

**PENENTUAN RUTE ANGKUTAN BARANG UMUM
MENGUNAKAN QGIS, PKJI, DAN VRP (STUDI KASUS
DOMISILI PERUSAHAAN ANGKUTAN BARANG DI
DAERAH RING ROAD SELATAN YOGYAKARTA)**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH:

I MADE YOGI WISWANTARA

2103010

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI
JALAN
2024**

**PENENTUAN RUTE ANGKUTAN BARANG UMUM
MENGUNAKAN QGIS, PKJI, DAN VRP (STUDI KASUS
DOMISILI PERUSAHAAN ANGKUTAN BARANG DI
DAERAH RING ROAD SELATAN YOGYAKARTA)**

KERTAS KERJA WAJIB

Disusun Dalam Rangka Penyelesaian
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Transportasi



DISUSUN OLEH:

I MADE YOGI WISWANTARA

2103010

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI
JALAN
2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**PENENTUAN RUTE ANGKUTAN BARANG UMUM MENGGUNAKAN
QGIS, PKJI, DAN VRP (STUDI KASUS DOMISILI PERUSAHAAN
ANGKUTAN BARANG DI DAERAH RING ROAD SELATAN
YOGYAKARTA)**

Disusun Oleh :

I MADE YOGI WISWANTARA

2103010

Disetujui untuk diajukan pada
Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II


I WAYAN YUDI MARTHA WIGUNA, S.T., M.T

NIP. 19861221 201902 1 001

Tanggal: 22 Juli 2024


HENDRIK PRASETIYO, M.Sc.

NIP. 19821013 200912 1 003

Tanggal: Juli 2024

Ditetapkan di: Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB
PENENTUAN RUTE ANGKUTAN BARANG UMUM MENGGUNAKAN QGIS,
PKJI, DAN VRP (STUDI KASUS DOMISILI PERUSAHAAN ANGKUTAN
BARANG DI DAERAH RINGROAD SELATAN YOGYAKARTA)





Telah dipersiapkan dan disusun oleh :

I MADE YOGI WISWANTARA

2103010

TELAH DIPERTAHAANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 25 JULI 2024
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji

 Bydi Mardikawati, M.Pd NIP. 19840829 201902 2 001	 I Wayan Yudi Martha Wiguna, S.T., M.T. NIP. 19861221 201902 1 001
 Aswin Badarudin Amajaya, S.S.T.(TD). M.A.P NIP. 199900513 201012 1 004	 Hendrik Prasetyo, M.Sc NIP. 19821013 200912 1 003

Mengetahui,

KETUA PROGRAM STUDI
DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN


Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T

NIP. 19820530 200912 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, I Made Yogi Wiswantara, Notar. 2103010, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **“Penentuan Rute Angkutan Barang Umum Menggunakan QGIS, PKJI, dan VRP (Studi Kasus Domisili Perusahaan Angkutan Barang di Daerah Ring Road Selatan Yogyakarta)”** merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Tugas Akhir ini yang telah digunakan sebelumnya oleh untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau keserjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 23 Juli 2024

Penulis



I MADE YOGI WISWANTARA

Notar. 2103010

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas rahmat dan karunia Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-NYA, sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul “Penentuan Rute Angkutan Barang Umum Menggunakan QGIS, PKJI, Dan VRP (Studi Kasus Domisili Perusahaan Angkutan Barang Di Daerah Ring Road Selatan Yogyakarta)” dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang sangat baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Orang tua dan Keluarga yang selalu ada untuk mendoakan dan mendukung.
2. Bapak Dr. Ir. I Made Suraharta, S.T., S.Si.T., M.T., IPM. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali.
3. Bapak Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi Manajemen Transportasi Jalan.
4. Bapak I Wayan Yudi Martha Wiguna, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Hendrik Prasetyo, M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan memberikan saran serta pengarahan selama penyusunan kertas kerja wajib.
5. Bapak Ferry Ela Aryananda, S.T., M.I.Kom. selaku pembimbing lapangan.

Penulis menyadari kertas kerja wajib ini banyak kekurangan, saran dan masukan sangat diharapkan bagi kesempurnaan penulisan. Semoga bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi Darat dan dapat diterapkan untuk membantu pembangunan transportasi di Indonesia.

Tabanan, 23 Juli 2023

Penulis,



I MADE YOGI WISWANTARA

Notar. 2103010

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II GAMBARAN UMUM.....	4
2.1 Kondisi Wilayah	4
2.2 Kondisi Perusahaan Kajian.....	5
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	8
3.1 Transportasi	8
3.2 Penentuan Rute.....	8
3.3 Angkutan.....	8
3.4 Barang.....	8
3.5 Rute.....	9
3.6 Kapasitas Jalan Luar Kota	9
3.7 Kapasitas Jalan Perkotaan	15

3.8 Kinerja Simpang Bersinyal.....	21
3.9 Sistem Informasi Geografis.....	34
3.10 Vehicle Routing Problem (VRP)	35
3.11 Penelitian Terdahulu	36
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	39
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	39
4.2 Metode Analisa Data	40
4.3 Diagram Alir Penelitian.....	43
4.4 Time Table Kegiatan.....	45
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	46
5.1 Pengumpulan Data.....	46
5.2 PEMBAHASAN.....	77
BAB VI PENUTUP	85
6.1 Kesimpulan.....	85
6.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ringroad Selatan Yogyakarta	4
Gambar 2. Perusahaan A	5
Gambar 3. Perusahaan B	5
Gambar 4. Perusahaan C	6
Gambar 5. Perusahaan D	6
Gambar 6. Perusahaan E	7
Gambar 7. Perusahaan F	7
Gambar 8 Grafik Arus Jenuh Dasar	23
Gambar 9 Arus Jenuh Dasar Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah.....	26
Gambar 10 Faktor Koreksi dengan lajur belok kanan terpisah.....	29
Gambar 11 Faktor Koreksi Kelandaian.....	31
Gambar 12 Faktor Koreksi Parkir	31
Gambar 13 Grafik Faktor Koreksi Belok Kanan	32
Gambar 14 Grafik Faktor Koreksi Belok Kiri	32
Gambar 15 Grafik Waktu Siklus Terhadap Rasio Arus.....	34
Gambar 16 Bagan Alir	43
Gambar 17. Output Diagram Alir.....	44
Gambar 18. Peta Rute Kajian Keseluruhan.....	62
Gambar 19. Peta Rute Perusahaan A.....	63
Gambar 20. Peta Perusahaan B	63
Gambar 21. Peta Perusahaan C	63
Gambar 22. Peta Perusahaan D	64
Gambar 23. Peta Perusahaan E	64
Gambar 24. Peta Perusahaan F.....	64
Gambar 25. Peta Perusahaan A	69
Gambar 26. Peta Perusahaan B	70
Gambar 27. Peta Perusahaan C	70
Gambar 28. Peta Perusahaan D.....	70
Gambar 29. Peta Perusahaan E	71
Gambar 30. Peta Perusahaan F.....	71

DAFTAR TABEL

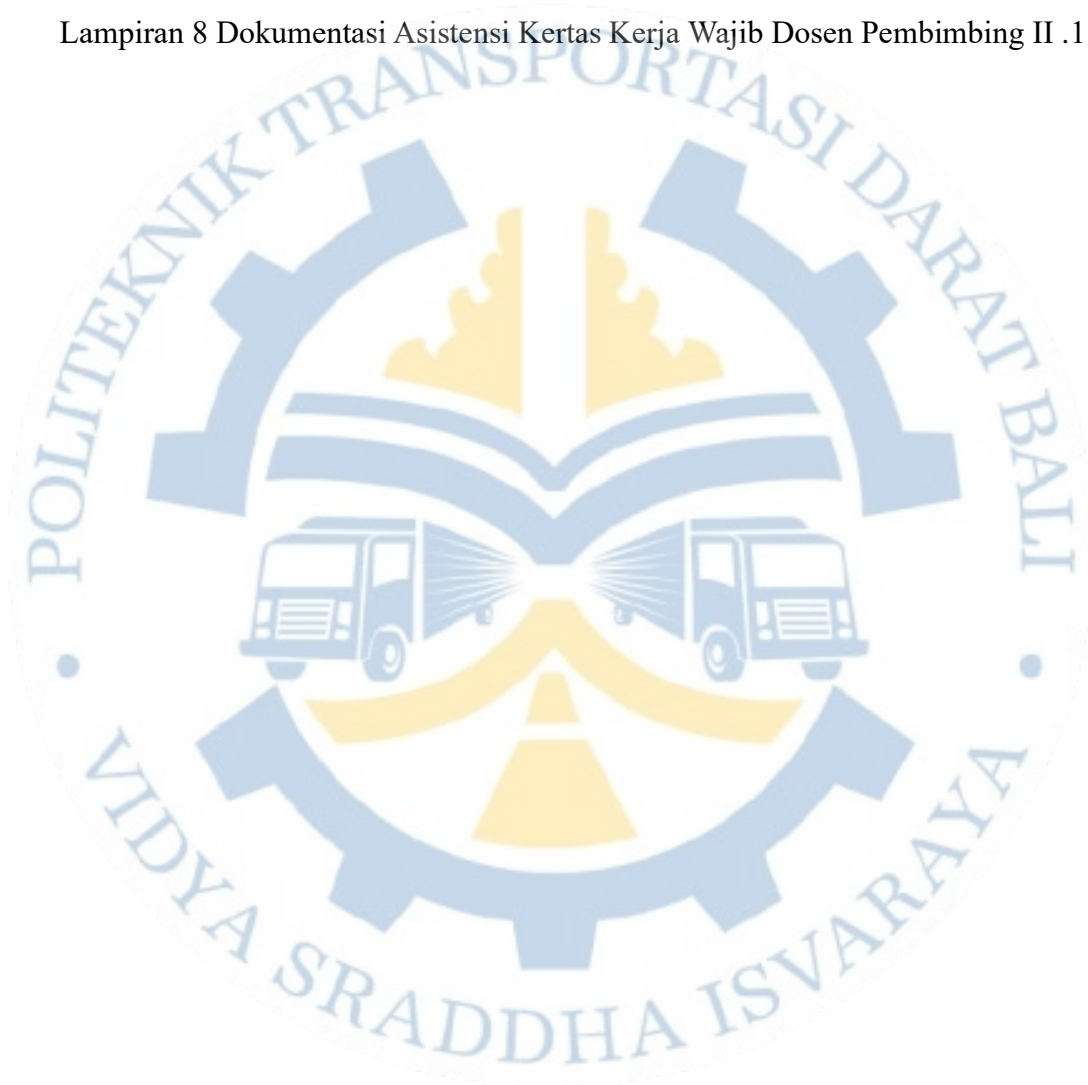
Tabel 3. 1 C_0 segmen jalan untuk tipe 2/2-TT dan 4/2-T.....	10
Tabel 3. 2 Segmen Jalan Khusus untuk tipe 2/2-TT	10
Tabel 3. 3 Faktor koreksi akibat lebar lajur.....	10
Tabel 3. 4 FC_{PA} 2/2-TT pada segmen umum.....	11
Tabel 3. 5 FC_{PA} 4/2-TT pada segmen umum.....	11
Tabel 3. 6 FC_{PA} Pada segmen khusus	11
Tabel 3. 7 Kriteria KHS	12
Tabel 3. 8 FC_{HS} Sebagai fungsi dari KHS dan L_{BE}	12
Tabel 3. 9 Kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) per jenis kendaraan	13
Tabel 3. 10 Koreksi kecepatan arus bebas MP akibat lebar lajur efektif, $V_{BL,MP}$.	13
Tabel 3. 11 Faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat hambatan samping dan lebar bahu, F_{VBHS}	14
Tabel 3. 12 Faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan, $F_{VB, KFJ}$	14
Tabel 3. 13 Faktor Koreksi Ukuran Kota	15
Tabel 3. 14 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan.....	16
Tabel 3. 15 Kondisi segmen jalan ideal untuk menetapkan kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) dan kapasitas dasar (C_0)	17
Tabel 3. 16 Faktor Koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur, FC_{LJ}	18
Tabel 3. 17 Faktor koreksi kapasitas akibat PA pada tipe jalan tak terbagi, FC_{PA}	18
Tabel 3. 18 Faktor koreksi kapasitas akibat KHS pada jalan dengan bahu, FC_{HS}	19
Tabel 3. 19 Faktor koreksi kapasitas akibat KHS pada jalan berkereb, FC_{HS}	19
Tabel 3. 20 Faktor koreksi kapasitas terhadap ukuran kota, FC_{UK}	20
Tabel 3. 21 Pembobotan hambatan samping.....	20
Tabel 3. 22 Kriteria kelas hambatan samping	20
Tabel 3. 23 Nilai normal komposisi jenis kendaraan dalam arus lalu lintas	21
Tabel 3. 24 Faktor Koreksi Ukuran Kota	29
Tabel 3. 25 Faktor Koreksi Hambatan Samping	30
Tabel 3. 26 Waktu Siklus Disarankan	34
Tabel 3. 27 Penelitian Terdahulu.....	37

Tabel 4. 1 Timeline Kegiatan	45
Tabel 5. 1 Tujuan Pengiriman Perusahaan A	46
Tabel 5. 2 Tujuan Pengiriman Perusahaan B	46
Tabel 5. 3 Tujuan Pengiriman Perusahaan C	47
Tabel 5. 4 Tujuan Pengiriman Perusahaan D	47
Tabel 5. 5 Tujuan Pengiriman Perusahaan E.....	47
Tabel 5. 6 Tujuan Pengiriman Perusahaan F	48
Tabel 5. 7 PERUSAHAAN A: Data Jarak antar Perusahaan dan Costumer di wilayah Yogyakarta (Satuan dalam Km).....	49
Tabel 5. 8 PERUSAHAAN B: Data Jarak antar Perusahaan dan Costumer di wilayah Yogyakarta (Satuan dalam Km).....	49
Tabel 5. 9 PERUSAHAAN C: Data Jarak antar Perusahaan dan Costumer di wilayah Yogyakarta (Satuan dalam Km).....	50
Tabel 5. 10 PERUSAHAAN D: Data Jarak antar Perusahaan dan Costumer di wilayah Yogyakarta (Satuan dalam Km).....	50
Tabel 5. 11 PERUSAHAAN E: Data Jarak antar Perusahaan dan Costumer di wilayah Yogyakarta (Satuan dalam Km).....	51
Tabel 5. 12 PERUSAHAAN F: Data Jarak antar Perusahaan dan Costumer di wilayah Yogyakarta (Satuan dalam Km).....	52
Tabel 5. 13 PERUSAHAAN A: Saving Matriks antara Gudang Perusahaan dan Costumer di Wilayah Yogyakarta.....	53
Tabel 5. 14 PERUSAHAAN B: Saving Matriks antara Gudang Perusahaan dan Costumer di Wilayah Yogyakarta.....	54
Tabel 5. 15 PERUSAHAAN C: Saving Matriks antara Gudang Perusahaan dan Costumer di Wilayah Yogyakarta.....	54
Tabel 5. 16 PERUSAHAAN D: Saving Matriks antara Gudang Perusahaan dan Costumer di Wilayah Yogyakarta.....	55
Tabel 5. 17 PERUSAHAAN E: Saving Matriks antara Gudang Perusahaan dan Costumer di Wilayah Yogyakarta.....	56
Tabel 5. 18 PERUSAHAAN F: Saving Matriks antara Gudang Perusahaan dan Costumer di Wilayah Yogyakarta.....	56

Tabel 5. 19 PERUSAHAAN A Rute Eksisting dengan Total Biaya yang dikeluarkan dan Jarak Tempuhnya	58
Tabel 5. 20 PERUSAHAAN B Rute Eksisting dengan Total Biaya yang dikeluarkan dan Jarak Tempuhnya	58
Tabel 5. 21 PERUSAHAAN C Rute Eksisting dengan Total Biaya yang dikeluarkan dan Jarak Tempuhnya	58
Tabel 5. 22 PERUSAHAAN D Rute Eksisting dengan Total Biaya yang dikeluarkan dan Jarak Tempuhnya	59
Tabel 5. 23 PERUSAHAAN E Rute Eksisting dengan Total Biaya yang dikeluarkan dan Jarak Tempuhnya	59
Tabel 5. 24 PERUSAHAAN F Rute Eksisting dengan Total Biaya yang dikeluarkan dan Jarak Tempuhnya	60
Tabel 5. 25 PERUSAHAAN A Rute Berdasarkan Waktu Tempuh Terhadap Lalu Lintas.....	66
Tabel 5. 26 PERUSAHAAN B Rute Berdasarkan Waktu Tempuh Terhadap Lalu Lintas.....	66
Tabel 5. 27 PERUSAHAAN C Rute Berdasarkan Waktu Tempuh Terhadap Lalu Lintas.....	66
Tabel 5. 28 PERUSAHAAN D Rute Berdasarkan Waktu Tempuh Terhadap Lalu Lintas.....	67
Tabel 5. 29 PERUSAHAAN E Rute Berdasarkan Waktu Tempuh Terhadap Lalu Lintas.....	67
Tabel 5. 30 PERUSAHAAN F Rute Berdasarkan Waktu Tempuh Terhadap Lalu Lintas.....	68
Tabel 5. 31 PERUSAHAAN A Perbandingan Rute VRP dan Waktu Tempuh	72
Tabel 5. 32 PERUSAHAAN B Perbandingan Rute VRP dan Waktu Tempuh	73
Tabel 5. 33 PERUSAHAAN C Perbandingan Rute VRP dan Waktu Tempuh	73
Tabel 5. 34 PERUSAHAAN D Perbandingan Rute VRP dan Waktu Tempuh	74
Tabel 5. 35 PERUSAHAAN E Perbandingan Rute VRP dan Waktu Tempuh	74
Tabel 5. 36 PERUSAHAAN F Perbandingan Rute VRP dan Waktu Tempuh.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Waktu Tempuh Ruas Jalan Kajian	90
Lampiran 2 Tundaan Simpang Kajian.....	107
Lampiran 5 Lembar Asistensi Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing I.....	110
Lampiran 6 Lembar Asistensi Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing II	111
Lampiran 7 Dokumentasi Asistensi Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing I...	112
Lampiran 8 Dokumentasi Asistensi Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing II .	114



INTISARI

Penentuan Rute Angkutan Barang Umum Menggunakan Qgis, Pkji, dan Vrp (Studi Kasus Domisili Perusahaan Angkutan Barang Di Daerah Ring Road Selatan Yogyakarta)

Oleh

I Made Yogi Wiswantara

2103010

Angkutan Barang merupakan Pergerakan dalam pengiriman barang yang dapat mempengaruhi arus lalu lintas sepanjang jalan atau area tertentu. Dimana menjadi tantangan yang cukup besar dalam menentukan rute angkutan barang dikarenakan kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat. Dengan potensi lalu lintas yang padat dan jarak yang jauh, penting dalam mengembangkan solusi Angkutan Barang yang efisien dan berkelanjutan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan untuk terus maju.

Maka dari itu penulis membuat rute angkutan barang yang saling berhubungan dengan ruas jalan kajian dengan membandingkan pedoman kapasitas jalan indonesia 2023. Dengan teknik pengumpulan data berupa wawancara yang berisi Jenis Kendaraan, Jumlah Kendaraan, Jenis Muatan, Tonase, dan Tujuan pengiriman barang. Dimana dari hasil wawancara bisa mendapatkan hasil analisis CVRP untuk rute angkutan barang yang di sandingkan dengan Qgis serta pedoman kapasitas jalan indonesia tahun 2023 untuk ruas jalan yang di lalui oleh angkutan barang. Didapatkan hasil berupa 249 Ruas Jalan yang terbagi dalam 160 Ruas Jalan Arteri dan 89 Ruas Jalan Kolektor. Berdasarkan Hasil Kinerja Ruas Jalan Kajian didapatkan hasil cukup memuaskan karena hanya 7 Ruas Jalan saja yang Level of Servic-nya rendah yang terdiri dari 4 Ruas Jalan di Kategori F dan terdapat 3 Ruas Jalan di kategori E. Sehingga untuk angkutan barang yang melintas di Rute kajian pada Ruas Jalan tersebut masih sangat di rekomendasikan untuk dilalui pada saat jam sibuk.

Kata Kunci: Rute Angkutan Barang, VRP, Qgis, PKJI 2023

ABSTRACT

Determination of Public Freight Transportation Routes Using Qgis, Pkji, and Vrp (Case Study of the Domicile of Freight Transportation Companies in the Southern Ring Road Area of Yogyakarta)

By

I Made Yogi Wiswantara

2103010

Freight Transportation is the movement in the delivery of goods that can affect traffic flow along certain roads or areas. It presents a significant challenge in determining the routes for freight transportation due to the increasing needs of society. With the potential for heavy traffic and long distances, it is important to develop efficient and sustainable Freight Transportation solutions to support growth and continuous development.

Therefore, the author has created interconnected freight transportation routes with the road segments under study by comparing them to the Indonesian Road Capacity Guidelines of 2023. Data collection techniques include interviews that contain the type of vehicle, number of vehicles, type of cargo, tonnage, and delivery destination of the goods. From the interview results, an analysis of CVRP for freight transportation routes can be obtained, which is aligned with QGIS and the Indonesian Road Capacity Guidelines of 2023 for the road segments traversed by the goods transportation. The results showed a total of 249 road segments divided into 160 arterial road segments and 89 collector road segments. Based on the Performance Results of the Study Road Segments, the outcome is quite satisfactory as only 7 road segments have a low Level of Service, consisting of 4 segments in Category F and 3 segments in Category E. Thus, it is still highly recommended for goods transportation to pass through the study route on these road segments during peak hours.

Keywords: *Freight Transportation Routes, VRP, QGIS, PKJI 2023*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota yang paling ikonik di Indonesia dan juga sering disebut sebagai “Kota Pelajar” dan “Kota Budaya”. Terletak di Pulau Jawa bagian tengah, Yogyakarta memiliki warisan budaya yang kaya, ditandai dengan keberadaan Keraton Yogyakarta, kompleks istana yang merupakan pusat kebudayaan dan keagamaan Jawa. Selain itu, kota ini merupakan salah satu tempat dengan pusat pendidikan dengan beberapa perguruan tinggi terkemuka, seperti Universitas Gadjah Mada dan Institut Seni Indonesia.

Meskipun Yogyakarta dikenal sebagai pusat kebudayaan dan pendidikan yang terkemuka, tim PKL Yogyakarta kini dihadapkan pada tantangan yang lebih besar dalam mengelola sistem transportasi, Yang dimana Tim PKL Yogyakarta mendapatkan tugas alomerasi wilayah studi hingga sekitar ringroad yang masuk dalam Kabupaten Bantul dan Sleman. Dari semula luas wilayah 32.5 KM2 menjadi 157,55 KM2 dan untuk penduduk dari 375.700 ribu jiwa menurut (Statistik, 2024) menjadi 917.405 ribu jiwa, tim PKL Yogyakarta dihadapkan pada kompleksitas yang lebih besar dalam mengelola sistem transportasi, termasuk Angkutan Barang. Perluasan wilayah dan pertumbuhan populasi menjadi tantangan dalam rute Angkutan Barang karena memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat. Dengan potensi lalu lintas yang padat dan jarak yang jauh, penting dalam mengembangkan solusi Angkutan Barang yang efisien dan berkelanjutan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan kota yogyakarta yang terus maju.

Dalam konteks pertumbuhan yang pesat dan kompleksitas yang meningkat dalam pengelolaan Angkutan Barang di Yogyakarta, kecelakaan yang melibatkan kendaraan pengangkut barang menjadi salah satu tantangan utama yang perlu diatasi. Menurut (Publik, 2022) kendaraan Angkutan Barang seperti truk, menduduki peringkat ke-2 penyumbang kecelakaan lalu lintas terbesar, yakni mencapai 12 persen. Sementara, motor masih menduduki urutan pertama

kecelakaan terbanyak, 73 persen. Dan sebanyak 15 persen lainnya berasal dari akumulasi dari berbagai jenis kendaraan di luar motor dan Angkutan Barang, seperti mobil, bus, hingga kereta api. Kecelakaan truk yang terjadi telah menelan banyak korban luka dan meninggal.

Menurut hasil survei dari tim PKL Yogyakarta tahun 2024 angkutan barang di Yogyakarta masih belum memadai dari segi peraturan jalan yang ada untuk di lalui angkutan jalan, oleh karena itu perlu adanya penentuan rute angkutan barang yang baik, terkhususnya angkutan barang yang berada di wilayah ringroad selatan karena angkutan barang yang melintas di ringroad selatan sebanyak 18.872 kendaraan yang melintas selama 24 jam dengan panjang antrian terpanjang di Jl. Wates hingga 122m dengan Volume kendaraan angkutan barang yang melintas di jam peak hour sebesar 309 kendaraan per jam sehingga kendaraan yang melalui di jalan tersebut mengalami konflik akibat panjang antrian yang panjang maka perlu adanya waktu yang bagus untuk melaksanakan pengiriman barang di Yogyakarta.

Maka dari itu haruslah membangun rute aman bagi pengguna jalan, jika perencanaan rute baik dan sudah sesuai dengan kelas jalan yang ada, maka seharusnya akan mengurangi dampak yang terjadi di jalan. Dalam penyusunan ini menggunakan metode Sistem Informasi Geografis, yaitu Qgis, CVRP dan menggunakan menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023) yaitu PKJI untuk mengetahui waktu tempuh jalan yang di lalui oleh Angkutan Barang.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang dapat diketahui rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penentuan rute angkutan barang dengan menggunakan VRP?
2. Bagaimana penentuan rute angkutan barang berdasarkan waktu tempuh terhadap lalu lintas sekitar?
3. Rute manakah yang menghasilkan rute terbaik dari segi waktu tempuh?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui rute angkutan barang dengan menggunakan VRP
2. Untuk mengetahui rute angkutan barang berdasarkan waktu tempuh terhadap lalu lintas sekitar?

3. Untuk mengetahui rute manakah yang menghasilkan rute terbaik dari segi waktu tempuh?

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat untuk:

1. Sebagai masukan kepada Dinas Perhubungan Kota Yogyakarta dalam menyelenggarakan Rute terhadap Angkutan Barang
2. Pengembangan ilmu pengetahuan dalam penanganan Rute Angkutan Barang
3. Syarat menuntaskan pendidikan Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan pada penelitian ini tidak melebar dan lebih spesifik maka terdapat beberapa batasan penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian ini berada di Ringroad Selatan Yogyakarta dan Beberapa wilayah Kota Yogyakarta juga terdapat di Kabupaten Bantul dengan kelurahan Tirtonirmolo, Tamantirto, Baturetno, Banguntapan, Ngestiharjo, Wirokerten, Tamanan, Bangunharjo, dan Panggunharjo dan untuk Kabupaten Sleman dengan kelurahan Ambarketawang, Banyuraden, Nogotirto, Caturtunggal, Sinduadi, Maguwoharjo, Trihanggo, Condongcatur, Sendangadi, dan Sariharjo. Dimana pada peneliti menggunakan Kelurahan sebagai titik lokasi perencanaan rute dan hanya ruas jalan arteri dan kolektor yang penulis gunakan sebagai perencanaan rute angkutan barang.
2. Penelitian menggunakan parameter waktu tempuh.
3. Penelitian ini menggunakan Qgis sebagai perancangan rute Angkutan Barang.
4. Penelitian ini menggunakan metode VRP untuk menentukan rute angkutan barang.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah

Ringroad Selatan Kota Yogyakarta menjadi arteri vital dalam sistem transportasi kota tersebut yang terletak di Jalan Brawijaya untuk batas ringroad Timur sampai di Jalan Ahmad Yani untuk batas ringroad barat, namun kondisinya tidak terlepas dari tantangan yang sering dihadapi di kota-kota besar. Lalu lintas yang padat, terutama pada jam sibuk pagi dan sore hari, sering menjadi hambatan utama bagi efisiensi Angkutan Barang di wilayah ini. Selain itu, kondisi fisik jalan perlu diperhatikan, karena adanya bagian jalan yang rusak dapat memperlambat kecepatan dan meningkatkan biaya operasional kendaraan pengangkut barang. Dalam merencanakan rute Angkutan Barang, penting untuk mempertimbangkan aksesibilitas dan arah jalan di sekitar Ringroad Selatan yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Sumber: Google Maps

Gambar 1. Ringroad Selatan Yogyakarta

Ringroad selatan merupakan akses untuk masuk ke kota yang merupakan bagian dari Kabupaten Bantul, yang dimana di ruas jalan ini sering di lalui oleh Angkutan Barang yang dimana barang bawaan dari luar kota masuk ke dalam perusahaan dan didistribusikan ke dalam kota dengan menggunakan kendaraan sedang hingga kecil. Walaupun sudah menggunakan kendaraan sedang maupun kecil untuk pendistribusian barang masih terbilang kurang baik dari segi rute yang di pilih dengan berdasarkan omongan mulut dari para sopir untuk menuju ke tempat tujuan, sehingga masih belum ada rute pasti untuk distribusi barang.

2.2 Kondisi Perusahaan Kajian

Dalam menentukan perusahaan Tim PKL Yogyakarta melakukan riset dengan mencari tahu dimana saja letak perusahaan yang berpotensi melakukan pergerakan angkutan barang yang signifikan, dimana dalam penentuan tersebut kita mensurvei semua perusahaan lalu kita eliminasi sekiranya perusahaan tersebut sudah tidak beroperasi kembali. Berikut profil perusahaan wilayah ringroad selatan yang masuk kedalam kajian penelitian ini:

2.2.1 Perusahaan A



Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Gambar 2. Perusahaan A

Pada perusahaan yang terletak di Jl. Imogiri Timur No.132, Giwangan, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55163 merupakan perusahaan yang bergerak di dalam pengiriman paket ekspres yang berada di bawah naungan J&T Group. J&T Group didirikan pada Agustus 2015.

2.2.2 Perusahaan B



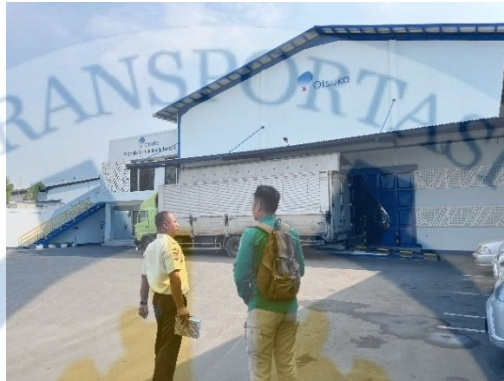
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Gambar 3. Perusahaan B

Pada perusahaan yang terletak di Jl. Ahmad Yani Jl. Ringroad Timur, Pelem Mulong, Banguntapan, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55198 merupakan salah satu dari 33 Batching Plant yang tersebar di

seluruh Jawa dan Bali yang dimiliki oleh Perusahaan B yang berada di bawah naungan dari PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. Dimana perusahaan tersebut mengirimkan dengan menggunakan Truk Molen. Perusahaan tersebut menyediakan berbagai macam produk beton berkualitas tinggi, seperti beton ready-mix, beton pracetak, dan mortar.

2.2.3 Perusahaan C



Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Gambar 4. Perusahaan C

Pada perusahaan yang terletak di Jadan, Tamantirto, Kec. Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan anak perusahaan dari Perusahaan C, sebuah perusahaan farmasi dan minuman isotonik ternama di Indonesia. Terletak di Jl. Kaliurang Km 14, Sleman, Yogyakarta, Perusahaan C berperan penting dalam mendistribusikan produk-produk AIO seperti Pocari Sweat, Ion Water, Oronamin C dan Soy Joy ke seluruh wilayah Yogyakarta dan sekitarnya.

2.2.4 Perusahaan D



Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Gambar 5. Perusahaan D

Perusahaan D yang terletak di Jl. Ringroad Selatan No.111, Saman, Bangunharjo, Kec. Sewon, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55188 merupakan perusahaan distributor resmi PT Konimex sejak tahun 1985. Bergerak

di bidang distribusi produk makanan, minuman, dan farmasi, MNJ telah berkontribusi dalam menyediakan produk-produk berkualitas bagi masyarakat Indonesia.

2.2.5 Perusahaan E



Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Gambar 6. Perusahaan E

Perusahaan E yang terletak di Jl. Ringroad Selatan No.RT.03, Tamanan, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55188 merupakan Perusahaan yang bergerak di bidang semen yang berperan penting di pasar yogyakarta dengan bekerja sama dengan distributor lokal untuk menjangkau pasar yang lebih luas.

2.2.6 Perusahaan F



Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Gambar 7. Perusahaan F

Perusahaan F yang terletak di Jl. Ringroad Selatan No.112-114, Druwo, Bangunharjo, Kec. Sewon, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55188 Merupakan perusahaan yang bergerak di bidang makanan, minuman, produk rumah tangga, dan lain lain dimana produk-produknya berkualitas tinggi dengan layanan terbaik dari Perusahaan F dan telah menjadi mitra bisnis yang diandalkan berbagai toko dan minimarket.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Transportasi

Transportasi adalah pengangkutan barang dan orang menggunakan kendaraan sesuai dengan yang dibutuhkan. Selain itu Transportasi atau angkutan adalah perpindahan orang dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan Kendaraan di Ruang Lalu Lintas menurut (Anadi, 2021). Pengangkutan atau pemindahan penumpang dan barang dengan transportasi ini pada dasarnya adalah untuk dapat mencapai ke tempat tujuan dan menaikan nilai suatu barang atau jasa. Secara umum transportasi memegang peranan penting dalam dua hal yaitu pembangunan ekonomis dan pembangunan non ekonomis. Tujuan yang bersifat ekonomis misalnya peningkatan pendapatan nasional, mengembangkan industri nasional dan menciptakan serta memelihara tingkat kesempatan kerja bagi masyarakat. Sejalan dengan tujuan ekonomis tersebut adapula tujuan yang bersifat non ekonomis yaitu untuk mempertinggi integritas bangsa, serta meningkatkan pertahanan dan keamanan nasional menurut (Amin and Jufrin, 2020). Sehingga Layanan yang berharga untuk membawa orang atau barang dari satu lokasi ke lokasi lain adalah transportasi menurut (Yunas, Nasution and Sundari, 2023).

3.2 Penentuan Rute

Penentuan Rute adalah untuk meminimalkan biaya pengiriman barang dengan memilih jalur untuk mencapai tujuan dari suatu titik awal menurut (Kasih & Maulidina, 2023).

3.3 Angkutan

Pengertian Angkutan adalah perpindahan orang dan/atau barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan di ruang lalu lintas jalan menurut (Mahfiroh, 2020).

3.4 Barang

Pengertian Barang adalah sesuatu barang atau produk yang ditawarkan dipasaran untuk dapat dimiliki, dipakai dan dikonsumsi oleh konsumen untuk memenuhi kebutuhannya menurut (Nurhayati, Josi and Hutagalung, 2018).

3.5 Rute

Pengertian Rute adalah jaringan jalan atau ruas jalan yang dilalui angkutan umum untuk mencapai titik tujuan dari titik pemberangkatan asal menurut (Yulianeu and Oktamala, 2022).

3.6 Kapasitas Jalan Luar Kota

Jalan Luar Kota (JLK) dibedakan menjadi 2 segmen, yaitu segmen umum dan segmen khusus merupakan segmen dengan kelandaian yang tinggi dan panjang tertentu (Alinyemen bukit atau Gunung). Perhitungan C pada segmen khusus dipisahkan tersendiri. Pada segmen khusus, untuk mempertahankan kapasitas dan kinerja lalu lintas, segmen dapat dilengkapi dengan lajur pendakian.

3.6.1 Kapasitas JLK

C dihitung dari perkalian C_0 dengan faktor-faktor koreksi lebar lajur jalan, pemisahan arah lalu lintas, dan hambatan samping.

$$C = C_0 \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \quad (3.1)$$

Keterangan:

1. C adalah kapasitas segmen atau segmen khusus, SMP/jam.
2. C_0 adalah kapasitas dasar segmen, SMP/jam. C_0 adalah C pada kondisi ideal yaitu kondisi dimana $FC_L=1$, $FC_{PA}=1$, dan $FC_{HS}=1$.
3. FC_L adalah faktor koreksi kapasitas akibat lebar lajur jalan yang tidak ideal.
4. FC_{PA} adalah faktor koreksi kapasitas akibat pemisahan arah arus lalu lintas. Faktor ini hanya berlaku untuk jalan tak terbagi.
5. FC_{HS} adalah faktor koreksi kapasitas akibat adanya hambatan samping dan ukuran bahu jalan yang tidak ideal.
6. C suatu segmen khusus (segmen dengan kelandaian khusus).

3.6.2 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar merupakan kapasitas ideal sebuah jalan dengan geometri lurus dengan lebar lajur efektif rata-rata 3,5 m dan memiliki pemisah arah 50% - 50% memiliki kerb dan bahu jalan, ukuran kota 1-3 juta jiwa dan hambatan samping rendah penentuan kapasitas dasar jalan dapat dilihat pada **Tabel 3.1** dan **Tabel 3.2**.

Tabel 3. 1 C₀ segmen jalan untuk tipe 2/2-TT dan 4/2-T

Tipe Alinyemen	C₀ SMP/jam 2/2-TT	C₀ SMP/jam/lajur 4/2-T
Datar	4000	2200
Bukit	3850	2100
Gunung	3700	2000

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 2 Segmen Jalan Khusus untuk tipe 2/2-TT

Panjang kelandaian, % kelandaian	C₀ untuk dua arah, SMP/jam
Panjang <0,5 km Untuk semua kelandaian	3850
Panjang <0,8 km Kelandaian <4,5%	3700
Keadaan-keadaan lain	3550

Sumber : PKJI 2023

3.6.3 Faktor-Faktor Koreksi Kapasitas

Dimana F_{CL}, menjadi faktor koreksi kapasitas lebar lajur jalan yang tidak ideal yang tergantung oleh deviasi lebar lajur atau lebar jalur terhadap nilai idealnya.

Tabel 3. 3 Faktor koreksi akibat lebar lajur

Tipe jalan	Lebar lajur atau jalur efektif (LLE atau LJE), m	F_{CL}	
4/2-T & 6/2-T	Per Lajur	3,00	0,91
		3,25	0,96
		3,50	1,00
		3,75	1,03
2/2-TT	Total dua arah	5,00	0,69
		6,00	0,91
		7,00	1,00
		8,00	1,08
		9,00	1,15
		10,00	1,21

Tipe jalan	Lebar lajur atau jalur efektif (L_{LE} atau L_{JE}), m	FC_L
	11,00	1,27

Sumber : PKJI 2023

Dimana FC_{PA} , menjadi faktor koreksi kapasitas pemisah arah arus lalu lintas, dimana untuk segmen umum tak terbagi menggunakan Tabel 3.4, dan untuk segmen khusus menggunakan Tabel 3.6.

Tabel 3. 4 FC_{PA} 2/2-TT pada segmen umum

Pemisahan arah arus (%- %):		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{PA}	Tipe jalan 2/2- TT	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 5 FC_{PA} 4/2-TT pada segmen umum

Pemisahan arah arus (%- %):		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{PA}	Tipe jalan 4/2- TT	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 6 FC_{PA} Pada segmen khusus

% Lalu lintas mendaki	FC_{PA}
70	0,78
65	0,83
60	0,88
55	0,94
50	1,00
45	1,03
40	1,06
35	1,09
30	1,12

Sumber : PKJI 2023

3.6.4 Faktor Koreksi Kelas Hambatan Samping (KHS)

Faktor koreksi KHS merupakan faktor yang mengoreksi kapasitas dasar akibat adanya kegiatan di pinggir jalan. Faktor KHS dapat diketahui menggunakan parameter geometrik berupa jarak antara kerb dan penghalang serta lebar bahu efektif. Berikut merupakan faktor koreksi jalan dengan bahu jalan

Tabel 3. 7 Kriteria KHS

KHS	Total frekuensi kejadian Hambatan Samping	Ciri-ciri khusus
Sangat Rendah	<50	Pedalaman, jalan melalui wilayah perdesaan pertanian, atau daerah yang belum berkembang, tanpa kegiatan
Rendah	50-149	Pedalaman, jalan melalui wilayah perdesaan dimana terdapat beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	150-249	Perdesaan, jalan melalui wilayah perkampungan, terdapat kegiatan permukiman
Tinggi	250-349	Perdesaan, jalan melalui wilayah perkampungan, ada beberapa kegiatan pasar
Sangat Tinggi	>350	Mendekati perkotaan, banyak pasar atau kegiatan niaga

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 8 FC_{KHS} Sebagai fungsi dari KHS dan L_{BE}

Tipe Jalan	KHS	Faktor koreksi akibat hambatan samping (FChs)			
		Lebar bahu efektif LBE, m			
		0,5	1	1,5	2
Sangat Rendah	Sangat Rendah	0,99	1	1,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01

	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,9	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,88	0,9	0,93	0,96
2/2-TT	Sangat Rendah	0,97	0,99	1	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1
	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat Tinggi	0,8	0,83	0,88	0,93

Sumber : PKJI 2023

3.6.5 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan rata-rata yang dapat dicapai oleh kendaraan pada kondisi jalan yang bebas dari hambatan lalu lintas. Berikut merupakan faktor yang mempengaruhi pada Tabel 3.9, Tabel 3.10, Tabel 3.11, dan Tabel 3.12

Tabel 3. 9 Kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) per jenis kendaraan

Tipe Jalan	Tipe alinemen	V_{BD} (KM/Jam)				
		MP	KBM	BB	TB	SM
4/2-TT	-Datar	74	63	78	60	60
	-Bukit	66	54	65	50	56
	-Gunung	58	43	52	39	53

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 10 Koreksi kecepatan arus bebas MP akibat lebar lajur efektif, $V_{BL,MP}$

Tipe Jalan	L_{LE} atau L_{JE} (m)	V_{BL} (km/jam)		
		Datar: KJP=A,B	Bukit :KJP=A,B,C Datar:KJP=C	Gunung
4/2-TT	$L_{LE}=3,00$	-3	-2	-1
	$L_{LE}=3,25$	-1	-1	-1
	$L_{LE}=3,50$	0	0	0

Tipe Jalan	L _{LE} atau L _{JE} (m)	VBL (km/jam)		
		Datar: KJP=A,B	Bukit :KJP=A,B,C Datar:KJP=C	Gunung
	L _{LE} =3,75	2	2	2

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 11 Faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat hambatan samping dan lebar bahu, F_{VBHS}

Tipe jalan	KHS	F _{VBHS}			
		L _{BE} ≤ 0,5m	L _{BE} =1m	L _{BE} =1,5m	L _{BE} ≥2m
4/2-TT	Sangat rendah	1	1	1	1
	Rendah	0,96	0,97	0,97	0,98
	Sedang	0,92	0,94	0,95	0,97
	Tinggi	0,88	0,89	0,9	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,83	0,85	0,95

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 12 Faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat kelas fungsi jalan dan gunalahan, F_{VB}, K_{FJ}

Tipe Jalan	Fungsi Jalan	F _{VB} , K _{FJ}				
		Persentase pengembangan samping jalan				
		0%	25%	50%	75%	100%
4/2-TT	Arteri	1	0,99	0,97	0,96	0,945
	Kolektor	0,97	0,96	0,94	0,93	0,915
	Lokal	0,95	0,94	0,92	0,91	0,895

Sumber : PKJI 2023

3.6.6 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Faktor koreksi ukuran kota merupakan faktor koreksi kapasitas dasar terhadap ukuran kota dalam jumlah penduduk dimana perbedaan ukuran kota dari kondisi ideal pada **Tabel 3.13**.

Tabel 3. 13 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Ukuran Kota (Juta jiwa)	Kelas kota/kategori kota		Faktor koreksi Ukuran kota, (FCUK)
< 0,1	Sangat Kecil	Kota kecil	0,86
0,1-0,5	Kecil	Kota kecil	0,9
0,5-1,0	Sedang	Kota menengah	0,94
1,0-3,0	Besar	Kota besar	1
>3,0	Sangat Besar	Kota metropolitan	1,04

Sumber : PKJI 2023

3.7 Kapasitas Jalan Perkotaan

Kapasitas jalan perkotaan wajib dipecah menjadi beberapa segmen dengan perubahan-perubahan pada lebar jalur lalu lintas dan bahu sampai dengan 15%, tipe jalan, jarak pandang, tipe alinemen jalan, dan jalan keluar dari daerah perkotaan atau semi perkotaan, meskipun karakteristik tidak TGL tidak berubah. Analisis Kapasitas Jalan perkotaan hanya dilakukan untuk tipe alinemen vertikal yang datar atau hampir datar, dan tipe alinemen horizontal yang lurus atau hampir lurus.

3.7.1 Perhitungan Kapasitas

Dimana C untuk tipe jalan tak terbagi, 2/2-TT, ditentukan untuk volume lalu lintas total 2 (dua) arah. C untuk tipe jalan terbagi 4/2-T, 6/2-T, dan 8/2-T, dengan rumus sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (3.2)$$

Keterangan :

1. C adalah kapasitas segmen jalan yang sedang diamati, dengan satuan SMP/jam. Jika kondisi segmen jalan berbeda dari kondisi ideal, maka nilai C harus dikoreksi berdasarkan perbedaan terhadap kondisi idealnya dari lebar lajur atau

jalur lalu lintas (FC_{LJ}), pemisahan arah (FC_{PA}), KHS pada jalan berbahu atau tidak berbahu (FC_{HS}), dan ukuran kota (FC_{UK}).

2. C_0 adalah kapasitas dasar kondisi segmen jalan yang ideal, dengan satuan SMP/jam. FC_{LJ} adalah faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas dari kondisi idealnya.
3. FC_{PA} adalah faktor koreksi kapasitas akibat Pemisahan Arah lalu lintas (PA) dan hanya berlaku untuk tipe jalan tak terbagi.
4. FC_{HS} adalah faktor koreksi kapasitas akibat kondisi KHS pada jalan yang dilengkapi bahu atau dilengkapi kerib dan trotoar dengan ukuran yang tidak ideal.
5. FC_{UK} adalah faktor koreksi kapasitas akibat ukuran kota yang berbeda dengan ukuran kota ideal.
6. Jika kondisi segmen jalan yang sedang diamati sama dengan kondisi ideal, maka semua faktor koreksi kapasitas menjadi 1,0 sehingga $C = C_0$.

3.7.2 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar merupakan kapasitas ideal sebuah jalan dengan geometri lurus dengan lebar lajur efektif rata-rata 3,5 m dan memiliki pemisah arah 50%-50% memiliki kerib dan bahu jalan, ukuran kota 1-3 juta jiwa dan hambatan samping rendah penentuan kapasitas dasar jalan dapat dilihat pada **Tabel 3.14** serta kondisi segmen jalan pada **Tabel 3.15**.

Tabel 3. 14 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	C_0	Catatan
4/2-T, 6/2-T, 8/2-T atau Jalan satu arah	1700	Per Lajur (satu arah)
2/2-TT	2800	Per dua arah

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 15 Kondisi segmen jalan ideal untuk menetapkan kecepatan arus bebas dasar (V_{BD}) dan kapasitas dasar (C_0)

N O.	Uraian	Spesifikasi penyediaan prasarana jalan			
		Jalan Sedang tipe 2/2-TT	Jalan Raya tipe 4/2-T	Jalan Raya tipe 6/2-T	Jalan Satu arah tipe 1/1, 2/1, 3/1
1	Lebar Jalur lalu lintas, m	7	4x3,5	6x3,5	2x3,5
2	Lebar Bahu efektif di kedua sisi,m	1,5	Tanpa bahu, tetapi dilengkapi kereb di kedua sisinya		2
3	Jarak terdekat kereb ke penghalang, m	-	2	2	2
4	Median	Tidak ada	Ada, tanpa bukaan	Ada, tanpa bukaan	-
5	Pemisahan arah, %	50-50	50-50	50-50	-
6	KHS	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
7	Ukuran kota, Juta jiwa	1,0-3,0	1,0-3,0	1,0-3,0	1,0-3,0
8	Tipe alinemen jalan	Datar	Datar	Datar	Datar
9	Komposisi MP: KS: SM	60%:8 %:32%	60%:8%:3 2%	60%:8%:3 2%	60%:8 %:32%
10	Faktor K	0,08	0,08	0,08	-

Sumber : PKJI 2023

3.7.3 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Lajur

Penentuan nilai FC_{LJ} didasarkan pada **Tabel 3.16** sebagai fungsi dari lebar efektif lajur lalu lintas (L_{LE})

Tabel 3. 16 Faktor Koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur, FC_{LJ}

Tipe jalan	L_{LE} atau L_{JE} (m)	FC_{LJ}
4/2-T, 6/2-T atau Jalan satu-arah	$L_{LE} = 3,00$	0,92
	3,25	0,96
	3,5	1
	3,75	1,04
	4	1,08
2/2-TT	$L_{JE2\text{ arah}} = 5,00$	0,56
	6	0,87
	7	1
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber : PKJI 2023

3.7.4 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat PA pada Tipe Jalan Tak Terbagi

Penentuan nilai FC_{PA} didasarkan pada **Tabel 3.17** sebagai fungsi dari pemisahan arah lalu lintas.

Tabel 3. 17 Faktor koreksi kapasitas akibat PA pada tipe jalan tak terbagi, FC_{PA}

PA %-%	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{PA}	1	0,97	0,94	0,91	0,88

Sumber : PKJI 2023

3.7.5 Faktor Koreksi Kapasitas Akibat KHS pada Jalan

$$FC_{6HS} = 1 - \{0,8 X (1 - FC_{4HS})\} \quad (3.3)$$

Keterangan ;

1. FC_{6HS} adalah faktor koreksi kapasitas akibat hambatan samping untuk jalan 6/2-T atau 8/2-T.
2. FC_{4HS} adalah faktor koreksi kapasitas akibat hambatan samping untuk jalan 4/2-T.

Tabel 3. 18 Faktor koreksi kapasitas akibat KHS pada jalan dengan bahu, FC_{HS}

Tipe jalan	KHS	FC_{HS}			
		Lebar bahu efektif L_{BE} , m			
		$\leq 0,5$	1	1,5	$\geq 2,0$
4/2-T	Sangat Rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2-TT atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,9	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 19 Faktor koreksi kapasitas akibat KHS pada jalan berkereb, FC_{HS}

Tipe jalan	KHS	FC_{HS}			
		Jarak kereb ke penghalang terdekat sejauh L_{KP} , m			
		$\leq 0,5$	1	1,5	$\geq 2,0$
4/2-T	Sangat Rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95
	Sangat Tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2-TT atau Jalan satu arah	Sangat Rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,9	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber : PKJI 2023

3.7.6 Faktor Koreksi Kapasitas Terhadap Ukuran Kota

Penentuan nilai FC_{UK} didasarkan pada **Tabel 3.20** sebagai fungsi dari ukuran kota.

Tabel 3. 20 Faktor koreksi kapasitas terhadap ukuran kota, FC_{UK}

Ukuran kota (Juta Jiwa)	Kelas kota/kategori kota		Faktor koreksi ukuran kota, (FC_{UK})
<0,1	Sangat Kecil	kota kecil	0,86
0,1-0,5	Kecil	kota kecil	0,9
0,5-1,0	Sedang	kota menengah	0,94
1,0-3,0	Besar	kota besar	1
>3,0	Sangat Besar	kota metropolitan	1,04

Sumber : PKJI 2023

3.7.7 Kelas Hambatan Samping

Faktor koreksi KHS merupakan faktor yang mengkoreksi kapasitas dasar akibat adanya kegiatan di pinggir jalan. Faktor KHS dapat diketahui menggunakan parameter geometrik berupa jarak antara kerb dan penghalang serta lebar bahu efektif. Berikut merupakan faktor koreksi jalan dengan bahu jalan pada **Tabel 3.21** dan **Tabel 3.22**.

Tabel 3. 21 Pembobotan hambatan samping

No	Jenis hambatan samping utama	Bobot
1	Pejalan kaki di badan jalan dan yang menyeberang	0,5
2	Kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti	1
3	Kendaraan keluar/masuk sisi atau lahan samping jalan	0,7
4	Arus kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor)	0,4

Sumber : PKJI 2023

Tabel 3. 22 Kriteria kelas hambatan samping

KHS	Jumlah nilai frekuensi kejadian (di kedua sisi jalan) dikali bobot	Ciri-ciri Khusus
Sangat Rendah (SR)	<100	Daerah Permukiman, tersedia jalan lingkungan (frontage road)
Rendah (R)	100-299	Daerah Permukiman, ada beberapa angkutan umum (angkutan kota)
Sedang (S)	300-499	Daerah Industri, ada beberapa toko di sepanjang sisi jalan

KHS	Jumlah nilai frekuensi kejadian (di kedua sisi jalan) dikali bobot	Ciri-ciri Khusus
Tinggi (T)	500-899	Daerah Komersial, ada aktivitas sisi jalan yang tinggi
Sangat Tinggi (ST)	>900	Daerah komersial, ada aktivitas pasar sisi jalan

Sumber : PKJI 2023

3.7.8 Nilai Normal Komposisi Lalu Lintas, dan Tabel Kinerja Lalu Lintas

Tabel 3. 23 Nilai normal komposisi jenis kendaraan dalam arus lalu lintas

% komposisi lalu-lintas per jenis			
Ukuran kota	MP	KS	SM
<0,1 Juta jiwa	45	10	45
0,1-0,5 Juta jiwa	45	10	45
0,5-1,0 Juta jiwa	40	8	52
1,0-3,0 Juta jiwa	36	7	57
>3,0 Juta jiwa	34	6	60

Sumber : PKJI 2023

3.7.9 Derajat Kejenuhan

$$D_j = \frac{q}{c} \quad (3.4)$$

Keterangan:

1. DJ adalah derajat kejenuhan.
2. C adalah kapasitas segmen jalan, dalam SMP/jam.
3. q adalah volume lalu lintas, dalam SMP/jam, yang dalam analisis kapasitas terdiri dari dua jenis, yaitu qeksisting hasil perhitungan lalu lintas dan qJP hasil prediksi atau hasil perancangan.

3.8 Kinerja Simpang Bersinyal

Dalam melakukan analisis simpang bersinyal dilakukan dengan menghitung derajat kejenuhan. Data yang diperlukan yaitu data geometri, pengaturan lalu lintas, kondisi lingkungan, dan data lalu lintas existing. Analisis kinerja simpang bersinyal menghitung kapasitas dari masing - masing pendekat yang ada pada simpang yang kemudian dibandingkan antara volume kendaraan dan kapasitas di masing - masing pendekat untuk mendapatkan derajat kejenuhan yang menjadi indikator penilaian

kinerja simpang bersinyal adapun metode untuk mengetahui kapasitas simpang bersinyal adalah sebagai berikut:

$$C = J \times \frac{W_H}{S} \quad (3.5)$$

Keterangan :

- C : Kapasitas Simpang Bersinyal
- J : Arus Jenuh (smp/jam)
- W_H : Waktu Hijau Total Dalam Satu Siklus (detik)
- S : Waktu Siklus (detik)

Arus jenuh dapat diketahui dengan cara mengalikan antara arus jenuh dasar dengan faktor penyesuaian sebagai berikut:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BKA} \quad (3.6)$$

Keterangan :

- J_0 : Arus Jenuh Dasar
- F_{HS} : Faktor Koreksi Hambatan Sampung
- F_{UK} : Faktor Koreksi Ukuran Kota
- F_G : Faktor Koreksi Kelandaian
- F_P : Faktor Koreksi Parkir

3.8.1 Arus Jenuh Dasar

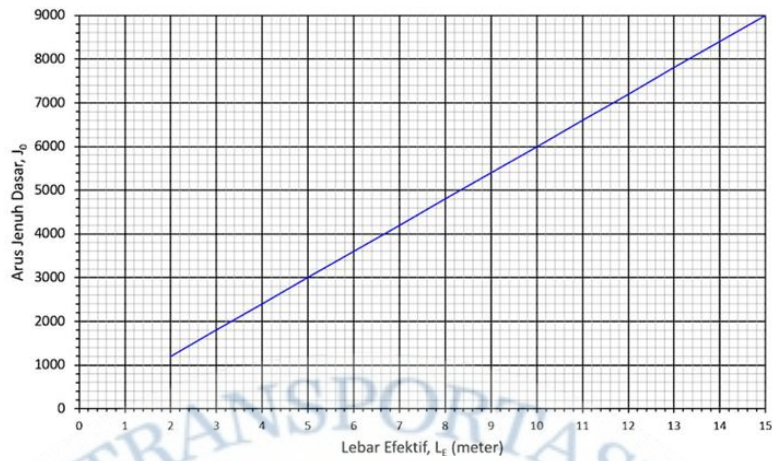
Arus jenuh dasar merupakan jumlah kendaraan yang dapat dilepaskan oleh suatu pendekat dalam suatu satuan waktu yang biasanya dalam kurun waktu satu jam. Arus jenuh dasar digunakan sebagai dasar untuk menentukan kapasitas simpang bersinyal yang nilainya dalam satuan smp/jam.

1. Terlindung

Pendekat tipe terlindung pendekat dengan arus lalu lintas yang tidak memiliki konflik dengan arus lalu lintas lainnya. Untuk pendekat terlindung J_0 ditentukan oleh persamaan:

$$J_0 = 600 \times L_E \quad (3.7)$$

Dimana L_E merupakan lebar efektif pendekat yang dihitung. Untuk menghitung arus jenuh dasar bisa juga menggunakan pada **Gambar 8** :

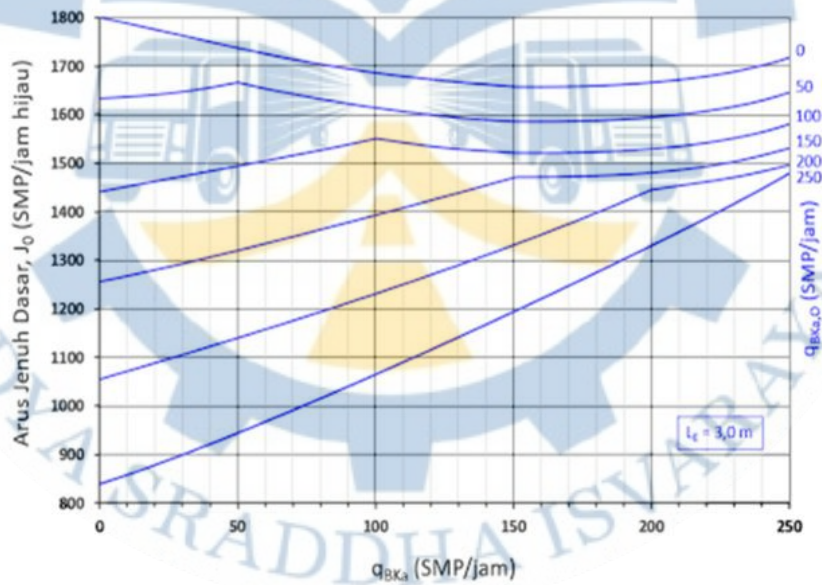


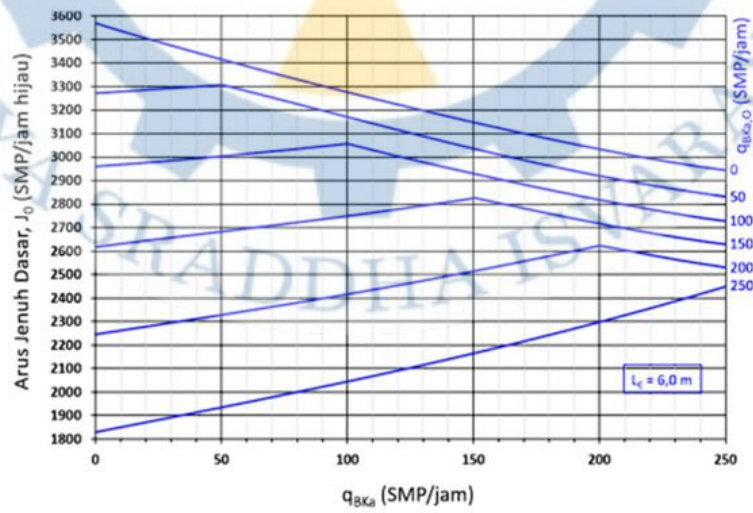
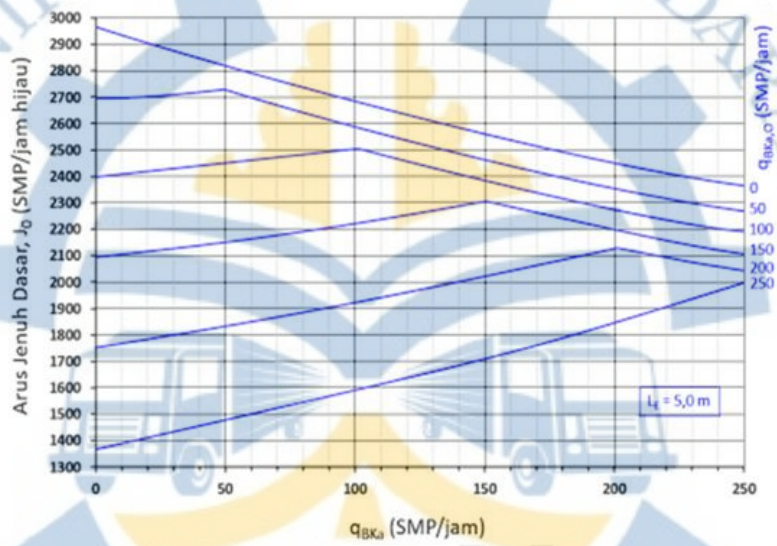
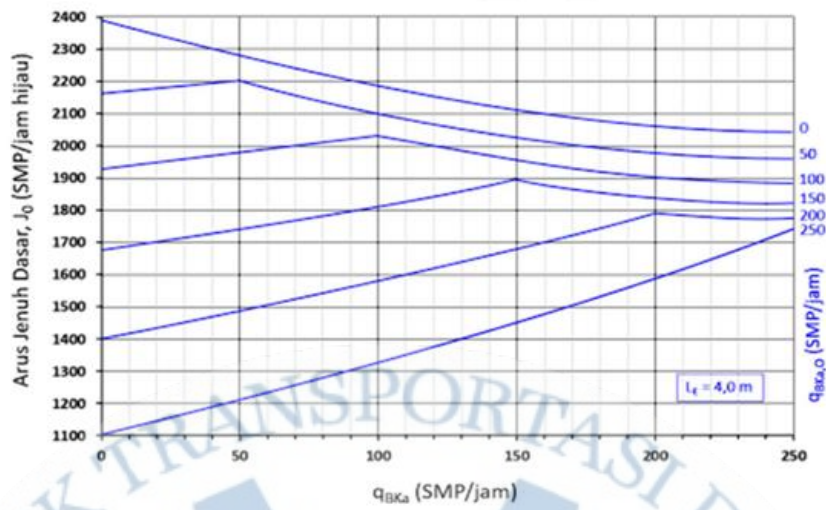
Sumber : PKJI 2023

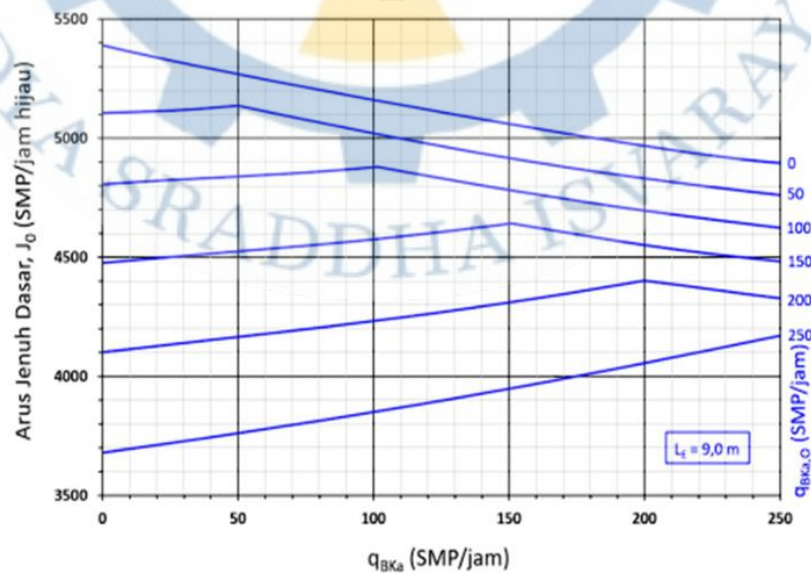
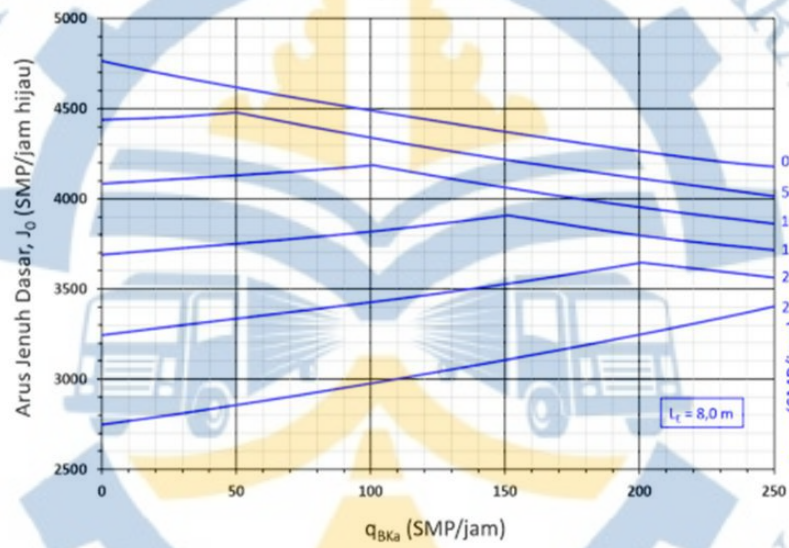
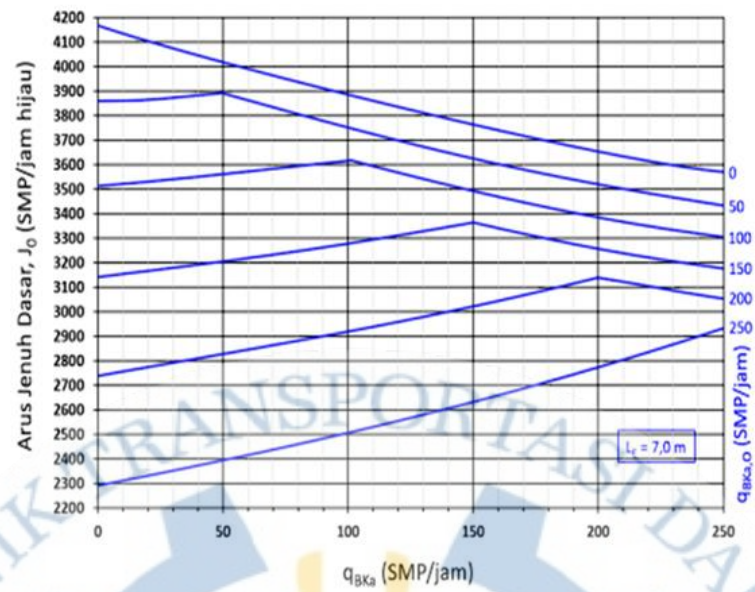
Gambar 8 Grafik Arus Jenuh Dasar

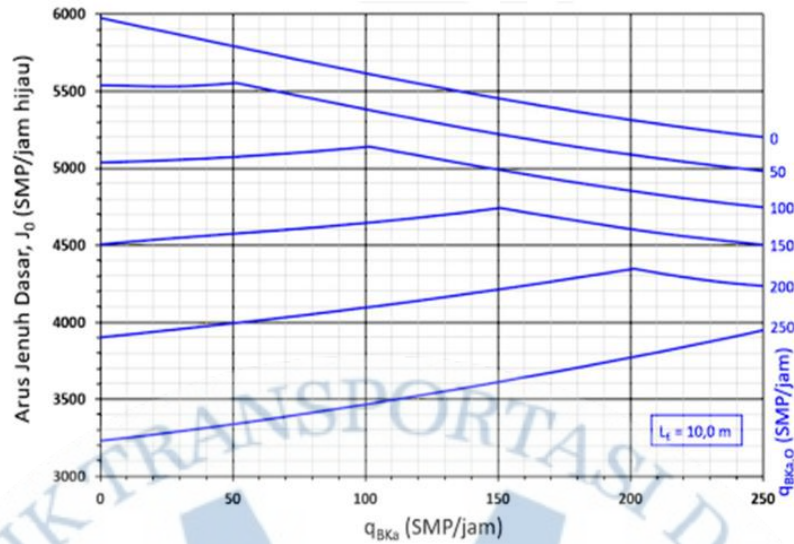
2. Terlawan

Untuk tipe pendekat terlawan merupakan pendekat dengan arus yang memiliki konflik dengan arus lainnya sehingga penentuan arus jenuh dasar harus menggunakan pada **Gambar 9**.





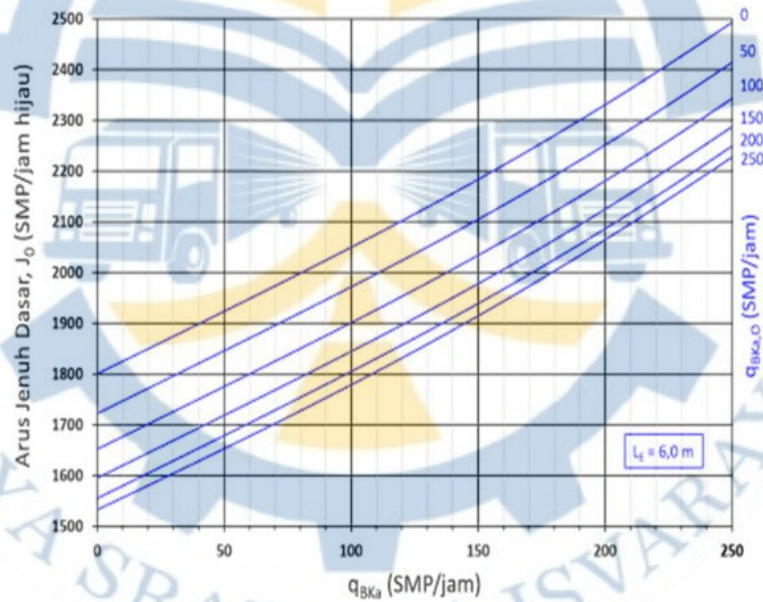


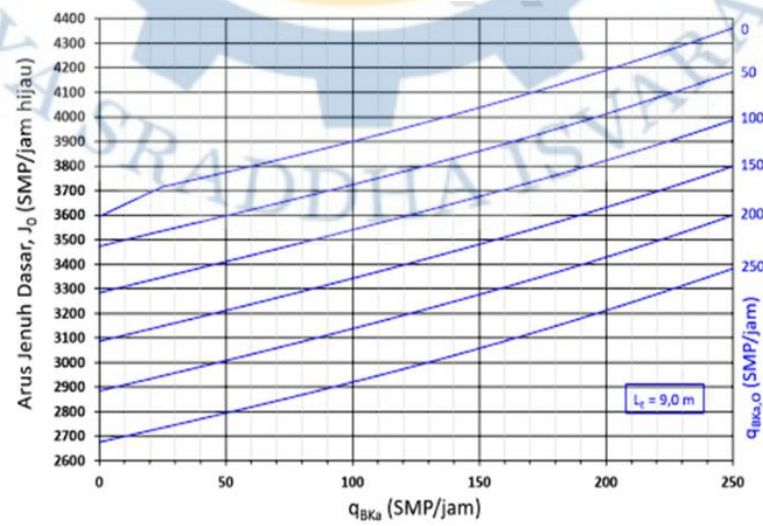
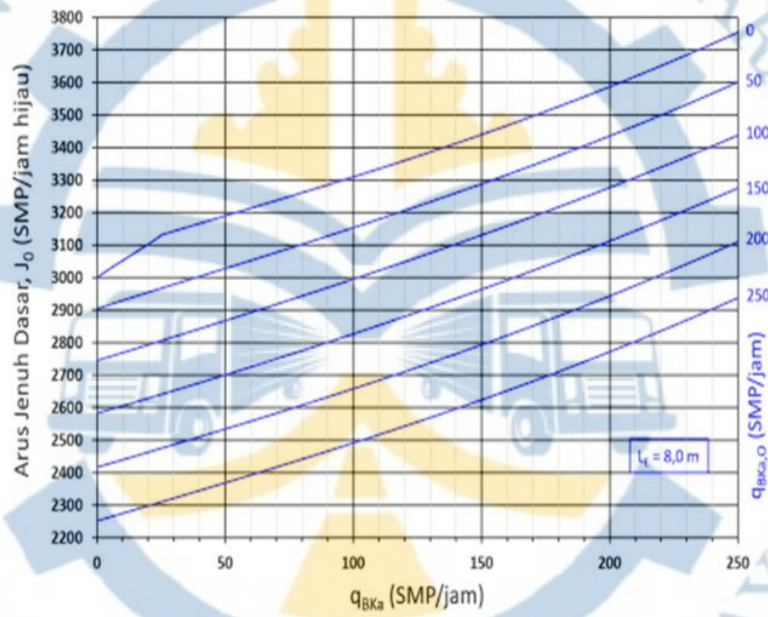
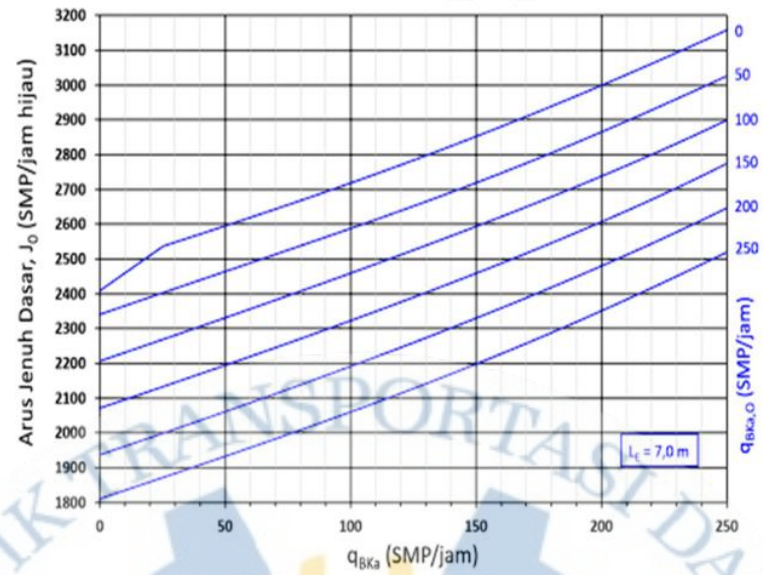


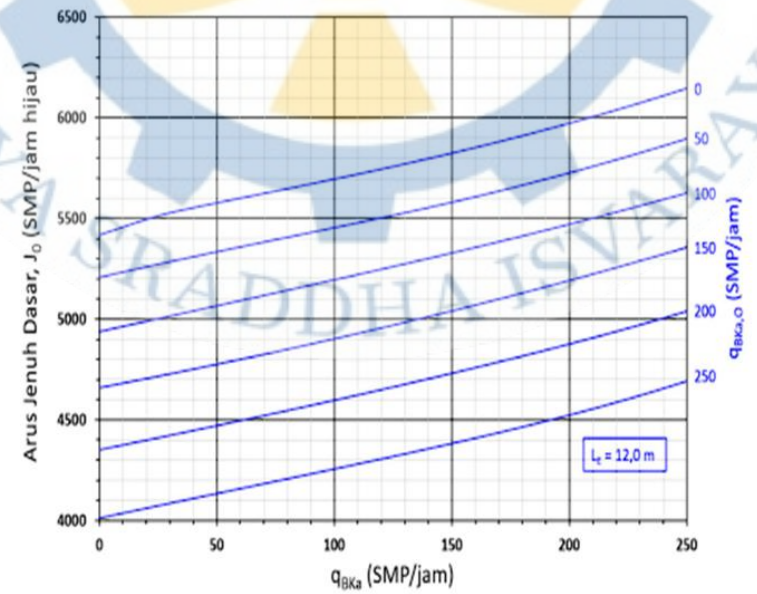
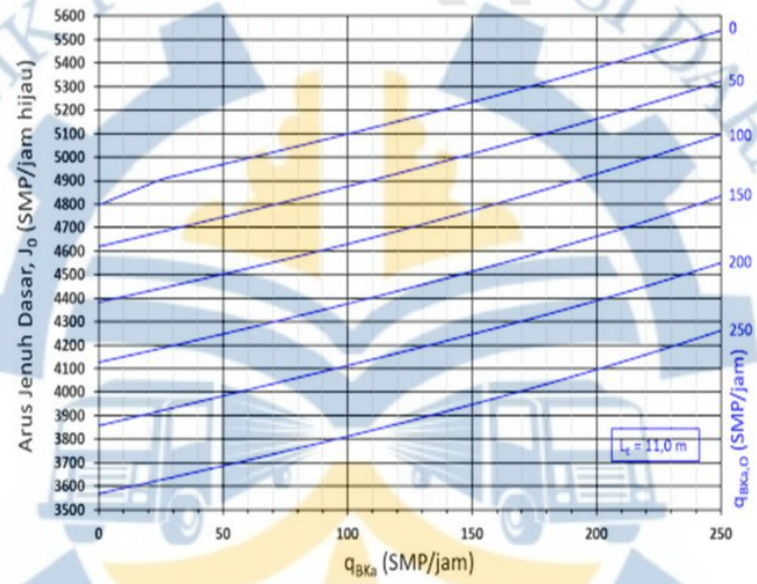
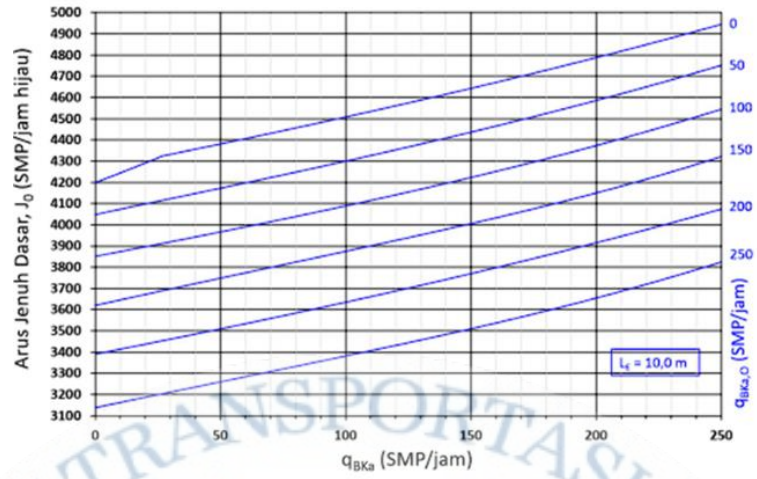
Sumber : PKJI 2023

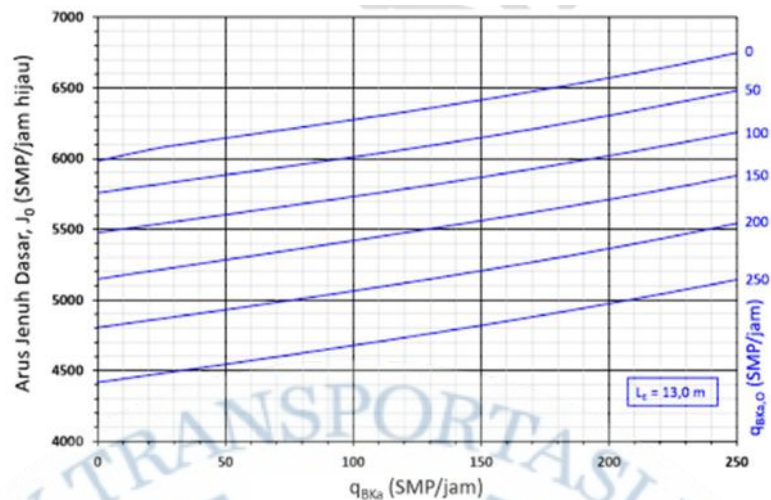
Gambar 9 Arus Jenuh Dasar Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah

Sedangkan untuk pendekatan dengan lajur belok kanan terpisah, nilai arus jenuh dasar dapat dilihat pada Gambar 10 berikut:









Sumber : PKJI 2023

Gambar 10 Faktor Koreksi dengan lajur belok kanan terpisah

3.8.2 Faktor Koreksi Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar adalah jumlah maksimal kendaraan yang dapat melewati suatu pendekat pada waktu hijau . Nilau arus jenuh dasar dipengaruhi oleh 6 Faktor yang kemudian dijadikan sebagai faktor koreksi yaitu:

1. Faktor koreksi untuk ukuran kota

Ukuran Kota dalam hal ini yaitu Jumlah Penduduk dimana akan mempengaruhi arus jenuh dasar suatu persimpangan yang lebih lengkapnya akan di tampilkan pada **Tabel 3.24**.

Tabel 3. 24 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Jumlah Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Koreksi Ukuran Kota (F _{UK})
>0,3	1,05
1,0 – 3,0	1
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber : PKJI 2023

2. Faktor Koreksi Hambatan Samping

Hambatan samping pada persimpangan akan berpengaruh terhadap kemampuan dari kendaraan tersebut untuk melakukan manuver membelok dikarenakan akan adanya akselerasi ataupun deselerasi yang disesuaikan dengan kondisi di sekitar persimpangan. Dengan demikian maka diperlukan suatu faktor pengali yang akan menyesuaikan kapasitas jalan dengan hambatan samping yang

ada di lapangan, penyesuaian tersebut adalah berupa faktor koreksi hambatan samping sebagai pengali nilai kapasitas dasar. Faktor koreksi hambatan samping dapat dilihat pada **Tabel 3.25**:

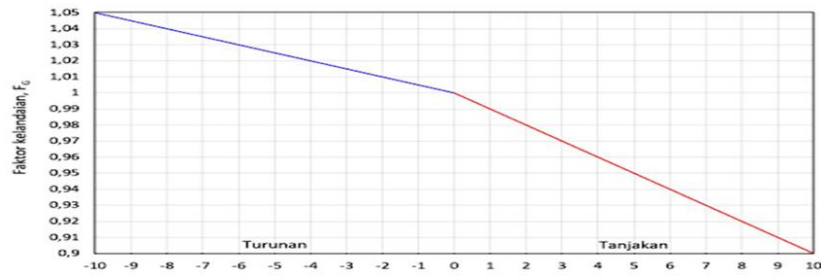
Tabel 3. 25 Faktor Koreksi Hambatan Samping

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0	0,05	0,1	0,15	0,2	>0,25
Komersial (KOM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,7
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,9	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,9	0,89	0,87	0,83
Permukiman (KOM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,9	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,9	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,8	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (AT)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
		Terlindung	1	0,98	0,95	0,93	0,9	0,88

Sumber : PKJI 2023

3. Faktor Koreksi Kelandaian

Kelandaian pendekat pada persimpangan akan mempengaruhi akselerasi dan deselerasi dari kendaraan sehingga memiliki pengaruh yang kemudian disesuaikan dengan faktor koreksi terhadap arus jenuh dasar pada grafik berikut:

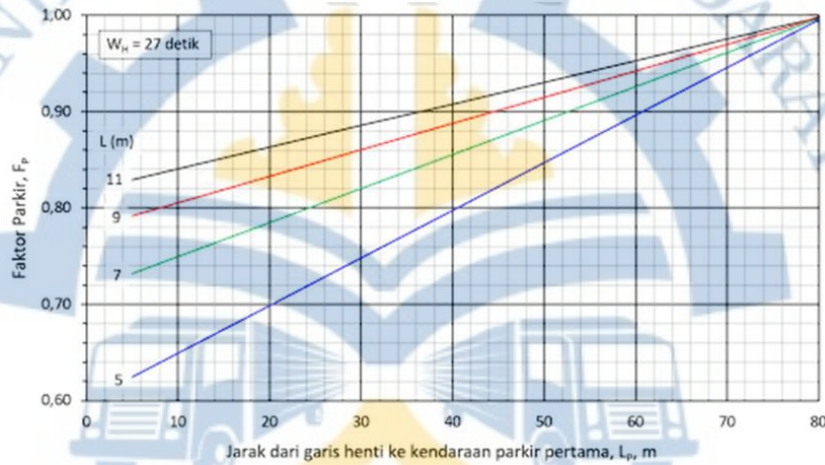


Sumber : PKJI 2023

Gambar 11 Faktor Koreksi Kelandaian

4. Faktor Koreksi Akibat Gangguan Kendaraan Parkir

Pengaruh keadaan parkir terhadap arus jenuh dasar pada persimpangan bersinyal dijelaskan dalam grafik faktor koreksi parkir pada **Gambar 11**.



Sumber : PKJI 2023

Gambar 12 Faktor Koreksi Parkir

5. Faktor Koreksi Akibat Lalu Lintas Belok Kanan (Pendekat P)

Faktor koreksi belok kanan (FBKA) ditentukan dengan persamaan:

$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \quad (3.8)$$

Keterangan :

F_{Bka} : Faktor koreksi arus belok kanan

R_{Bka} : Rasio kendaraan belok kanan

Atau dapat juga dilihat nilainya pada gambar berikut:



Sumber : PKJI 2023

Gambar 13 Grafik Faktor Koreksi Belok Kanan

6. Faktor Koreksi Akibat Arus Lalu Lintas Belok Kiri

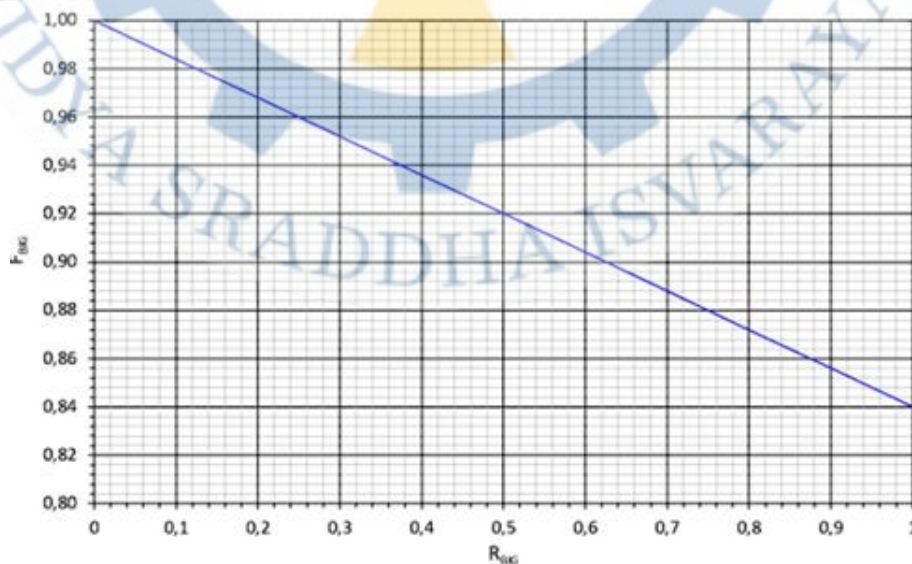
Faktor Koreksi arus belok kiri memperhitungkan pengaruh kendaraan yang berbelok ke kiri dari suatu pendekatan terhadap arus jenuh dasar suatu pendekatan yang dapat diketahui melalui persamaan:

$$F_{BKk} = 1,0 + R_{BKk} \times 0,16 \quad (3.9)$$

F_{BKk} : Faktor koreksi arus belok kiri

R_{BKk} : Rasio kendaraan belok kiri

Selain menggunakan persamaan tersebut faktor koreksi arus belok kiri juga dapat diketahui melalui grafik sebagai berikut:



Sumber : PKJI 2023

Gambar 14 Grafik Faktor Koreksi Belok Kiri

3.8.3 Rasio Arus Per Arus Jenuh

Rasio arus per jenis (R_{AS}) merupakan perbandingan antara arus yang melintas di suatu pendekatan dengan arus jenuh pendekatan tersebut yang di dapat dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_{a/j} = \frac{q}{j} \quad (3.10)$$

Keterangan :

$R_{a/j}$: Rasio Arus Per Arus Jenuh

q : Arus Lalu Lintas

j : Arus Jenuh

3.8.4 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Selanjutnya adalah menghitung waktu siklus sebelum dikoreksi (SBS) dengan Persamaan:

$$S = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum R_{q/j \text{ kritis}})} \quad (3.11)$$

Keterangan :

S : Waktu Siklus Dalam Detik

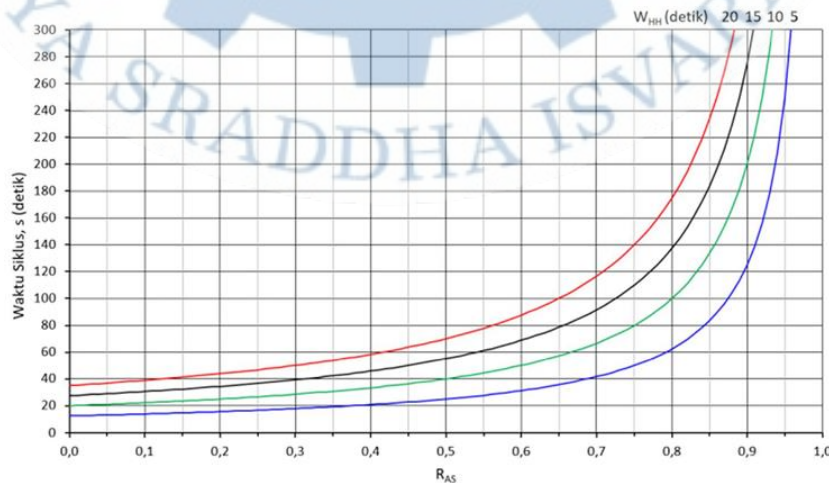
W_{HH} : Waktu Hijau Hilang (detik)

$R_{q/j}$: Rasio Arus dibagi Arus Jenuh

$R_{q/j \text{ kritis}}$: Rasio Arus dibagi Arus Jenuh Tertinggi pada masing masing fase

$\sum R_{q/j \text{ kritis}}$: Adalah Rasio Arus Simpang pada Siklus tersebut.

Selain menggunakan persamaan tersebut waktu siklus juga dapat diketahui melalui grafik yang berdasarkan kepada nilai rasio arus (R_{AS}) yang di dapat melalui persamaan **Gambar 14** dan nilai dari waktu antar hijau sebagai berikut:



Sumber : PKJI 2023

Gambar 15 Grafik Waktu Siklus Terhadap Rasio Arus

Berikut merupakan tabel siklus yang disarankan pada **Tabel 3.26**

Tabel 3. 26 Waktu Siklus Disarankan

Tipe Pengaturan	S yang layak (detik)
Pengaturan dua-fase	40-80
Pengaturan tiga-fase	50-100
Pengaturan empat-fase	80-130

Sumber : PKJI 2023

3.8.5 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Setelah mendapatkan kapasitas masing – masing pendekatan pada simpang kemudian dilakukan perhitungan kinerja simpang menggunakan derajat kejenuhan sebagai berikut :

$$D_j = \frac{q}{c} \quad (3.12)$$

Keterangan :

D_j : Derajat Kejenuhan

q : Arus Kendaraan

c : Kapasitas Pendekat

3.9 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Georafis (SIG) atau Geographical Information System (GIS) merupakan suatu sistem informasi yang berbasis komputer, dirancang untuk bekerja dengan menggunakan data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan) menurut (Fathurrahman et al., 2022). Sistem Informasi Geografis berasal dari gabungan 3 kata: Sistem, Informasi, dan Geografis. Dari ketiganya, dapat dipahami bahwa Sistem Informasi Geografis adalah penggunaan sistem berisi informasi mengenai kondisi Bumi dalam sudut pandang keruangan. Dalam mengenal informasi mengenai kondisi Bumi dalam sudut pandang keruangan dengan cara memasukan data SIG banyak diperoleh dari citra penginderaan jauh. Semua informasi itu diproses dengan menggunakan komputer yang kemudian dapat dikombinasikan menjadi informasi yang diinginkan. Jadi singkatnya, SIG merupakan sistem yang berfungsi untuk mengumpulkan, mengelola, menyimpan, dan menyajikan segala data yang berkaitan dengan kondisi geografis suatu wilayah. (Nur Lailatul Maghfiroh, 2023)

Pada saat ini software-software pemetaan semakin berkembang, dimana software ini sudah mendapatkan banyak update seperti alat bantu (*tool*) dalam berbagai permasalahan yang berkaitan dengan masalah pemetaan seperti dalam penelitian maupun dalam pengambilan keputusan kepentingan tertentu.

Dimana dalam penilitan ini menggunakan Quantum GIS adalah Variasi terbaru dari teknologi web GIS dimana aplikasi ini dapat mengikuti perkembangan teknologi yang ada agar tidak tertinggal, salah satu kelebihan Quantum GIS adalah bersifat terbuka & berbasis komunitas resmi, setiap orang yang menggunakan Quantum GIS diizinkan dalam mengembangkan dari beberapa kelemahan dan kekurangan yang ada sehingga QGis (Quantum GIS) ini dapat menjadi sebuah aplikasi atau perangkat lunak yang jauh lebih baik lagi menurut (Fenando, 2021). Dengan semakin banyaknya software pemetaan yang ada saat ini membuat keuntungan bagi para penggunaan software pemetaan semakin mudah untuk mengakses banyak hal, misalnya tidak ada di software ini akan tetapi ada di software lain. Software pemetaan yang ada saat ini yaitu seperti ArcView, MapInfo, ArcGis, AutoCAD, Q-Gis, Google Earth Pro, dan lain-lain sebagainya. Adapun cara yang dibutuhkan dalam menggunakan *software* berikut:

1. Data Berbentuk Shp atau Png suatu wilayah
2. Masukkan data dengan cara drag shp ke dalam *software*
3. Lakukan pengolahan data
4. *Output* keluaran hasil akhir berbentuk peta

3.10 Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan manajemen distribusi barang yang memperhatikan pelayanan, periode waktu tertentu, sekelompok konsumen dengan sejumlah kendaraan yang beralokasi pada satu atau lebih depot yang dijalankan oleh sekelompok pengemudi dengan menggunakan jaringan jalan (*road network*) yang sesuai menurut (Dewi and Mashuda, 2022).

Vehicle routing problem (VRP) merupakan masalah penentuan rute kendaraan yang memegang peranan penting dalam dunia industri yaitu pada masalah manajemen distribusi dan transportasi (Dantzig & Ramzer, 1959). Permasalahan yang terjadi pada VRP umumnya berkaitan dengan beberapa angkutan untuk menyelesaikan permasalahan rute distribusi serta terdapat batasan

kapasitas pada saat pendistribusiannya menurut (Suyitno, Isnaini Rosyida and Juni, 2020).

Salah satu variasi dari VRP yaitu *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*. CVRP merupakan salah satu permasalahan terkait optimasi dengan tujuan untuk mencari rute terpendek dengan biaya yang minimal serta dengan kapasitas tertentu dalam proses pendistribusian tersebut menurut (Suyitno, Isnaini Rosyida and Juni, 2020).

Berikut merupakan rumus menggunakan Saving Matrix dalam CVRP:

1. Matriks Jarak

Matriks jarak menyatakan jarak antara tiap pasang lokasi yang dikunjungi. Jarak antara lokasi A yang terletak pada koordinat dan lokasi B yang terletak pada koordinat dicari dengan menggunakan rumus:

$$Dist(A, B) = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2} \quad (3.13)$$

2. Saving Matriks

Saving matriks merupakan penggabungan jarak yang ditempuh menggunakan kendaraan dalam melakukan perjalanan dari depot ke konsumen x kemudian kembali lagi ke depot dan perjalanan dari depot ke konsumen y kemudian kembali lagi ke depot, menjadi perjalanan dari depot ke konsumen kemudian ke konsumen dan akhirnya kembali lagi ke depot. Secara umum dapat digambarkan sebagai berikut :

Dengan Rumus:

$$S(x, y) = C_{Dx} + C_{Dy} - C_{Dy} \quad (3.14)$$

Keterangan:

S_{xy} : nilai saving matriks atau jarak yang dihemat.

C_{Dx} : jarak dari depot ke konsumen x.

C_{Dy} : jarak dari depot ke konsumen y.

C_{xy} : jarak konsumen x ke konsumen y

3.11 Penelitian Terdahulu

Dalam pelaksanaan penelitian ini perlu dilakukan pengkajian terhadap penelitian terdahulu dengan lokus ataupun metode yang serupa untuk memperkaya analisis dari penelitian ini.

Tabel 3. 27 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Dengan Penelitian Penulis
1	Ilham Akbar (2021)	PERANCANGAN RUTE PENGIRIMAN MENGGUNAKAN MODEL INTEGER LINEAR PROGRAMMING UNTUK MEMINIMASI TINGKAT KETERLAMBATAN PENGIRIMAN DAN BIAYA TRANSPORTASI (STUDI KASUS: PT. POS LOGISTIK INDONESIA)	Penelitian ini menggunakan metode Integer Linear	Penurunan dari segi Biaya dan Waktu perjalanan	Penelitian ini menggunakan metode VRP untuk menentukan Rute tercepat, dan membuat output berupa peta rute angkutan barang
2	Agung Chandra (2018)	Optimasi Jalur Distribusi dengan Metode Vehicle Routing Problem (VRP)	Penelitian ini menggunakan metode Vehicle Routing Problem (VRP)	Mempercepat Rute	Output berupa peta rute angkutan barang, dan menyesuaikan kelas jalan

Dari Tabel di atas terdapat 2 penelitian terdahulu yang memiliki konsep penelitian yang dijadikan sebagai referensi oleh penulis untuk membuat penelitian ini, dimana konsep yang ada disesuaikan dengan kebutuhan hasil survei dan wilayah yang dijadikan penelitian agar memiliki hasil akhir pembaruan data tetapi tujuan yang ada masih selaras dari penelitian sebelumnya.

