

Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Simpang Lusani dan Simpang Bank Jateng Purworejo Jawa Tengah

Umar Abdul Aziz^{1*}, Ibnu Sholeh²

¹Teknik Sipil/Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo

²Teknik Sipil/Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo

*Email: abdulaziz@umpwr.ac.id

Abstrak

Keywords:
Kemacetan;Lalu
Lintas; Simpang
tak bersinyal;
Kapasitas;
Derajat
kejenuhan

Simpang Lusani dan simpang Bank Jateng merupakan daerah perkantoran, perdagangan, dan terdapat kampus yang besar kampus Universitas Muhammadiyah Purworejo serta jalur menuju ke pusat kota sehingga arus lalu lintasnya cukup padat. Oleh karena itu, daerah tersebut perlu mendapatkan perhatian lebih agar dapat melayani arus lalu lintas dengan baik dan menghindari terjadinya konflik dan kemacetan pada kendaraan yang berada pada areal persimpangan tersebut dan bagi pengguna lalu lintas akan menimbulkan kerugian seperti biaya dan waktu perjalanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah volume arus lalu lintas pada jam sibuk, mengetahui berapa besar kapasitas simpang, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian pada simpang tak bersinyal. Instrumen pengumpulan data menggunakan alat berupa formulir survai, alat tulis, jam, dan roll meter. Hasil analisis data lapangan di bandingkan peraturan persyaratan yang dibuat oleh pemerintah Manual Kapasitas Jalan Indonesai (MKJI). Dari hasil penelitian didapat lebar rata-rata pendekat (W1) pada simpang tak bersinyal Lusani 3,2 meter, jumlah volume arus lalu lintas sebesar 1651 smp/jam, Nilai kapasitas (C) sebesar 2004,151 smp/jam dan nilai Derajat Kejenuhan sebesar 0,82. Dan pada simpang tak bersinyal Bank Jateng lebar rata-rata pendekat (W1) pada simpang Bank Jateng 3,75 meter volume arus lalu lintas sebesar 1751 smp/jam, nilai kapasitas (C) sebesar 2504,818 smp/jam, dan untuk nilai Derajat Kejenuhan (DS) sebesar 0,70. Untuk menurunkan nilai Derajat Kejenuhan perlu (DS) dilakukannya melebarkan pendekat, sehingga nilai kapasitas jalan menjadi meningkat.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Simpang merupakan suatu daerah pertemuan dari jaringan jalan raya dan juga tempat bertemunya kendaraan dari berbagai arah dan merubah arah termasuk didalamnya fasilitas-fasilitas yang diperlukan untuk pergerakan lalu lintas. Simpang Lusani merupakan pertemuan ruas jalan K.H.A Dahlan dari utara ke selatan dan jalan Pemuda dari barat ke timur. Dan simpang Bank Jateng merupakan pertemuan dari ruas jalan K.H.A. Dahlan dari arah utara, ruas jalan Jend. A. Yani dari arah timur dan barat dan ruas jalan Nyi Laos dari arah selatan. Simpang empat tak bersinyal ini merupakan jalan arteri yang pada saat jam-jam sibuk terjadi antrian kendaraan, hal ini disebabkan karena pada daerah sekitar persimpangan tersebut merupakan daerah perkantoran, perdagangan, dan terdapat kampus Universitas Muhammadiyah Purworejo serta jalur menuju ke pusat kota sehingga arus lalu lintasnya cukup padat.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan keadaan tersebut maka pada persimpangan Lusani dan Bank Jateng perlu mendapatkan perhatian lebih agar dapat melayani arus lalu lintas dengan baik dan

menghindari terjadinya konflik pada kendaraan yang berada pada areal persimpangan tersebut dan bagi pengguna lalu lintas akan menimbulkan kerugian seperti biaya dan waktu perjalanan.

Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan di simpang tak bersinyal simpang Lusani dan Bank Jateng.
2. Volume lalu lintas berdasarkan survai pada jam sibuk.
3. Kinerja simpang tak bersinyal dihitung berdasarkan MKJI 1997.

Rumusan Masalah

1. Berapa nilai kapasitas sesungguhnya pada simpang tak bersinyal Lusani dan Bank Jateng?
2. Apakah perlu adanya rambu-rambu lalu lintas (*Traffic Light*) di simpang Lusani dan Bank Jateng?

Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisa berapa besar kapasitas simpang, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian pada simpang tak bersinyal 4-lengan.
2. Untuk menganalisa jumlah volume arus lalu lintas pada masing-masing lengan simpang.

Manfaat Penelitian

1. Menarik minat untuk mengembangkan pemakaian Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 lebih lanjut untuk kebutuhan perancangan, dan pengoperasian lainnya dalam bidang rekayasa lalu lintas.
2. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang cara menghitung kinerja simpang berdasarkan data-data yang diperoleh di lapangan.
3. Mendapat pemecahan masalah lalu lintas yang terjadi, yang sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada. Sehingga ruas jalan dapat memberikan pelayanan terhadap arus yang melintas dengan baik.

Kajian Teori

Persimpangan merupakan terpenting dari sistem jaringan jalan, secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam sistem jaringan tersebut. Pada prinsipnya persimpangan adalah pertemuan dua atau lebih jaringan jalan.

1. Kapasitas

Menurut MKJI, kapasitas jalan dapat dihitung dengan rumus :

$$C = C \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

2. Derajat kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C}$$

3. Tundaan lalu lintas simpang (DT₁)

$$DT_1 = 2 + 8,2078 - (1 - DS) \times 2 \text{ untuk } DS < 0,6$$

$$DT_1 = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2} \text{ untuk } DS > 0,6$$

4. Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA})

$$DT_{MA} = 1,8 + 5,8234 \times (1 - DS) \text{ untuk } DS < 0,6$$

$$DT_{MA} = 1,05034 / (0,346 - 0,246) - (1 - DS) \text{ untuk } DS > 0,6$$

5. Penentuan tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

$$DT_{MI} = (Q_{tot} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI}$$

6. Tundaan geometrik simpang (DG)

$$DG = (1 - DS) \times (pt \times 6 + (1 - pt) \times 3) + DS \times 4 \quad (\text{det/smp}) \text{ untuk } DS < 1,0$$

$$DG = 4 \text{ untuk } DS > 1,0$$

7. Tundaan simpang (D)

$$D = DG + DT_1 \text{ (det/smp)}$$

8. Peluang antrian

$$QP \% = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$$

$$QP \% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

Tinjauan Pustaka

Dari penelitian yang dilakukan oleh Franz Yudha Nirmala Cakti dengan judul “Analisa Efektivitas Simpang Tak Bersinyal dan Simpang Bersinyal Di Beberapa Persimpangan Di Kabupaten Purworejo Berdasarkan MKJI 1997” Didapat: Berdasarkan data sekunder (SATLANTAS) untuk simpang tak bersinyal jumlah kecelakaan lalu lintas lebih besar, akan tetapi dalam penelitian konflik lalu lintas yang berpotensi menimbulkan kecelakaan terjadi pada simpang bersinyal. Disebabkan pengaturan fase simpang bersinyal kurang baik. Untuk simpang tak bersinyal yang diamati dalam penelitian nilai derajat kejenuhan (DS) <1,00 yang berarti simpang tak bersinyal mempunyai tingkat pelayanan memenuhi syarat atau sesuai dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia, (MKJI) 1997.

Hipotesa

Penyebab konflik yang berpotensi kecelakaan kendaraan pada simpang tak bersinyal di simpang Lusani dan simpang Bank Jateng adalah tidak adanya rambu-rambu lalu lintas (*traffic light*).

2. METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di simpang tak bersinyal Lusani yang merupakan pertemuan dari ruas jalan K.H.A. Dahlan dari utara ke selatan dan jalan Pemuda dari barat ke timur. Dan simpang tak bersinyal Bank Jateng merupakan pertemuan dari ruas jalan K.H.A. Dahlan dari arah utara, ruas jalan Jend. A. Yani dari arah timur ke barat dan ruas jalan Nyi Laos dari arah selatan. Waktu penelitian dilakukan pada jam puncak pagi pukul 07.00-08.00 WIB, siang pukul 13.00-14.00 WIB, dan sore pukul 16.00-17.00.

Pengumpulan Data

a. Data primer

Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari lapangan meliputi kondisi geometrik jalan, kondisi lingkungan, jenis kendaraan, dan volume lalu lintas.

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Purworejo tentang jumlah penduduk dan ukuran kota.

Metode pengumpulan data.

a. Melakukan peninjauan, dan pengumpulan data pada ruas simpang Lusani dan simpang Bank Jateng.

b. Mengumpulkan data-data pelengkap.

c. Studi literature untuk kesempurnaan tentang definisi evaluasi simpang tak bersinyal.

Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan di lapangan seperti formulir survai, alat tulis, jam, roll meter (alat ukur), kalkulator

Analisis Data

Tahapan dalam analisis data merupakan urutan langkah yang dilaksanakan secara sistematis dan logis sesuai dasar teori permasalahan sehingga didapat analisis yang akurat untuk mencapai tujuan penulis. Tahapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tahap I

Sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan studi literatur untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian. Kemudian menentukan rumusan masalah sampai dengan kompilasi data.

Tahap II

Analisis uraian data. Pada tahap ini dilakukan dengan menghitung jenis kendaraan dan jumlah volume arus lalu lintas.

Tahap III

Analisis waktu pelaksanaan yaitu waktu melakukan penelitian dan waktu selesai penelitian.

Tahap IV

Melakukan perhitungan dan analisis data dari penelitian yang dilakukan di simpang Lusani dan Bank Jateng Kabupaten Purworejo.

Tahap V

Pembahasan dan kesimpulan. Pembahasan ini menjelaskan tentang perhitungan yang telah dilakukan. Kesimpulan disebut juga pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisa dibuat satu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Kendaraan

Dari hasil penelitian, terlihat dengan jelas bahwa kendaraan yang melewati lokasi penelitian adalah dominan pada kendaraan bermotor roda dua (sepeda motor). Tipe dan jenis kendaraan yang melintas di sepanjang lokasi penelitian terdapat pada Tabel:

Tabel 1. Tipe dan Jenis Kendaraan Survei

No.	Tipe Kendaraan	Jenis Kendaraan
1	MC (Sepeda Motor)	Sepeda Motor
2	LV (Kendaraan Ringan)	Mobil Pribadi
3	HV (Kendaraan Berat)	Mikrolet Pick Up Bus Truck
4	UM (Kendaraan tak Bermotor)	Sepeda Becak Dokar

Sumber: Data Survei, 2015

Volume Kendaraan

Tabel 2. Volume Kendaraan Pada Simpang Lusani

No.	Jenis Kendaraan	Faktor smp	Volume Lalu Lintas Simpang	
			Kendaraan/Jam	smp/Jam
1	Sepeda Motor (MC)	0,5	2594	1297
2	Kendaraan Ringan (LV)	1,0	311	311
3	Kendaraan Berat (HV)	1,3	33	43
		Jumlah		1651

Sumber: Hasil Perhitungan Survei, 2015

Tabel 3. Volume Kendaraan Pada Simpang Bank Jateng

No.	Jenis Kendaraan	Faktor smp	Volume Lalu Lintas Simpang	
			Kendaraan/Jam	smp/Jam
1	Sepeda Motor (MC)	0,5	2364	1182
2	Kendaraan Ringan (LV)	1,0	478	478
3	Kendaraan Berat (HV)	1,3	70	91
		Jumlah		1751

Sumber: Hasil Perhitungan Survei, 2015

Tabel 4. Volume arus total yang masuk dari jalan utama maupun jalan minor

Simpang	Arus total masuk	
	Q_{MA} (smp/jam)	Q_{MI} (smp/jam)
Lusani	974	677
Bank Jateng	1170	581

Sumber: Hasil Perhitungan Survei, 2015

Analisis Data

Kapasitas (C)

Kapasitas Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang Lusani.

Kapasitas dasar (C_0), ditentukan berdasarkan nilai per lajur yang terdapat dalam MKJI 1997. Dari tabel tersebut untuk Jalan dua lajur tak terbagi Kapasitas dasarnya $C_0 = 2900$.

Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) diperoleh dari grafik MKJI 1997 atau bisa juga menggunakan rumus. Lebar rata-rata pendekat (W_1):

$$W_1 = \frac{(W_A + W_C + W_B + W_D)}{\text{Jumlah lengan simpang}} = \frac{(3,3 + 1,75 + 3,5 + 3,5)}{4} = 3,01 \text{ meter}$$

Untuk Tipe simpang 422 maka nilai penyesuaian lebar pendekat (F_w):

$$F_w = 0,70 + 0,0866 \times W_1$$

$$F_w = 0,70 + 0,0866 \times 3,01 = 0,96$$

Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M) diperoleh dari MKJI 1997. Untuk simpang yang tidak ada median pada jalan utama maka nilai faktor koreksi median nilai $F_M = 1,0$.

Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (F_{cs}) diambil dari jumlah penduduk menurut MKJI 1997 Untuk jumlah penduduk Kota Purworejo tahun 2015 sejumlah 90.379 jiwa. Nilai $F_{cs} = 0,82$.

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan (F_{RSU}) diperoleh dengan menggunakan MKJI Simpang Lusani termasuk kelas lingkungan jalan (RE) komersial, mempunyai kelas hambatan samping tinggi dan mempunyai nilai rasio kendaraan tak bermotor (PUM) , $PUM = 0,05$. Maka nilai $F_{RSU} = 0,88$.

Faktor penyesuaian belok kiri (FLT) ditentukan dari MKJI 1997 atau bisa juga menggunakan rumus . Pada simpang ini nilai rasio belok kiri (PLT), nilai $PLT = 0,2$. Maka diperoleh nilai faktor penyesuaian belok kiri (FLT):

$$F_{LT} = \{0,84 + (1,61 \times PLT)\}$$

$$F_{LT} = \{0,84 + (1,61 \times 0,2)\} = 1,10$$

Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) didapat dari MKJI 1997. Untuk simpang dengan 4 – Lengan nilai $F_{RT} = 1,0$.

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI}) dari MKJI 1997 .Variabel masukan adalah perbandingan antara jalan minor dengan total jalan utama + jalan minor (PMI) nilai $PMI = 0,41$.

Dengan tipe simpang 422 maka menentukan nilai penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI}):

$$F_{MI} = 1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$$

$$F_{MI} = 1,19 \times 0,41^2 - 1,19 \times 0,41 + 1,19 = 0,90$$

Setelah diperoleh nilai kapasitas dasar dan faktor-faktor penyesuaian, kapasitas sesungguhnya pada simpang tak bersinyal Lusani:

$$C = \{C \times F_w \times F_m \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}\}$$

$$C = \{2900 \times 0,96 \times 1,0 \times 0,82 \times 0,88 \times 1,10 \times 1,0 \times 0,90\}$$

$$= 2004,151 \text{ smp/jam}$$

a. Kapasitas Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang Bank Jateng.

- 1) Kapasitas dasar (C_0), ditentukan berdasarkan nilai per lajur yang terdapat dalam MKJI 1997 Dari tabel tersebut untuk Jalan dua lajur tak terbagi Kapasitas

dasarnya $C_0 = 2900$.

- 2) Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) diperoleh dari grafik MKJI 1997 (lihat grafik. 1) atau bisa juga menggunakan rumus. Lebar rata-rata pendekat (W_1):

$$W_1 = \frac{(W_A + W_C + W_B + W_D)}{\text{Jumlah lengan simpang}} = \frac{(3,5 + 3,5 + 4 + 4)}{4} = 3,75$$

Untuk Tipe simpang 422 maka nilai penyesuaian lebar pendekat (F_w):

$$F_w = 0,70 + 0,0866 \times W_1$$

$$F_w = 0,70 + 0,0866 \times 3,75 = 1,02$$

- 3) Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M) diperoleh dari tabel MKJI 1997 Untuk simpang yang tidak ada median pada jalan utama maka nilai faktor koreksi median (F_M) = 1,0.

- 4) Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (F_{CS}) diambil dari jumlah penduduk menurut MKJI 1997 (lihat tabel. 4). Untuk jumlah penduduk Kota Purworejo tahun 2015 sejumlah 90.379 jiwa. Nilai $F_{CS} = 0,82$.

- 5) Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan (F_{RSU}) diperoleh dengan menggunakan MKJI Simpang Bank Jateng termasuk kelas lingkungan jalan (RE) komersial, mempunyai kelas hambatan samping tinggi dan mempunyai nilai rasio kendaraan tak bermotor (PUM) (lihat tabel. 11) nilai PUM = 0,04. Maka nilai $F_{RSU} = 0,88$.

- 6) Faktor penyesuaian belok kiri (FLT) ditentukan dari MKJI 1997) atau bisa juga menggunakan rumus. Pada simpang ini nilai rasio belok kiri (PLT) (lihat tabel. 11) nilai PLT = 0,26. Maka diperoleh nilai faktor penyesuaian belok kiri (FLT):

$$F_{LT} = \{0,84 + (1,61 \times PLT)\}$$

$$F_{LT} = \{0,84 + (1,61 \times 0,26)\} = 1,26$$

- 7) Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) didapat dari MKJI 1997. Untuk simpang dengan 4 –Lengan nilai $F_{RT} = 1,0$.

- 8) Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI}) dari MKJI 1997 Variabel masukan adalah perbandingan antara jalan minor dengan total jalan utama + jalan minor (PMI) (lihat tabel. 11) nilai PMI = 0,33. Dengan tipe simpang 422 maka menentukan nilai penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI}):

$$F_{MI} = 1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$$

$$F_{MI} = 1,19 \times 0,33^2 - 1,19 \times 0,33 + 1,19 = 0,93$$

Setelah diperoleh nilai kapasitas dasar dan faktor-faktor penyesuaian, kapasitas sesungguhnya pada simpang tak bersinyal Bank Jateng :

$$C = \{C_0 \times F_w \times F_m \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}\}$$

$$C = \{2900 \times 1,02 \times 1,0 \times 0,82 \times 0,88 \times 1,26 \times 1,0 \times 0,93\}$$

$$= 2504,819 \text{ smp/jam}$$

a. Derajat Kejenuhan (DS)

- i. Derajat Kejenuhan Pada Simpang Tak Bersinyal Lusani.

$$DS = \frac{1651}{2004,151} = 0,82$$

- ii. Derajat Kejenuhan Pada Simpang Tak Bersinyal Simpang Bank Jateng.

$$DS = \frac{1751}{2504,819} = 0,70$$

b. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT1)

- i. Tundaan Lalu Lintas Simpang Lusani.

$$DT1 = \frac{1,0504}{\{(0,2742 - (0,2040 \times DS) - (1 - DS) \times 2)\}}$$

$$DT1 = \frac{1,0504}{\{(0,2742 - (0,2040 \times 0,82) - (1 - 0,82) \times 2)\}} = 9,56 \text{ smp/det.}$$

- ii. Tundaan Lalu Lintas Simpang Bank Jateng.

$$DT1 = \frac{1,0504}{\{(0,2742 - (0,2040 \times DS) - (1 - DS) \times 2)\}}$$

$$DT1 = \frac{1,0504}{\{(0,2742 - (0,2040 \times 0,70) - (1 - 0,70) \times 2)\}} = 7,39 \text{ det/smp}$$

c. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTMA)

- a. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama Pada Simpang Lusani.

$$DTMA = \frac{1,05034}{\{(0,364 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8)\}}$$

$$DTMA = \frac{1,05034}{\{(0,364 - 0,246 \times 0,82) - (1 - 0,82) \times 1,8)\}} = 6,85 \text{ det/smp}$$

- b. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama Pada Simpang Bank Jateng.

$$DTMA = \frac{1,05034}{\{(0,364 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8)\}}$$

$$DTMA = \frac{1,05034}{\{(0,364 - 0,246 \times 0,70) - (1 - 0,70) \times 1,8)\}} = 4,93 \text{ det/smp}$$

d. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTMI)

- a. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor Pada Simpang Lusani.

$$DTMI = \frac{\{(Q_{tot} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA})\}}{Q_{MI}}$$

$$DTMI = \frac{\{(1651 \times 9,56) - (974 \times 6,85)\}}{677} = 13,45 \text{ smp/det}$$

- b. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor Pada Simpang Bank Jateng.

$$DTMI = \frac{\{(Q_{tot} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA})\}}{Q_{MI}}$$

$$DTMI = \frac{\{(1751 \times 7,39) - (1170 \times 4,93)\}}{581} = 12,34 \text{ det/smp}$$

e. Tundaan Geometrik Simpang (DG)

a. Tundaan Geometrik Simpang Lusani.

$$DG = \{(1-DS) \times (pt \times 6 + (1-pt) \times 3)\} + \{(DS \times 4)\}$$

$$DG = \{(1-0,82) \times (0,52 \times 6 + (1-0,52) \times 3)\} + \{(0,82 \times 4)\}$$

$$= 4,10 \text{ det/smp}$$

b. Tundaan Geometrik Simpang Bank Jateng.

$$DG = \{(1-DS) \times (pt \times 6 + (1-pt) \times 3)\} + \{(DS \times 4)\}$$

$$DG = \{(1-0,70) \times (0,55 \times 6 + (1-0,5) \times 3)\} + \{(0,70 \times 4)\} = 4,20 \text{ det/smp}$$

f. Tundaan Simpang (D)

a. Tundaan Simpang Lusani.

Tundaan simpang (D) simpang tak bersinyal pada simpang Lusani dapat dihitung berdasarkan formula sebagai berikut:

$$D = (DG + DT1) = (4,10 + 9,56) = 13,65 \text{ det/smp}$$

b. Tundaan Simpang Bank Jateng.

$$D = (DG + DT1) = 4,20 + 7,39 = 11,58 \text{ det/smp}$$

g. Peluang Antrian (QP%)

a. Peluang Antrian Simpang Lusani.

$$QP \% = \{(9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3)\}$$

$$QP \% = \{(9,02 \times 0,81) + (20,66 \times 0,81^2) + (10,49 \times 0,81^3)\} = 27$$

$$QP \% = \{(47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3)\}$$

$$QP \% = \{(47,02 \times 0,81) - (24,68 \times 0,81^2) + (56,47 \times 0,81^3)\} = 54$$

b. Peluang Antrian Simpang Bank Jateng.

$$QP \% = \{(9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3)\}$$

$$QP \% = \{(9,02 \times 0,70) + (20,66 \times 0,70^2) + (10,49 \times 0,70^3)\} = 20$$

$$QP \% = \{(47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3)\}$$

$$QP \% = 47,02 \times 0,70 - 24,68 \times 0,70^2 + 56,47 \times 0,70^3 = 41$$

h. Perhitungan Rasio Berbelok Dan Rasio Arus Jalan Simpang

Berdasarkan hasil survei volume kendaraan pada kedua simpang, diperoleh hasil rasio berbelok dengan hasil sebagai berikut:

a. Perhitungan Lusani

$$\text{Rasio arus jalan simpang} \quad P_{MI} = 677/1651 = 0,41$$

$$\text{Rasio arus belok kiri} \quad P_{LT} = 272/1651 = 0,2$$

$$\text{Rasio arus belok kanan} \quad P_{RT} = 585/1651 = 0,4$$

$$\text{Rasio tak bermotor} \quad P_{UM} = 137/2938 = 0,05$$

b. Perhitungan Bank Jateng

$$\text{Rasio arus jalan simpang} \quad P_{MI} = 581/1751 = 0,33$$

$$\text{Rasio arus belok kiri} \quad P_{LT} = 458/1751 = 0,26$$

$$\text{Rasio arus belok kanan} \quad P_{RT} = 505/1751 = 0,29$$

$$\text{Rasio tak bermotor} \quad P_{UM} = 125/2912 = 0,04$$

Tabel 5 Rasio berbelok dan rasio arus jalan simpang

Simpang	Rasio Arus Belok				P _T
	P _{MI}	P _{LT}	P _{RT}	P _{UM}	
Lusani	0,41	0,2	0,4	0,05	0,52
Bank Jateng	0,33	0,26	0,29	0,04	0,55

Sumber : Hasil Perhitungan Survei, 2015

Pembahasan Hasil Penelitian

1. Simpang Lusani dalam Alternatif.

Dari hasil penelitian dan perhitungan pada simpang Lusani bahwa lebar pendekat jalan minor sangat sempit 1,75 m dan faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan dan hambatan samping (FRSU) berada di nilai tinggi (0,88) hal ini disebabkan karena pada simpang Lusani terdapat jalan yang digunakan untuk pedagang mendirikan kios dagangannya untuk berjualan. Juga pada simpang Lusani digunakan angkot untuk menaik turunkan penumpang. Hal tersebut jelas mengganggu arus lalu lintas kendaraan dan juga mengurangi nilai kapasitas. Untuk menaikkan kapasitas jalan simpang Lusani perlu dilakukan alternatif dengan cara memindahkan pasar yang berada di badan jalan, penambahan rambu dilarang berhenti disimpang Lusani, dan melebarkan pendekat di setiap lengannya.

a. Kapasitas (C)

- 1) Kapasitas dasar (C_0), ditentukan berdasarkan nilai per lajur yang terdapat dalam MKJI 1997). Dari tabel tersebut untuk Jalan dua lajur tak terbagi Kapasitas dasarnya $C_0 = 2900$.
- 2) Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) diperoleh dari grafik MKJI 1997 atau bisa juga menggunakan rumus. Lebar rata-rata pendekat (W_1):

$$W_1 = \frac{(W_A + W_C + W_B + W_D)}{\text{Jumlah lengan simpang}} = \frac{(3,5 + 3,5 + 4,5 + 4,5)}{4} = 4 \text{ meter}$$

Untuk Tipe simpang 422 maka nilai penyesuaian lebar pendekat (F_w):

$$F_w = 0,70 + 0,0866 \times W_1 = 0,70 + 0,0866 \times 4 = 1,05$$

- 3) Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M) diperoleh dari MKJI 1997. Untuk simpang yang tidak ada median pada jalan utama maka nilai faktor koreksi median (F_M) = 1,0.
- 4) Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (F_{CS}) diambil dari jumlah penduduk menurut MKJI 1997 Untuk jumlah penduduk Kota Purworejo tahun 2015 sejumlah 90.379 jiwa. Nilai (F_{CS}) = 0,82.
- 5) Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan (F_{RSU}) diperoleh dengan menggunakan MKJI Simpang Lusani termasuk kelas lingkungan jalan (RE) komersial, mempunyai kelas hambatan samping tinggi dan mempunyai nilai rasio kendaraan tak bermotor (PUM), $PUM = 0,05$. Maka nilai $F_{RSU} = 0,90$. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT) ditentukan dari MKJI 1997 atau bias juga menggunakan rumus. Pada simpang ini nilai rasio belok kiri (PLT) $PLT = 0,2$. Maka diperoleh nilai faktor penyesuaian belok kiri (FLT):
 $F_{LT} = \{0,84 + (1,61 \times PLT)\} = \{0,84 + (1,61 \times 0,2)\} = 1,10$
- 6) Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) didapat dari MKJI 1997. Untuk simpang dengan 4 –Lengan nilai (F_{RT}) = 1,0.
- 7) Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI}) dari MKJI 1997 Variabel masukan adalah perbandingan antara jalan minor dengan total jalan utama + jalan minor (PMI), dari tabel (didapat nilai (PMI) = 0,41.

Dengan tipe simpang 422 maka menentukan nilai penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI}):

$$F_{MI} = \{(1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19)\}$$

$$F_{MI} = \{(1,19 \times 0,41^2 - 1,19 \times 0,41 + 1,19)\} = 0,90$$

Setelah dilakukan alternatif dan diperoleh nilai kapasitas dasar dan juga faktor-faktor penyesuaian, kapasitas sesungguhnya pada simpang tak bersinyal Lusani menjadi :

$$C = \{ C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \}$$

$$C = \{ 2900 \times 1,05 \times 1,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 1,10 \times 1,0 \times 0,90 \} \\ = 2232,121 \text{ smp/jam}$$

b. Derajat kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan Pada Simpang Tak Bersinyal Lusani.

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C} = \frac{1651}{2232,121} = 0,74$$

c. Tundaan lalu lintas simpang (DT1)

Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT1) Simpang Lusani.

$$DT1 = \frac{1,0504}{\{(0,2742 - (0,2040 \times DS) - (1 - DS) \times 2)\}}$$

$$DT1 = \frac{1,0504}{\{(0,2742 - (0,2040 \times 0,74) - (1 - 0,74) \times 2)\}} = 8,01 \text{ det/smp}$$

d. Tundaan Rata-rata lalu lintas jalan utama (DTMA)

Tundaan Rata-Rata Jalan Utama Lusani.

$$DTMA = \frac{1,05034}{\{(0,364 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8\}}$$

$$DTMA = \frac{1,05034}{\{(0,364 - 0,246 \times 0,74) - (1 - 0,74) \times 1,8\}} = 5,75 \text{ det/smp}$$

e. Tundaan rata-rata untuk jalan minor (DTMI)

Tundaan Rata-Rata Jalan Minor Lusani

$$DTMI = \frac{\{1651 \times 8,01\} - \{974 \times 5,75\}}{677} = 11,25 \text{ det/smp}$$

f. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan Geometrik Simpang (DG) Lusani.

$$DG = \{(1 - DS) \times (pT \times 6 + (1 - pT) \times 3)\} + \{(DS \times 4)\}$$

$$DG = \{(1 - 0,74) \times (0,55 \times 6 + (1 - 0,55) \times 3)\} + \{(0,74 \times 4)\} = 4,15 \text{ det/smp}$$

g. Tundaan simpang (D)

Tundaan Simpang Lusani.

$$D = DG + DT1 = 4,15 + 8,01 = 12,15 \text{ det/smp}$$

h. Peluang Antrian (QP)

Peluang Antrian Simpang Lusani .

$$QP \% = (9,02 \times DS) + (20,66 \times 0,DS^2) + (10,49 \times DS^3)$$

$$QP \% = \{(9,02 \times 0,74) + (20,66 \times 0,74^2) + (10,49 \times 0,74^3)\} = 22$$

$$QP \% = \{(47,02 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3)\}$$

$$QP \% = \{(47,02 \times 0,74 - 24,68 \times 0,74^2 + 56,47 \times 0,74^3)\} = 45$$

2. Simpang Bank Jateng Dalam Alternatif

a. Kapasitas (C)

- 1) Kapasitas dasar (Co), ditentukan berdasarkan nilai per lajur yang terdapat dalam MKJI 1997. Dari tabel tersebut untuk Jalan dualajur tak terbagi Kapasitas dasarnya Co = 2900.
- 2) Faktor penyesuaian lebar pendekat (Fw) diperoleh dari grafik MKJI 1997 atau bisa juga menggunakan rumus. Lebar rata-rata pendekat (W1):

$$W1 = \frac{(W_A + W_C + W_B + W_D)}{\text{Jumlah lengasimpang}}$$

$$= \frac{(4,5 + 3,5 + 5 + 5)}{4} = 4,5 \text{ meter}$$

Untuk Tipe simpang 422 maka nilai penyesuaian lebar pendekat (Fw):

$$FW = 0,70 + 0,0866 \times W1$$

$$Fw = 0,70 + 0,0866 \times 4,5 = 1,09$$

- 3) Faktor penyesuaian median jalan utama (FM) diperoleh dari tabel MKJI 1997. Untuk simpang yang tidak ada median pada jalan utama maka nilai faktor koreksi median (FM) = 1,0.
- 4) Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (Fcs) diambil dari jumlah penduduk menurut MKJI 1997 Untuk jumlah penduduk Kota Purworejo tahun 2015 sejumlah 90.379 jiwa. Nilai Fcs = 0,82.
- 5) Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan (F_{RSU}) diperoleh dengan menggunakan MKJI, Simpang Bank Jateng termasuk kelas lingkungan jalan (RE) komersial, mempunyai kelas hambatan samping tinggi dan mempunyai nilai rasio kendaraan tak bermotor (PUM), PUM = 0,05. Maka nilai F_{RSU} didapat = 0,90.
- 6) Faktor penyesuaian belok kiri (FLT) ditentukan dari MKJI 1997 atau bisa juga menggunakan rumus. Pada simpang ini nilai rasio belok kiri (PLT) PLT = 0,26. Maka diperoleh nilai faktor penyesuaian belok kiri (FLT) :

$$F_{LT} = \{0,84 + (1,61 \times PLT)\}$$

$$FLT = \{0,84 + (1,61 \times 0,26)\} = 1,26$$
- 7) Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) didapat dari MKJI 1997. Untuk simpang dengan 4 –Lengan nilai (F_{RT}) = 1,0.
- 8) Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI}) dari MKJI 1997 atau bisa juga menggunakan rumus. Variabel masukan adalah perbandingan antara jalan minor dengan total jalan utama + jalan minor (PMI) (maka nilai PMI = 0,33.

Dengan tipe simpang 422 maka menentukan nilai penyesuaian rasio arus jalan minor (F_{MI}):

$$F_{MI} = 1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$$

$$F_{MI} = 1,19 \times 0,33^2 - 1,19 \times 0,33 + 1,19 = 0,93$$

Setelah diperoleh nilai kapasitas dasar dan faktor-faktor penyesuaian, kapasitas sesungguhnya pada simpang tak bersinyal Bank Jateng menjadi:

$$C = \{ C \times Fw \times Fm \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \}$$

$$C = \{ 2900 \times 1,09 \times 1,0 \times 0,82 \times 0,9 \times 1,26 \times 1,0 \times 0,93 \}$$

$$= 2724,113 \text{ smp/jam}$$

b. Derajat Kejenuhan (DS)

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C} = 0,64$$

c. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT1)

Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT1) Simpang Bank Jateng.

$$DT1 = \frac{1,0504}{\{(0,2742 - (0,2040 \times 0,64)) - (1 - 0,64) \times 2\}} = 6,63 \text{ det/smp}$$

d. Tundaan Rata-Rata Lalu Lintas Jalan Utama (DTMA)

Tundaan Rata-Rata Jalan Utama Bank Jateng.

$$DTMA = \frac{1,05034}{\{(0,364 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8\}}$$

$$DTMA = \frac{1,05034}{\{(0,364 - 0,246 \times 0,64) - (1 - 0,64) \times 1,8\}} = 4,46 \text{ det/smp}$$

e. Tundaan Rata-Rata Jalan Minor (DTMI)

Tundaan Rata-Rata Jalan Minor Bank Jateng.

$$DTMI = \frac{\{(Q_{tot} \times DT_1) - (Q_{MA} \times DT_{MA})\}}{Q_{MI}}$$

$$DTMI = \frac{\{(1751 \times 6,63) - (1170 \times 4,46)\}}{581} = 11,01 \text{ det/smp}$$

f. Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan Geometrik Simpang Bank Jateng.

$$DG = \{(1 - DS) \times (pt \times 6 + (1 - pt) \times 3)\} + \{(DS \times 4)\}$$

$$= \{(1 - 0,64) \times (0,55 \times 6 + (1 - 0,55) \times 3)\} + \{(0,64 \times 4)\} = 4,23 \text{ smp/det}$$

g. Tundaan Simpang (D)

Tundaan Simpang Bank Jateng.

$$D = DG + DT_1 = 4,23 + 6,56 = 10,79 \text{ det/smp}$$

h. Peluang Antrian (QP%)

Peluang Antrian Simpang Bank Jateng.

$$QP \% = (9,02 \times DS) + (20,66 \times 0,DS^2) + (10,49 \times DS^3)$$

$$QP \% = (9,02 \times 0,64) + (20,66 \times 0,64^2) + (10,49 \times 0,64^3) = 17$$

$$QP \% = \{(47,02 \times DS) - (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^3)\}$$

$$QP \% = \{(47,02 \times 0,64) - (24,68 \times 0,64^2) + (56,47 \times 0,64^3)\} = 35$$

3. Hasil Perbandingan Antara Hasil Penelitian Dengan Hasil Perhitungan Alternatif.

Berdasarkan hasil penelitian didapat hasil perhitungan pada simpang Lusani memiliki lebar rata-rata pendekat (F_w) = 3,01 meter, Kapasitas sebenarnya (C) = 2004,151 smp/jam, Derajat Kejenuhan (DS) = 0,82, Tundaan lalu lintas simpang (DT_1) = 9,56 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Utama (DT_{MA}) = 6,85 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Minor (DT_{MI}) = 13,45 det/smp, Tundaan geometrik simpang (DG) = 4,10 det/smp, Tundaan simpang (D) = 13,65 det/smp, dan Peluang antrian (QP) = 27-54.

Berdasarkan hasil hitungan alternatif setelah dilakukannya melebarkan lebar rata-rata pendekat (FW) menjadi 4 meter, maka simpang Lusani nilai Kapasitas sesungguhnya (C) menjadi = 2232,121 smp/jam, Derajat kejenuhan (DS) = 0,74, Tundaan lalu lintas simpang (DT_1) = 8,01 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Utama (DT_{MI}) = 5,75 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Minor (DT_{MA}) = 11,25 det/smp, Tundaan geometrik simpang (DG) = 4,15 det/smp, Tundaan simpang (D) = 12,15 det/smp, dan Peluang antrian (QP) = 22-45.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel diatas, didapat hasil perhitungan pada simpang Bank Jateng memiliki lebar rata-rata pendekat (F_w) = 3,75 meter, Kapasitas sebenarnya (C) = 2504,819 smp/jam, Derajat Kejenuhan (DS) = 0,74, Tundaan lalu lintas simpang (DT_1) = 7,39 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Utama (DT_{MA}) = 4,93 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Minor (DT_{MI}) = 12,34 det/smp, Tundaan geometrik

simpang (DG) = 4,20 det/smp, Tundaan simpang (D) = 11,59 det/smp, dan Peluang antrian (QP) = 20-41.

Berdasarkan hasil hitungan alternatif setelah dilakukannya melebarkan lebar rata-rata pendekat (FW) menjadi 4,50 meter, maka simpang Bank Jateng nilai Kapasitas sesungguhnya (C) menjadi = 2724,113 smp/jam, Derajat kejenuhan (DS) = 0,64, Tundaan lalu lintas simpang (DT₁) = 6,63 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Utama (DT_{MI}) = 4,46 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Minor (DT_{MA}) = 11,01 det/smp, Tundaan geometrik simpang (DG) = 4,23 det/smp, Tundaan simpang (D) = 10,87 det/smp, dan Peluang antrian (QP) = 17-35.

Untuk simpang tak bersinyal pada simpang Lusani dan simpang Bank Jateng yang diamati dalam penelitian ini, kedua simpang tersebut memiliki nilai-nilai derajat kejenuhan (DS) < 1,00 yang berarti simpang-simpang tersebut mempunyai tingkat pelayanan yang memenuhi syarat atau sesuai dengan MKJI, 1997.

4. KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian di kedua simpang, pada simpang tak bersinyal Lusani jumlah volume arus lintas kendaraan (Qtot) pada jam sibuk sebesar 1651 smp/jam. Dan pada simpang tak bersinyal Bank Jateng jumlah volume arus lalu lintas kendaraan (Qtot) pada jam sibuk sebesar 1751 smp/jam.
2. Simpang tak bersinyal Lusani
Pada simpang tak bersinyal Lusani didapat nilai Kapasitas (C) = 2004,151 smp/jam, Derajat kejenuhan (DS) = 0,82, Tundaan lalu lintas simpang (DT₁) = 9,56 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Utama (DT_{MA}) = 6,85 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Minor (DT_{MI}) = 13,45 det/smp, Tundaan geometrik simpang (DG) = 4,10 det/smp, Tundaan simpang (D) = 13,65 det/smp, dan Peluang antrian (QP%) = 27-54 %. Dengan hasil tersebut kemacetan arus lalu lintas masih sering terjadi hal tersebut dikarenakan penggunaan jalan yang tidak sesuai dengan fungsinya. Untuk meminimalkan terjadinya konflik dan mengurangi potensi terjadinya kecelakaan, maka perlu dilakukan pengembalian fungsi jalan sehingga didapat hasil hitungan alternatif, setelah melebarkan lebar rata-rata pendekat (F_w) menjadi 4 meter, serta menurunkan kelas hambatan samping menjadi (F_{RSU}) rendah yaitu 0,88, maka simpang Lusani nilai Kapasitas sesungguhnya (C) naik menjadi = 2232,121 smp/jam, Derajat kejenuhan (DS) = 0,74, Tundaan lalu lintas simpang (DT₁) = 8,01 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Utama (DT_{MI}) = 5,75 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Minor (DT_{MA}) = 11,25 det/smp, Tundaan geometrik simpang (DG) = 4,15 det/smp, Tundaan simpang (D) = 12,15 det/smp, dan Peluang antrian (QP) = 22-45.
3. Simpang tak bersinyal Bank Jateng
Pada simpang tak bersinyal Bank Jateng Kapasitas (C) = 2504,818 smp/jam, Derajat kejenuhan (DS) = 0,70, Tundaan lalu lintas simpang (DT₁) = 7,89 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Utama (DT_{MA}) = 4,93 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Minor (DT_{MI}) = 14,00 det/smp, Tundaan geometrik simpang (DG) = 4,20 det/smp, Tundaan simpang (D) = 12,10 det/smp, dan Peluang antrian (QP%) = 20-40 %. Dengan hasil tersebut kemacetan arus lalu lintas masih sering terjadi hal tersebut dikarenakan penggunaan jalan yang tidak sesuai dengan fungsinya. Untuk meminimalkan terjadinya konflik dan mengurangi potensi terjadinya kecelakaan, maka perlu dilakukan pengembalian fungsi jalan sehingga didapat hasil hitungan alternatif, setelah melebarkan lebar rata-rata pendekat (F_w) menjadi 4,50 meter, serta menurunkan kelas hambatan samping menjadi (F_{RSU}) rendah yaitu 0,88, maka simpang Bank Jateng nilai Kapasitas sesungguhnya (C) naik menjadi = 2724,113 smp/jam, Derajat kejenuhan (DS) = 0,64, Tundaan lalu lintas simpang (DT₁) = 6,63 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Utama (DT_{MI}) = 4,46 det/smp, Tundaan lalu lintas Jl. Minor (DT_{MA}) = 11,01 det/smp, Tundaan geometrik simpang (DG) = 4,23 det/smp, Tundaan simpang (D) = 10,87 det/smp, dan Peluang antrian (QP) = 17-35.

4. Untuk simpang tak bersinyal pada simpang Lusani dan simpang Bank Jateng yang diamati dalam penelitian ini, kedua simpang tersebut memiliki nilai-nilai derajat kejenuhan (DS) < 1,00 yang berarti simpang-simpang tersebut mempunyai tingkat pelayanan yang memenuhi syarat atau sesuai dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997.

REFERENSI

- Alamsyah Alik Ansyori, 2008. *Rekayasa Lalu Lintas*. Penerbit. UMM Press.
- Anonim. 1996. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. 1997. Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Anonim. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. 1997. Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Bina Marga dalam Silvia Sukirman (1999), *Panduan survei dan perhitungan Waktu perjalanan lalu lintas, No. 001/T?BNKT/1999*, Jakarta: Dirjen Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota.
- Data penduduk Kabupaten Purworejo 2015. Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil.
- Frans Yudha Nirmala Cakti, 2009. *Analisa Efektivitas Simpang Tak Bersinyal Di Beberapa Di Persimpangan Di Kabupaten Purworejo Berdasarkan MKJI 1997*. (Tidak Dipublikasikan), Skripsi Mahasiswa S1 Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Pedoman Penyusunan Skripsi, 2014. *Universitas Muhammadiyah Purworejo*, Jln. K.H. Ahmad Dhalan 3 Purworejo 54111. Telp./Faks. (0275) 321494 Home page: www.umpwr.ac.id. Email: info@umpwr.ac.id
- Sukirman, S. 1994. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Nova. Bandung.