

Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Dr. Wahidin – Jalan Pramuka – Jalan Lorong Bakso Di Kota Palu)

Dregian Maylton Bose^{1*}, Mufflihatun Nurfadilah Efendy¹, Ismadarni¹

Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas Tadulako, Kota Palu, Indonesia

Email: dregianbose46@gmail.com

Abstrak - Simpang jalan Dr Wahidin – Jalan Pramuka – Jl Bakso adalah salah satu simpang dari beberapa simpang yang ada di kota Palu. Lalu lintas pada jalan ini cukup ramai dan kadang terjadi antrian kendaraan akibat pertemuan kendaraan, yang mengakibatkan terjadinya kemacetan, mengurangi tingkat kenyamanan, Untuk itu perlu dilakukan analisis pada persimpangan jalan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja simpang Jl. Dr, Wahidin – Jl. Pramuka – Jl. Bakso dalam melayani arus lalu lintas di masa sekarang dan masa yang akan datang dan mengetahui solusi dalam memecahkan permasalahan pada simpang tak bersinyal Jl. Dr, Wahidin – Jl. Pramuka – Jl. Bakso. Pengumpulan data diperoleh berdasarkan data primer dan sekunder, data primer yaitu volume lalu lintas, geometrik simpang, dan hambatan samping, data sekunder berupa peta wilayah kota Palu, jumlah penduduk, dan jumlah pertumbuhan kendaraan. Dari hasil penelitian dan pembahasan pada simpang simpang jalan Dr Wahidin – Jalan Pramuka – Jl Bakso didapat jumlah volume arus lalu lintas (Q_{tot}) 2337 smp/jam, Kapasitas (C) 4655,1 smp/jam, Nilai Derajat Kejenuhan (DS) 0,51, dan peluang antrian (QP) 11-25%. Berdasarkan hasil penelitian, kinerja simpang Dr Wahidin – Jalan Pramuka – Jl Bakso memiliki tingkat pelayanan (C) arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan.

Kata Kunci : Simpang Tak Bersinyal, Kapasitas, Derajat Kejenuhan

Abstract - The Dr. Wahidin intersection – Jalan Pramuka – Jl Bakso is one of several intersections in the city of Palu. The traffic on this road is quite busy and sometimes there are queues of vehicles due to vehicle encounters, which results in congestion, reducing the comfort level. This study aims to determine the performance of the Jl. Dr. Wahidin – Jl. Scouts – Jl. Meatballs in serving traffic flow in the present and in the future and knowing solutions in solving problems at unsignalized intersections Jl. Dr, Wahidin - Jl. Scouts – Jl. Meatball. Data collection was obtained based on primary and secondary data, primary data namely traffic volume, geometric intersections, and side barriers, secondary data in the form of maps of the city of Palu, population, and number of vehicle growth. From the results of research and discussion at the Dr Wahidin intersection - Jalan Pramuka - Jl Bakso, the total volume of traffic flow (Q_{tot}) is 2337 pcu/hour, Capacity (C) is 4655.1 pcu/hour, Degree of Saturation (DS) is 0, 51, and queue odds (QP) 11-25%. Based on the results of the study, the performance of the Dr. Wahidin - Jalan Pramuka - Jl Bakso intersection has a stable flow level of service (C), but controlled vehicle speed and motion.

Keywords: Signalless Intersection, Capacity, Degree of Saturation

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat serta peningkatan pembangunan dari tahun ke tahun ini dapat mempengaruhi besarnya perkembangan system transportasi serta arus lalu lintas di Kota Palu, sehingga meningkatnya mobilitas penduduk. Jalan merupakan penunjang bagi penduduk dalam melakukan aktifitas dan sarana untuk meningkatkan perekonomian. Dengan demikian maka secara tidak langsung berdampak pada meningkatnya laju pertumbuhan kendaraan yang berpengaruh terhadap kepadatan arus lalu lintas di jalan..

Persimpangan adalah simpul jalan jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu pada satu titik. Disini arus lalu lintas mengalami konflik, konflik – konflik pergerakan arus lalu lintas menyebabkan masalah berupa terjadinya kemacetan, mengurangi tingkat keamanan, kenyamanan, dan menimbulkan polusi udara. Pada persimpangan juga terdapat pergerakan lalu lintas menerus dan saling berpotongan dengan kendaraan lainnya yang mengakibatkan banyak terjadinya gangguan lalu-lintas.

Simpang jalan Dr Wahidin – Jalan Pramuka – Jl Bakso adalah salah satu simpang dari beberapa simpang yang ada di kota Palu. Lalu lintas pada jalan ini cukup ramai dan kadang terjadi



antrian kendaraan akibat pertemuan kendaraan dan rambu peringatan belum didapatkan terpasang sehingga dapat menimbulkan kecelakaan. Untuk itu harus dilakukan evaluasi persimpangan pada ruas jalan tersebut

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Persimpangan

Persimpangan menurut Alamsyah merupakan bagian yang penting dari sistem jaringan jalan, dimana tempat bertemunya arus lalu lintas, dan setiap jenis kendaraan. Pada dasarnya simpang merupakan tempat bertemunya dua jalan atau lebih dalam satu jaringan jalan. Pengaturan simpang memiliki beberapa tujuan

2.2 Jenis Persimpangan

Persimpangan menurut Morlok secara umum dibedakan menjadi dua (2), yaitu :

1. Persimpangan sebidang

Persimpangan sebidang menurut Morlok adalah suatu ruas jalan yang saling bertemu dan tidak saling bersusun. Simpang sebidang dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu :

a. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan persimpangan dimana pergerakan kendaraan simpang tersebut diatur dengan menggunakan sinyal lampu lalu lintas.

b. Simpang Tak Bersinyal

Simpang jalan tak bersinyal sangat sering dijumpai untuk jalan perkotaan. arus lalu lintas ini digunakan pada jalan minor.

2. Persimpangan tak sebidang

Persimpangan tak sebidang menurut Morlok pertemuan antara ruas jalan yang setiap jalannya tidak tersusun dengan satu jalan yang lainnya.

2.3 Analisa Kinerja Simpang

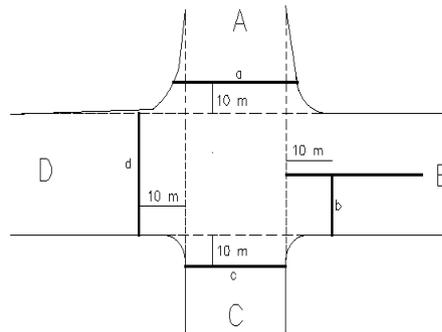
Analisa kinerja persimpangan menurut Direktorat Jenderal Bina Marga merupakan suatu proses menganalisa rencana geometrik / kondisi lalu lintas yang bertujuan untuk memecahkan suatu permasalahan dan mencari solusi yang terjadi pada persimpangan tersebut. Melalui prosedur perhitungan dengan parameter umum sebagai berikut: kondisi geometrik simpang, kondisi lalu lintas, kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian.

2.4 Kapasitas

Kapasitas total suatu persimpangan menurut Direktorat Jenderal Bina Marga dapat diperhitungkan dari hasil perkalian antara kapasitas dasar (Co) dengan faktor - faktor penyesuaian (F) dengan memperhitungkan pengaruh kondisi geometrik simpang terhadap kapasitas ruas jalan. Dihitung menggunakan rumus berikut, yaitu:

$$C = CO \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI \dots \dots \dots (2.1)$$

Pendekat yang sering digunakan parkir kendaraan besar ataupun kendaraan ringan pada jarak kurang dari 20 m akan di beri garis putus-putus /garis imajiner yang terhubung dengan ujung perkerasan jalan berpotongan maka lebar pendekat tersebut harus dikurangi 2 m. Lebar rata - rata pendekat dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lebar Rata-Rata Pendekat

Lebar rata-rata pendekat, WI

$$WI = (WA + WB + WC + WD) / \text{Jumlah lengan simpang} \dots \dots \dots (2.2)$$

Jika A hanya untuk keluar, maka $a=0$:

$$WI = (b + c/2 + d/2)/3 \dots \dots \dots (2.3)$$

1. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (FW)

Penyesuaian lebar pendekat (FW) menurut Direktorat Jenderal Bina Marga dijelaskan pada grafik di bawah. Variabel yang mempengaruhi adalah lebar rata - rata untuk semua pendekat W, dan tipe simpang IT.

2. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM)

Teknik lalu lintas perlu mempertimbangkan faktor median jalan dengan ciri-ciri jalan yang memiliki lebar jalan tiga (3) meter atau lebih.. Median jalan juga bisa digunakan untuk daerah berlindung tanpamempengaruhi proses kinerja jalan saat beroperasi.

3. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)

Untuk faktor penyesuaian ukuran kota (FCS) menurut Direktorat Jenderal Bina Marga adalah ukuran kota yang diteliti dan total penduduk dalam juta.

4. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan menurut Direktorat Jenderal Bina Marga dibedakan menjadi tiga (3) kawasan yaitu kawasan komersial, kawasan permukiman, dan akses terbatas. Fak. Variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan (RE), kelas hambatan samping (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor (PUM).

5. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

nilai PLT yang dirumuskan dengan

$$PLT = \frac{QLT}{QTOT} \dots \dots \dots (2.4)$$

6. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

Nilai PLT dihitung dengan menggunakan rumus :

$$PRT = \dots \frac{QRT}{QTOT} \dots \dots \dots (2.5)$$

7. Faktor Penyesuaian Jalan Minor (FMI)

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor menurut Direktorat Jenderal Bina Marga sesuai dengan tipe persimpangan. selanjutnya dimasukkan ke dalam tabel yang terdapat rumus.



Nilai PMI dihitung dengan menggunakan rumus :

PMI = QMI / QTOT(2.6)

2.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menurut Alamsyah ialah nilai perbandingan dari jumlah arus atau volume lalu lintas terhadap kapasitas persimpangan.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga perhitungan nilai derajat kejenuhan pada suatu persimpangan dihitung dengan menggunakan rumus:

DS = Q / C.....(2.7)

2.6 Tundaan

Tundaan (delay) menurut Alamsyah digunakan untuk mengetahui kondisi kemacetan pada suatu jalan. Semakin macet suatu jalan maka semakin besar tundaan yang terjadi pada jalan tersebut. langkah – langkah untuk menghitung tundaan simpang yaitu :

1. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTi)

Tundaan lalu lintas simpang (DTi) menurut Direktorat Jenderal Bina Marga adalah tundaan rata-rata yang mencakup seluruh jenis kendaraan bermotor yang memasuki persimpangan.

Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTi) dihitung dengan menggunakan rumus:

Untuk DS<0,6

DT1= 2 + 8,2078 x DS - (1-DS) x 2.....(2.8)

Untuk DS > 0,6

DT = 1,0504 / (0,2742 - (0,2042 x DS)) (1 - DS) x 2(2.9)

2. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTMA)

Ada dua batasan rumus yang digunakan untuk menghitung Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTMA) yaitu :

Untuk DS<0,6

DTMA=1,8 + (5,8234 x DS) - (1-DS) x 1,8.....(2.10)

Untuk DS >0,6

DT = 1,05034 / (0,346 - (0,246 x DS)) - (1 DS) x 1,8(2.11)

3. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTMI)

Penentuan Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTMI) dihitung dengan rumus :

DTMI = (QTOT x DTI) - (QMA x DTMA) / QMI(2.12)

4. Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang (DG), dihitung dengan rumus :

Untuk DS<1,0

DG = (1-DS) x (PT x 6 + (1-PT) x 3) + DS x 4.....(2.13)

Untuk DS≥1,0 DG = 4 detik/smp

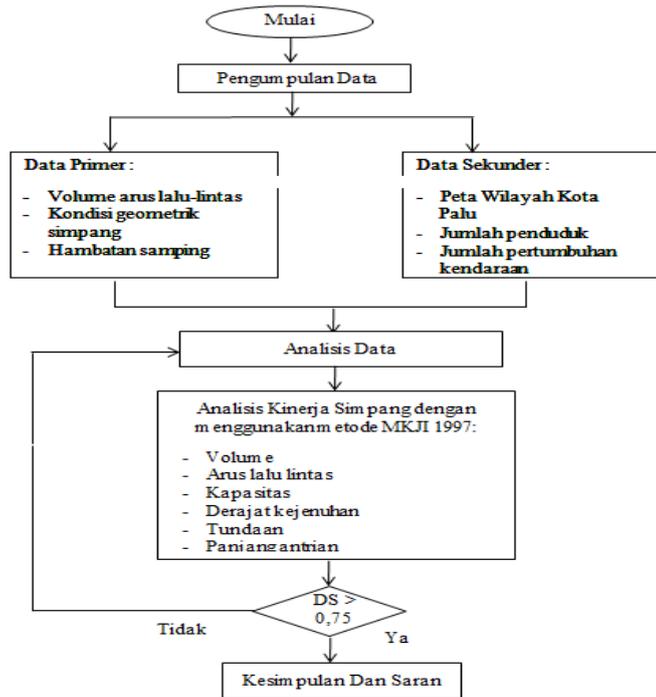
5. Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang (D) menurut Direktorat Jenderal Bina Marga dihitung dengan rumus :

$$D = GD + Dt_i \dots \dots \dots (2.14)$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir

3.2 Waktu Survey

Pelaksanaan waktu survey, mengambil sampel 2 hari yaitu hari selasa dan hari kamis pemilihan hari tersebut dianggap dapat mewakili hari puncak Selanjutnya untuk pemilihan jam survey yaitu terbagi dalam 2 jam puncak yang mewakili pagi, siang, dan sore hari, yaitu :

- a. Pagi :06.30 – 08.30 WITA
- b. Siang :11.30 – 13.30 WITA
- c. Sore :16.00 – 18.00 WITA

3.3 Data Primer

- a. Volume Arus Lalu Lintas
- b. Kondisi Geometrik Simpang
- c. Hambatan Simpang

3.4 Data Sekunder

- a. Peta Wilayah Kota Palu
- b. Jumlah Penduduk
- Jumlah Pertumbuhan Kendaraan

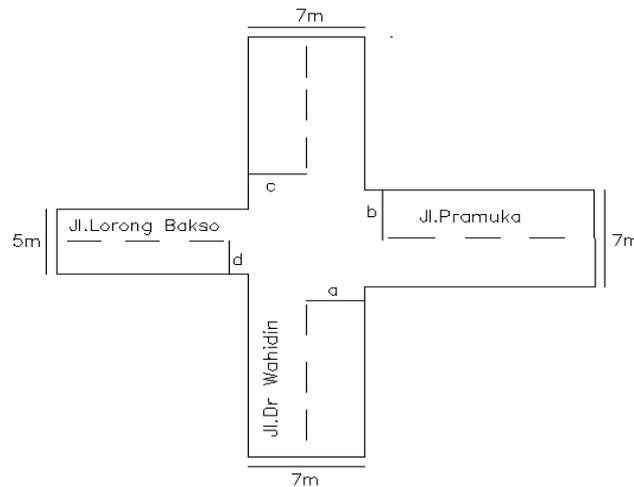
4. PEMBAHASAN DAN HASIL

4.2 Analisis Data

1. Kapasitas (C)

Dalam menghitung nilai kapasitas simpang tak bersinyal dibutuhkan selain kapasitas dasar juga dibutuhkan dengan beberapa faktor-faktor pendukung yaitu: Faktor penyesuaian lebar pendekat (FW), Faktor penyesuaian median jalan utama (FM), Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs), Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan (FRSU), Faktor penyesuaian belok kiri (FLT), Faktor penyesuaian belok kanan (FRT), Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (FMI). Uraian untuk menghitung nilai kapasitas simpang tak bersinyal sebagai berikut.

- Kapasitas dasar (Co), dapat ditentukan berdasarkan tipe simpang 422 (4 lengan simpang, 2 lajur jalan minor, 2 lajur jalan utama) yang tercantum dalam pedoman MKJI 1997 tipe simpang 422, kapasitas dasarnya (Co) = 2900 smp/jam.
- Faktor penyesuaian lebar pendekat (Fw) diperoleh dari formula dalam pedoman MKJI 1997. Lebar pendekat rata-rata (WI) yang tergambar pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Lebar Rata – Rata Pendekat

Lebar pendekat **c** hanya untuk keluar, maka **c** = 0 (3 lengan simpang)

$$W = \frac{b+a/2+d/2}{\text{Jumlah Lengan Simpang}}$$

$$W = \frac{7 + 3,5 + 2,5}{3}$$

$$W = 4,3$$

Pada tipe simpang 422 maka nilai penyesuaian lebar pendekat (FW) adalah sebagai berikut.

$$Fw = 0,70 + 0,0866 \times WI$$

$$Fw = 0,70 + 0,0866 \times 4,3 = 1,07$$

- Faktor penyesuaian median jalan utama (FM) diperoleh dari pedoman MKJI 1997 yaitu simpang yang tanpa median pada jalan maka nilai faktor koreksi median dengan nilai FM = 1,0.
- Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS) ditentukan dari jumlah penduduk kota yang bersangkutan menurut pedoman MKJI 1997, Untuk jumlah penduduk di kota Palu akhir tahun 2021 dengan jumlah 397.894 jiwa. Nilai Fcs = 0,88.

- e. Faktor penyesuain tipe lingkungan jalan (FRSU) diperoleh dari pedoman MKJI 1997. Simpang tak bersinyal simpang Jalan Wahidin – Jalan Pramuka – Jalan Bakso termasuk kelas lingkungan jalan (RE) komersial, mempunyai kelas hambatan samping rendah dan mempunyai nilai rasio kendaraan tak bermotor (PUM) = 0,017, maka nilai FRSU = 0,95.

- f. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT) dapat ditentukan dengan formula dari pedoman MKJI 1977. faktor penyesuain belok kiri (FLT) dengan formula dari pedoman MKJI 1997 sebagai berikut.

$$FLT = \{ (0,84 + (1,61 \times PLT$$

$$FLT = \{ (0,84 + (1,61 \times 0,63) \} = 1,85$$

- g. Faktor penyesuaian belok kanan (FRT) diperoleh dari pedoman MKJI 1997 pada simpang dengan 4 lengan nilai FRT = 1,0.

- h. Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (FMI) diperoleh dari pedoman MKJI 1997. Untuk tipe simpang 4 maka menentukan nilai penyesuaian rasio arus jalan minor (FMI) adalah sebagai berikut.

$$FMI = 1,19 \times PMI^2 - 1,19 \times PMI + 1,19$$

$$= 1,19 \times 0,67^2 - 1,19 \times 0,67 + 1,19$$

$$= 0,97$$

Dengan diperolehnya nilai kapasitas dasar dan faktor-faktor penyesuaian diatas maka kapasitas baru sesungguhnya pada simpang tak bersinyal simpang Jalan Wahidin – Jalan Pramuka – Jalan Bakso dapat dihitung dengan formula menurut pedoman MKJI 1997 adalah sebagai berikut.

$$C = \{ C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times FLT \times FRT \times FMI$$

$$= \{ 2900 \times 1,07 \times 1,0 \times 0,88 \times 0,95 \times 1,85 \times 1,0 \times 0,97 \}$$

$$= 4655,12 \text{ smp/jam}$$

2. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan dapat dianalisa dengan menggunakan persamaan berikut ini untuk $Q_{tot} = 1962 \text{ smp/jam}$ dan $C = 2906,96 \text{ smp/jam}$ didapat :

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

$$DS = \frac{2337,7}{4655,12}$$

$$DS = 0,51$$

3. Tundaan Lalu Lintas simpang (DT1)

Berdasarkan dari pedoman MKJI 1997 untuk menghitung tundaan lalu lintas simpang (DT1) dapat digunakan formula sebagai berikut.

$$DT1 = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS) \times 2$$

$$DT1 = 2 + 8,2078 \times 0,51 - (1 - 0,51) \times 2$$

$$DT1 = 5,205 \text{ det/sm}$$

4. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTMA)

Untuk menghitung nilai tundaan lalu lintas simpang (DTMA) adalah sebagai berikut.

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 \times (1 - DS) \times 1,8$$

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 \times (1 - 0,51) \times 1,8$$

$$DTMA = 6,936 \text{ det/smp}$$

5. Tundaaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTMI)

Tundaaan lalu lintas jalan minor (DTMI) simpang tak bersinyal dapat dihitung berdasarkan formula dari pedoman MKJI 1997 sebagai berikut ini.

$$DTMI = \frac{Q_{tot} \times DTI - QMA \times DTMA}{QMI}$$

$$DTM = \frac{12247,1 \times 5,205 - 3988,9 \times 6,936}{8258,2}$$

$$DTMI = 8,94$$

6. Tundaaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaaan geometrik simpang (DG) simpang tak bersinyal simpang dapat dihitung berdasarkan formula dari pedoman MKJI 1997 sebagai berikut.

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

$$DG = \{(1 - 0,51) \times (0,33 \times 6 + (1 - 0,33) \times 3)\} + \{(0,51 \times 4)\}$$

$$DG = 4,00 \text{ det/smp}$$

7. Tundaaan Simpang (D)

Tundaaan simpang tak bersinyal simpang dapat dihitung dengan menggunakan formula dari pedoman MKJI 1997 sebagai berikut.

$$D = (DG + DT1)$$

$$D = (4,00 + 5,205)$$

$$D = 9,205 \text{ det/smp}$$

8. Peluang Antrian (QP%)

rentang nilai peluang antrian dapat dihitung dengan menggunakan formula dari pedoman MKJI 1997 sebagai berikut:

QP% (batas bawah)

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

$$QP\% = \{(9,02 \times 0,51) + (20,66 \times 0,51^2) + (10,49 \times 0,51^3)\}$$

$$= 11,365\%$$

QP % (batas atas)

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

$$QP\% = \{(47,71 \times 0,51) + (24,68 \times 0,51^2) + (56,47 \times 0,51^3)\}$$

$$= 25,403\%$$

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukannya perhitungan dan pembahasan, maka dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan yaitu pada simpang tak bersinyal simpang Jalan Wahidin – Jalan Pramuka – Jalan Bakso adalah sebagai berikut.

1. Jumlah volume arus lalu lintas kendaraannya (Q_{tot}) pada jam puncak sebesar 2337,6 smp/jam, dan mempunyai nilai kapasitas (C) sebesar 4655 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,51, dengan nilai tundaan simpang sebesar 9,205 det/smp, dan peluang antrian (QP) sebesar



11% - 25%.

2. Dalam penelitian pada simpang tak bersinyal simpang Jalan Wahidin – Jalan Pramuka – Jalan Bakso ini dari hasil perhitungan memiliki nilai Derajat Kejenuhan $0,51 (DS) < 0,75$ maka simpang Jalan Wahidin – Jalan Pramuka – Jalan Bakso ini mempunyai tingkat pelayanan lalu lintas yang memenuhi syarat, dan untuk lebih mengoptimalkan Kinerja Simpang Jalan Wahidin – Jalan Pramuka – Jalan Bakso makadapat digunakan solusi dengan melakukan penertiban kendaraan agar tidak memarkirkan kendarannya di simpang, dan melakukan pelebaran jalan ruas jalan wahidin dari 7 m menjadi 9 m.

5.2 Saran

1. Perkembangan lalulintas perlu dianalisa terus menerus secara kontinu sehingga dapat diketahui pengaruh perkembangan jumlah kendaraan terhadap lalulintas
2. Disarankan untuk memperpanjang waktu survey pada jam sibuk di waktu yang lain saat pengambilan data arus dan volume lalu lintas agar data yang diperoleh lebih akurat lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. A. 2008, Rekayasa Lalu Lintas (edisi Revisi), Universitas Muhammadiyah Malang Press, Malang
- Aqsha, R.M. (2009). KAJIAN KINERJA PERSIMPANGAN TIDAK BERSIGNAL PADA PERSIMPANGAN JALAN SOEKARNO-HATTA-JENDRAL SUDIRMAN-JALAN CUT NYAK DIEN. ENDRAL SUDIRMAN-JALAN CUT NYAK DIEN, 2009, .
- C. Jotin Khisty & B. Kent Lall. 2005. Dasar – dasar Rekayasa Transportasi. Jilid II Jakarta: Penerbit Erlangga
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (2009), Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Elisabeth, N. R., & Waani, J. (2015). Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman Dan Jalan Di. Panjaitan. Jurnal Sipil Statik, 747 - 758.
- FIRMANSYAH, F. (2015). EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL. JURUSAN TEKNIK SIPIL 2015,
- Hernawan, B. R. (2012). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Samirono, Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia, 1 - 110.
- Hobbs, F.D., 1995, Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas, Edisi Kedua, Universitas Gajah Mada Press, Yogyakarta.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997, Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Morlok, E.K, 1995. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Erlangga Jakarta
- Munawar, Ahmad, 2006. Manajemen Lalu Lintas Perkotaan. Jogjakarta : Beta Offset.
- Suteja, I. W. (2011). ANALISIS KEBUTUHAN PENANGANAN SIMPANG EMPAT GERUNG DI LOMBOK BARAT. Vol. 15, No. 2, Juli 2011
- Undang-Undang Republik Indonesia No.38 Tahun 2004 Tentang Jalan.