

Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jalan Depati Purbo Dan Jalan KH. A. Majid

William Noferi, Amsori M. Das*, Ari Setiawan

Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

*Correspondence email: amsorimd@gmail.com

Abstrak. Simpang Empat bersinyal Jalan Depati Purbo dan Jalan KH. Merupakan salah satu simpang bersinyal di Kota Jambi. Arus lalu lintas yang melalui simpang tersebut adalah arus lalu lintas menuju ke Provinsi Riau, Kabupaten Muaro Jambi, Kabupaten Batanghari dan Kota Jambi, yang merupakan daerah komersial. Simpang Empat Jalan Depati Purbo dan Jalan KH A. Majid mempunyai potensi yang dapat menimbulkan kemacetan karena banyaknya kendaraan sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat yang melewati simpang tersebut dan tidak berfungsi lampu lalu lintas dengan baik. Jenis data yang digunakan untuk keperluan analisis adalah data primer dan data sekunder. Pencatatan arus lalu lintas dibagi dalam kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor dan kendaraan tak bermotor yang dipisahkan tiap interval waktu 15 menit pada kondisi jam puncak pagi, siang dan sore pengambilan data arus lalu lintas dilakukan pada hari Minggu 09 Agustus 2020 dan Senin 10 Agustus 2020. Data tersebut dianalisis untuk mencari kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti dan tundaan dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa arus lalu lintas yang melewati Simpang Empat Jalan Depati Purbo dan Jalan KH. A. Majid adalah padat. Jam puncak terjadi pada Jl. Jambi-Riau sebesar 1283.8 smp/jam pada tanggal 10 Agustus 2020 pukul 16.00 wib-19.00 wib. Dengan nilai waktu siklus sebesar 117 detik. Kinerja simpang dapat dilihat dari nilai kapasitas, derajat kejenuhan simpang yang cukup tinggi, panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, tundaan.

Kata Kunci: Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jalan Depati Purbo dan Jalan KH. A. Majid.

PENDAHULUAN

Jambi adalah Provinsi di Indonesia yang terletak di pesisir Timur di bagian tengah Pulau Sumatera, pesatnya pertumbuhan penduduk ini yang akan memicu peningkatan aktivitas penduduk terutama di daerah perkotaan. Kota Jambi merupakan pusat pemerintah, ekonomi, sosial, dan budaya, aktivitas penduduk perkotaan terjadi akibat adanya kawasan menarik dan kawasan bangkitan yang meningkatnya tuntutan lalu lintas (*Traffic Demand*), peningkatan tuntutan lalu-lintas akan menambah masalah kemacetan lalu-lintas pada ruas jalan dan persimpangan jalan.

Dengan pesatnya perkembangan Kota Jambi yang menjadi pusat aktivitas, membutuhkan dukungan prasarana yang memadai, salah satu prasarana yang di maksud adalah prasarana jalan raya, seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan. Kota serta aktivitas manusia dan ruang lingkup kehidupan, maka tidak dapat dipungkiri lagi saat ini hampir di setiap Kota Jambi dihadapkan pada problem transportasi yang cukup serius, antara lain adalah kemacetan dan tundaan pada ruas-ruas jalan terutama di persimpangan jalan jalan Depati Purbo dan Jalan KH. A. Majid terutama pada jam sibuk.

Persimpangan merupakan bagian yang sukar dan rumit dari suatu sistem jalan raya dan disinilah tempat pertemuan ruas-ruas jalan yang berpotensi terjadi konflik lalu lintas, karena disebabkan oleh simpang yang berfungsi sebagai tempat kendaraan melakukan perubahan arah pergerakan arus lalu lintas. Ketidak seimbangan antara fasilitas umum penunjang lalu lintas dengan peningkatan jumlah arus lalu lintas akan memberi dampak terjadinya kemacetan lalu lintas yang akan terjadi di persimpangan.

Simpang Empat jalan Jalan Depati purbo dan Jalan KH. A. Majid, merupakan salah satu simpang di Kota Jambi yang yang memiliki empat lengan yang terdiri dari Jalan Depati Purbo, Jalan KH. A. Majid, Jalan Jambi-Riau dan Jalan Jambi-Muara Bulian. Permasalahan pada simpang tersebut selain kemacetan saat jam sibuk dan tidak berfungsinya lampu lalu lintas tersebut dengan baik, yang mengakibatkan para pengguna simpang tersebut sering mengalami kecelakaan kendaraan yang tidak mentaati rambu-rambu lalu lintas, terjadinya antrian pada jam-jam sibuk dan waktu siklus yang tidak sesuai pada simpang tersebut

Dengan permasalahan yang ada diatas, maka penulis ingin mengkaji dengan mengambil judul tugas akhir "Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jalan Depati Purbo Dan Jalan KH. A. Majid".

Landasan Teori

Pengertian Simpang

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara di dalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perokotaan biasanya memiliki persimpangan, di mana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan (Khisty, Jotin C. B. Kent Lall, 2005: 274).

Jenis-Jenis Simpang Simpang Sebidang

Persimpangan sebidang adalah pertemuan dua jalan ruas lebih secara sebidang tidak saling bersusun. Pertemuan ini direncanakan dengan tujuan untuk mengalirkan atau melawan lalu lintas dengan lancar serta mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan/pelangaran sebagai akibat dari titik konflik yang ditimbulkan dari adanya pergerakan bermotor, pejalan kaki, sepeda dan fasilitas-fasilitas lain (Ikrar Tulus, Muh, 2018:7).

Simpang Tidak Sebidang

Simpang tidak sebidang adalah pertemuan dua arus lebih saling bertemu tidak dalam satu bidang tetapi salah satu ruas berada di atas atau bawah ruas jalan lain Simpang tidak sebidang (*interchange*) biasanya menyediakan gerakan membelok tanpa berpotongan, maka dibutuhkan tikungan yang besar dan sulit serta biaya yang mahal (Ikrar Tulus, Muh, 2018: 8).

Karakter Sinyal Lalu Lintas

Untuk sebagai besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalu-lintas terutama adalah fungsi dari keadaan geometrik dan tuntunan lalu-lintas. Dengan menggunakan sinyal, perancang/insinyur dapat mendistribusikan kapasitas kepada berbagai pendekatan melalui pengalokasikan waktu hijau pada masing-masing pendekatan. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu-lintas, pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau. Pengguna sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu-lintas yang bertentangan dalam dimensi waktu (MKJI, 1997: 2).

METODE

Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah awal setelah persiapan dalam proses pelaksanaan evaluasi dan perencanaan yang sangat penting, dalam tahap pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap yaitu:

1. Survei kelapangan

Survei kelapangan merupakan tahap pertama untuk mendapatkan informasi yang ada dilapangan

- a. Meninjau tempat lokasi survei.
- b. Menentukan waktu pengamatan dilapangan penelitian.
- c. Menentukan tempat surveyor agar mendapatkan tempat yang nyaman dan aman untuk surveyor

2. Cara kerja saat survei dilapangan

Demi mendapatkan data yang lebih baik saat melakukan survei dilapangan maka disini menjelaskan cara kerja kepada surveyor

- a. Tata cara kerja survei arus lalu lintas yang dibagi dalam interval waktu setiap 15 menit dengan mengambil waktu pagi pukul 07.00-10.00 wib, waktu siang pukul 11.00-14.00 wib dan waktu sore pukul 16.00-19.00 wib dengan pembagian arah lalu lintas, jenis kendaraan yang sesuai dengan formulir survei yang dimiliki surveyor dan penempatan disetiap persimpangan surveyor dengan jumlah surveyor 12 orang
- b. Tata cara kerja survei geometrik lalu lintas yaitu mengukur lebar jalan, dan median jalan jika ada disetiap persimpangan, survei geometrik lalu lintas dilakukan pada saat keadaan persimpangan sepi dari arus lalu lintas agar saat mengukur geometrik lalu lintas aman dan nyaman

3. Data primer

Data primer didapatkan dengan cara saat melakukan survei dilapangan untuk mendapatkan data sebagai berikut:

- a. Data arus lalu lintas
- b. Data geometrik lalu lintas

4. Data sekunder

Data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait dengan penelitian yaitu mendapatkan data sebagai berikut:

- a. Badan pusat statistik kota jambi

Analisa data

Analisa data merupakan tahap dimana data hasil survei dihitung atau dianalisis menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).

Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama dua hari maksud dan tujuan pengambilan dua hari ialah mewakili hari libur dan waktu kerja untuk survei arus lalu lintas dan survei geometrik jalan dilakukan saat keadaan jalan sepi dari arus lalu lintas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lalu Lintas

Data Arus Lalu Lintas

Dari hasil survei Arus Lalu Lintas Simpang Empat Jalan Depati Purbo dan Jalan KH. A. Majid pengambilan data arus lalu lintas dilaksanakan selama dua hari yaitu minggu, 09 Agustus 2020 dan senin, 10 Agustus 2020 survei arus lalu lintas pada Simpang Empat Jalan Depati Purbo dan Jalan KH. A. Majid ini dilakukan dengan mencatat secara langsung dilapangan dengan mengabil waktu pukul 07.00-10.00 wib, pukul 11.00-14.00 wib dan pukul 16.00-19.00 wib. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui arus dan volume lalu lintas.

Tabel 1. Data Arus Lalu Lintas Minggu ,09 Agustus 2020

Jl. Depati Purbo			
Waktu	HV Kend/jam	LV Kend/jam	MC Kend/jam
07.00-10.00	0	208	389
11.00-14.00	0	176	305
16.00-19.00	0	293	497
Jl. Jambi - Muara Bulian			
Waktu	HV Kend/jam	LV Kend/jam	MC Kend/jam
07.00-10.00	69	449	1620
11.00-14.00	53	417	1297
16.00-19.00	88	684	1753
Jl. KH. A. Majid			
Waktu	HV Kend/jam	LV Kend/jam	MC Kend/jam
07.00-10.00	6	574	1761
11.00-14.00	6	433	1304
16.00-19.00	21	684	1897
Jl. Jambi - Riau			
Waktu	HV Kend/jam	LV Kend/jam	MC Kend/jam
07.00-10.00	50	610	1725
11.00-14.00	25	435	1297
16.00-19.00	56	755	1859

Sumber : Survei lapangan, 2020.

Tabel 2. Data Arus Lalu Lintas Senin ,10 Agustus 2020

Jl. Depati Purbo			
Waktu	HV Kend/jam	LV Kend/jam	MC Kend/jam
07.00-10.00	0	193	468
11.00-14.00	0	222	375
16.00-19.00	0	300	612
Jl. Jambi - Muara Bulian			
Waktu	HV Kend/jam	LV Kend/jam	MC Kend/jam
07.00-10.00	112	592	1747
11.00-14.00	53	502	1390
16.00-19.00	70	727	1913
Jl. KH. A. Majid			
Waktu	HV Kend/jam	LV Kend/jam	MC Kend/jam
07.00-10.00	7	576	1859
11.00-14.00	0	509	1404
16.00-19.00	23	721	1994
Jl. Jambi - Riau			
Waktu	HV Kend/jam	LV Kend/jam	MC Kend/jam
07.00-10.00	51	704	1871
11.00-14.00	20	473	1600
16.00-19.00	58	805	2017

Sumber : Survei lapangan, 2020

Keterangan tabel 4.1 dan tabel 4.2:

HV = Kendaraan berat

LV = Kendaraan ringan

MC = Kendaraan sepeda motor

Survei arus lalu lintas yang di lakukan pada hari Minggu, 09 Agustus 2020 dan Senin, 10 Agustus 2020 dapat di ketahui jam-jam puncak pada Jl. Depati Purbo terjadi pada hari Senin, 10 Agustus 2020 pukul 16.00-19.00, Jl. Jambi-Muara Bulian pada hari Senin, 10 Agustus 2020, Jl. KH. A. Majid pada hari Senin pukul 16.00-19.00 dan Jl. Jambi-Riau pada hari Senin, 10 Agustus 2020. Selanjutnya data lalu lintaslah ini yang akan dianalisis.berdasarkan arus lalu lintas jam puncak menurut jenis kendaraan dan arah pergerakan dalam satuan kend./jam.

Waktu Siklus

Menghitung waktu siklus dapat dilihat di bawah ini

$$c = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR)$$

$$c = (1.5 \times 16 + 5) / (1 - 0.753409) = 117 \text{ det}$$

Arus Lalu Lintas Q

Untuk menghitung arus lalu lintas Q dapat menggunakan persamaan dibawah ini

$$Q (RT.ST.LT) = (Q_{LV} \times emp_{LV}) + (Q_{HV} \times emp_{HV}) + (Q_{MC} \times emp_{MC})$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai Arus Lalu lintas Q

Pendekat	Smp/jam
Jl. Depati Purbo	422.4
Jl. Jambi-Muara Bulian	1200.6
Jl. KH. A. Majid	1149.7
Jl. Jambi-Riau	1283.8

Sumber : Data olahan, 2020

Rasio Kendaraan Belok Kiri P_{LT}

Untuk menghitung rasio kendaraan beok kiri (P_{LT}) dapat menggunakan persamaan dibawah ini :

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}(\text{smp/jam})}{Q_{TOTAL}(\text{smp/jam})}$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Rasio Kendaraan Belok Kiri P_{LT}

Pendekat	PLT
Jl. Depati Purbo	0.343
Jl. Jambi-Muara Bulian	0.106
Jl. KH. A. Majid	0.407
Jl. Jambi-Riau	0.445

Sumber : Data olahan, 2020

Rasio Kendaraan Belok Kanan P_{RT}

Untuk menghitung rasio kendaraan beok kiri (P_{RT}) dapat menggunakan persamaan dibawah ini :

$$P_{RT} = \frac{Q_{RT}(\text{smp/jam})}{Q_{TOTAL}(\text{smp/jam})}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Rasio Kendaraan Belok Kanan P_{RT}

Pendekat	PRT
Jl. Depati Purbo	0.346
Jl. Jambi-Muara Bulian	0.378
Jl. KH. A. Majid	0.454
Jl. Jambi-Riau	0.096

Sumber : Data olahan, 2020

Rasio Kendaraan Tak Bermotor P_{UM}

Untuk menghitung rasio kendaraan tak bermotor dapat melihat persamaan dibawah ini

$$P_{UM} = \frac{Q_{UM}}{Q_{MV}(\text{Kend./jam})}$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Rasio Kendaraan Tak Bermotor PUM

Pendekat	PUM
Jl. Depati Purbo	0.003
Jl. Jambi-Muara Bulian	0
Jl. KH. A. Majid	0.001
Jl. Jambi-Riau	0.001

Sumber : Data olahan, 2020

Kondisi Geometrik dan Kondisi Lingkungan

Arus Jenuh Dasar (S_0)

Arus jenuh dasar merupakan besarnya keberangkatan antrian didalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).

$$S_0 = 780 \times W_e$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar S_0

Pendekat	S_0 (smp/jam hijau)
Jl. Depati Purbo	5460
Jl. Jambi-Muara Bulian	6420
Jl. KH. A. Majid	6420
Jl. Jambi-Riau	6420

Sumber : Data olahan, 2020

Faktor Koreksi Belok Kanan F_{RT}

Untuk menghitung faktor koreksi belok kanan F_{RT} tanpa median dapat dihitung dengan rumus di bawah ini

$$F_{RT} = 1 + P_{RT} \times 0.26$$

Tabel 8. Hasil Perhitungan Faktor Koreksi Belok Kanan F_{RT}

Pendekat	F_{RT}
Jl. Depati Purbo	1.090
Jl. Jambi-Muara Bulian	1.098
Jl. KH. A. Majid	1.118
Jl. Jambi-Riau	1.025

Sumber : Data olahan, 2020

Faktor Koreksi Belok Kiri F_{LT}

Untuk menghitung faktor koreksi belok kiri F_{LT} tanpa median dapat dihitung dengan rumus di bawah ini

$$F_{LT} = 1 + P_{LT} \times 0.16$$

Tabel 9. Hasil Perhitungan Faktor Koreksi Belok Kiri F_{LT}

Pendekat	F_{LT}
Jl. Depati Purbo	1.054
Jl. Jambi-Muara Bulian	1.017
Jl. KH. A. Majid	1.065
Jl. Jambi-Riau	1.071

Sumber : Data olahan, 2020

Kinerja Simpang

Kapasitas

Kapasitas adalah arus lalu lintas yang dapat menampung oleh suatu pendekat dalam waktu tertentu untuk menentukan kapasitas dapat dilihat rumus dibawah ini.

$$C = S \times g/c$$

Tabel 10. Hasil Perhitungan Nilai Kapasitas

Pendekat	C
Jl. Depati Purbo	497.098 smp/jam
Jl. Jambi-Muara Bulian	1379.731 smp/jam
Jl. KH. A. Majid	1323.816 smp/jam
Jl. Jambi-Riau	1446.613 smp/jam

Sumber : Data olahan, 2020

Derajat Kejenuhan

Untuk menentukan nilai kapasitas dipakai untuk menghitung derajat kejenuhan dapat melihat rumus dibawah ini

$$DS = Q/C$$

Tabel 11. Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	DS
Jl. Depati Purbo	0.849
Jl. Jambi-Muara Bulian	0.870
Jl. KH. A. Majid	0.868
Jl. Jambi-Riau	0.868

Sumber : Data olahan, 2020

Panjang Antrian

Untuk keperluan perencanaan, manual mungkin untuk penyesuaian dari nilai rata-rata ini ketinggian peluang pembebanan lebih yang dikehendaki.

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20m²) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}}$$

Tabel 12. Hasil Perhitungan Panjang Antrian QL

Pendekat	QL
Jl. Depati Purbo	137 m
Jl. Jambi-Muara Bulian	290 m
Jl. KH. A. Majid	270 m
Jl. Jambi-Riau	295 m

Sumber : Data olahan, 2020

Angka Henti

Angka henti (NS) yaitu jumlah berhenti rata-rata perkendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang (MKJI 1997), dihitung sebagai berikut:

Untuk menghitung kendaraan terhenti N_{SV}, adalah rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang, I dihitung sebagai:

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ smp/jam}$$

Tabel 13. Hasil Perhitungan Angka Henti N_{SV}

Pendekat	N _{sv}
Jl. Depati Purbo	434.227 smp/jam
Jl. Jambi-Muara Bulian	1110.555 smp/jam
Jl. KH. A. Majid	1070.371 smp/jam
Jl. Jambi-Riau	1200.353 smp/jam

Sumber : Data olahan, 2020

Tundaan

Tundaan Rata-Rata

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat dihitung sebagai:

$$D = DT + DG$$

Tabel 14. Hasil Perhitungan Tundaan Rata rata D

Pendekat	D
Jl. Depati Purbo	52.054det/smp
Jl. Jambi-Muara Bulian	52.748 det/smp
Jl. KH. A. Majid	54.893 det/smp
Jl. Jambi-Riau	52.914 det/smp

Sumber : Data olahan, 2020

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis data penelitian yang telah dilakukan di Simpang Empat Jl. Depati Purbo dan Jl. KH. A. Majid dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik lalu lintas, Arus lalu lintas jam puncak terjadi pada Jl. Jambi-Riau sebesar 1283.8 smp/jam pada tanggal 10 Agustus 2020 pukul 16.00 wib -19.00 wib dan nilai waktu siklus sebesar 117 detik.
2. Kinerja Simpang Empat Jl. Depati Purbo dan Jl. KH. A. Majid dapat dilihat dari nilai kapasitas (C) (Jl. Depati Purbo 497.098smp/jam), kapasitas (C) (Jl. Jambi-Muara Bulian 1379.731 smp/jam), kapasitas (C) (Jl. KH. A. Majid 1323.816 smp/jam), kapasitas (C) (Jl. Jambi- Riau 1446.613 smp/jam).
3. Derajat kejenuhan simpang yang cukup tinggi (DS) (Jl. Jambi- Riau 0.887), (DS) (Jl. Jambi-Muara Bulian 0.870169), (DS) (Jl. KH. A. Majid 0.868), (DS) (Jl. Depati Purbo 0.849).
4. Panjang antrian (QL) (Jl. Depati Purbo 137 m) (QL) (Jl. Jambi-Muara Bulian 290 m) (QL) (Jl. KH. A. Majid 270 m) (QL) (Jl. Jambi- Riau 295 m).
5. Jumlah kendaraan terhenti (N_{sv}) (Jl. Depati Purbo 434.227 smp/jam), (N_{sv}) (Jl. Jambi-Muara Bulian 1111.555 smp/jam), (N_{sv}) (Jl. KH. A. Majid 1070.371 smp/jam), (N_{sv}) (Jl. Jambi- Riau 1200.353 smp/jam).
6. Tundaan rata-rata (D) (Jl. Depati Purbo 52.054 det/smp), (D) (Jl. Jambi-Muara Bulian 52.748 det/smp), (D) (Jl. KH. A. Majid 54.983 det/smp), (D) (Jl. Jambi-Muara Bulian 52.914 det/smp).

Saran

Berdasarkan analisis dari kesimpulan yang telah dilakukan, maka saran yang dapat disampaikan adalah.

1. Perlu adanya perhatian yang serius yaitu pengaturan lalu lintas maupun kondisi geometrik dan lingkungan pada simpang tersebut agar panjang antrian dan tundaan dapat dikurangi.
2. Perlu adanya sosialisasi tentang mematuhi peraturan rambu lalu lintas untuk keamanan dan kenyamanan berlalulintas.
3. Perlu diadakan penelitian selanjutnya tentang kinerja simpang empat jalan depati purbo dan jalan KH. A. Majid yang meliputi kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan karena kinerja simpang tersebut tidak memenuhi syarat dari MKJI 1997.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Jambi, 2019. *Jumlah Penduduk Kota Jambi Menurut Kecamatan, Jenis Kelamin dan Rasio Jenis Kelamin 2013-2018*. Kota Jambi: Badan Pusat Statistik.
- Ikrar Tulus, Muh. 2018. "*Analisa Simpang Bersinyal Kota Makasar Menggunakan Quantum Gis*". Tugas Akhir. Teknik. Teknik Sipil. Universitas Hasanudin, Makasar.
- Khisty, Jotin C. B. Kent Lall. 2005. *Dasar-dasar Rekayasa Transfortasi*. Jakarta: Erlangga.
- Republik Indonesia Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota (Binkot). 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.