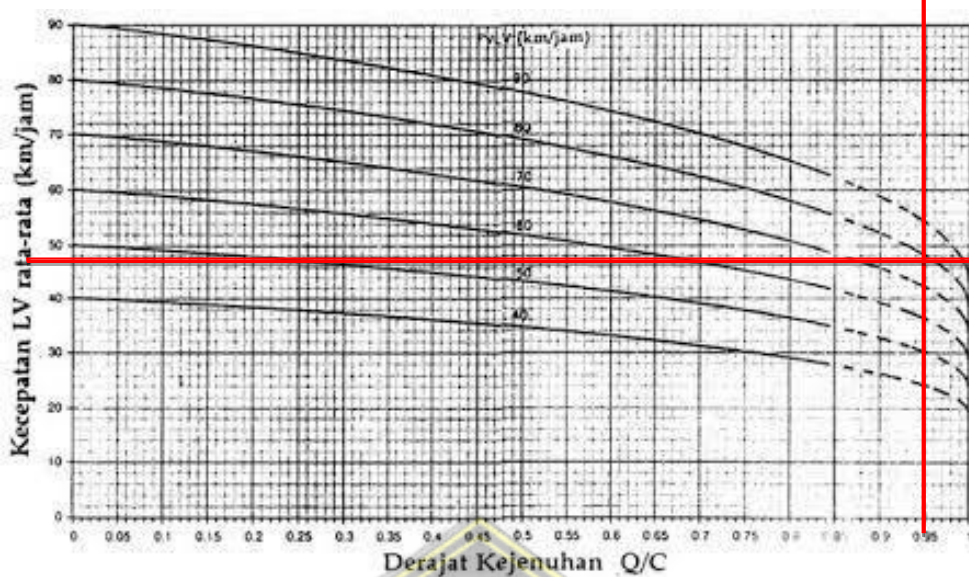
4.2.5. Kecepatan Waktu Tempuh Rata – rata

Dibawah ini data – data hasil perhitungan yang sudah didapatkan :

Arah Timur ke Barat

$$DS = 0,95$$

$$FV (LV) = 47,79 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 3. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah memasukkan nilai *DS* sebesar 0,95 dan *FV(LV)* sebesar 47,79 km/jam maka didapatkan nilai kecepatan rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 17,7 km/jam, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah:

$$\begin{aligned}
 TT &= L/V \\
 &= 0,1/17,7 \\
 &= 0,00564972 \times 3.600 \\
 &= 20,3389831 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{20,3 \text{ dt}} = \frac{18000}{x}$$

$$100x = 365400$$

$$X = 3654 \text{ dt}$$

$$\frac{18 \text{ km}}{1,015 \text{ jam}} = 17,73 \text{ km/jam}$$

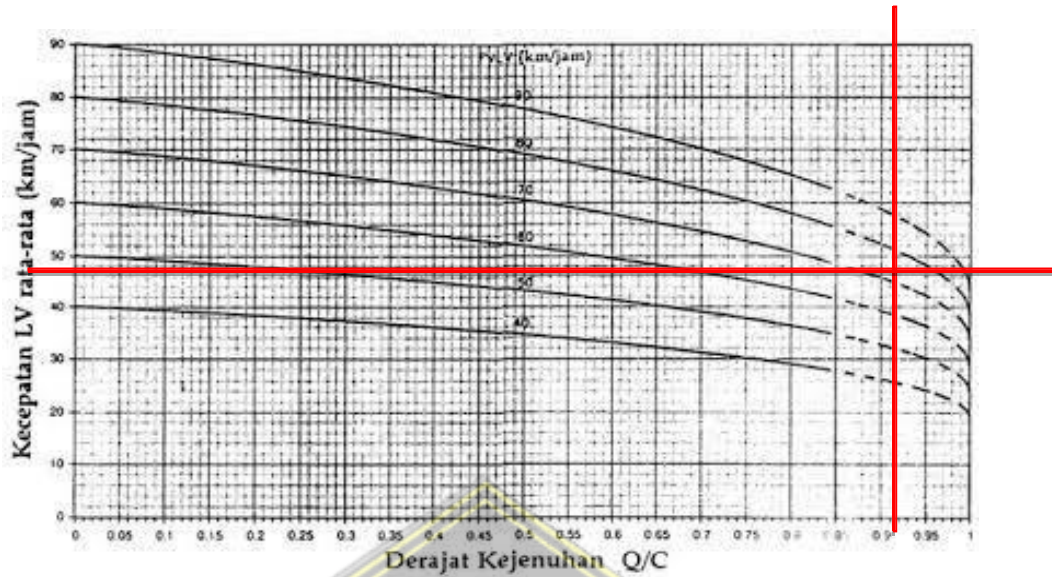
Sehingga dari didapatkannya waktu tempuh dalam melintasi 18 km ialah 17,73 km/jam.

Hasil perhitungan data – data yang didapatkan :

Arah Barat ke Timur

$$DS = 0,91$$

$$FV (LV) = 47,79 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 4. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari *DS* untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai dan memasukkan nilai *DS* sebesar 0,91 dan $FV(LV)$ sebesar 47,79 km/jam maka didapatkan nilai rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 18,9 km/jam, kemudian dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah :

$$\begin{aligned} TT &= L/V \\ &= 0,1/18,9 \\ &= 0,00529101 \times 3.600 \\ &= 19,047619 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\frac{100m}{19,05 \text{ dt}} = \frac{17000}{x}$$

$$100x = 323850$$

$$X = 3238,5 \text{ dt}$$

$$\frac{17 \text{ km}}{0,8996 \text{ jam}} = 18,9 \text{ km/jam}$$

Sehingga, didapatkan waktu tempuh untuk melintasi 17 km ialah 18,9 km/jam

4.2.6. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan US-HCM 1994, perilaku lalu lintas dapat diwakili oleh tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) ialah ukuran kuantitatif yang menggambarkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan *Level of Service* dihitung menggunakan nilai dari derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*).

Nilai DS ini digunakan dalam mengetahui tingkat pelayanan pada Jalan Semarang – Demak melalui nilai DS ke dalam tabel 2. 13. Berdasarkan tabel 2.13. ialah tingkat pelayanan di jalan Semarang – Demak memenuhi tingkat pelayanan E (arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti, permintaan sudah mendekati kapasitas) dengan nilai DS arah Timur ke Barat ialah sebesar 0,95 dan arah Barat ke Timur dengan nilai 0,91 diantara 0,85 – 1,00.

4.2.7. Panjang Antrian

Jumlah rata – rata antrian smp (NQ) dapat dihitung sebagai berikut :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Untuk rumus dan hasil perhitungan NQ_1 dapat sebagai berikut :

Untuk $DS > 0,5$

Untuk arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned} NQ_1 &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \\ &= 0,25 \times 5559,84 \times \left[(0,95 - 1) \sqrt{(0,95 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,95 - 0,5)}{5559,84}} \right] \\ &= 1389,96 \times \left[(-0,05067) \sqrt{(-0,05067)^2 + 0,000646531} \right] \\ &= 1389,96 \times \left[(-0,05067) \sqrt{0,0025674489 + 0,000646531} \right] \\ &= 1389,96 \times \left[(-0,05067) \sqrt{0,0032139799} \right] \\ &= 1389,96 \times \left[(-0,05067) \times 0,05669197 \right] \\ &= 1389,96 \times 0,0060219739 \\ &= 8,37030279 \end{aligned}$$

Untuk arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned} NQ_1 &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \\ &= 0,25 \times 5559,84 \times \left[(0,91 - 1) \sqrt{(0,91 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,91 - 0,5)}{5559,84}} \right] \\ &= 1389,96 \times \left[(-0,09027) \sqrt{(-0,09027)^2 + 0,000589556} \right] \\ &= 1389,96 \times \left[(-0,09027) \sqrt{0,008148778 + 0,000589556} \right] \\ &= 1389,96 \times \left[(-0,09027) \sqrt{0,008738334} \right] \\ &= 1389,96 \times \left[(-0,09027) \times 0,093479057 \right] \\ &= 1389,96 \times 0,0032084743 \\ &= 4,4596511 \end{aligned}$$

Jadi, untuk hasil perhitungan nilai NQ_1 pada arah Timur ke Barat ialah 8,37 sedangkan untuk arah Barat ke Timur ialah 4,46.

Perumusan dan hasil perhitungan NQ_2 sebagai berikut :

Untuk arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned}NQ_2 &= c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\&= 3.600 \times \frac{1-27}{1-27 \times 0,95} \times \frac{5278,10}{3600} \\&= 3.600 \times \frac{-26}{-24,6825} \times 1,4661389 \\&= 3.600 \times 1,053379 \times 1,4661389 \\&= 5559,84\end{aligned}$$

Untuk arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned}NQ_2 &= c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\&= 3.600 \times \frac{1-27}{1-27 \times 0,91} \times \frac{5057,95}{3600} \\&= 3.600 \times \frac{-26}{-23,6530} \times 1,4049861 \\&= 3.600 \times 1,099228 \times 1,4049861 \\&= 5559,84\end{aligned}$$

Jumlah rata – rata panjang antrian smp (NQ) dapat dihitung sebagai berikut :

Untuk Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned}NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\&= 8,3703 + 5559,84 \\&= 5568,21 \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned}NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\&= 4,4597 + 5559,84 \\&= 5564,30 \text{ m}\end{aligned}$$

Jadi, hasil perhitungan panjang antrian pada arah Timur ke Barat dengan nilai 5568,21 m dan hasil perhitungan arah Barat ke Timur dengan nilai 5564,30 m.

4.2.8. Kendaraan Terhenti

Jumlah rata – rata kendaraan terhenti per smp, henti berulang sebelum melewati stop simpang. Hasil perhitungan dan rumus angka henti (NS) masing – masing pendekat sebagai berikut :

Untuk Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned}NS &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\&= 0,9 \times \frac{29697,122}{5278,10 \times 3600} \times 3600 \\&= 0,9 \times 0,001562911 \times 3600 \\&= 5,063831578 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

Untuk Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned}NS &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\&= 0,9 \times \frac{29676,265}{5057,95 \times 3600} \times 3600 \\&= 0,9 \times 0,001629792 \times 3600 \\&= 5,280526364 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

Jumlah kendaraan terhenti (NSV) dapat di hitung sebagai berikut :

Untuk Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned}Nsv &= Q \times NS \text{ (smp/jam)} \\&= 5278,10 \times 5,063831578 \\&= 26727,40945\end{aligned}$$

Untuk Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned}Nsv &= Q \times NS \text{ (smp/jam)} \\&= 5057,95 \times 5,280526364 \\&= 26708,63832\end{aligned}$$

Selanjutnya, menambahkan atau menotalkan Nsv dan juga Q, berikut merupakan perhitungannya:

$$\begin{aligned}Nsv \text{ Total} &= 26727,40945 + 26708,63832 \\&= 53436,04778\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q \text{ Total} &= 5278,10 + 5057,95 \\&= 10336,06\end{aligned}$$

Hasil perhitungan data Kendaraan terhenti (NS_{TOT}) untuk seluruh simpang sebagai berikut :

$$\begin{aligned}NS_{TOT} &= \frac{\sum Nsv}{Q_{TOT}} \\&= \frac{53436,04778}{10336,06} \\&= 5,169871254\end{aligned}$$

Jadi, hasil perhitungan kendaraan terhenti pada jalan Semarang – Demak ialah 5,169871254.

4.2.9. Tundaan

Tundaan pada simpang ada 2 komponen, ialah tundaan lalu lintas (DT) dan juga tundaan geometrik (DG). Berikut hasil perhitungan dan rumusnya sebagai berikut:

$$D_j = DT_j + DG_j$$

Hasil perhitungan tundaan akibat timbal balik dengan gerakan lainnya sebagai berikut :

$$DT = c \times A \times \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

Untuk menentukan nilai A, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= \frac{0,5 \times (1-GR)}{(1-GR)} \\ &= \frac{0,5 \times (1-27)}{(1-27)} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Untuk Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned} DT &= c \times A \times \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\ &= 3600 \times 0,5 \times \frac{8,370302785 \times 3600}{5559,84} \\ &= 3600 \times 0,5 \times 5,419776473 \\ &= 9755,597651 \text{ dt/smp} \\ &= 2,71 \text{ jam} \end{aligned}$$

Untuk Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned} DT &= c \times A \times \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\ &= 3600 \times 0,5 \times \frac{4,459650949 \times 3600}{5559,84} \\ &= 3600 \times 0,5 \times 2,887626877 \\ &= 5197,728379 \text{ dt/smp} \\ &= 1,444 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jadi, hasil perhitungan pada tundaan simpang ialah untuk arah timur ke barat dengan nilai 2,71 jam dan nilai barat ke timur ialah 1,444 jam.

4.2.10. Tingkat Kedatangan

Hasil perhitungan dan rumus untuk mencari rata – rata waktu kedatangan atau waktu menunggu pada tiap masing – masing kendaraan pada jalan Semarang – Demak didalam sistem perempatan lampu lalu lintas (T) dalam satuan menit sebagai berikut :

$$T_i = \frac{1}{\mu_i - \lambda_i}$$

$$1,5 = \frac{1}{0,45 - \lambda_i}$$

$$1,5 \times 0,45 - \lambda_i = 1$$

$$0,675 - \lambda_i = 1$$

$$\lambda_i = 0,325 \text{ menit}$$

Jadi, hasil perhitungan untuk tingkat kedatangan ialah sebesar 0,325 menit.

4.2.11. Rekapituasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Semarang – Demak

Betikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pada Jalan Semarang – Demak:

Tabel 4. 7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Semarang – Demak

NO	HASIL PERHITUNGAN	ARAH	
		TIMUR KE BARAT	BARAT KE TIMUR
1.	Jumlah Kendaraan	10.395	9.414
2.	Konversi smp/jam	5278,10 smp/jam	5057,95 smp/jam
3.	Hambatan Samping	1.136	1.105
4.	Kapasitas	5559,84 smp/jam	5559,84 smp/jam
5.	Derajat Kejenuhan	0,95	0,91
6.	Kec. Arus Bebas	46,17 km/jam	46,17 km/jam
7.	Kec. Waktu Tempuh	17,73 km/jam	18,9 km/jam
8.	Tingkat Pelayanan	E	E
9.	Panjang Antrian	5568,21 m	5564,30 m
10.	Kendaraan Terhenti	5,16987	5,16987
11.	Tundaan	2,71 jam	1,444 jam
12.	Tingkat Kedatangan	0,325 menit	0,325 menit

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

4.3. Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Wonosalam Demak

Hasil analisis perhitungan data jalan yang dipakai sebagai berikut :

Tabel 4. 8. Data Hasil Analisis Puncak Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Wonosalam Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Kamis (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	1639	471	15	2125	898,75
08.00 – 09.00	1571	327	6	1904	726,95
09.00 – 10.00	1248	187	13	1448	514,60
10.00 – 11.00	957	265	11	1233	517,45
11.00 – 12.00	847	191	7	1045	411,15
12.00 – 13.00	815	317	5	1137	526,75
13.00 – 14.00	923	283	12	1218	528,15
14.00 – 15.00	965	161	8	1134	411,85
15.00 – 16.00	1213	343	22	1578	672,65
16.00 – 17.00	1484	486	39	2009	903,80
17.00 – 18.00	1659	512	42	2213	977,15

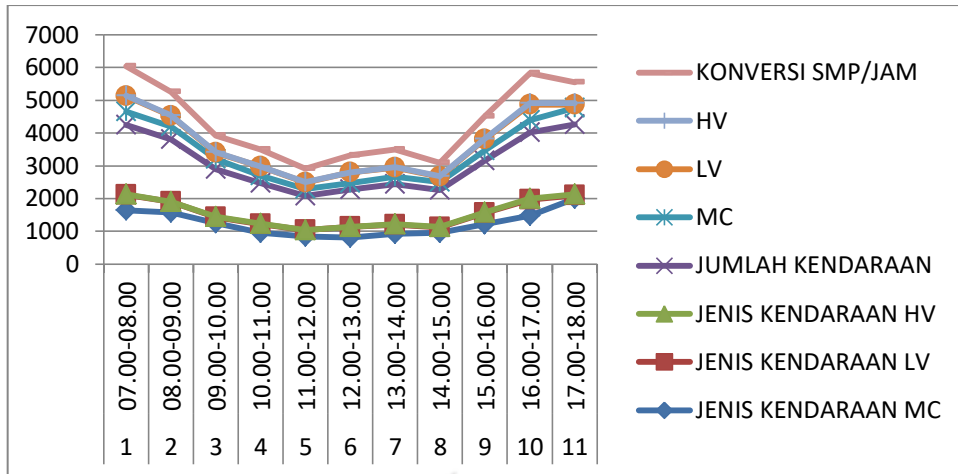
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 9. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Wonosalam Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Kamis (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	1011	137	7	1155	398,15
08.00 – 09.00	1021	142	11	1174	410,45
09.00 – 10.00	967	144	8	1119	395,35
10.00 – 11.00	948	138	11	1097	388,20
11.00 – 12.00	944	135	10	1089	383,00
12.00 – 13.00	935	131	9	1075	375,55
13.00 – 14.00	947	139	12	1098	390,15
14.00 – 15.00	961	146	10	1117	398,25
15.00 – 16.00	956	147	19	1122	408,80
16.00 – 17.00	1019	155	23	1197	437,35
17.00 – 18.00	1057	158	25	1240	452,25

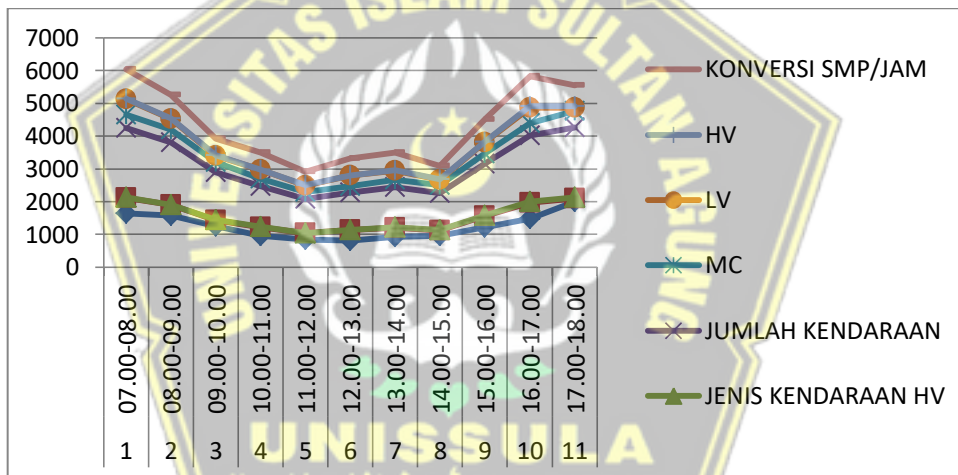
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Diponegoro Kecamatan Wonosalam



Gambar 4. 5. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kamis Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Diponegoro Kecamatan Wonosalam



Gambar 4. 6. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kamis Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur

Setelah itu, data arus volume lalu lintasi didapatkan, selanjutnya dilakukan rekapitulasi dari data jumlah smp/jam yang paling besar Berikutnya ialah tabel rekapitulasi arus puncak harian yang paling besar :

Tabel 4. 10. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Wonosalam Demak Arah Timur Ke Barat

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Kamis	2213	977,15
Selasa	2019	520,80
Rabu	2136	643,20

(Sumber : Analilis Data Penelitian)

Tabel 4. 11. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Wonosalam Demak Arah Barat Ke Timur

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Kamis	1240	452,25
Selasa	997	331,40
Rabu	1098	357,60

(Sumber : Analisis Data Penelitian)

Berdasarkan dalam tabel 4.3. dan 4.4. tersebut dapat kita ketahui bahwa volume jumlah arus lalu lintas yang paling besar merupakan arah Timur ke Barat terdapat pada puncak pukul 17.00 – 18.00 pada hari senin dengan hasil perhitungan sebesar 977,15 smp/jam, sedangkan dalam arah Barat ke Timur terjadi puncak kendaraan pada pukul 17.00 – 18.00 pada hari senin dengan hasil 452,25 smp/jam.

4.3.1. Hambatan Samping

Dalam memperoleh data jumlah hambatan samping dapat dilakukn dengan dilakukannya perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4. 12. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Wonosalam Demak Arah Timur ke Barat

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	125	0,5	62,5
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	97	1,0	97
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	101	0,7	70,7
4.	Kend Lambat (SMV)	96	0,4	38,4
Bobot Total				268,6

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 13. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Wonosalam Demak Arah Barat ke Timur

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	119	0,5	59,5
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	93	1,0	93
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	112	0,7	78,4
4.	Kendaraan Lambat (SMV)	87	0,4	34,8
Bobot Total				265,7

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Dalam perhitungan tersebut dilakukan pada hari Kamis sore 17.00 – 18.00 berdasarkan hasil jumlah volume arus lalu lintas paling besar pada jalan Wonosalam Demak. Selanjutnya dilakukannya analisis bobot hambatan samping dengan mengkalikan hasil jumlah masing – masing tipe hambatan samping dengan faktor bobotnya pada (tabel 2.14) dan setelah itu di jumlahkan agar mendapat bobot total.

Untuk penelitian ini didapatkan nilai bobot totalnya sebesar 268,6 dan 265,7, sehingga dapat kita ketahui dalam tabel 2.15 termasuk dalam kategori kelas hambatan samping tersebut termasuk kategori Rendah (*L*) dengan rentan nilai bobot kejadiannya ialah 100 - 299 dengan kondisi daerah permukiman, beberapa kendaraan umum dsb.

4.3.2. Kapasitas (C)

Besarnya nilai kapasitas jalan Wonosalam dilihat pada persamaan 2.2 sebagai berikut :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam) perlajur

Berdasarkan pada tabel 2.2 didapatkan nilai 2900 x 2 lajur karena tipe jalan dua lajur dua arah dikali jumlah lajur.

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

Berdasarkan pada tabel 2.3 diketahui nilai 0,56 karena tipe jalan dua lajur terbagi $W_c = 2,5$ meter.

FC_{SP} = Faktor penyesuain pemisahan arah

Berdasarkan pada tabel 2.4 lalu didapatkan nilai 1 dikarenakan pemisah arahnya adalah 50% - 50%

FC_{SF} = Faktor penyesuain hambatan samping

Berdasarkan tabel 2.5 didapatkan nilai 0,9 karena tipe jalan dua lajur dua arah terbagi, kelas hambatan samping Rendah (*L*), $W_k = < 0,5m$

FC_{CS} = Faktor penyesuain ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.6 didapatkan nilai 1 karena jumlah penduduk Kabupaten Demak mencapai 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020).

Maka :

$$\begin{aligned} C &= C_O \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\ &= 5800 \times 0,56 \times 1 \times 0,9 \times 1 \\ &= 2923,2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4.3.3. Derajat Kejenuhan

Besarnya nilai derajat kejenuhan dapat dinyatakan dalam persamaan 2.3 sebagai berikut :

Maka :

Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 977,15/2923,2 \\ &= 0,334274 \\ &= 0,33 \end{aligned}$$

Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 452,25/2923,2 \\ &= 0,15471059 \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

4.3.4. Kecepatan Arus Bebas

Untuk besarnya nilai kecepatan arus bebas pada jalan Wonosalam dapat dinyatakan dengan persamaan 2.4 sebagai berikut :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_O = Kecepatan arus bebas berdasarkan kendaraan ringan (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.7 didapatkan nilai 44 untuk kendaraan ringan (LV), 40 untuk kendaraan berat (HV), 40 untuk motor (MC), dan rata – rata semua kendaraan dengan nilai 42.

FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.8 didapatkan nilai -9,5 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah dan lebar efektif (W_C) per lajur ialah 2,5 meter.

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Berdasarkan pada tabel 2.9 didapatkan nilai 0,93 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah, dan kelas hambatan samping Rendah (L), jalan kerb – penghalang (W_K) $\leq 0,5$ m.

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.10 didapatkan nilai 1 dikarenakan jumlah penduduk kabupaten Demak ialah 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020)

Maka :

Kecepatan arus kendaraan ringan (LV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (44 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 32,085 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan berat (HV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 28,365 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan motor (MC)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 28,365 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus semua kendaraan (Rata – rata)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (42 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 30,225 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

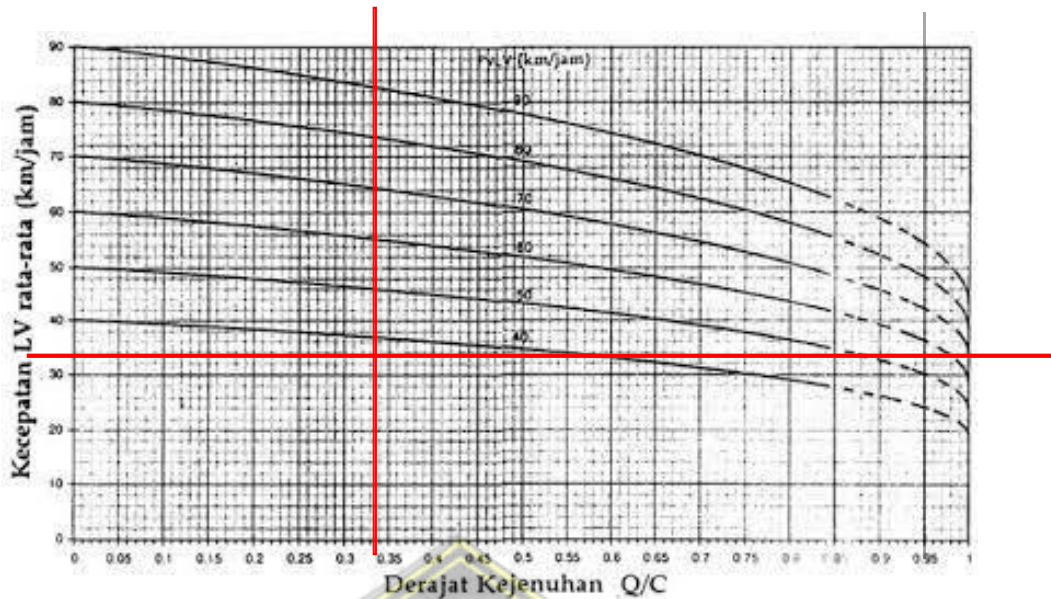
4.3.5. Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata

Dibawah ini data – data hasil perhitungan yang sudah didapatkan :

Arah Timur ke Barat

$$DS = 0,33$$

$$FV (LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 7. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah memasukkan nilai DS sebesar 0,33 dan $FV(LV)$ sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai kecepatan rata – rata kendaraan ringan (LV) sebesar 42,1 km/jam, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah:

$$\begin{aligned}
 TT &= L/V \\
 &= 0,1/42,1 \\
 &= 0,002376144 \times 3.600 \\
 &= 8,55412 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{8,6 \text{ dt}} = \frac{27400}{x}$$

$$100 \times = 235640$$

$$X = 3654 \text{ dt}$$

$$\frac{27,4 \text{ km}}{0,6 \text{ jam}} = 45,67 \text{ km/jam}$$

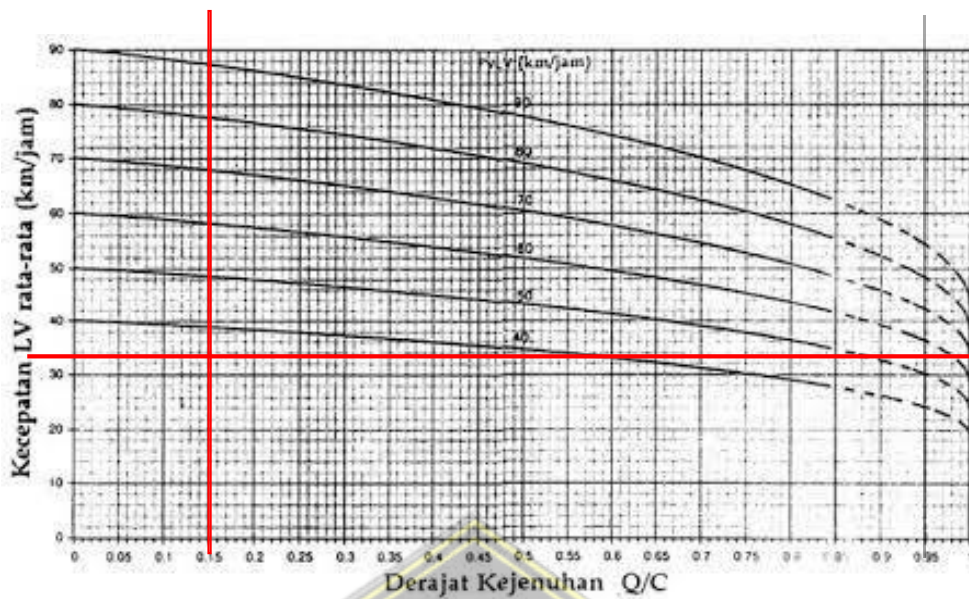
Sehingga dari didaptkannya waktu tempuh dalam melintasi 27,4 km ialah 45,67 km/jam.

Hasil perhitungan data – data yang didapatkan :

Arah Barat ke Timur

$$DS = 0,16$$

$$FV (LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 8. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari *DS* untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai dan memasukkan nilai *DS* sebesar 0,16 dan *FV(LV)* sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 40,1 km/jam, kemudian dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah :

$$\begin{aligned}
 TT &= L/V \\
 &= 0,1/40,1 \\
 &= 0,00249376 \times 3.600 \\
 &= 8,9775561 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{100 \text{ m}}{9 \text{ dt}} &= \frac{27400}{x} \\
 100 \times &= 246600
 \end{aligned}$$

$$X = 2466$$

$$\frac{27,4 \text{ km}}{0,685 \text{ jam}} = 40 \text{ km/jam}$$

Sehingga, didapatkan waktu tempuh untuk melintasi 27,4 km ialah 40 km/jam.

4.3.6. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan US-HCM 1994, perilaku lalu lintas dapat diwakili oleh tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) ialah ukuran kuantitatif yang menggambarkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan *Level of Service* dihitung menggunakan nilai dari derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*).

Nilai DS ini digunakan dalam mengetahui tingkat pelayanan pada Jalan Wonosalam Demak melalui nilai DS ke dalam tabel 2. 13. Berdasarkan tabel 2.13. ialah tingkat pelayanan di jalan Wonosalam Demak memenuhi tingkat pelayanan B (arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas) dengan nilai DS arah Timur ke Barat ialah sebesar 0,33 diantara 0,20 – 0,44 dan tingkat pelayanan A (kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah) dengan nilai DS arah Barat ke Timur dengan nilai 0,16 diantara 0,00 – 0,20.

4.3.7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Wonosalam Demak

Berikut merupakan tabel rekapitulasi hasil perhitungan pada Jalan Wonosalam Demak :

Tabel 4. 14. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Wonosalam Demak

NO	HASIL PERHITUNGAN	ARAH	
		TIMUR KE BARAT	BARAT KE TIMUR
1.	Jumlah Kendaraan	2.213	1.240
2.	Konversi smp/jam	977,15 smp/jam	452,25 smp/jam
3.	Hambatan Samping	268,6	265,7
4.	Kapasitas	2923,2 smp/jam	2923,2 smp/jam
5.	Derajat Kejenuhan	0,33	0,16
6.	Kec. Arus Bebas	30,225 km/jam	30,225 km/jam
7.	Kec. Waktu Tempuh	45,67 km/jam	40 km/jam
8.	Tingkat Pelayanan	B	A

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

4.4. Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Buyaran Demak

Hasil pengamatan ini dapat mengetahui pola arus lalu lintas pada jalan alternatif di jalan Buyaran Demak sebagai berikut :

Tabel 4. 15. Data Hasil Analisis Arus Puncak Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Buyaran Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Minggu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	582	578	23	1183	751,10
08.00 – 09.00	436	428	19	883	559,80
09.00 – 10.00	397	319	22	738	444,65
10.00 – 11.00	410	254	18	682	378,10
11.00 – 12.00	509	279	22	810	432,65
12.00 – 13.00	571	208	20	799	374,75
13.00 – 14.00	639	367	19	1025	549,55

“Lanjutan” Tabel 4. 15. Data Hasil Analisis Arus Puncak Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Buyaran Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Minggu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

14.00 – 15.00	711	228	14	953	422,55
15.00 – 16.00	680	356	16	1052	545,20
16.00 – 17.00	825	587	10	1422	805,25
17.00 – 18.00	897	732	18	1647	977,85

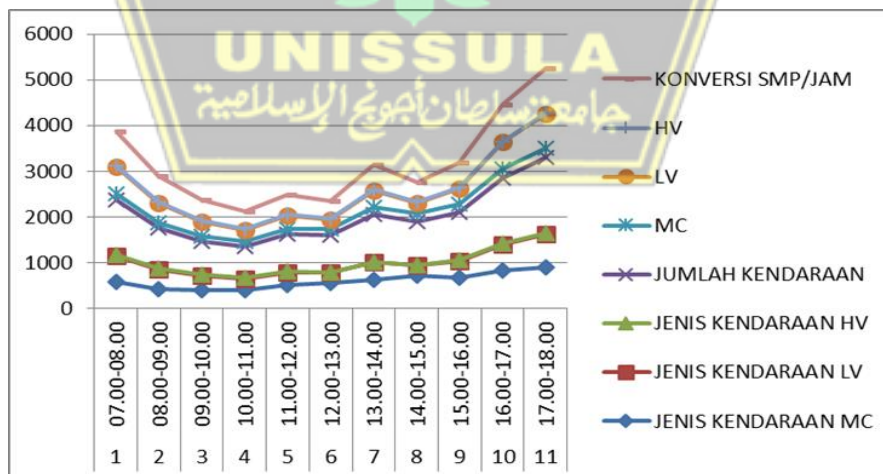
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 16. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Buyaran Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Minggu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	721	209	20	950	413,25
08.00 – 09.00	709	265	23	997	469,85
09.00 – 10.00	657	521	33	678	372,80
10.00 – 11.00	412	247	19	626	348,65
11.00 – 12.00	377	222	27	502	286,00
12.00 – 13.00	296	176	30	1171	685,80
13.00 – 14.00	656	481	34	1167	690,95
14.00 – 15.00	643	493	31	1156	696,80
15.00 – 16.00	620	507	29	1157	687,45
16.00 – 17.00	633	498	26	1211	724,85
17.00 – 18.00	657	521	33	1280	759,90

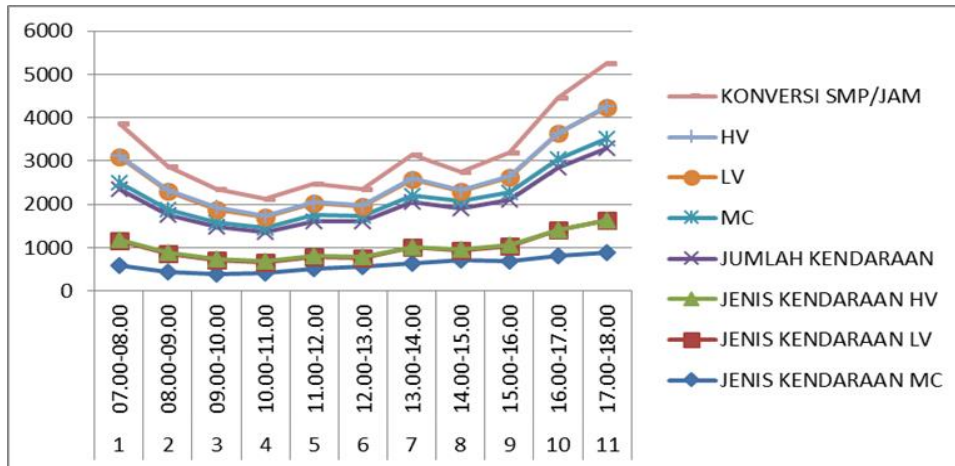
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Buyaran



Gambar 4. 9. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Minggu (Hari Libur) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Buyaran



Gambar 4. 10. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Minggu (Hari Libur) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur

Setelah itu, data arus volume lalu lintasi didapatkan, selanjutnya dilakukan rekapitulasi dari data jumlah smp/jam yang paling besar dalam setiap puncak harinya. Berikutnya ialah tabel rekapitulasi arus puncak harian yang paling besar :

Tabel 4. 17. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Buaran Demak Arah Timur Ke Barat

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Minggu	1647	977,85
Senin	1123	377,60
Selasa	1098	357,60

(Sumber : Analilis Data Penelitian)

Tabel 4. 18. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Buyaran Demak Arah Barat Ke Timur

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Minggu	1280	759,90
Senin	1141	399,20
Selasa	1095	354

(Sumber : Analisis Data Penelitian)

Berdasarkan dalam tabel 4.3. dan 4.4. tersebut dapat kita ketahui bahwa volume jumlah arus lalu lintas yang paling besar merupakan arah Timur ke Barat terdapat pada puncak pukul 17.00 – 18.00 pada hari minggu dengan hasil perhitungan sebesar 977,85 smp/jam, sedangkan dalam arah Barat ke Timur terjadi puncak kendaraan pada pukul 17.00 – 18.00 pada hari senin dengan hasil 759,90 smp/jam.

4.4.1. Hambatan Samping

Dalam memperoleh data jumlah hambatan samping dapat dialukakan dengan dilakukannya perhitungan jumlah kejadian dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 19. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Buyaran Demak Arah Timur ke Barat

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	96	0,5	48
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	112	1,0	112
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	135	0,7	94,5
4.	Kend Lambat (SMV)	95	0,4	38
Bobot Total				292,5

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 20. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Buyaran Demak Arah Barat ke Timur

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	90	0,5	45
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	105	1,0	105
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	129	0,7	90,3
4.	Kendaraan Lambat (SMV)	91	0,4	36,4
Bobot Total				276,7

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Dalam perhitungan tersebut dilakukan pada hari Minggu sore 17.00 – 18.00 berdasarkan hasil jumlah volume arus lalu lintas paling besar pada jalan Buyaran Demak. Selanjutnya dilakukannya analisis bobot hambatan samping dengan mengkalikan hasil jumlah masing – masing tipe hambatan samping dengan faktor bobotnya pada (tabel 2.14) dan setelah itu di jumlahkan agar mendapat bobot total.

Untuk penelitian ini didapatkan nilai bobot totalnya sebesar 292,5 dan 276,7, sehingga dapat kita ketahui dalam tabel 2.15 termasuk dalam kategori kelas hambatan samping tersebut termasuk kategori Rendah (L) dengan rentan nilai bobot kejadiannya ialah 100 - 299 dengan kondisi khusus daerah pemukiman, beberapa kendaraan umum dsb.

4.4.2. Kapasitas (C)

Besarnya nilai kapasitas jalan Buyaran dapat dilihat pada persamaan 2.2 sebagai berikut :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam) per lajur

Berdasarkan pada tabel 2.2 didapatkan nilai 2900 x 2 lajur karena tipe jalan dua lajur dua arah dikali jumlah lajur.

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

Berdasarkan pada tabel 2.3 diketahui nilai 0,56 karena tipe jalan dua lajur terbagi $W_c = 2,5$ meter.

FC_{SP} = Faktor penyesuain pemisahan arah

Berdasarkan pada tabel 2.4 lalu didapatkan nilai 1 dikarenakan pemisah arahnya adalah 50% - 50%

FC_{SF} = Faktor penyesuain hambatan samping

Berdasarkan tabel 2.5 didapatkan nilai 0,9 karena tipe jalan dua lajur dua arah terbagi, kelas hambatan samping Rendah (L), $W_k \leq 0,5m$

FC_{CS} = Faktor penyesuain ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.6 didapatkan nilai 1 karena jumlah penduduk Kabupaten Demak mencapai 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020).

Maka :

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\ &= 5800 \times 0,56 \times 1 \times 0,9 \times 1 \\ &= 2923,2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4.4.3. Derajat Kejenuhan

Besarnya nilai derajat kejenuhan dapat dinyatakan pada persamaan 2.3 sebagai berikut :

Maka :

Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 977,85/2923,2 \\ &= 0,334513547 \end{aligned}$$

$$= 0,33$$

Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 759,90/2923,2 \\ &= 0,259954844 \\ &= 0.26 \end{aligned}$$

4.4.4. Kecepatan Arus Bebas

Untuk besarnya nilai kecepatan arus bebas jalan Buyaran dapat dinyatakan pada persamaan 2.4 sebagai berikut :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_O = Kecepatan arus bebas berdasarkan kendaraan ringan (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.7 didapatkan nilai 44 untuk kendaraan ringan (LV), 40 untuk kendaraan berat (HV), 40 untuk motor (MC), dan rata – rata semua kendaraan dengan nilai 42.

FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.8 didapatkan nilai-9,5 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah dan lebar efektif (W_C) perlajur ialah 2,5 meter.

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Berdasarkan pada tabel 2.9 didapatkan nilai 0,93 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah, dan kelas hambatan samping Rendah (L), jalan kerb – penghalang (W_K) $\leq 0,5$ m.

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.10 didapatkan nilai 1 dikarenakan jumlah penduduk kabupaten Demak ialah 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020)

Maka :

Kecepatan arus kendaraan ringan (LV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (44 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 32,085 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan berat (HV)

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

$$= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1$$

$$= 28,365 \text{ km/jam}$$

Kecepatan arus kendaraan motor (MC)

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

$$= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1$$

$$= 28,365 \text{ km/jam}$$

Kecepatan arus semua kendaraan (Rata – rata)

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

$$= (42 - 9,5) \times 0,93 \times 1$$

$$= 30,225 \text{ km/jam}$$

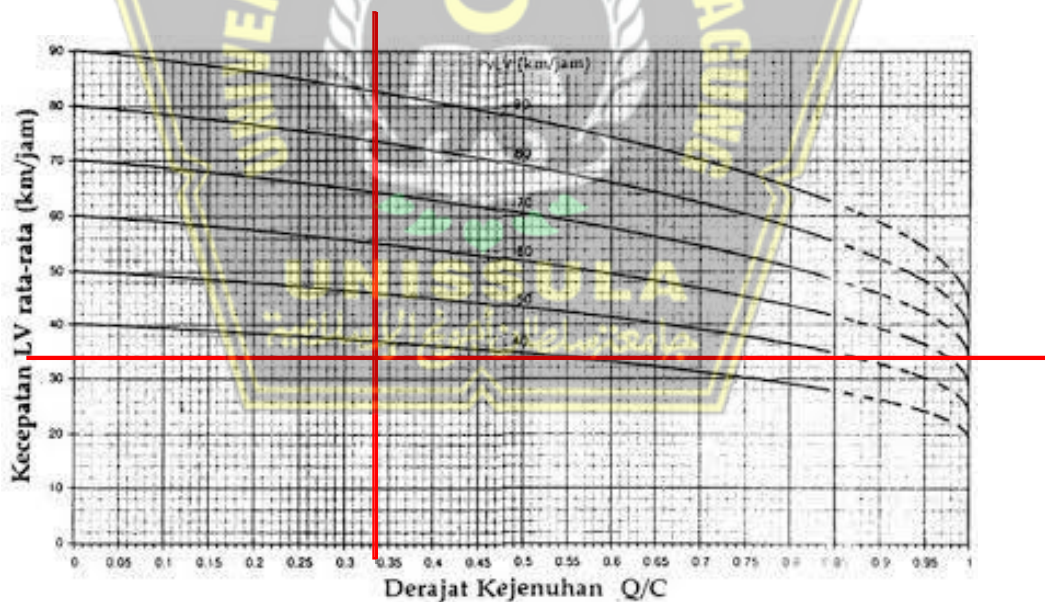
4.4.5. Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata

Dibawah ini data – data hasil perhitungan yang sudah didapatkan :

Arah Timur ke Barat

$$DS = 0,33$$

$$FV (LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 11. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah memasukkan nilai DS sebesar 0,33 dan $FV(LV)$ sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai kecepatan rata – rata kendaraan ringan (LV) sebesar 42,085 km/jam, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah:

$$\begin{aligned}
TT &= L/V \\
&= 0,1/42,085 \\
&= 0,002376144 \times 3.600 \\
&= 8,554116669 \text{ detik}
\end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{8,6 \text{ dt}} = \frac{4900}{x}$$

$$100 \times = 42140$$

$$X = 421,4 \text{ dt}$$

$$\frac{4,9 \text{ km}}{0,117 \text{ jam}} = 41,9 \text{ km/jam}$$

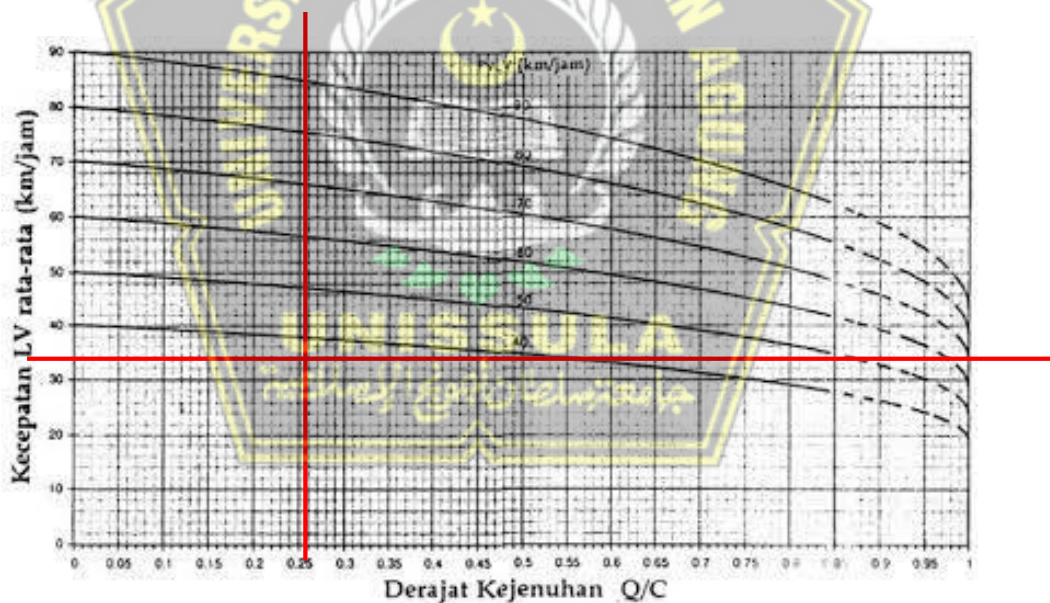
Sehingga dari didapatkannya waktu tempuh dalam melintasi 4,9 km ialah 41,9 km/jam.

Hasil perhitungan data – data yang didapatkan :

Arah Barat ke Timur

$$DS = 0,26$$

$$FV(LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 12. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari *DS* untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai dan memasukkan nilai *DS* sebesar 0,26 dan *FV(LV)* sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 41,1 km/jam, kemudian dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah :

$$\begin{aligned}
TT &= L/V \\
&= 0,1/41,1 \\
&= 0,00243309 \times 3.600 \\
&= 8,759124088 \text{ detik}
\end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{8,8 \text{ dt}} = \frac{4900}{x}$$

$$100x = 43120$$

$$X = 431,2 \text{ dt}$$

$$\frac{4,9 \text{ km}}{0,12 \text{ jam}} = 40,8 \text{ km/jam}$$

Sehingga, didapatkan waktu tempuh untuk melintasi 4,9 km ialah 40,8 km/jam.

4.4.6. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan US-HCM 1994, perilaku lalu lintas dapat diwakili oleh tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) ialah ukuran kuantitatif yang menggambarkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan *Level of Service* dihitung menggunakan nilai dari derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*).

Nilai DS ini digunakan dalam mengetahui tingkat pelayanan pada Jalan Buyaran Demak melalui nilai DS ke dalam tabel 2. 13. Berdasarkan tabel 2.13. ialah tingkat pelayanan di jalan Buyaran Demak memenuhi tingkat pelayanan B (arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas) dengan nilai DS arah Timur ke Barat ialah sebesar 0,33 dan arah Barat ke Timur dengan nilai 0,26 diantara 0,20 – 0,44.

4.4.7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Buyaran Demak

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pada Jalan Buyaran Demak :

Tabel 4. 21. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Buyaran Demak

NO	HASIL PERHITUNGAN	ARAH	
		TIMUR KE BARAT	BARAT KE TIMUR
1.	Jumlah Kendaraan	1.647	1.280
2.	Konversi smp/jam	977,85 smp/jam	759,9 smp/jam
3.	Hambatan Samping	292,5	276,7
4.	Kapasitas	2923,2 smp/jam	2923,2 smp/jam
5.	Derajat Kejenuhan	0,33	0,26
6.	Kec. Arus Bebas	30,225 km/jam	30,225 km/jam
7.	Kec. Waktu Tempuh	41,9 km/jam	40,8 km/jam
8.	Tingkat Pelayanan	B	B

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

4.5. Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Candisari

Hasil pengamatan ini dapat mengetahui pola arus lalu lintas pada jalan alternatif di jalan Candisari Demak. Selanjutnya ialah hasil analisis perhitungan data jalan yang dipakai sebagai berikut :

Tabel 4. 22. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Candisari Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Selasa (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 10.00 – 11.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	387	71	4	462	172,55
08.00 – 09.00	425	69	8	502	184,85
09.00 – 10.00	383	75	5	463	176,75
10.00 – 11.00	451	81	3	535	197,35
11.00 – 12.00	408	90	3	501	195,60
12.00 – 13.00	396	87	6	489	193,20
13.00 – 14.00	427	82	4	513	193,55
14.00 – 15.00	385	85	4	474	186,05
15.00 – 16.00	390	89	3	482	190,10
16.00 – 17.00	373	92	5	470	191,25
17.00 – 18.00	377	81	6	464	182,45

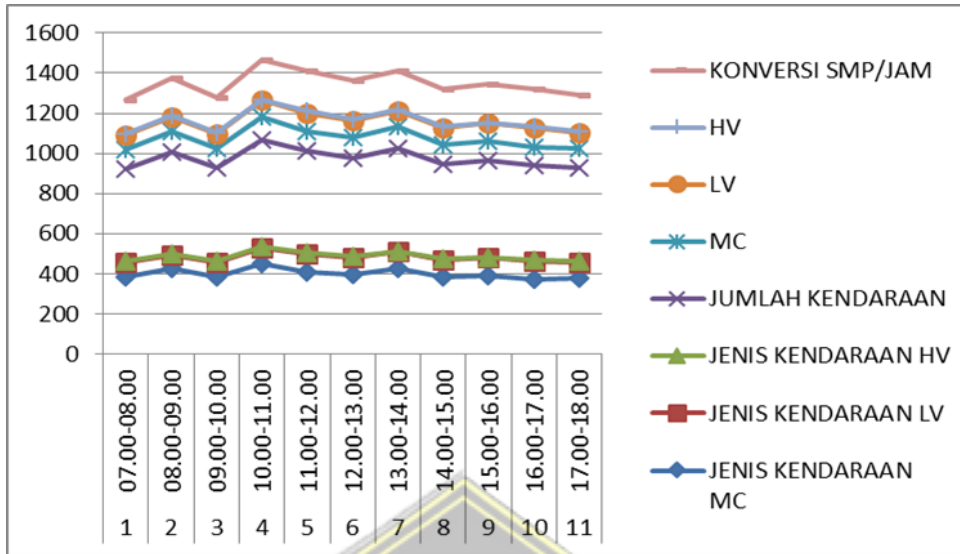
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 23. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Candisari Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Selasa (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 13.00 – 14.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	299	57	2	358	134,15
08.00 – 09.00	365	60	4	429	156,05
09.00 – 10.00	394	62	5	461	166,50
10.00 – 11.00	351	59	6	416	153,95
11.00 – 12.00	425	66	5	496	178,25
12.00 – 13.00	391	54	3	448	155,35
13.00 – 14.00	436	68	5	509	183,00
14.00 – 15.00	419	66	6	491	177,95
15.00 – 16.00	380	55	4	439	154,80
16.00 – 17.00	387	51	3	441	151,35
17.00 – 18.00	377	59	5	441	159,25

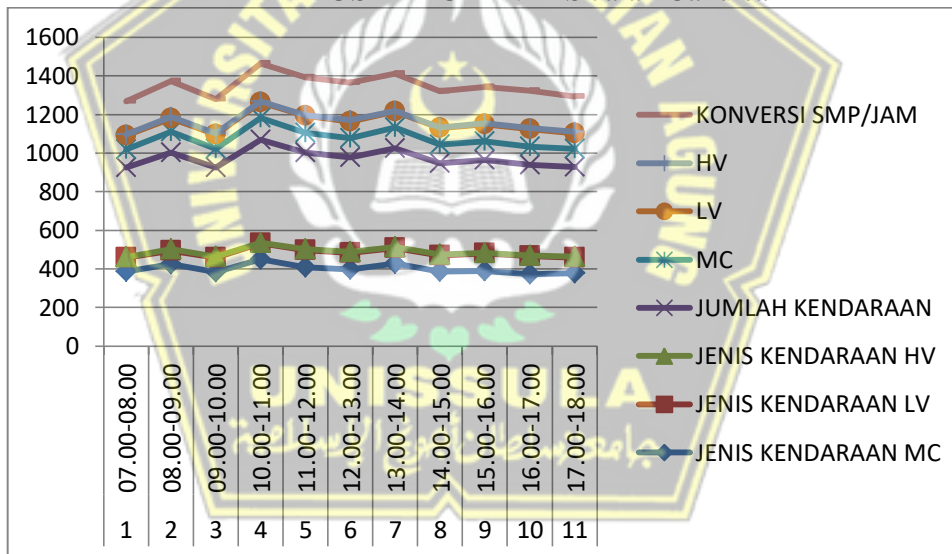
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Candisari



Gambar 4. 13. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Selasa) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Candisari



Gambar 4. 14. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Selasa) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur

Setelah itu, data arus volume lalu lintasi didapatkan, selanjutnya dilakukan rekapitulasi dari data jumlah smp/jam yang paling besar dalam setiap puncak harinya. Berikutnya ialah tabel rekapitulasi arus puncak harian yang paling besar :

Tabel 4. 24. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Candisari Demak Arah Timur Ke Barat

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Selasa	535	197,35
Rabu	501	195,60
kamis	489	193,20

(Sumber : Analilis Data Penelitian)

Tabel 4. 25. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Candisari Demak Arah Barat Ke Timur

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Selasa	509	183,00
Rabu	429	156,05
Kamis	461	166,50

(Sumber : Analisis Data Penelitian)

Berdasarkan dalam tabel 4.3. dan 4.4. tersebut dapat kita ketahui bahwa volume jumlah arus lalu lintas yang paling besar merupakan arah Timur ke Barat terdapat pada puncak pukul 10.00 – 11.00 pada hari senin dengan hasil perhitungan sebesar 197,35 smp/jam, sedangkan dalam arah Barat ke Timur terjadi puncak kendaraan pada pukul 13.00 – 14.00 pada hari senin dengan hasil 183,00 smp/jam. Data volume arus lalu lintas digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data hambatan samping.

4.5.1. Hambatan Samping

Dalam memperoleh data jumlah hambatan samping dapat dialukakn dengan dilakukannya perhitungan jumlah kejadian pada sepanjang jalan dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 26. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Candisari Demak Arah Timur ke Barat

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	40	0,5	20
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	26	1,0	26
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	51	0,7	35,7
4.	Kend Lambat (SMV)	40	0,4	16
Bobot Total				97,7

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 27. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Candisari Demak Arah Barat ke Timur

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	42	0,5	21
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	24	1,0	24
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	52	0,7	36,4
4.	Kendaraan Lambat (SMV)	42	0,4	16,8
Bobot Total				98,2

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Dalam perhitungan tersebut dilakukan pada hari Selasa pagi 10.00 – 11.00 berdasarkan hasil jumlah volume arus lalu lintas paling besar pada jalan Candisari Demak. Selanjutnya dilakukannya analisis bobot hambatan samping dengan mengkalikan hasil jumlah masing – masing tipe hambatan samping dengan faktor bobotnya pada (tabel 2.14) dan setelah itu di jumlahkan agar mendapat bobot total.

Untuk penelitian ini didapatkan nilai bobot totalnya sebesar 97,7 dan 98,2, sehingga dapat kita ketahui dalam tabel 2.15 termasuk dalam kategori kelas hambatan samping tersebut termasuk kategori Sangat Rendah (VL) dengan rentan nilai bobot kejadiannya ialah <100 dengan kondisi daerah pemukiman, jalan dengan jalan samping.

4.5.2. Kapasitas (C)

Besarnya nilai kapasitas jalan Candisari dapat dilihat pada persamaan 2.2 sebagai berikut :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam) perlajur

Berdasarkan pada tabel 2.2 didapatkan nilai 2900 x 2 lajur karena tipe jalan dua lajur dua arah dikali jumlah lajur.

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

Berdasarkan pada tabel 2.3 diketahui nilai 0,56 karena tipe jalan dua lajur terbagi atau jalan satu arah $W_c = 2,5$ meter.

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

Berdasarkan pada tabel 2.4 lalu didapatkan nilai 1 dikarenakan pemisah arahnya adalah 50% - 50%

FC_{SF} = Faktor penyesuain hambatan samping

Berdasarkan tabel 2.5 didapatkan nilai 0,93 karena tipe jalan dua lajur dua arah terbagi, kelas hambatan samping Sangat Rendah (VL), $W_k \leq 0,5m$

FC_{CS} = Faktor penyesuain ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.6 didapatkan nilai 1 karena jumlah penduduk Kabupaten Demak mencapai 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020).

Maka :

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\ &= 5800 \times 0,56 \times 1 \times 0,93 \times 1 \\ &= 3020,64 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4.5.3. Derajat Kejenuhan

Besarnya nilai derajat kejenuhan dapat dinyatakan pada persamaan 2.3 sebagai berikut :

Maka :

Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 97,7/3020,64 \\ &= 0,032344139 \\ &= 0,032 \end{aligned}$$

Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 98,2/3020,64 \\ &= 0,032509667 \\ &= 0,033 \end{aligned}$$

4.5.4. Kecepatan Arus Bebas

Untuk besarnya nilai kecepatan arus bebas jalan Candisari dapat dinyatakan pada persamaan 2.4 sebagai berikut :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_0 = Kecepatan arus bebas berdasarkan kendaraan ringan (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.7 didapatkan nilai 44 untuk kendaraan ringan (LV), 40 untuk kendaraan berat (HV), 40 untuk motor (MC), dan rata – rata semua kendaraan dengan nilai 42.

FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.8 didapatkan nilai -9,5 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah dan lebar efektif (W_C) perlajur ialah 2,5 meter.

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Berdasarkan pada tabel 2.9 didapatkan nilai 0,93 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah, dan kelas hambatan samping sangat rendah (VL), jalan kerb – penghalang (W_K) $\leq 0,5$ m.

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.10 didapatkan nilai 1 dikarenakan jumlah penduduk kabupaten Demak ialah 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020)

Maka :

Kecepatan arus kendaraan ringan (LV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (44 - 9,5) \times 0,98 \times 1 \\ &= 33,81 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan berat (HV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,98 \times 1 \\ &= 29,89 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan motor (MC)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,98 \times 1 \\ &= 29,89 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus semua kendaraan (Rata – rata)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (42 - 9,5) \times 0,98 \times 1 \\ &= 31,85 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

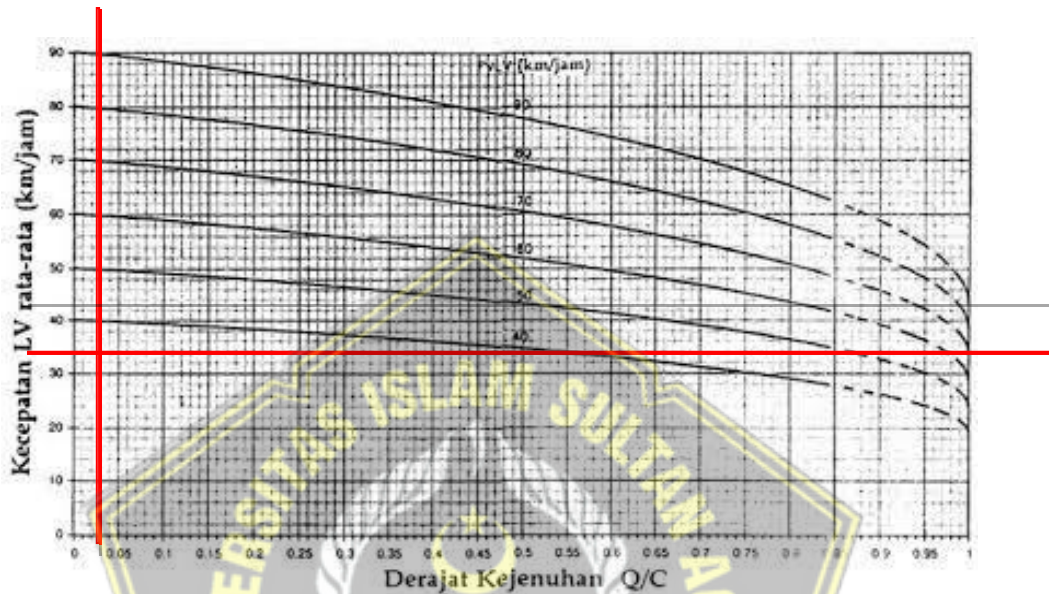
4.5.5. Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata

Dibawah ini data – data hasil perhitungan yang sudah didapatkan :

Arah Timur ke Barat

$$DS = 0,032$$

$$FV(LV) = 33,81 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 15. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah memasukkan nilai DS sebesar 0,032 dan $FV(LV)$ sebesar 33,81 km/jam maka didapatkan nilai kecepatan rata – rata kendaraan ringan (LV) sebesar 50,1 km/jam, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah:

$$\begin{aligned} TT &= L/V \\ &= 0,1/50,1 \\ &= 0,00199601 \times 3.600 \\ &= 7,185629 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{7,2 \text{ dt}} = \frac{31900}{x}$$

$$100 \times = 229680$$

$$X = 2296,8 \text{ dt}$$

$$\frac{31,9 \text{ km}}{0,638 \text{ jam}} = 50 \text{ km/jam}$$

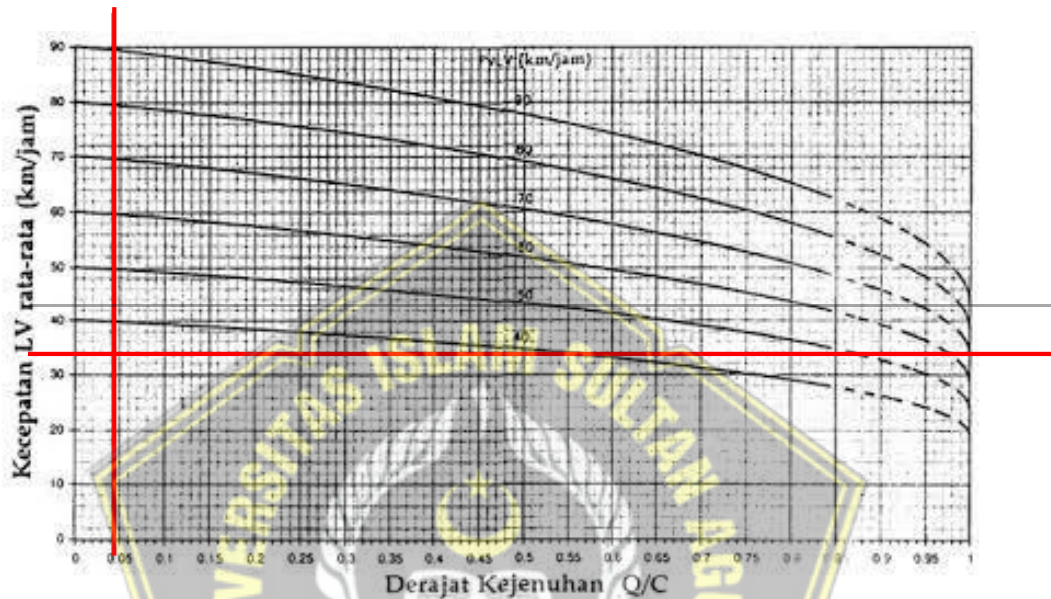
Sehingga dari didaptkannya waktu tempuh dalam melintasi 31,9 km ialah 50 km/jam.

Hasil perhitungan data – data yang didapatkan :

Arah Barat ke Timur

$$DS = 0,033$$

$$FV(LV) = 33,81 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 16. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari *DS* untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai dan memasukkan nilai *DS* sebesar 0,033 dan *FV(LV)* sebesar 33,81 km/jam maka didapatkan nilai rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 51,9 km/jam, kemudian dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah :

$$\begin{aligned} TT &= L/V \\ &= 0,1/51,9 \\ &= 0,00192678 \times 3.600 \\ &= 6,93641618 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\frac{100m}{6,9 \text{ dt}} = \frac{31900}{x}$$

$$100 \times = 220110$$

$$X = 2201,1 \text{ dt}$$

$$\frac{31,9 \text{ km}}{0,611 \text{ jam}} = 52,2 \text{ km/jam}$$

Sehingga, didapatkan waktu tempuh untuk melintasi 31,9 km ialah 52,2 km/jam.

4.5.6. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan US-HCM 1994, perilaku lalu lintas dapat diwakili oleh tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) ialah persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan *Level of Service* dihitung menggunakan nilai dari derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*).

Nilai DS Jalan Candisari melalui nilai DS ke dalam tabel 2. 13. Berdasarkan tabel 2.13. ialah tingkat pelayanan di jalan Candisari memenuhi tingkat pelayanan A (kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah) dengan nilai DS arah Timur ke Barat ialah sebesar 0,032 dan arah Barat ke Timur dengan nilai 0,033 diantara 0,00 – 0,20.

4.5.7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Candisari Demak

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pada Jalan Candisari Demak :

Tabel 4. 28. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Candisari Demak

NO	HASIL PERHITUNGAN	ARAH	
		TIMUR KE BARAT	BARAT KE TIMUR
1.	Jumlah Kendaraan	535	509
2.	Konversi smp/jam	197,35 smp/jam	183 smp/jam
3.	Hambatan Samping	97,7	98,2
4.	Kapasitas	3020,64 smp/jam	3020,64 smp/jam
5.	Derajat Kejenuhan	0,032	0,033
6.	Kec. Arus Bebas	31,85 km/jam	31,85 km/jam
7.	Kec. Waktu Tempuh	50 km/jam	52,2 km/jam
8.	Tingkat Pelayanan	A	A

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

4.6. Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Guntur

Hasil pengamatan ini dapat mengetahui pola arus lalu lintas pada jalan alternatif di jalan Guntur Demak sebagai berikut :

Tabel 4. 29. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Guntur Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Sabtu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	538	69	24	631	232,30
08.00 – 09.00	479	64	19	562	206,55
09.00 – 10.00	383	70	18	471	187,35

“Lanjutan” Tabel 4.29. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Guntur Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Sabtu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

10.00 – 11.00	461	81	17	559	216,65
11.00 – 12.00	507	73	22	602	226,15
12.00 – 13.00	485	87	18	590	229,85
13.00 – 14.00	570	82	25	677	254,50
14.00 – 15.00	619	95	29	743	284,55
15.00 – 16.00	598	98	20	716	271,50
16.00 – 17.00	635	91	15	741	267,75
17.00 – 18.00	661	92	18	771	278,85

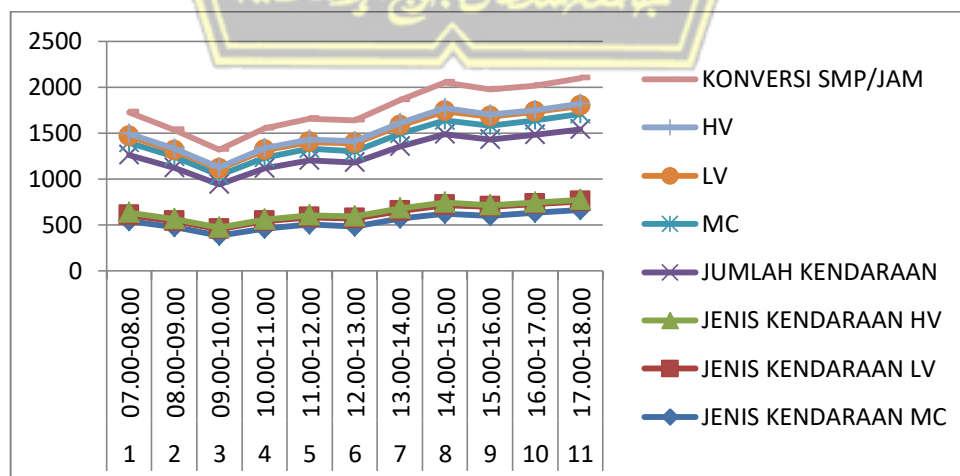
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 30. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Guntur Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Sabtu (Hari Libur) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	491	64	14	569	203,55
08.00 – 09.00	463	67	12	542	197,15
09.00 – 10.00	429	72	16	517	198,45
10.00 – 11.00	547	86	15	648	240,75
11.00 – 12.00	528	98	14	640	246,80
12.00 – 13.00	487	147	17	651	289,15
13.00 – 14.00	546	151	20	717	311,50
14.00 – 15.00	568	160	19	747	324,80
15.00 – 16.00	536	149	21	706	308,20
16.00 – 17.00	608	165	24	797	345,80
17.00 – 18.00	615	166	26	807	350,95

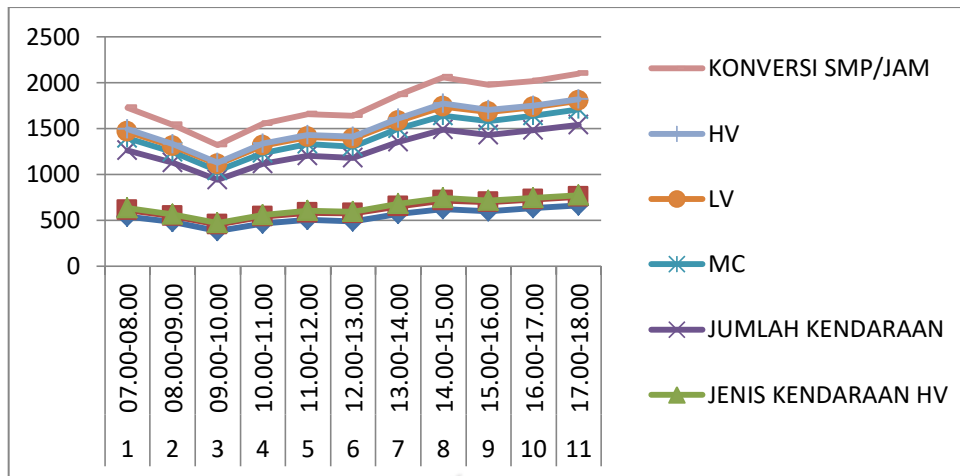
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Guntur



Gambar 4. 17. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Libur (Sabtu) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Guntur



Gambar 4. 18. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Libur (Sabtu) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur

Setelah itu, data arus volume lalu lintasi didapatkan, selanjutnya dilakukan rekapitulasi dari data jumlah smp/jam yang paling besar dalam setiap puncak harinya. Berikutnya ialah tabel rekapitulasi arus puncak harian yang paling besar :

Tabel 4. 31. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Guntur Demak Arah Timur Ke Barat

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Sabtu	771	278,85
Kamis	695	254
Jumat	741	267,75

(Sumber : Analilis Data Penelitian)

Tabel 4. 32. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Guntur Demak Arah Barat Ke Timur

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Sabtu	807	350,95
Kamis	753	313,60
Jumat	747	324,80

(Sumber : Analisis Data Penelitian)

Berdasarkan dalam tabel 4.3. dan 4.4. tersebut dapat kita ketahui bahwa volume jumlah arus lalu lintas yang paling besar merupakan arah Timur ke Barat terdapat pada puncak pukul 17.00 – 18.00 pada hari senin dengan hasil perhitungan sebesar 278,85 smp/jam, sedangkan dalam arah Barat ke Timur terjadi puncak kendaraan pada pukul 17.00 – 18.00 pada hari senin dengan hasil 350,95 smp/jam. Data volume arus lalu lintas digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data hambatan sampung.

4.6.1. Hambatan Samping

Dalam memperoleh data jumlah hambatan samping dapat dilakukan dengan dilakukannya perhitungan jumlah kejadian pada sepanjang jalan dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 33. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Guntur Demak Arah Timur ke Barat

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	91	0,5	45,5
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	104	1,0	104
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	93	0,7	65,1
4.	Kend Lambat (SMV)	113	0,4	45,2
Bobot Total				259,8

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 34. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Guntur Demak Arah Barat ke Timur

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	89	0,5	44,5
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	105	1,0	105
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	90	0,7	63
4.	Kendaraan Lambat (SMV)	107	0,4	42,8
Bobot Total				255,3

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Dalam perhitungan tersebut dilakukan pada hari Sabtu sore 17.00 – 18.00 berdasarkan hasil jumlah volume arus lalu lintas paling besar pada jalan Guntur Demak. Selanjutnya dilakukannya analisis bobot hambatan samping dengan mengkalikan hasil jumlah masing – masing tipe hambatan samping dengan faktor bobotnya pada (tabel 2.14) dan setelah itu di jumlahkan agar mendapat bobot total.

Untuk penelitian ini didapatkan nilai bobot totalnya sebesar 259,8 dan 255,3, sehingga dapat kita ketahui dalam tabel 2.15 termasuk dalam kategori kelas hambatan samping tersebut termasuk kategori Rendah (*L*) dengan rentan nilai bobot kejadiannya ialah 100 - 299 dengan kondisi daerah permukiman, beberapa kendaraan umum dsb.

4.6.2. Kapasitas (C)

Besarnya nilai kapasitas jalan Guntur pada persamaan 2.2 sebagai berikut :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam) per lajur

Berdasarkan pada tabel 2.2 didapatkan nilai 2900 x 2 lajur karena tipe jalan empat lajur dua arah dikali jumlah lajur.

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

Berdasarkan pada tabel 2.3 diketahui nilai 0,56 karena tipe jalan dua lajur terbagi atau jalan satu arah $W_c = 2,5$ meter.

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

Berdasarkan pada tabel 2.4 lalu didapatkan nilai 1 dikarenakan pemisah arahnya adalah 50% - 50%

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

Berdasarkan tabel 2.5 didapatkan nilai 0,9 karena tipe jalan dua lajur dua arah terbagi, kelas hambatan samping Rendah (L), $W_k \leq 0,5m$

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.6 didapatkan nilai 1 karena jumlah penduduk Kabupaten Demak mencapai 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020).

Maka :

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\ &= 5800 \times 0,56 \times 1 \times 0,9 \times 1 \\ &= 2923,2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4.6.3. Derajat Kejenuhan

Besarnya nilai derajat kejenuhan dapat dinyatakan pada persamaan 2.3 sebagai berikut :

Maka :

Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 278,85/2923,2 \\ &= 0,095392 \\ &= 0,095 \end{aligned}$$

Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 350,95/2923,2 \\ &= 0,12005678 \\ &= 0.12 \end{aligned}$$

4.6.4. Kecepatan Arus Bebas

Untuk besarnya nilai kecepatan arus bebas jalan Guntur dapat dinyatakan pada persamaan 2.4 sebagai berikut :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_O = Kecepatan arus bebas berdasarkan kendaraan ringan (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.7 didapatkan nilai 44 untuk kendaraan ringan (LV), 40 untuk kendaraan berat (HV), 40 untuk motor (MC), dan rata – rata semua kendaraan dengan nilai 42.

FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.8 didapatkan nilai -9,5 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah dan lebar efektif (W_C) per lajur ialah 2,5 meter.

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Berdasarkan pada tabel 2.9 didapatkan nilai 0,93 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah, dan kelas hambatan samping rendah (L), jalan kerb – penghalang (W_K) $\leq 0,5$ m.

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.10 didapatkan nilai 1 dikarenakan jumlah penduduk kabupaten Demak ialah 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020)

Maka :

Kecepatan arus kendaraan ringan (LV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (44 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 32,085 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan berat (HV)

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

$$= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1$$

$$= 28,365 \text{ km/jam}$$

Kecepatan arus kendaraan motor (*MC*)

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

$$= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1$$

$$= 28,365 \text{ km/jam}$$

Kecepatan arus semua kendaraan (Rata – rata)

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

$$= (42 - 9,5) \times 0,93 \times 1$$

$$= 30,225 \text{ km/jam}$$

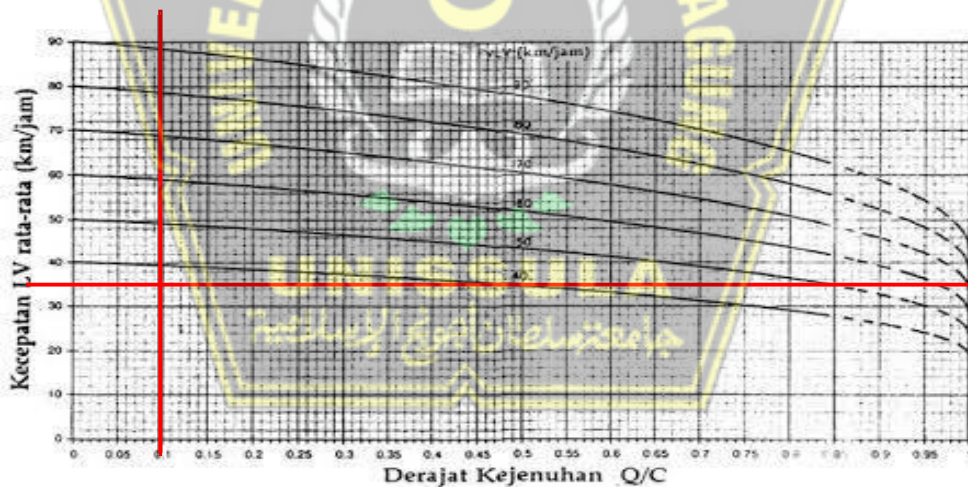
4.6.5. Kecepatan dan Waktu Tempuh Rata – Rata

Dibawah ini data – data hasil perhitungan yang sudah didapatkan :

Arah Timur ke Barat

$$DS = 0,095$$

$$FV (LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 19. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah memasukkan nilai *DS* sebesar 0,095 dan *FV(LV)* sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai kecepatan rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 40,5 km/jam, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah:

$$TT = L/V$$

$$= 0,1/40,5$$

$$= 0,002469136 \times 3.600$$

$$= 8,888889 \text{ detik}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{8,9 \text{ dt}} = \frac{27400}{x}$$

$$100x = 243860$$

$$X = 2438,6 \text{ dt}$$

$$\frac{27,4 \text{ km}}{0,677 \text{ jam}} = 40,5 \text{ km/jam}$$

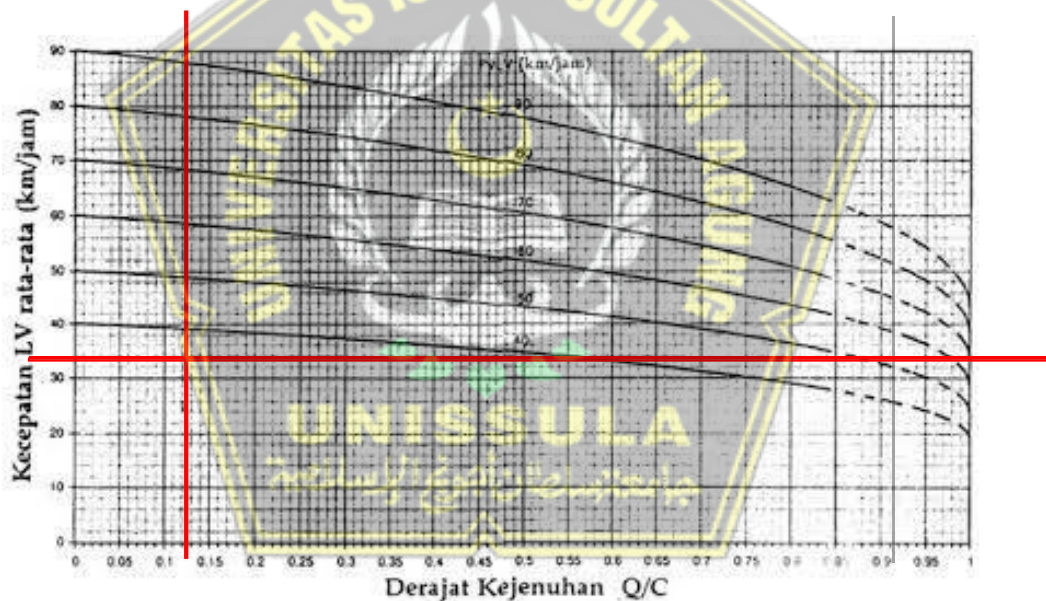
Sehingga dari didapatkannya waktu tempuh dalam melintasi 27,4 km ialah 40,5 km/jam.

Hasil perhitungan data – data yang didapatkan :

Arah Barat ke Timur

$$DS = 0,12$$

$$F V(LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 20. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari *DS* untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai dan memasukkan nilai *DS* sebesar 0,12 dan *FV(LV)* sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 40,9 km/jam, kemudian dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah :

$$TT = L/V$$

$$= 0,1/40,9$$

$$= 0,002444988 \times 3.600$$

$$= 8,80195599 \text{ detik}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{8,8 \text{ dt}} = \frac{27400}{x}$$

$$100 \times = 241120$$

$$X = 2411,2 \text{ dt}$$

$$\frac{27,4 \text{ km}}{0,67 \text{ jam}} = 40,9 \text{ km/jam}$$

Sehingga, didapatkan waktu tempuh untuk melintasi 27,4 km ialah 40,9 km/jam.

4.6.6. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan US-HCM 1994, perilaku lalu lintas dapat diwakili oleh tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) ialah ukuran kuantitatif yang menggambarkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan *Level of Service* dihitung menggunakan nilai dari derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*).

Nilai DS ini digunakan dalam mengetahui tingkat pelayanan pada Jalan Guntur Demak melalui nilai DS ke dalam tabel 2. 13. Berdasarkan tabel 2.13. ialah tingkat pelayanan di jalan Guntur Demak memenuhi tingkat pelayanan A (arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah) dengan nilai DS arah Timur ke Barat ialah sebesar 0,095 dan arah Barat ke Timur dengan nilai 0,12 diantara 0,00 – 0,20.

4.6.7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Guntur Demak

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pada Jalan Guntur Demak :

Tabel 4. 35. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Guntur Demak

NO	HASIL PERHITUNGAN	ARAH	
		TIMUR KE BARAT	BARAT KE TIMUR
1.	Jumlah Kendaraan	771	807
2.	Konversi smp/jam	278,85 smp/jam	350,95 smp/jam
3.	Hambatan Samping	259,8	255,3
4.	Kapasitas	2923,2 smp/jam	2923,2 smp/jam
5.	Derajat Kejenuhan	0,095	0,12
6.	Kec. Arus Bebas	30,225 km/jam	30,225 km/jam
7.	Kec. Waktu Tempuh	40,5 km/jam	40,9 km/jam
8.	Tingkat Pelayanan	A	A

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

4.7. Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Desa Klitih

Hasil pengamatan ini dapat mengetahui pola arus lalu lintas pada jalan alternatif di jalan Desa Klitih Demak. Selanjutnya ialah hasil analisis perhitungan data jalan yang dipakai sebagai berikut :

Tabel 4. 36. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Desa Klitih Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Rabu (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 16.00 – 17.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	235	42	0	277	100,75
08.00 – 09.00	201	37	1	239	88,45
09.00 – 10.00	179	40	2	221	87,15
10.00 – 11.00	194	46	2	242	96,90
11.00 – 12.00	218	38	1	257	93,70
12.00 – 13.00	184	41	1	226	88,20
13.00 – 14.00	191	49	2	242	99,15
14.00 – 15.00	176	53	1	230	98,20
15.00 – 16.00	193	45	0	238	93,25
16.00 – 17.00	277	37	3	317	109,85
17.00 – 18.00	232	41	1	274	100,20

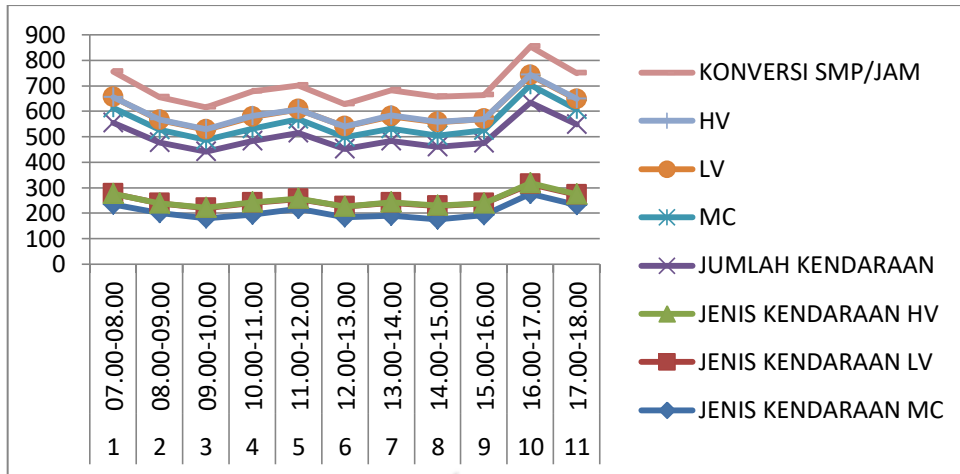
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 37. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Desa Klitih Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Rabu (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 16.00 – 17.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	159	27	0	186	66,75
08.00 – 09.00	166	25	2	193	68,90
09.00 – 10.00	178	29	1	208	74,70
10.00 – 11.00	186	30	1	217	77,70
11.00 – 12.00	185	33	1	219	80,45
12.00 – 13.00	198	35	1	234	85,70
13.00 – 14.00	193	34	2	229	84,65
14.00 – 15.00	187	37	1	225	84,95
15.00 – 16.00	193	38	3	234	89,85
16.00 – 17.00	248	42	3	293	107,60
17.00 – 18.00	236	45	1	282	105,20

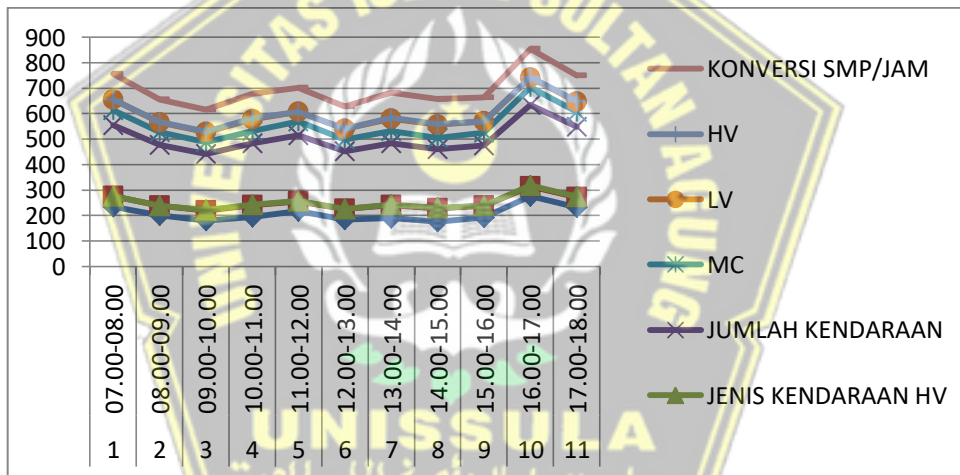
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Desa Klitih



Gambar 4. 21. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Rabu) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Desa Klitih



Gambar 4. 22. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Rabu) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur

Setelah itu, data arus volume lalu lintasi didapatkan, selanjutnya dilakukan rekapitulasi dari data jumlah smp/jam yang paling besar dalam setiap puncak harinya. Berikutnya ialah tabel rekapitulasi arus puncak harian yang paling besar :

Tabel 4. 38. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Desa Klitih Demak Arah Timur Ke Barat

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Rabu	317	109,85
Selasa	274	100,20
Kamis	289	103,30

(Sumber : Analilis Data Penelitian)

Tabel 4. 39. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Desa Klitih Demak Arah Barat Ke Timur

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Rabu	293	107,60
Selasa	231	81,20
Kamis	234	85,70

(Sumber : Analisis Data Penelitian)

Berdasarkan dalam tabel 4.3. dan 4.4. tersebut dapat kita ketahui bahwa volume jumlah arus lalu lintas yang paling besar merupakan arah Timur ke Barat terdapat pada puncak pukul 16.00 – 17.00 pada hari senin dengan hasil perhitungan sebesar 109,85 smp/jam, sedangkan dalam arah Barat ke Timur terjadi puncak kendaraan pada pukul 16.00 – 17.00 pada hari senin dengan hasil 107,6 smp/jam. Data volume arus lalu lintas digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data hambatan samping.

4.7.1. Hambatan Samping

Dalam memperoleh data jumlah hambatan samping dapat dilakukan dengan dilakukannya perhitungan jumlah kejadian pada sepanjang jalan dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 40. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Desa Klitih Demak Arah Timur ke Barat

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	43	0,5	21,5
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	26	1,0	26
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	51	0,7	35,7
4.	Kend Lambat (SMV)	31	0,4	12,4
Bobot Total				95,6

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 41. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Desa Klitih Demak Arah Barat ke Timur

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	40	0,5	20
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	26	1,0	26
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	46	0,7	32,2
4.	Kendaraan Lambat (SMV)	30	0,4	12
Bobot Total				90,2

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Dalam perhitungan tersebut dilakukan pada hari Rabu sore 16.00 – 17.00 berdasarkan hasil jumlah volume arus lalu lintas paling besar pada jalan Desa Klitih Demak. Selanjutnya dilakukannya analisis bobot hambatan samping dengan mengkalikan hasil jumlah masing – masing tipe hambatan samping dengan faktor bobotnya pada (tabel 2.14) dan setelah itu di jumlahkan agar mendapat bobot total.

Untuk penelitian ini didapatkan nilai bobot totalnya sebesar 95,6 dan 90,2, sehingga dapat kita ketahui dalam tabel 2.15 termasuk dalam kategori kelas hambatan samping tersebut termasuk kategori Sangat Rendah (*LV*) dengan rentan nilai bobot kejadiannya ialah <100 dengan kondisi daerah permukiman, jalan dengan jalan samping.

4.7.2. Kapasitas (C)

Besarnya nilai kapasitas jalan Desa Klitih pada persamaan 2.2 sebagai berikut :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam) per lajur

Berdasarkan pada tabel 2.2 didapatkan nilai 2900 x 2 lajur karena tipe jalan dua lajur dua arah dikali jumlah lajur.

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

Berdasarkan pada tabel 2.3 diketahui nilai 0,56 karena tipe jalan dua lajur terbagi atau jalan satu arah $W_c = 2,5$ meter.

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

Berdasarkan pada tabel 2.4 lalu didapatkan nilai 1 dikarenakan pemisah arahnya adalah 50% - 50%

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

Berdasarkan tabel 2.5 didapatkan nilai 0,93 karena tipe jalan dua lajur dua arah terbagi, kelas hambatan samping Sangat Rendah (*VL*), $W_k \leq 0,5m$

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.6 didapatkan nilai 1 karena jumlah penduduk Kabupaten Demak mencapai 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020).

Maka :

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

$$= 5800 \times 0,56 \times 1 \times 0,93 \times 1$$

$$= 3020,64 \text{ smp/jam}$$

4.7.3. Derajat Kejenuhan

Besarnya nilai derajat kejenuhan dapat dinyatakan pada persamaan 2.3 sebagai berikut :

Maka :

Arah Timur ke Barat

$$DS = Q/C$$

$$= 109,85/3020,64$$

$$= 0,037578681$$

$$= 0,038$$

Arah Barat ke Timur

$$DS = Q/C$$

$$= 107,60/3020,64$$

$$= 0,036808976$$

$$= 0,037$$

4.7.4. Kecepatan Arus Bebas

Untuk besarnya nilai kecepatan arus bebas jalan Desa Klitih dapat dinyatakan dengan persamaan 2.4 sebagai berikut :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_0 = Kecepatan arus bebas berdasarkan kendaraan ringan (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.7 didapatkan nilai 44 untuk kendaraan ringan (LV), 40 untuk kendaraan berat (HV), 40 untuk motor (MC), dan rata – rata semua kendaraan dengan nilai 42.

FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.8 didapatkan nilai -9,5 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah dan lebar efektif (W_C) per lajur ialah 2,5 meter.

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Berdasarkan pada tabel 2.9 didapatkan nilai 0,98 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah, dan kelas hambatan samping sangat rendah (VL), jalan kerb – penghalang (W_K) $\leq 0,5$ m.

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.10 didapatkan nilai 1 dikarenakan jumlah penduduk kabupaten Demak ialah 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020)

Maka :

Kecepatan arus kendaraan ringan (LV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (44 - 9,5) \times 0,98 \times 1 \\ &= 33,81 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan berat (HV)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,98 \times 1 \\ &= 29,89 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan motor (MC)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,98 \times 1 \\ &= 29,89 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus semua kendaraan (Rata – rata)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (42 - 9,5) \times 0,98 \times 1 \\ &= 31,85 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

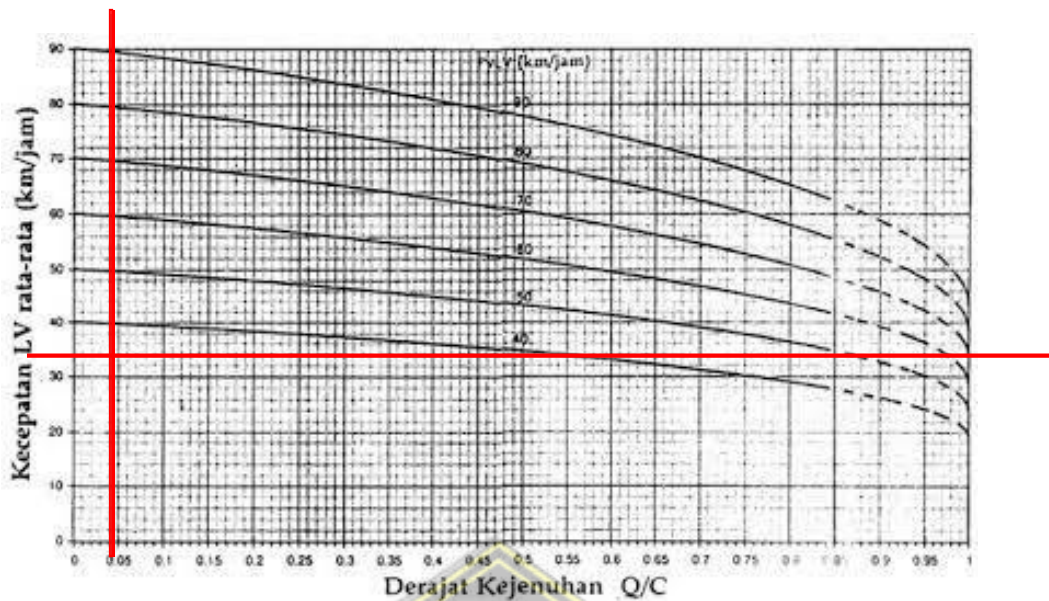
4.7.5. Kecepatan Waktu Tempuh Rata – rata

Dibawah ini data – data hasil perhitungan yang sudah didapatkan :

Arah Timur ke Barat

$$DS = 0,038$$

$$FV (LV) = 33,81 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 23. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah memasukkan nilai *DS* sebesar 0,038 dan *FV(LV)* sebesar 33,81 km/jam maka didapatkan nilai kecepatan rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 50,9 km/jam, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah:

$$\begin{aligned}
 TT &= L/V \\
 &= 0,1/50,9 \\
 &= 0,00196464 \times 3.600 \\
 &= 7,07269155 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{7,1 \text{ dt}} = \frac{23700}{x}$$

$$100x = 168270$$

$$X = 1682,7 \text{ dt}$$

$$\frac{23,7 \text{ km}}{0,47 \text{ jam}} = 50,4 \text{ km/jam}$$

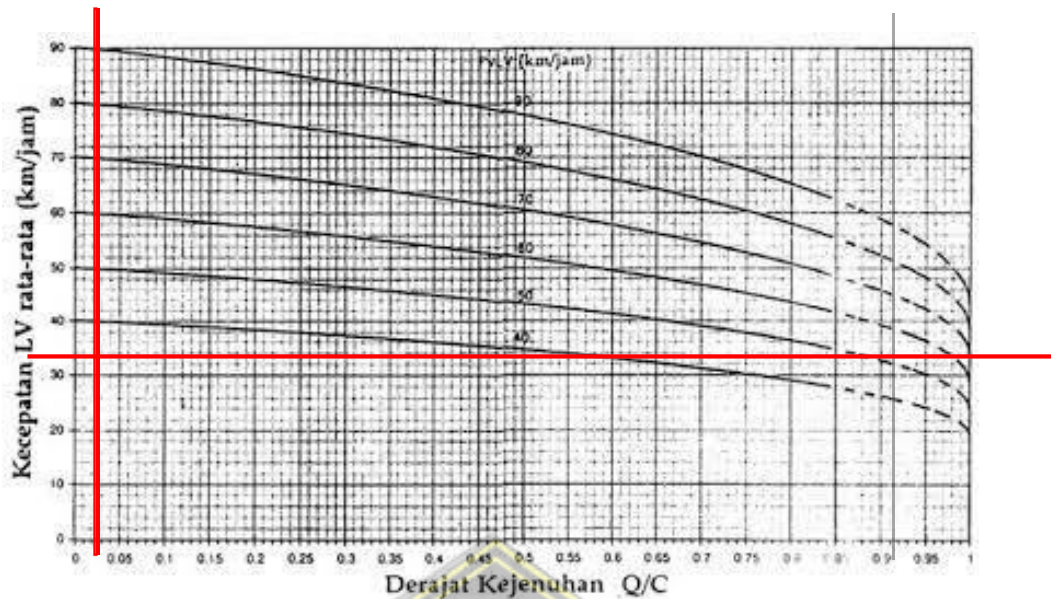
Sehingga dari didapatkannya waktu tempuh dalam melintasi 23,7 km ialah 50,4 km/jam.

Hasil perhitungan data – data yang didapatkan :

Arah Barat ke Timur

$$DS = 0,037$$

$$FV (LV) = 33,81 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 24. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari *DS* untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai dan memasukkan nilai *DS* sebesar 0,037 dan *FV(LV)* sebesar 33,81 km/jam maka didapatkan nilai rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 53,9 km/jam, kemudian dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah :

$$\begin{aligned}
 TT &= L/V \\
 &= 0,1/53,9 \\
 &= 0,00185529 \times 3.600 \\
 &= 6,67903525 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{6,7 \text{ dt}} = \frac{23700}{x}$$

$$100x = 158790$$

$$X = 1587,9 \text{ dt}$$

$$\frac{23,7 \text{ km}}{0,44 \text{ jam}} = 53,9 \text{ km/jam}$$

Sehingga, didapatkan waktu tempuh untuk melintasi 23,7 km ialah 53,9 km/jam.

4.7.6. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan US-HCM 1994, perilaku lalu lintas dapat diwakili oleh tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) ialah ukuran kuantitatif yang menggambarkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan *Level of Service* dihitung menggunakan nilai dari derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*).

Nilai DS ini digunakan dalam mengetahui tingkat pelayanan pada Jalan Desa Klitih Demak melalui nilai DS ke dalam tabel 2. 13. Berdasarkan tabel 2.13. ialah tingkat pelayanan di jalan Desa Klitih Demak memenuhi tingkat pelayanan A (arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah) dengan nilai DS arah Timur ke Barat ialah sebesar 0,038 dan arah Barat ke Timur dengan nilai 0,037 diantara 0,00 – 0,20.

4.7.7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Desa Klitih Demak

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pada Jalan Desa Klitih Demak :

Tabel 4. 42. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Desa Klitih Demak

NO	HASIL PERHITUNGAN	ARAH	
		TIMUR KE BARAT	BARAT KE TIMUR
1.	Jumlah Kendaraan	317	293
2.	Konversi smp/jam	109,85 smp/jam	107,6 smp/jam
3.	Hambatan Samping	95,6	90,2
4.	Kapasitas	3020,64 smp/jam	3020,64 smp/jam
5.	Derajat Kejenuhan	0,038	0,037
6.	Kec. Arus Bebas	31,85 km/jam	31,85 km/jam
7.	Kec. Waktu Tempuh	50,4 km/jam	53,9 km/jam
8.	Tingkat Pelayanan	A	A

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

4.8. Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Karangroto

Hasil pengamatan ini dapat mengetahui pola arus lalu lintas pada jalan alternatif di jalan Karangroto Demak. Selanjutnya ialah hasil analisis perhitungan data jalan yang dipakai sebagai berikut :

Tabel 4. 43. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Karangroto Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Jumat (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	403	82	4	489	187,55
08.00 – 09.00	428	74	4	506	185,80
09.00 – 10.00	378	80	3	461	178,10
10.00 – 11.00	388	71	6	465	175,20
11.00 – 12.00	386	75	3	464	175,10
12.00 – 13.00	391	82	7	480	188,15
13.00 – 14.00	392	80	2	474	180,40
14.00 – 15.00	404	96	3	503	200,60
15.00 – 16.00	399	90	4	493	194,55
16.00 – 17.00	426	80	2	508	188,90
17.00 – 18.00	447	106	5	558	223,75

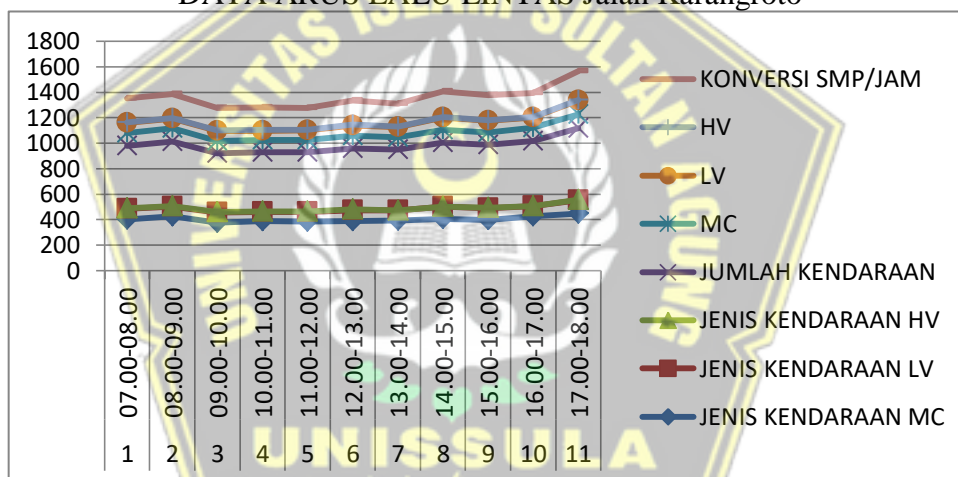
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 44. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Karangroto Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Jumat (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 15.00 – 16.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	553	82	8	643	229,85
08.00 – 09.00	496	81	4	581	209,80
09.00 - 10.00	472	84	3	559	205,60
10.00 - 11.00	501	69	6	576	201,45
11.00 - 12.00	497	78	5	580	208,25
12.00 - 13.00	492	82	7	581	213,40
13.00 - 14.00	582	80	4	666	230,30
14.00 - 15.00	587	86	9	682	243,55
15.00 - 16.00	603	85	9	697	246,55
16.00 – 17.00	598	83	10	691	244,50
17.00 – 18.00	581	90	8	679	244,85

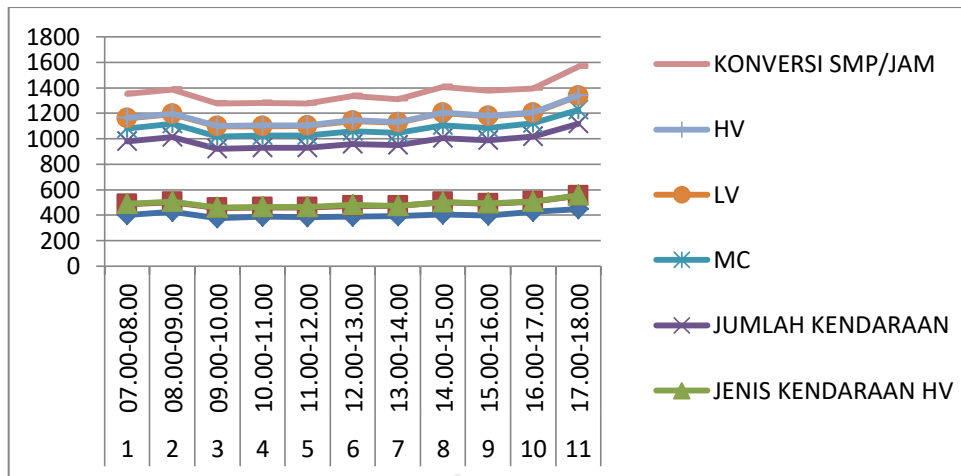
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Karangroto



Gambar 4. 25. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Jumat) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Karangroto



Gambar 4. 26. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Jumat) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur

Setelah itu, data arus volume lalu lintasi didapatkan, selanjutnya dilakukan rekapitulasi dari data jumlah smp/jam yang paling besar dalam setiap puncak harinya. Berikutnya ialah tabel rekapitulasi arus puncak harian yang paling besar :

Tabel 4. 45. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Karangroto Demak Arah Timur Ke Barat

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Jumat	558	223,75
Kamis	508	188,90
Rabu	489	187,55

(Sumber : Analilis Data Penelitian)

Tabel 4. 46. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Karangroto Demak Arah Barat Ke Timur

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Jumat	697	246,55
Kamis	691	244,50
Rabu	666	230,30

(Sumber : Analisis Data Penelitian)

Berdasarkan dalam tabel 4.3. dan 4.4. tersebut dapat kita ketahui bahwa volume jumlah arus lalu lintas yang paling besar merupakan arah Timur ke Barat terdapat pada puncak pukul 17.00 – 18.00 pada hari senin dengan hasil perhitungan sebesar 223,75 smp/jam, sedangkan dalam arah Barat ke Timur terjadi puncak kendaraan pada pukul 15.00 – 16.00 pada hari senin dengan hasil

246,55 smp/jam. Data volume arus lalu lintas digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data hambatan samping.

4.8.1. Hambatan Samping

Dalam memperoleh data jumlah hambatan samping dapat dilakukan dengan dilakukannya perhitungan jumlah kejadian pada sepanjang jalan dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 47. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Karangroto Demak Arah Timur ke Barat

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	92	0,5	46
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	107	1,0	107
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	85	0,7	59,5
4.	Kend Lambat (SMV)	52	0,4	20,8
Bobot Total				233,3

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 48. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Karangroto Demak Arah Barat ke Timur

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	93	0,5	46,5
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	107	1,0	107
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	82	0,7	57,4
4.	Kendaraan Lambat (SMV)	54	0,4	21,6
Bobot Total				232,5

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Dalam perhitungan tersebut dilakukan pada hari Jumat sore 15.00 – 16.00 berdasarkan hasil jumlah volume arus lalu lintas paling besar pada jalan Karangroto Demak. Selanjutnya dilakukannya analisis bobot hambatan samping dengan mengkalikan hasil jumlah masing – masing tipe hambatan samping dengan faktor bobotnya pada (tabel 2.14) dan setelah itu di jumlahkan agar mendapat bobot total.

Untuk penelitian ini didapatkan nilai bobot totalnya sebesar 233,3 dan 232,5, sehingga dapat kita ketahui dalam tabel 2.15 termasuk dalam kategori kelas hambatan samping tersebut termasuk kategori Rendah (*L*) dengan rentan nilai

bobot kejadiannya ialah 100 - 299 dengan kondisi daerah permukiman, beberapa kendaraan umum dsb.

4.8.2. Kapasitas (C)

Besarnya nilai kapasitas jalan Karangroto dapat dilihat pada persamaan 2.2 sebagai berikut :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam) per lajur

Berdasarkan pada tabel 2.2 didapatkan nilai 2900 x 2 lajur karena tipe jalan empat lajur dua arah dikali jumlah lajur.

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

Berdasarkan pada tabel 2.3 diketahui nilai 0,56 karena tipe jalan dua lajur terbagi atau jalan satu arah $W_c = 2,5$ meter.

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

Berdasarkan pada tabel 2.4 lalu didapatkan nilai 1 dikarenakan pemisah arahnya adalah 50% - 50%

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

Berdasarkan tabel 2.5 didapatkan nilai 0,9 karena tipe jalan dua lajur dua arah terbagi, kelas hambatan samping Rendah (L), $W_k \leq 0,5m$

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.6 didapatkan nilai 1 karena jumlah penduduk Kabupaten Demak mencapai 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020).

Maka :

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\ &= 5800 \times 0,56 \times 1 \times 0,9 \times 1 \\ &= 2923,2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4.8.3. Derajat Kejenuhan

Besarnya nilai derajat kejenuhan dapat dinyatakan pada persamaan 2.3 sebagai berikut :

Maka :

Arah Timur ke Barat

$$DS = Q/C$$

$$= 223,75/2923,2$$

$$= 0,07654283$$

$$= 0,077$$

Arah Barat ke Timur

$$DS = Q/C$$

$$= 246,55/2923,2$$

$$= 0,084342501$$

$$= 0,084$$

4.8.4. Kecepatan Arus Bebas

Untuk besarnya nilai kecepatan arus bebas jalan Karangroto dapat dinyatakan dengan persamaan 2.4 sebagai berikut:

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_O = Kecepatan arus bebas berdasarkan kendaraan ringan (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.7 didapatkan nilai 44 untuk kendaraan ringan (LV), 40 untuk kendaraan berat (HV), 40 untuk motor (MC), dan rata – rata semua kendaraan dengan nilai 42.

FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.8 didapatkan nilai -9,5 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah dan lebar efektif (W_C) per lajur ialah 2,5 meter.

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Berdasarkan pada tabel 2.9 didapatkan nilai 0,93 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah, dan kelas hambatan samping rendah (L), jalan kerb – penghalang (W_K) $\leq 0,5$ m.

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.10 didapatkan nilai 1 dikarenakan jumlah penduduk kabupaten Demak ialah 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020)

Maka :

Kecepatan arus kendaraan ringan (LV)

$$FV = (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS}$$

$$= (44 - 9,5) \times 0,93 \times 1$$

$$= 32,085 \text{ km/jam}$$

Kecepatan arus kendaraan berat (*HV*)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 28,365 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan motor (*MC*)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 28,365 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus semua kendaraan (Rata – rata)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (42 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 30,225 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

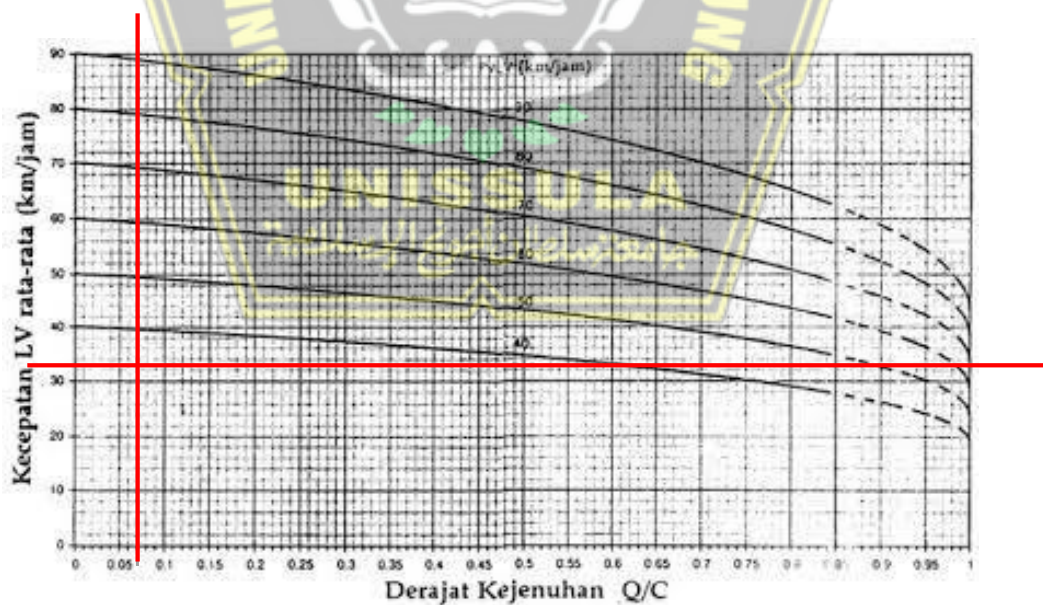
4.8.5. Kecepatan Waktu Tempuh Rata – rata

Dibawah ini data – data hasil perhitungan yang sudah didapatkan :

Arah Timur ke Barat

$$DS = 0,077$$

$$FV (LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 27. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah memasukkan nilai *DS* sebesar 0,077 dan *FV(LV)* sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai kecepatan rata – rata kendaraan ringan (*LV*)

sebesar 38,9 km/jam, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah:

$$\begin{aligned}
 TT &= L/V \\
 &= 0,1/38,9 \\
 &= 0,00257069 \times 3.600 \\
 &= 9,254498715 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{9,3 \text{ dt}} = \frac{23700}{x}$$

$$100x = 220410$$

$$X = 2204,1 \text{ dt}$$

$$\frac{23,7 \text{ km}}{0,61 \text{ jam}} = 38,9 \text{ km/jam}$$

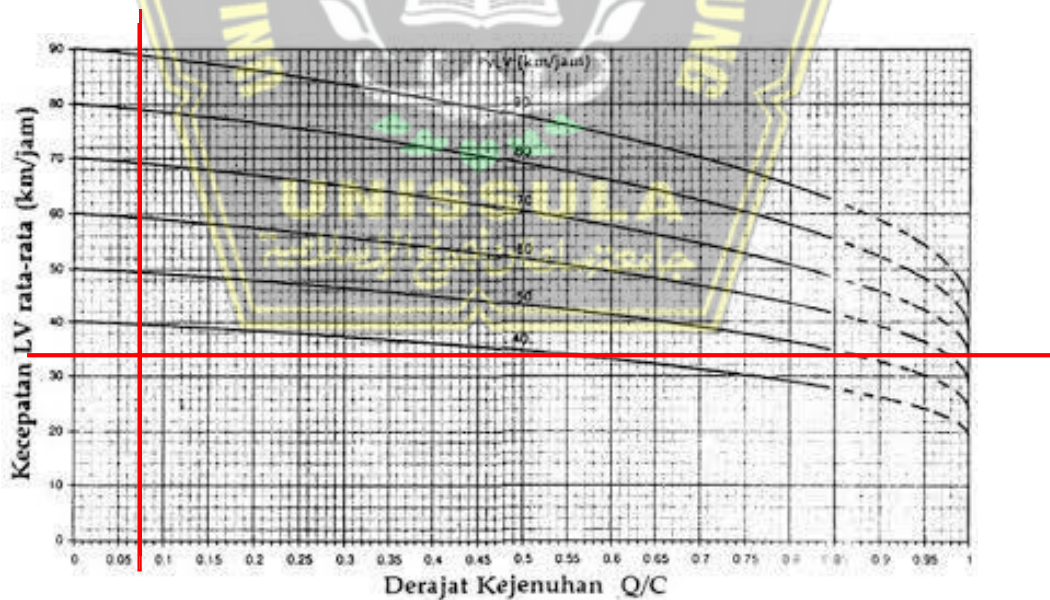
Sehingga dari didapatkannya waktu tempuh dalam melintasi 23,7 km ialah 38,9 km/jam.

Hasil perhitungan data – data yang didapatkan :

Arah Barat ke Timur

$$DS = 0,084$$

$$FV(LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 28. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari *DS* untuk Jalan Banyar Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai dan memasukkan nilai *DS* sebesar 0,084 dan *FV(LV)* sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 39,9 km/jam, kemudian dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah :

$$\begin{aligned} TT &= L/V \\ &= 0,1/39,9 \\ &= 0,002506266 \times 3.600 \\ &= 9,022556391 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{9 \text{ dt}} = \frac{23700}{x}$$

$$100x = 213300$$

$$X = 2133$$

$$\frac{23,7 \text{ km}}{0,59 \text{ jam}} = 40,1 \text{ km/jam}$$

Sehingga, didapatkan waktu tempuh untuk melintasi 23,7 km ialah 40,1 km/jam.

4.8.6. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan US-HCM 1994, perilaku lalu lintas dapat diwakili oleh tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) ialah ukuran kuantitatif yang menggambarkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan *Level of Service* dihitung menggunakan nilai dari derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*).

Nilai *DS* ini digunakan dalam mengetahui tingkat pelayanan pada Jalan Karangroto Demak melalui nilai *DS* ke dalam tabel 2. 13. Berdasarkan tabel 2.13. ialah tingkat pelayanan di jalan Karangroto Demak memenuhi tingkat pelayanan A (arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah) dengan nilai *DS* arah Timur ke Barat ialah sebesar 0,077 dan arah Barat ke Timur dengan nilai 0,084 diantara 0,00 – 0,20.

4.8.7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Karangroto Demak

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pada Jalan Karangroto Demak

Tabel 4. 49. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Karangroto Demak

NO	HASIL PERHITUNGAN	ARAH	
		TIMUR KE BARAT	BARAT KE TIMUR
1.	Jumlah Kendaraan	558	697
2.	Konversi smp/jam	223,75 smp/jam	246,55 smp/jam
3.	Hambatan Samping	233,3	232,5
4.	Kapasitas	2923,2 smp/jam	2923,2 smp/jam
5.	Derajat Kejenuhan	0,077	0,084
6.	Kec. Arus Bebas	30,225 km/jam	30,225 km/jam
7.	Kec. Waktu Tempuh	38,9 km/jam	40,1 km/jam
8.	Tingkat Pelayanan	A	A

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

4.9. Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Onggorawe

Hasil pengamatan ini dapat mengetahui pola arus lalu lintas pada jalan alternatif di jalan Onggorawe Demak. Selanjutnya ialah hasil analisis perhitungan data jalan yang dipakai sebagai berikut :

Tabel 4. 50. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Onggorawe Demak Arah Timur ke Barat Pada Hari Jumat (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 16.00 – 17.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	1123	237	37	1397	562,15
08.00 – 09.00	1011	243	39	1293	542,55
09.00 – 10.00	914	250	38	1202	524,10
10.00 – 11.00	903	244	42	1189	520,15
11.00 – 12.00	719	247	40	1006	474,75
12.00 – 13.00	826	252	40	1118	506,50
13.00 – 14.00	893	256	42	1191	529,65
14.00 – 15.00	1016	255	44	1315	561,80
15.00 – 16.00	987	261	43	1291	559,35
16.00 – 17.00	1148	264	46	1458	606,20
17.00 – 18.00	1028	258	44	1330	567,80

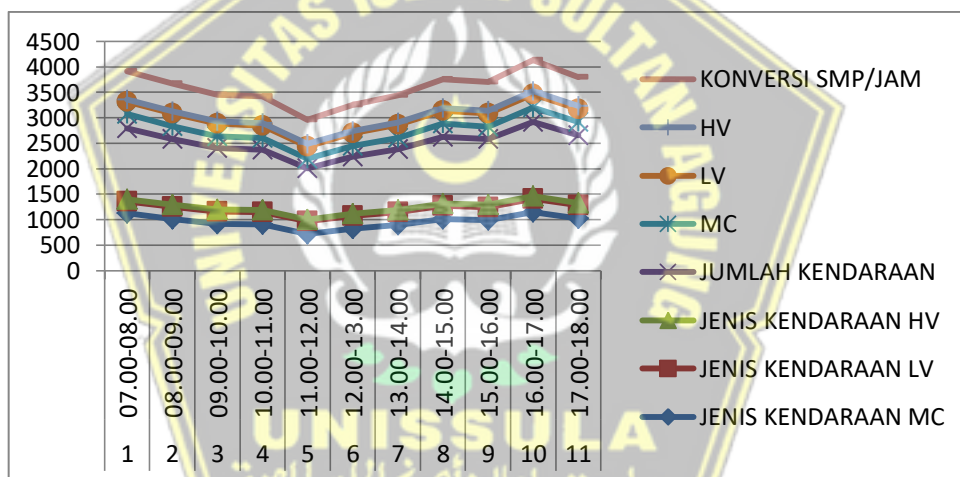
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 51. Data Hasil Analisis Arus Lalu Lintas Jalan Alternatif Pada Jalan Onggorawe Demak Arah Barat ke Timur Pada Hari Jumat (Hari Kerja) Dalam Kendaraan/Jam Pukul 17.00 – 18.00 WIB

Jam	Jenis Kendaraan			Jumlah (Kendaraan/Jam)	Konversi smp/jam
	MC	LV	HV		
07.00 – 08.00	953	175	30	1158	449,25
08.00 – 09.00	997	179	26	1202	459,45
09.00 – 10.00	1039	167	26	1232	457,95
10.00 – 11.00	944	153	20	1117	413,00
11.00 – 12.00	952	158	28	1138	429,60
12.00 – 13.00	948	163	21	1132	425,20
13.00 – 14.00	972	166	24	1162	437,80
14.00 – 15.00	987	170	28	1185	450,35
15.00 – 16.00	1001	176	35	1212	468,25
16.00 – 17.00	1023	174	33	1230	469,35
17.00 – 18.00	1045	181	39	1265	489,05

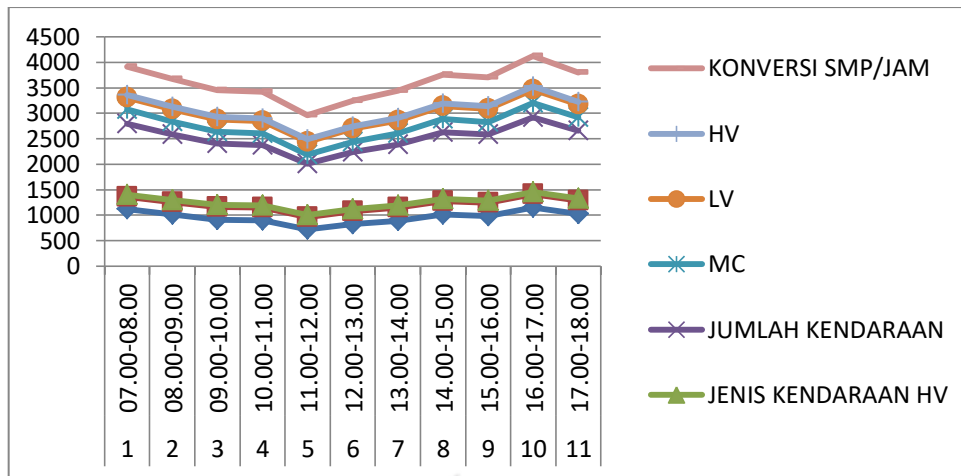
(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Onggorawe



Gambar 4. 29. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Jumat) Dalam smp/jam Arah Timur ke Barat

DATA ARUS LALU LINTAS Jalan Onggorawe



Gambar 4. 30. Grafik Diagram Pola Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja (Jumat) Dalam smp/jam Arah Barat ke Timur

Setelah itu, data arus volume lalu lintasi didapatkan, selanjutnya dilakukan rekapitulasi dari data jumlah smp/jam yang paling besar dalam setiap puncak harinya. Berikutnya ialah tabel rekapitulasi arus puncak harian yang paling besar :

Tabel 4. 52. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Onggorawe Demak Arah Timur Ke Barat

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Jumat	1458	606,20
Kamis	1330	567,80
Rabu	1397	562,15

(Sumber : Analilis Data Penelitian)

Tabel 4. 53. Rekapitulasi Arus Puncak Lalu Lintas Harian Jalan Onggorawe Demak Arah Barat Ke Timur

Hari	Jumlah Kendaraan	Konversi (smp/jam)
Jumat	1265	489,05
Kamis	1230	469,35
Rabu	1212	468,25

(Sumber : Analisis Data Penelitian)

Berdasarkan dalam tabel 4.3. dan 4.4. tersebut dapat kita ketahui bahwa volume jumlah arus lalu lintas yang paling besar merupakan arah Timur ke Barat terdapat pada puncak pukul 16.00 – 17.00 pada hari senin dengan hasil perhitungan sebesar 606,20 smp/jam, sedangkan dalam arah Barat ke Timur terjadi puncak kendaraan pada pukul 17.00 – 18.00 pada hari senin dengan hasil

489,05 smp/jam. Data volume arus lalu lintas digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data hambatan samping.

4.9.1. Hambatan Samping

Dalam memperoleh data jumlah hambatan samping dapat dilakukan dengan dilakukannya perhitungan jumlah kejadian pada sepanjang jalan dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. 54. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Onggorawe Demak Arah Timur ke Barat

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	91	0,5	45,5
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	113	1,0	113
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	114	0,7	79,8
4.	Kend Lambat (SMV)	97	0,4	38,8
Bobot Total				277,1

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Tabel 4. 55. Data Perhitungan Hambatan Samping Jalan Onggorawe Demak Arah Barat ke Timur

No	Macam – Macam Hambatan	Jumlah Kejadian	Faktor Bobot	Jumlah Kejadian Berbobot
1.	Pejalan Kaki (PED)	91	0,5	45,5
2.	Kend Parkir & Berhenti (PSV)	108	1,0	108
3.	Kend Keluar & Masuk (EEV)	112	0,7	78,4
4.	Kendaraan Lambat (SMV)	95	0,4	38
Bobot Total				269,9

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

Dalam perhitungan tersebut dilakukan pada hari Jumat sore 16.00 – 17.00 berdasarkan hasil jumlah volume arus lalu lintas paling besar pada jalan Onggorawe Demak. Selanjutnya dilakukannya analisis bobot hambatan samping dengan mengkalikan hasil jumlah masing – masing tipe hambatan samping dengan faktor bobotnya pada (tabel 2.14) dan setelah itu di jumlahkan agar mendapat bobot total.

Untuk penelitian ini didapatkan nilai bobot totalnya sebesar 277,1 dan 269,9, sehingga dapat kita ketahui dalam tabel 2.15 termasuk dalam kategori kelas hambatan samping tersebut termasuk kategori Rendah (*L*) dengan rentan nilai bobot kejadiannya ialah 100 - 299 dengan kondisi daerah permukiman, beberapa kendaraan umum dsb.

4.9.2. Kapasitas (C)

Besarnya nilai kapasitas jalan Onggorawe dapat dilihat pada persamaan 2.2 sebagai berikut :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam) per lajur

Berdasarkan pada tabel 2.2 didapatkan nilai 2900 x 2 lajur karena tipe jalan empat lajur dua arah dikali jumlah lajur.

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

Berdasarkan pada tabel 2.3 diketahui nilai 0,56 karena tipe jalan dua lajur terbagi atau jalan satu arah $W_c = 2,5$ meter.

FC_{SP} = Faktor penyesuain pemisahan arah

Berdasarkan pada tabel 2.4 lalu didapatkan nilai 1 dikarenakan pemisah arahnya adalah 50% - 50%

FC_{SF} = Faktor penyesuain hambatan samping

Berdasarkan tabel 2.5 didapatkan nilai 0,9 karena tipe jalan dua lajur dua arah terbagi, kelas hambatan samping Rendah (*L*), $W_k \leq 0,5m$

FC_{CS} = Faktor penyesuain ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.6 didapatkan nilai 1 karena jumlah penduduk Kabupaten Demak mencapai 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020).

Maka :

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \\ &= 5800 \times 0,56 \times 1 \times 0,9 \times 1 \\ &= 2923,2 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4.9.3. Derajat Kejenuhan

Besarnya nilai derajat kejenuhan dapat dinyatakan pada persamaan 2.3 sebagai berikut :

Maka :

Arah Timur ke Barat

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 606,20/2923,2 \\ &= 0,2073754 \\ &= 0,21 \end{aligned}$$

Arah Barat ke Timur

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 489,05/2923,2 \\ &= 0,167299535 \\ &= 0.17 \end{aligned}$$

4.9.4. Kecepatan Arus Bebas

Untuk besarnya nilai kecepatan arus bebas jalan Onggorawe dapat dinyatakan dengan persamaan 2.4 sebagai berikut:

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV_O = Kecepatan arus bebas berdasarkan kendaraan ringan (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.7 didapatkan nilai 44 untuk kendaraan ringan (LV), 40 untuk kendaraan berat (HV), 40 untuk motor (MC), dan rata – rata semua kendaraan dengan nilai 42.

FV_W = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)

Berdasarkan tabel 2.8 didapatkan nilai -9,5 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah dan lebar efektif (W_C) per lajur ialah 2,5 meter.

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping

Berdasarkan pada tabel 2.9 didapatkan nilai 0,93 dikarenakan tipe jalan dua lajur dua arah, dan kelas hambatan samping rendah (L), jalan kerb – penghalang (W_K) $\leq 0,5$ m.

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Berdasarkan pada tabel 2.10 didapatkan nilai 1 dikarenakan jumlah penduduk kabupaten Demak ialah 2.407.912 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2020)

Maka :

Kecepatan arus kendaraan ringan (*LV*)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (44 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 32,085 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan berat (*HV*)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 28,365 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus kendaraan motor (*MC*)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (40 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 28,365 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan arus semua kendaraan (Rata – rata)

$$\begin{aligned} FV &= (FV_O + FV_W) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \\ &= (42 - 9,5) \times 0,93 \times 1 \\ &= 30,225 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

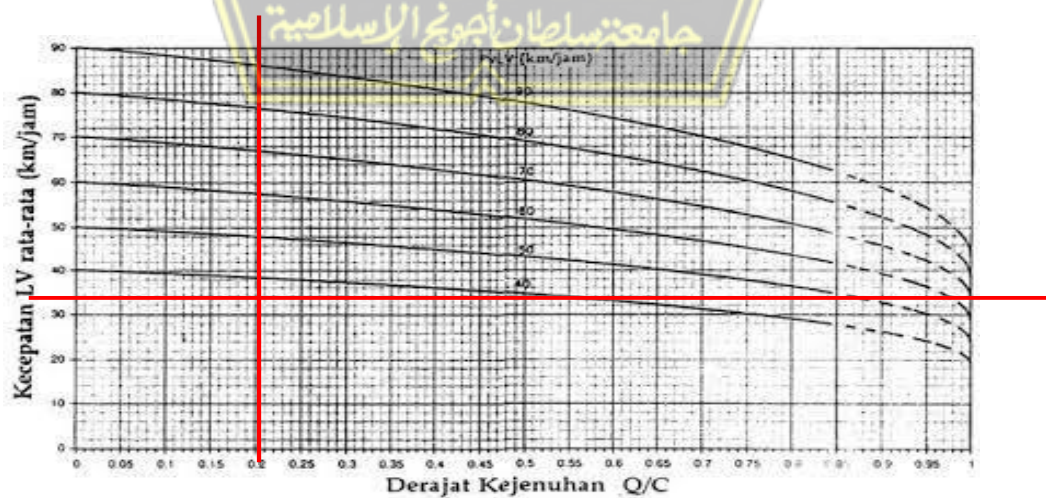
4.9.5. Kecepatan Waktu Tempuh Rata – rata

Dibawah ini data – data hasil perhitungan yang sudah didapatkan :

Arah Timur ke Barat

$$DS = 0,21$$

$$FV (LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 31. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah memasukkan nilai DS sebesar 0,21 dan $FV(LV)$ sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai kecepatan rata – rata kendaraan ringan (LV) sebesar 41,3 km/jam, selanjutnya dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah:

$$\begin{aligned} TT &= L/V \\ &= 0,1/41,3 \\ &= 0,002421308 \times 3.600 \\ &= 8,71671 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{8,7 \text{ dt}} = \frac{27400}{x}$$

$$100x = 238380$$

$$X = 2383,8 \text{ dt}$$

$$\frac{27,4 \text{ km}}{0,66 \text{ jam}} = 41,5 \text{ km/jam}$$

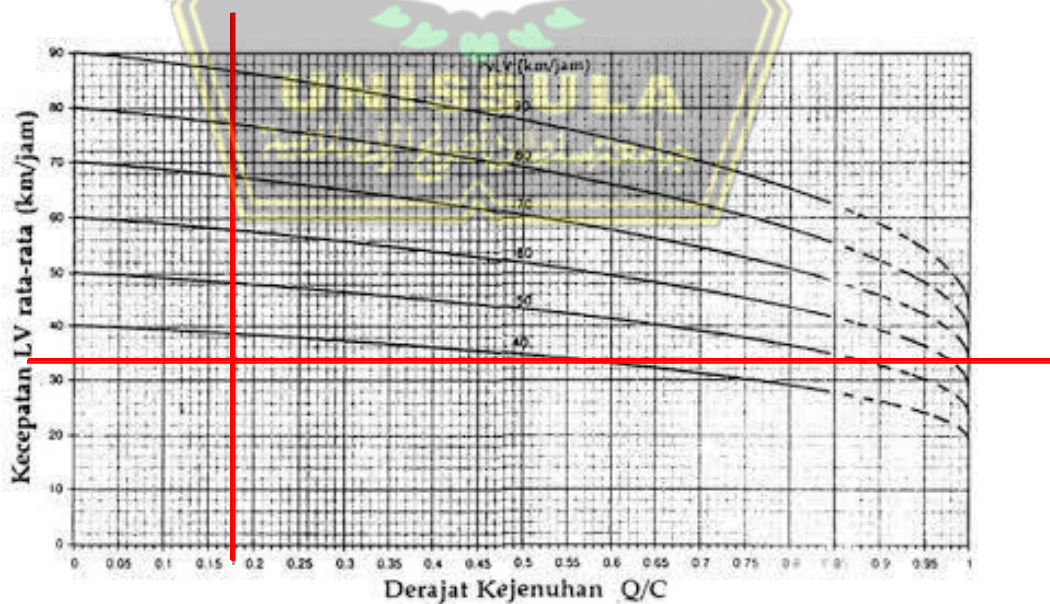
Sehingga dari didaptkannya waktu tempuh dalam melintasi 27,4 km ialah 41,5 km/jam.

Hasil perhitungan data – data yang didapatkan :

Arah Barat ke Timur

$$DS = 0,17$$

$$F V(LV) = 32,085 \text{ km/jam}$$



Gambar 4. 32. Kecepatan Waktu Tempuh Sebagai Fungsi dari DS untuk Jalan Banyak Lajur dan Satu Arah

Selanjutnya, setelah mendapatkan nilai dan memasukkan nilai *DS* sebesar 0,17 dan *FV(LV)* sebesar 32,085 km/jam maka didapatkan nilai rata – rata kendaraan ringan (*LV*) sebesar 40,7 km/jam, kemudian dimasukkan kedalam rumus waktu tempuh rata – rata, ialah :

$$\begin{aligned} TT &= L/V \\ &= 0,1/40,7 \\ &= 0,002457 \times 3.600 \\ &= 8,8452 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\frac{100 \text{ m}}{8,8 \text{ dt}} = \frac{27400}{x}$$

$$100x = 241120$$

$$X = 2411,2 \text{ dt}$$

$$\frac{27,4 \text{ km}}{0,67 \text{ jam}} = 40,9 \text{ km/jam}$$

Sehingga, didapatkan waktu tempuh untuk melintasi 27,4 km ialah 40,9 km/jam.

4.9.6. Tingkat Pelayanan

Berdasarkan US-HCM 1994, perilaku lalu lintas dapat diwakili oleh tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) ialah ukuran kuantitatif yang menggambarkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai kendaraan *Level of Service* dihitung menggunakan nilai dari derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*).

Nilai *DS* ini digunakan dalam mengetahui tingkat pelayanan pada Jalan Onggorawe Demak melalui nilai *DS* ke dalam tabel 2. 13. Berdasarkan tabel 2.13. ialah tingkat pelayanan di jalan Onggorawe Demak memenuhi tingkat pelayanan B (arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas) dengan nilai *DS* arah Timur ke Barat ialah sebesar 0,21 diantara 0,00 – 0,20 dan tingkat pelayanan A (kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah arah Barat ke Timur dengan nilai 0,17 diantara 0,00 – 0,20).

4.9.7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Onggorawe Demak

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pada Jalan Onggorawe Demak

Tabel 4. 56. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Onggorawe Demak

NO	HASIL PERHITUNGA	ARAH	
		TIMUR KE BARAT	BARAT KE TIMUR
1.	Jumlah Kendaraan	1458	1265
2.	Konversi smp/jam	606,2 smp/jam	489,05 smp/jam
3.	Hambatan Samping	277,1	269,9
4.	Kapasitas	2923,2 smp/jam	2923,2 smp/jam
5.	Derajat Kejenuhan	0,21	0,17
6.	Kec. Arus Bebas	30,225 km/jam	30,225 km/jam
7.	Kec. Waktu Tempuh	41,5 km/jam	40,9 km/jam
8.	Tingkat Pelayanan	B	B

(Sumber : Hasil Perhitungan Survei)

4.10. Hasil Pembahasan

Dari hasil analisis perhitungan diatas didapatkan 6 alternatif yang dapat menjadi pemilihan rute terbaik untuk pengendara yang melintasi jalan Semarang – Demak, berikut merupakan hasil alternatifnya :

4.10.1. Alternatif 1

Alternatif 1 ialah jalan alternatif arah Timur ke Barat melewati jalan Wonosalam – Onggorawe berikut merupakan rute jalan pada alternatif 1 :



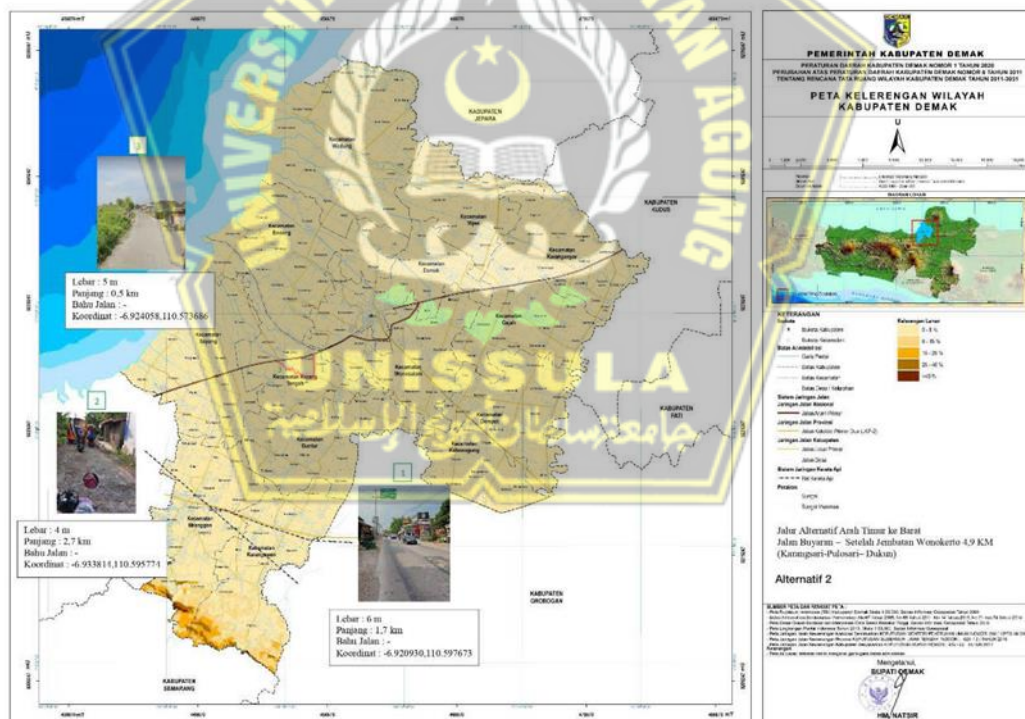
Gambar 4. 33. Rute alternatif 1 arah Timur ke Barat

Untuk gambar lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran. Jalan alternatif 1 arah timur ke barat ini dengan panjang 27,4 km yang melewati Desa Jogoloyo – Kendaldoyong – Wonosalam – Ploso – Grogol – Donorejo – Bakalrejo – Bulusari – Prampelan – Tambakroto. Jalan alternatif 1 ini dapat dilewati oleh kendaraan golongan 1 dan sepeda motor.

Alternatif 1 memiliki Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation / DS*) sebesar 0,33 untuk arah Timur ke Barat, dengan Tingkat pelayanan kategori “B” (arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas) dengan nilai kecepatan waktu tempuh rata - rata ialah 45,67 km/jam untuk arah Timur ke Barat.

4.10.2. Alternatif 2

Alternatif 2 ialah jalan alternatif arah Timur ke Barat melewati jalan Buyaran – Dukun (Setelah jembatan wonokerto) sebagai berikut :



Gambar 4. 34. Rute alternatif 2 arah Timur ke Barat

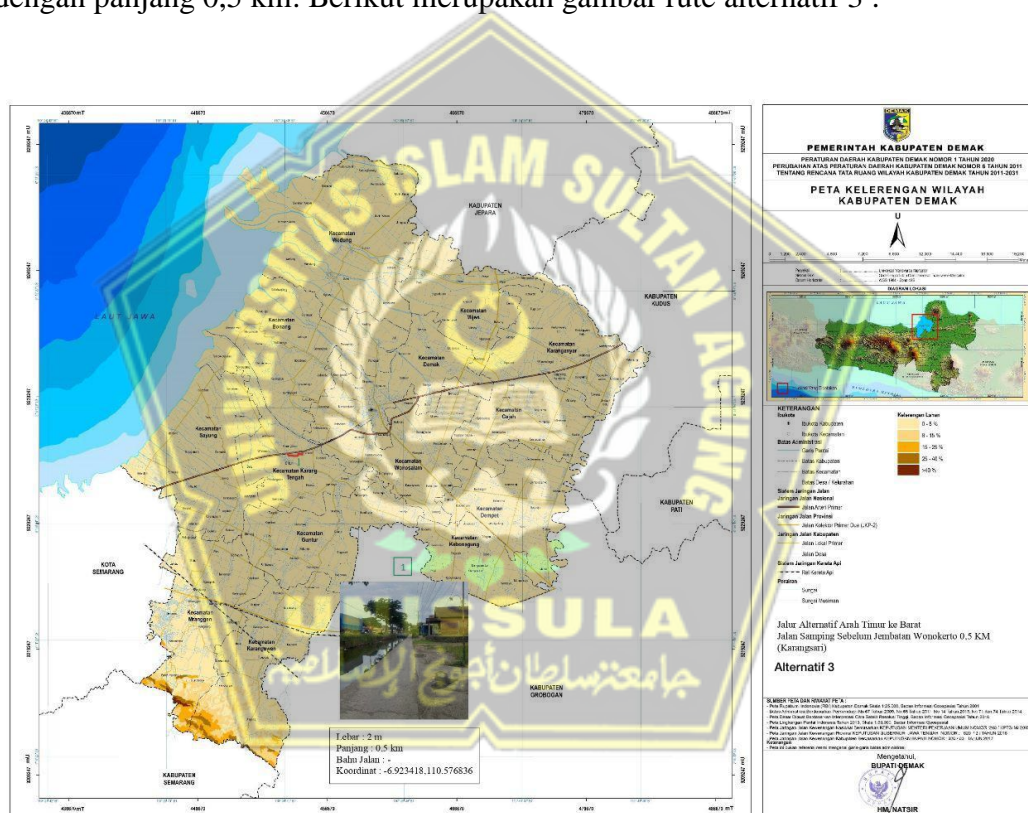
Gambar lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran. Jalan alternatif 2 arah timur ke barat ini memiliki panjang 4,9 km yang melewati Desa Karangsari – Pulosari –

Dukun. Jalan alternatif 2 ini dapat dilewati kendaraan golongan 1 dan sepeda motor.

Alternatif 2 memiliki nilai Derajat kejenuhan 0,33 pada arah timur ke barat, tingkat pelayanan pada alternatif 2 ini kategori “B” (arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas) dengan nilai waktu tempuhnya ialah 41,9 km/jam untuk arah Timur ke Barat.

4.10.3. Alternatif 3

Alternatif 3 ialah alternatif arah Barat ke Timur yang hanya untuk kendaraan sepeda motor (MC) yang melewati jalan samping sebelum jembatan wonokerto dengan panjang 0,5 km. Berikut merupakan gambar rute alternatif 3 :



Gambar 4. 35. Rute alternatif 3 arah Timur ke Barat

4.10.7. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Utama dan Jalan Alternatif

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan pada jalan utama dan jalur – jalur alternatif :

Tabel 4. 57. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pada Jalan Utama dan Jalan Alternatif

NO	JALAN	ARAH ARUS	JARAK (KM)	KECEPATAN WAKTU TEMPUH (KM/JAM)	WAKTU TEMPUH (JAM)	KENDARAAN
1.	EKSISTING I	TIMUR KE BARAT	18	17,73	3,73	HV, LV, MC
2.	EKSISTING II	BARAT KE TIMUR	17	18,9	2,34	HV, LV, MC
3.	ALTERNATIF 1	TIMUR KE BARAT	27,4	45,67	0,59	MC, LV
4.	ALTERNATIF 2	TIMUR KE BARAT	4,9	41,9	0,12	MC, LV
5.	ALTERNATIF 3	TIMUR KE BARAT	0,5	-	-	MC
6.	ALTERNATIF 4	BARAT KE TIMUR	23,7	50	0,47	MC, LV
7.	ALTERNATIF 5	BARAT KE TIMUR	31,9	50	0,64	MC, LV
8.	ALTERNATIF 6	BARAT KE TIMUR	2,7	-	-	MC

(Sumber : Analisa Penulis)

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ruas jalan Semarang (Genuk) – Demak (Jembatan Wonokerto Karangtengah) beserta jalan-jalan alternatif yang akan digunakan sebagai berikut :

- a. Panjang antrian eksisting dari Timur ke Barat rata-rata sepanjang :

5.568,21 m → 5,57 km.

Panjang antrian eksisting dari Barat ke Timur rata-rata sepanjang :

5.564,29 m → 5,56 km.

- b. Waktu tempuh kendaraan yang melintasi jalur utama

Timur ke Barat : 3,73 jam

Barat ke Timur : 2,34 jam

Waktu tempuh kendaraan yang melintasi jalan alternatif 1

Timur ke Barat : 0,59 jam

Waktu tempuh kendaraan yang melintasi jalan alternatif 2

Timur ke Barat : 0,12 jam

Waktu tempuh kendaraan yang melintasi jalan alternatif 4

Barat ke Timur : 0,47 jam

Waktu tempuh kendaraan yang melintasi jalan alternatif 5

Barat ke Timur : 0,64 jam

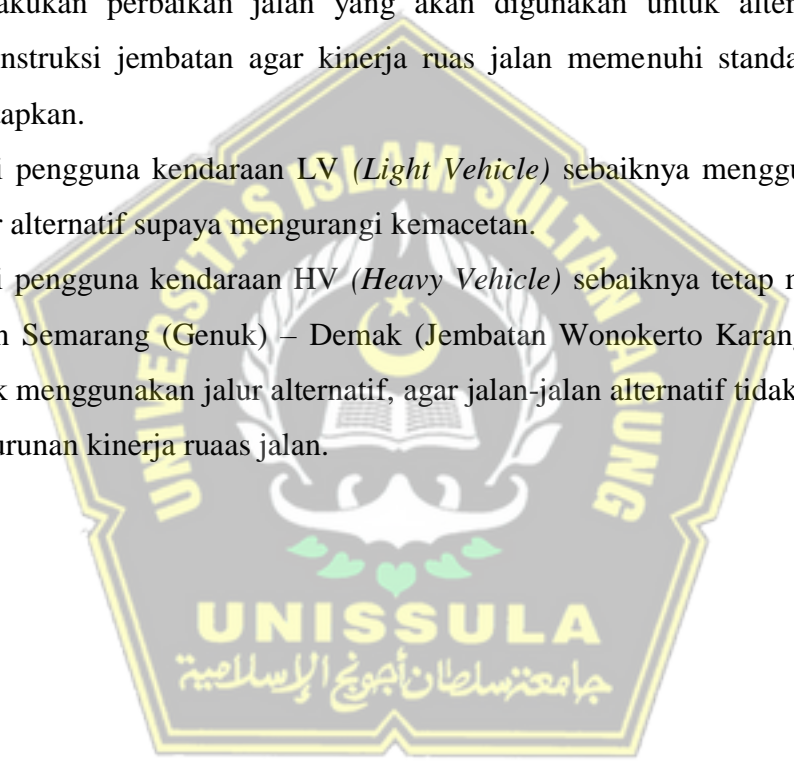
- c. Rute alternatif yang paling efektif dalam rangka membantu arus lalu lintas saat terjadi rekonstruksi Jembatan Wonokerto Karangtengah yaitu alternatif 2 untuk arah Timur ke Barat dan alternatif 4 untuk arah Barat ke Timur. Rata-rata efisiensi kecepatan waktu tempuh pada alternatif 2 arah Timur ke Barat 41,9 km/jam dengan waktu tempuh selama 0,12 jam, dan derajat kejenuhan sebesar 0,33 dengan tingkat pelayanan kategori “B”.

Rata-rata efisiensi kecepatan waktu tempuh pada alternatif 4 arah Barat ke Timur 50 km/jam dengan waktu tempuh selama 0,47 jam, dan derajat kejenuhan sebesar 0,037 dengan tingkat pelayanan kategori “A”.

5.2. Saran

Setelah dilakukan penelitian, analisis serta pembahasan terhadap ruas jalan Semarang (Genuk) – Demak (Jembatan Wonokerto Karangtengah) beserta jalan-jalan alternative yang akan digunakan akibat kemacetan rekonstruksi Jembatan Wonokerto Karangtengah, maka penulis dapat menyarankan beberapa hal diantaranya :

1. Perlunya alternatif sebelum dilakukannya rekonstruksi Jembatan Wonokerto Karangtengah, supaya tidak terjadi kemacetan atau antrian kendaraan yang panjang.
2. Melakukan perbaikan jalan yang akan digunakan untuk alternatif selama rekonstruksi jembatan agar kinerja ruas jalan memenuhi standar yang telah ditetapkan.
3. Bagi pengguna kendaraan LV (*Light Vehicle*) sebaiknya menggunakan jalur-jalur alternatif supaya mengurangi kemacetan.
4. Bagi pengguna kendaraan HV (*Heavy Vehicle*) sebaiknya tetap menggunakan Jalan Semarang (Genuk) – Demak (Jembatan Wonokerto Karangtengah) dan tidak menggunakan jalur alternatif, agar jalan-jalan alternatif tidak mengalami penurunan kinerja ruaas jalan.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak. 2018. *Kabupaten Demak Dalam Angka 2018*. Demak: BPS Kabupaten Demak.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak. 2019. *Kabupaten Demak Dalam Angka 2019*. Demak: BPS Kabupaten Demak.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak. 2020. *Kabupaten Demak Dalam Angka 2020*. Demak: BPS Kabupaten Demak.
- Baskoro, P. Y., Wicaksono, A., & Kurniawan, E. B. (2012). Manajemen Lalu Lintas Untuk Mengatasi Masalah Tundaan Pada Ruas Jl. Ranugrati Kota Malang. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, 2(2), 49-62.
- Basri, M. A. (2021). Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penyempitan Jalan (Bottleneck)(Studi Kasus Proyek Jembatan Linggarjati Jalan Adinegoro, Kota Padang). *Jurnal Applied Science in Civil Engineering*, 2(1), 44-49.
- Brilia, B., Rompis, S. Y., & Longdong, J. (2019). PENGARUH PENYEMPITAN JALAN TERHADAP KARAKTERISTIK LALU LINTAS (STUDI KASUS: JALAN WOLTER MONGINSIDI, MALALAYANG II, KOTA MANADO). *JURNAL SIPIL STATIK*, 7(6).
- Cahyono, Bagas Noor, dan Dhiaz Pradikto Mardi Putra. 2019. *Evaluasi Kinerja Jalan Brigjend Sudiarto Pasca Berlakunya Kebijakan Pemindahan Terminal Terboyo Menuju Terminal Penggaron Kota Semarang*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2017. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1990. *Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2004. *Pedoman Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Isabella, Y. (2016). Pemilihan Rute Terpendek Dengan Menggunakan Software POM QM For Windows 3 (Studi Kasus Jalan Sangga Buana 2-Universitas Muhammadiyah Palangkaraya). *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 4(2), 124-132.

Kartika, R. U. S., Kartika, A. A. G., & Widyastuti, H. (2016). ANALISIS DERAJAT KEJENUHAN (DS) MANAJEMEN LALU LINTAS PADA RENOVASI PEMBANGUNAN JEMBATAN SEMBAYAT BARU II. In *Prosiding Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi*.

Lembaran Negara Republik Indonesia Undang-Undang Nomer 38 Tahun 2004 Tentang Jalan Raya.

Nuhgraha, Bogi, dan Dicky Khoirul Nul F. 2022. *Analisis Kinerja Ruas Jalan Plered (Cirebon)-Bandung (Studi Kasus Pada Segmen Jalan Perempatan Lampu Merah Plered – Empal Gentong H.Apud)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.

Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia Nomer 34 Tahun 2006 tentang Jalan.

Peta dan Topografi Kabupaten Demak [Online]. Tersedia: <http://www.google.com/earth/>. Diakses pada: 7-Oktober-2022.

Ramanasari, R., Qomariyah, N., Purwanto, D., & Yulipriyono, E. E. (2014). Penerapan Manajemen Lalu Lintas Satu Arah Pada Ruas Jalan Sultan Agung–Sisingamangaraja–Dr. Wahidin Kota Semarang untuk Pemerataan Sebaran Beban Lalu Lintas. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(1), 142-153.

Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung : Nova.

Umi, Alif. 2021. *Analisis Kinerja Ruas Jalan Utama Timur (Depan Pasar Weleri I)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.

USC – HCM. 1994. *Highway Capacity Manual*. Jakarta.