

ANALISA MODEL ARUS JENUH PADA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus : Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata)

¹ Rudi Balaka, ² Wiwin Yulistira

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo

Koresponden Author : rudi.balaka_ft@uho.ac.id

ABSTRACT

The amount of saturated flow is influenced by several factors, namely the effective approach width, traffic conditions and characteristics, side constraints, clogs, vehicle characteristics, city size. The method used in calculation of saturated current is Time Slice method and MKJI method 1997. The observed crossroads are junction Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata. Data obtained from survey in the field will be analyzed by Time Slice method and MKJI method. The formula used in the MKJI method to calculate the maximum saturation current value is $S_o = 600 \times W_e$, with the description W_e are the effective width of a path. From the results of the analysis performed on the intersection of signal at Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata, not all arms are saturated, the saturated flow is only two sides of the intersection in the northern intersection with 3553 smps / hour, Time Slice method of 5.295 smp / 6 sec and the southern with the saturation value of 3518 smp / hour, Time Slice method 4,995 pcu / 6 sec while in the eastern and west sides of the intersection does not lead to saturated condition.

Keywords : Saturation Flow, Cycle Time, MKJI Method 1997, Time Slice Method

1. PENDAHULUAN

Masalah transportasi secara umum dan lalu lintas pada khususnya merupakan fenomena yang terlihat sehari-hari dalam kehidupan manusia. Semakin tinggi tingkat mobilitas warga suatu kota, akan semakin tinggi juga tingkat perjalanannya. Kemacetan lalu lintas di suatu kota bukan merupakan hal yang asing lagi yang dapat terjadi di suatu ruas ataupun persimpangan jalan, kemacetan timbul karena adanya konflik pergerakan antar kendaraan yang datang tiap arah kaki simpangnya, dan untuk mengurangi konflik ini banyak dilakukan pengendalian untuk mengoptimalkan persimpangan dengan menggunakan lampu lalu lintas.

Di kota yang sedang berkembang seperti Kota Kendari kebutuhan akan transportasi sudah menjadi kebutuhan primer bagi sebagian besar masyarakat Kota Kendari.

Persimpangan adalah suatu sistem jaringan jalan dimana tempat bertemunya arus lalu-lintas dari berbagai arah dan merupakan lintasan kendaraan yang berpotongan.

Terjadinya konflik pada persimpangan salah satunya disebabkan kurang tertibnya pemakai jalan untuk mematuhi peraturan lalu-lintas, jika konflik tersebut makin lama bertambah besar maka akan menimbulkan kemacetan pada persimpangan. Kemacetan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya arus jenuh.

Arus jenuh adalah volume maksimum kendaraan yang dapat melewati garis henti dari sebuah jalur pendekat pada saat lampu hijau dan pada saat terdapat deretan dari kendaraan pada jalur pendekat.

- 1) Salah satu permasalahan yang menarik untuk diamati adalah Bagaimana tingkat volume dan kapasitas simpang bersinyal Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata
- 2) Bagaimana model arus jenuh pada simpang bersinyal Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil survei yang dilakukan secara langsung di tiap lokasi kaki simpang yang berupa data geometrik jalan (lebar pendekat, lebar masuk dan lebar keluar), data durasi sinyal lalu lintas, data arah pergerakan lalu lintas, data arus lalu lintas, dan data kondisi lingkungan jalan. Sedangkan data sekunder merupakan data yang berasal dari instansiinstansi terkait, baik milik pemerintah maupun swasta, yang berkaitan dengan penelitian berupa data kependudukan kota Kendari dan peta jaringan jalan kota Kendari.

Untuk pengumpulan data dan informasi pada penelitian ini dilakukan persiapan yang matang agar dapat memperlancar proses

pengambilan data. Pengumpulan data lapangan diawali dengan survey pendahuluan sehingga dapat menentukan lokasi simpang yang akan diambil data lapangannya.

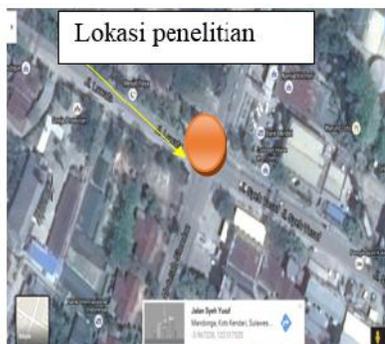
Pengukuran data lapangan meliputi pengukuran geometric simpang, pencatatan durasi sinyal lalu lintas dan observasi keadaan lingkungan jalan, pencatatan arah pergerakan arus lalu lintas simpang bersinyal. Selain itu juga dilakukan studi kepustakaan berupa buku, jurnal ilmiah dan peraturan perundangan yang berkaitan dengan penelitian ini.

Dari hasil survey pendahuluan digunakan untuk menentukan waktu dan lokasi pengambilan data arus lalu lintas yang meliputi 1 lokasi simpang bersinyal yang mencakup 4 kaki simpang bersinyal. Penentuan waktu jenuh didasarkan dari kepadatan arus lalu lintas pada waktu sibuk bagi pengguna lalu lintas. Penelitian “**Analisa Model Arus Jenuh Pada Simpang bersinyal (Studi Kasus : Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata)**” dilaksanakan selama 3 hari dengan terlebih dahulu dilakukan survei pendahuluan untuk mengetahui jam-jam sibuk kendaraan yang melewati simpang.

Penelitian dilakukan pada hari libur dan hari kerja dimana minggu mewakili hari libur dan hari senin mewakili hari kerja, survei dilakukan selama 1 jam pada jam - jam sibuk yaitu (pagi, siang dan sore). Pagi dimulai dari jam 07:00 – 08:00, siang dimulai dari jam 11:00 – 12:00, dan sore mulai jam 16:00 – 17:00.

Kaki simpang bersinyal yang mengalami kejenuhan arus pada umumnya menyisakan arus kendaraan setelah sinyal hijau berakhir dari suatu antrian dalam sebuah siklus. Kaki simpang bersinyal yang mengalami kejenuhan arus selanjutnya akan diambil data arus lalu lintasnya.

Lokasi penelitian ini berada di Provinsi Sulawesi Tenggara yaitu di Kota Kendari, Kecamatan Mandonga, tepatnya pada simpang bersinyal lengan empat di Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata, Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Dalam penelitian yang dilakukan menggunakan dua metode, yaitu Metode MKJI dan Metode *Time Slice*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Data

A. Analisis Arus Jenuh

Arus Jenuh merupakan kemampuan maksimum suatu lengan persimpangan mengalirkan arus lalu lintas. Besarnya arus jenuh persimpangan dipengaruhi oleh lebar mulut persimpangan, arus lalu lintas simpang serta jenis pengendalian persimpangan serta kondisi di sekitarnya. Secara matematis untuk mencari arus jenuh maka dapat dipergunakan rumus (2.22).

Arus Jenuh dasar S_0 ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (W_e) dan arus lalu lintas belok kanan pada pendekatan tersebut dan juga pada pendekatan yang berlawanan, karena pengaruh dari faktor – faktor tersebut tidak linier. Kemudian dilakukan penyesuaian untuk kondisi sebenarnya sehubungan dengan ukur kota, hambatan samping, kelandaian dan parkir.

Besarnya arus jenuh dapat ditentukan melalui perhitungan empiris maupun pengamatan langsung di lapangan (observasi). Pengamatan dilakukan pada saat operasi arus jenuh muncul yaitu pada saat lampu hijau dan dilakukan pada saat kondisi puncak arus lalu lintas. Pada MKJI 1997, arus jenuh dianggap tetap selama waktu hijau. Meskipun demikian, yang terjadi di lapangan, pada awal lampu hijau menyala, arus kendaraan bergerak mulai dari 0 dan akan mencapai nilai puncaknya beberapa detik kemudian dan nilai ini akan menurun pada akhir waktu hijau. Arus kendaraan akan tetap berlangsung selama waktu kuning dan waktu merah semua hingga menjadi 0 kembali.

B. Penentuan Kapasitas Pendekat Simpang Bersinyal dan Derajat Kejenuhan

Kapasitas dapat diartikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melalui suatu persimpangan. Untuk mencari kapasitas (C) dari suatu pendekatan simpang bersinyal maka dapat digunakan rumus (2.29). Setelah kapasitas pendekatan diperoleh, maka dapat dihitung nilai Derajat Kejenuhan (DS) dengan cara membagi volume lalu lintas (*flow*) yang melewati pendekatan dengan kapasitas pendekatan itu sendiri.

Secara matematis Derajat Kejenuhan dapat dinyatakan dengan rumus (2.30)

C. Analisis Waktu Sinyal (Waktu Siklus dan Waktu Hijau)

Penentuan Waktu sinyal untuk keadaan kendali waktu tetap dilakukan dengan berdasarkan metode Webster (1966) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Langkah pertama adalah menentukan waktu siklus (c) selanjutnya waktu hijau (g) pada masing masing fase.

Waktu siklus merupakan waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal, yakni waktu diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekat yang sama. Pendekatan yang dilakukan dalam perhitungan waktu siklus memenuhi kaidah dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia.

Secara matematis Waktu Siklus dan Waktu Hijau dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C_o = \frac{(1,5 \times L + 5)}{(1 - Y)}$$

Dimana :

- Co = Waktu Siklus Optimum (detik)
- L = Total Lost Time
- Y = Arus jenuh dibagi dengan arus

D. Waktu Kuning, Waktu Merah Semua, Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Total

Waktu kuning (*amber*) merupakan waktu tambahan yang diberikan pada suatu pendekat untuk menggantikan “kehilangan awal” pada waktu kendaraan mulai berangkat pada saat nyala hijau, sehingga harus diberikan “tambahan akhir agar waktu hijau menjadi efektif, dan arus jenuh yang diberangkatkan dapat dipertahankan.

Sedangkan waktu merah semua (*Allred Time*) merupakan waktu yang diperlukan untuk pengosongan akhir setiap fase untuk memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang pertama dari fase berikutnya dari pendekat yang berurutan (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) menuju ke titik konflik. Jadi waktu merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti ke titik konflik, serta panjang dari kendaraan yang berangkat.

Besarnya waktu kuning biasanya ditetapkan sebesar 3 detik, sedangkan nilai waktu merah semua diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$All\ red = \left[\frac{(L_{EV} + l_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]_{Max}$$

Dimana :

- Allred = Waktu merah semua (detik)
- Lev, Lav = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m).
- lev = Panjang kendaraan yang berangkat (m)
- Vev, Vav = Kecepatan masing - masing kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/detik)

Waktu antar hijau (intergreen) untuk setiap pendekat merupakan penjumlahan waktu kuning dan waktu merah semua. Sedangkan waktu hilang total (total lost time) merupakan penjumlahan waktu antar hijau pada keseluruhan fase.

E. Tahap Rekapitulasi Data

Tahap rekapitulasi data adalah tahap mengkonversi data hasil survey dari bentuk formulir kedalam bentuk data masukan dalam suatu software pengolahan data .Tahap ini merupakan awal untuk dapat mengolah data tersebut .

F. Tahap pengolahan Data

Tahap pengolahan data adalah mengolah data rekapitulasi menjadi data yang dapat dibaca.

1. Data hasil survey dikonversikan sesuai kebutuhan untuk analisis

G. Tahap Analisis

1. Analisis Arus Jenuh Dengan Metode *Time Slice*

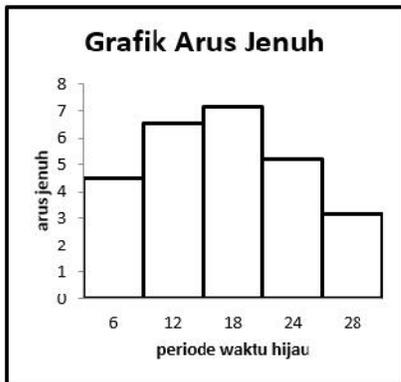
Analisis yang dilakukan pada pengamatan arus jenuh simpang adalah dengan menggunakan metode *time slice*. Data lalu lintas atau kendaraan yang sudah di rekam dengan video camera pada persimpangan selanjutnya dianalisis dengan peralatan computer atau laptop. Alokasi waktu setiap *slice* ditentukan setiap 3 detik dan jumlah interval setiap *slice* yang memenuhi syarat *saturation flow* paling sedikit 20 interval waktu hijau. Setelah dilakukan kompilasi data, dilakukan analisis data yaitu perhitungan emp kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor. Perhitungan nilai emp dilakukan dengan berbagai tahapan. Tahap pertama dari analisis tersebut adalah perhitungan arus jenuh lapangan dengan menggunakan metode potongan waktu. Dasar dalam metode ini adalah membagi setiap waktu hijau kondisi jenuh ke dalam potongan waktu dengan

interval tetap. Setelah didapatkan nilai arus jenuh, dilakukan perhitungan nilai emp untuk masing-masing kendaraan. Perhitungan nilai emp dilakukan pada masing-masing potongan waktu, dengan menggunakan rumus:

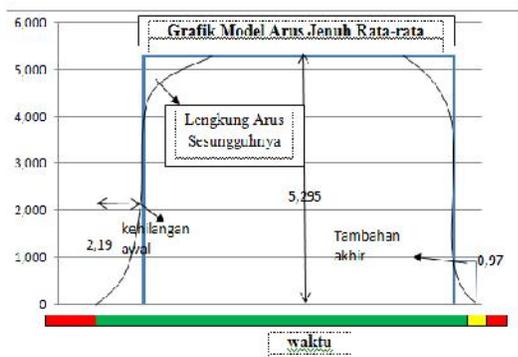
$$\sum lv \times emp \ lv + \sum hv \times emp \ hv + \sum mc \times emp \ mc \times \frac{3600}{t} = S.$$

Tabel 1. Arus lalu lintas metode Time slice / 6 detik

Time periode	6	Traffic flow (Veh)				traffic flow (Smp)				Arus jenuh interval
		MC	LV	HV	M	MC	LV	HV	M	
0	6	110	50	6	176	22	60	7.8	85.8	4.49
6.1	12	106	108	1	215	21.2	108	1.3	130.5	6.53
12.1	18	113	112	6	231	22.6	112	7.8	142.4	7.12
18.1	24	77	81	6	154	15.4	81	7.8	104.2	5.21
24.1	28	37	50	4	51	7.4	50	5.2	62.6	3.13
										5.295



Gambar 1. Grafik arus jenuh interval kaki simpang Jl. Abdullah Silondae depan Bank Mandiri



Gambar 2. Grafik model arus jenuh

2. Analisis Arus Jenuh Dengan Metode MKJI

Selain menggunakan metode *time slice*, penelitian ini juga menggunakan formulir SIG yang merupakan salah satu prosedur perhitungan yang terdapat pada MKJI sebagai perbandingan.

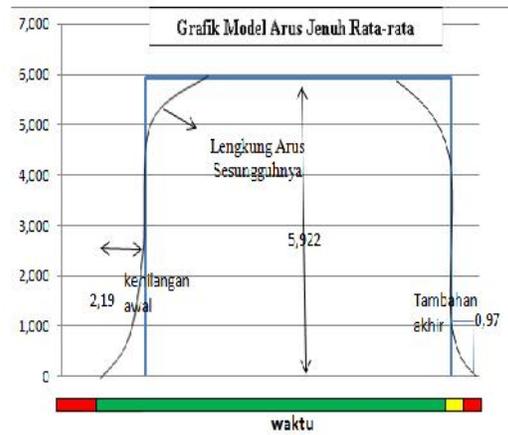
Adapun langkah – langkah dari prosedur perhitungan arus jenuh adalah sebagai berikut :

- Kondisi – kondisi geometrik, pengendalian lalu lintas dan lingkungan tertera pada formulir SIG I.
- Data arus lalu lintas dapat dilihat pada formulir SIG II.
- Waktu kuning dan waktu merah semua dapat dilihat pada formulir SIG III.
- Hasil perhitungan arus jenuh ditunjukkan pada formulir SIG IV.

Tabel 2. Arus jenuh interval rata-rata Metode MKJI

Kode Pendekat	Lokasi Pendekat	Arus Jenuh Interval Rata-rata (smp/jam)	Arus Jenuh Interval Rata-rata (smp/6 detik)
U	Jl. Drs. H Abdullah Silondae (Bank Mandiri)	3553,2	5,922
S	Jl. Drs. H Abdullah Silondae (Bank BRI Syariah)	3517,67	5,863
T	Jl. Syeh Yusuf	3337	5,562
B	Jl Lawata	3201	5,335

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar 3. Grafik model arus jenuh metode MKJI

3.2. Pembahasan

1. Metode MKJI

Berdasarkan dari hasil analisis perhitungan data dengan menggunakan Metode MKJI, dapat diketahui nilai Arus jenuh dari simpang bersinyal Jln. Drs. H. Abdullah Silondae – Jln. Syech Yusuf – Jln. Lawata, dimana nilai Arus jenuh yang di peroleh pada dua lengan simpang yakni pada lengan simpang Jln. Abdullah Silondae depan Bank Mandiri dan Jln. Abdullah Silondae depan Bank BRI Syariah, nilai arus jenuh yang diperoleh cukup tinggi sedangkan pada dua lengan lainnya

yakni pada simpang Jln. Syech Yusuf dan Jln. Lawata, arus jenuhnya tidak begitu tinggi.

Hal ini dibuktikan dari hasil analisis perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2., Pada jalan dengan aturan belok kiri langsung pendekat Utara nilai arus jenuh yang diperoleh sebesar 3553, pendekat Selatan sebesar 3518, pendekat Timur sebesar 3337, dan untuk pendekat Barat sebesar 3201. dan untuk model arus jenuhnya dapat dilihat pada gambar 3.

Melihat hasil dari hasil analisis yang telah dilakukan pada simpang bersinyal Jln. Drs. H. Abdullah Silondae – Jln. Syech Yusuf – Jln. Lawata, Kota Kendari masih berada pada titik normal, akan tetapi perlu dilakukan beberapa perubahan terutama pada dua lengan simpang pada lengan Utara dan selatan agar simpang ini dapat menampung arus lalu lintas dengan aman.

2. Metode Time Slice

Metode Time slice adalah dimana data lalu lintas atau kendaraan yang sudah di rekam dengan video camera pada persimpangan selanjutnya dianalisis dengan peralatan video kaset dan laptop. Alokasi waktu setiap slice ditentukan setiap maksimal 6 detik dan jumlah interval setiap slice yang memenuhi syarat saturation flow paling sedikit 20 interval waktu hijau. Setelah dilakukan kompilas data, dilakukan analisis data yaitu perhitungan emp kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor. dalam penelitian yang dilakukan pada simpang bersinyal bersinyal Jln. Drs. H. Abdullah Silondae – Jln. Syech Yusuf – Jln. Lawata, Kota Kendari, diperoleh data dimana terdapat dua lengan simpang yang memiliki tingkat arus jenuh yang cukup tinggi yaitu pada lengan simpang Jln. Abdullah Silondae depan Bank Mandiri (Utara), serta Jln. Abdullah Silondae depan Bank BRI Syariah (Selatan), dan pada kedua lengan ini juga terdapat kehilangan awal dan akhir, dari penelitian yang dilakukan tingkat arus lalu lintas yang tinggi terjadi pada siang dan sore hari di jam kerja, sedangkan untuk dua lengan simpang lainnya yakni pada lengan simpang Jln. Syech Yusuf dan Jln. Lawata tingkat arus jenuh dan arus lalu lintas cukup rendah serta di kedua lengan ini juga tidak terdapat kehilangan akhir.

Dari hasil analisis penelitian diatas dapat dilihat pada Tabel 1, serta model arus jenuh pada hasil penelitian dengan metode Time Slice dapat dilihat pada Gambar 2.

Kondisi ini dapat dilihat pada hasil rekapitulasi perbandingan nilai arus jenuh dengan menggunakan Metode MKJI dengan Metode Time Slice.

Tabel 3. Perbandingan arus jenuh antara metode MKJI dan Metode Time Slice.

Kode Pendekat	Lokasi Pendekat	Metode MKJI		Metode Time Slice	
		Arus jenuh interval rata-rata (smp/jam)	Arus jenuh interval rata-rata (smp/6detik)	Arus jenuh interval rata-rata (smp/6detik)	Arus jenuh interval rata-rata (smp/jam)
Utara	Jl. Drs. H. Abdullah Silondae (Bank Mandiri)	3553,2	5,922	5,295	3177
selatan	Jl. Drs. H. Abdullah Silondae (Bank BRI Syariah)	3517,67	5,863	4,995	2997

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan dari hasil analisis perhitungan dari kedua metode tersebut bahwa nilai arus jenuh yang diperoleh pada simpang bersinyal Jln. Drs. H. Abdullah Silondae – Jln. Syech Yusuf – Jln. Lawata, Kota Kendari, hanya dua lengan simpang yang memiliki nilai arus jenuh yang cukup tinggi.

Adapun salah satu factor yang paling berpengaruh dalam tingginya nilai arus jenuh pada kedua lengan tersebut dipengaruhi oleh faktor geometrik dan ketidak sesuaian nilai hambatang samping yang telah ditentukan, faktor geometrik yang dimaksud adalah lebar pendekat efektif (We), lebar keluar (Wkeluar) dan lebar bahu jalan yang digunakan kendaraan untuk berhenti, terutama kendaraan penumpang yang sering berhenti dibahu jalan untuk menaik turunkan penumpang, serta banyak kendaraan yang sering keluar masuk, di sekitar lengan simpang tersebut, sehingga kendaraan yang berada pada lengan simpang ini secara tidak disadari akan memperlambat kendaraan mereka, dengan begitu kendaraan lainpun akan secara bersama-sama akan ikut memperlambat kendraan mereka, dalam hal ini waktu siklus yang tidak berubah (untuk semua lengan) akan terus berputar secara otomatis, tanpa memperhatikan banyaknya kendaraan yang ada pada suatu lengan ini.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai model arus jenuh pada simpang bersinyal di Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata, Kota Kendari yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk hasil analisis nilai tingkat kapasitas (C) dan volume arus lalu lintas (Q) pada

simpang bersinyal di Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata, Kota Kendari adalah sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara nilai Q yang diperoleh sebesar 474 smp/jam sedangkan nilai C sebesar 739 smp/jam
 - b. Sebelah selatan untuk nilai Q diperoleh sebesar 459 smp/jam sedangkan untuk nilai C sebesar 715 smp/jam
 - c. Sebelah timur nilai Q yang diperoleh adalah 344 smp/jam dan nilai C adalah 536 smp/jam
 - d. Sebelah barat nilai Q yang diperoleh adalah 215 smp/jam dan nilai C adalah 335 smp/jam
2. Adapun nilai arus jenuh yang diperoleh dari kedua metode tersebut adalah dimana pada simpang bersinyal Jl. Drs. H. Abdullah Silondae – Jl. Syech Yusuf – Jl. Lawata, Kota Kendari, hanya terdapat dua lengan simpang yang memiliki tingkat arus jenuh yang cukup tinggi, yakni pada lengan simpang sebelah Utara dan lengan simpang sebelah Selatan, sedangkan untuk lengan simpang sebelah Timur dan sebelah Barat tingkat arus jenuhnya rendah.

4.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Pengaturan ulang waktu siklus dengan meninjau lebar lajur efektif dan volume arus lalu lintas, terutama pada lengan simpang yang ada disebelah Utara dan Selatan.
2. Perlu adanya perhatian dari pemerintah daerah terutama Dinas Perhubungan untuk memperhatikan faktor hambatan samping yang terjadi di sekitar lengan simpang, seperti banyaknya kendaraan umum yang sering berhenti disekitar lengan simpang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Andy. 2009. *Study Arus Jenuh Pada Persimpangan Bersinyal Jalan Aceh – Jalan Banda Bandung*. Jurnal Teknik Sipil
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Kota Kendari Dalam Angka 2014*. UD. Syahid. Kendari
- Bowoputro, H. 2014. *Kajian Arus Jenuh Pada Simpang Bersinyal di Kota Malang Bagian Selatan*
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Depertemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Id.Wikipedia.Org/Wiki/Kota_Kendari.Luas Wilayah
- Nugroho, A. D. 2008. *Analisis Penerapan Belok Kiri Langsung Terhadap Tundaan Lalu Lintas Pada Pendekat Persimpangan Bersinyal*