

Analisa dan Penanggulangan Kemacetan di Simpang 4 Pasar Ngebrak Bligo - Pekalongan

Sayli Rohmah

Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Abstract. Jalan merupakan faktor penting bagi perkembangan kehidupan manusia karena perkembangan jalan dan perkembangan kehidupan manusia saling mempengaruhi meningkatnya kemacetan pada jalan. Diakibatkan bertambahnya kepemilikan kendaraan pribadi, terbatasnya sumber daya untuk pembangunan dan belum optimalnya pengoperasian fasilitas arus lalu lintas yang ada. Pada ruas Jl. Raya Pekajangan tepatnya di simpang 4 Pasar Ngebrak Bligo – Pekalongan, perjalanan terbanyak umumnya terjadi pada sore hari dimana banyak orang melakukan pergerakan serentak di waktu yang sama dan menyebabkan kemacetan. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mengetahui penyebab dan dampak kemacetan lalu-lintas di simpang 4 Pasar Ngebrak Bligo sehingga bisa diberi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Setelah diperoleh data volume lalu lintas, dilakukan analisa lalu-lintas berdasar aspek teknis yang didasarkan pada pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) untuk menentukan kapasitas, volume lalu-lintas, kecepatan arus bebas, derajat kejenuhan dan tundaan. Oleh karena itu peraturan lalu-lintas oleh dinas terkait sangat penting demi menciptakan keteraturan lalu-lintas.

Keywords: *derajat kejenuhan; kapasitas; kecepatan arus bebas; kemacetan; tundaan*

1 Pendahuluan

Simpang 4 Pasar Ngebrak Bligo merupakan simpang yang terletak di ruas Jl Raya Pekajangan, Kelurahan Bligo, Kecamatan Buaran, Pekalongan, Jawa Tengah Indonesia. Jl. Raya Pekajangan yang merupakan jalan arteri ini memiliki panjang 1,4 km dan lebar 11 m menjadi salah satu titik kemacetan yang ada di Pekalongan dikarenakan pada jalan tersebut terdapat pedagang kaki lima yang menjajakan dagangan di bahu jalan maupun pinggir jalan, pertokoan, rumah sakit, pasar dan juga pabrik. Selain itu di ruas Jl. Raya Pekajangan tepatnya pada simpang empat Pasar Ngebrak Desa Bligo (Jl. Raya Pekajangan–Jl. Raya Jatilondo–Jl. H. Fajari Arief (Gg. Ngebrak)) juga terdapat parkir kendaraan bermotor yang menggunakan lahan parkir pinggir jalan yang tentunya menambah masalah kemacetan. Dalam penelitian ini ruas jalan yang akan diteliti adalah pada simpang empat Pasar Ngebrak Desa Bligo. Ruas ini dipilih karena adanya beberapa pertimbangan, antara lain



padatnya lalu lintas terutama saat jam sibuk, tercampurnya moda transportasi cepat dan lambat, serta adanya Pasar Tradisional Bligo, pertokoan di sepanjang jalan, dan pabrik Pismatex Textile Industry. Secara visual, kemacetan yang terjadi menimbulkan beberapa kerugian. Baik dari segi waktu, pemborosan energi, meningkatnya polusi udara dan lain sebagainya. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan analisa kemacetan lalu lintas pada Jl. Raya Pekajangan–Jl. Raya Jatilondo–Jl. Raya Bligo serta solusi pemecahannya. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan data volume lalu lintas tertinggi yang melalui simpang empat Pasar Ngebrak Bligo, menganalisis tingkat kemacetan serta mengetahui solusi pemecahan masalah kemacetan yang terjadi pada jalan tersebut.

2 Tinjauan Pustaka

Kinerja ruas jalan merupakan ukuran kondisi lalu lintas pada suatu ruas jalan yang bisa digunakan sebagai dasar untuk menentukan apakah suatu ruas jalan telah bermasalah atau belum melebihi kapasitas. Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau segmen jalan selama selang waktu tertentu yang dapat ditunjukkan dalam satuan waktu tahunan, harian, jam-jaman, atau sub-jam [1]. Satuan mobil penumpang (smp) merupakan sebuah besaran yang menyatakan ekivalensi pengaruh setiap jenis kendaraan yang dibandingkan terhadap jenis kendaraan penumpang [2].

2.1 Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah). Tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Nilai kapasitas diamati melalui pengumpulan data lapangan selama memungkinkan. Karena lokasi yang mempunyai arus mendekati kapasitas segmen jalan sedikit (sebagaimana terlihat dari kapasitas simpang sepanjang jalan), kapasitas juga diperkirakan dari analisa kondisi iringan lalu lintas, dan secara teoritis dengan mengasumsikan hubungan matematik antara kerapatan, kecepatan, dan arus. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp). Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas adalah sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (1)$$

dimana :

C : Kapasitas (smp/jam)

C₀ : Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W : Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{SP} : Faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{SF} : Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar atau jarak kerb penghalang

FFV_{CS} : Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

2.2 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan lain di jalan [3]. Kecepatan arus bebas dirumuskan pada persamaan berikut:

$$FV = (FV_o + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \quad (2)$$

dimana :

FV : Kecepatan arus bebas kendaraan ringan untuk kondisi sesungguhnya (km/jam)

FV_o : Kecepatan arus bebas dasar untuk kendaraan ringan pada jalan yang diamati, untuk kondisi ideal (ditetapkan)

FV_w : Penyesuaian kecepatan untuk lebar jalan (km/jam)

FFV_{SF} : Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu

FFV_{CS} : Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota

2.3 Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak [4]. Persamaan dasar untuk menentukan nilai derajat kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$DS = Q/C \quad (3)$$

dimana:

Q : Arus lalu lintas pada segmen jalan yang ditinjau

C : Kapasitas lalu lintas pada segmen jalan yang ditinjau

Derajat kejenuhan merupakan perbandingan antara volume lalu lintas dan kapasitas jalan, dimana:

- Jika nilai derajat kejenuhan $> 0,8$ menunjukkan kondisi lalu lintas sangat tinggi
- Jika nilai derajat kejenuhan $> 0,6$ menunjukkan kondisi lalu lintas padat
- Jika nilai derajat kejenuhan $< 0,6$ menunjukkan kondisi lalu lintas rendah

2.4 Tingkat Pelayanan

Kinerja ruas jalan dapat didefinisikan sejauh mana kemampuan jalan menjalankan fungsinya, dimana menurut MKJI 1997 yang digunakan sebagai parameter adalah Derajat Kejenuhan (DS). [5] juga menjelaskan bahwa tingkat pelayanan jalan dapat juga dihitung berdasarkan batas lingkup Q/C ruas jalan tersebut, seperti terlihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 1 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Batas Lingkup DS
A	0,00- 0,19
B	0,20 – 0,44
C	0,45 – 0,74
D	0,75 – 0,84
E	0,85 – 1,00
F	>1,00

2.5 Panjang Antrian

Dari nilai derajat kejenuhan (DS) dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1) yang merupakan sisa dari fase hijau terdahulu [6], yang dirumuskan sebagai berikut:

Untuk $DS > 0,5$:

$$NQ_1 = 0,25 C \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8(DS-0,5)}{c}} \right] \quad (4)$$

Untuk $DS \leq 0,5$:

$$NQ_1 = 0 \quad (5)$$

dimana:

NQ_1 : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS : Derajat kejenuhan

GR : Rasio hijau (g/c)

C : Kapasitas (smp/ jam)

Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2) dihitung dengan menggunakan rumus seperti berikut :

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (6)$$

dimana:

NQ_2 : Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS : Derajat kejenuhan

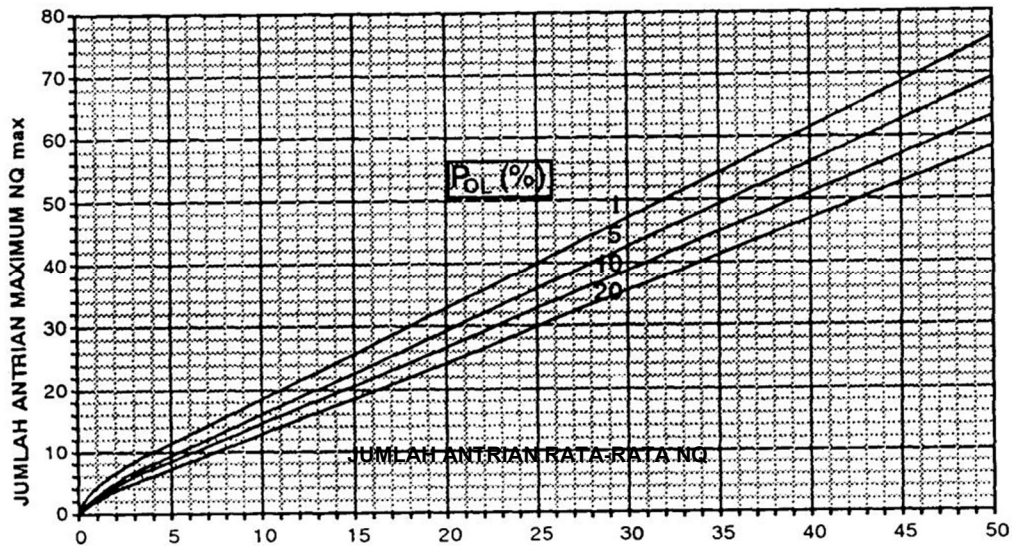
GR : Rasio hijau (g/c)

c : Waktu siklus (det)

Q_{MASUK} : Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/ jam)

Jumlah total kendaraan antri: $NQ = NQ_1 + NQ_2$ (7)

PELUANG UNTUK PEMBEBANAN LEBIH P_{OL}



Gambar 1 Perhitungan Jumlah Antrian (NQ_{MAX}) Dalam SMP

Nilai NQ perlu untuk disesuaikan dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih P_{OL} (%). Untuk perancangan dan perencanaan disarankan $P_{OL} < 5\%$, untuk operasi suatu operasi nilai $P_{OL} = 5\% - 10\%$ mungkin dapat diterima, lihat gambar 1.

Panjang antrian (QL) pada masing - masing kaki persimpangan:

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \quad (8)$$

dimana:

QL : Panjang antrian (m)

NQ_{MAX} : Jumlah antrian yang disesuaikan (smp)

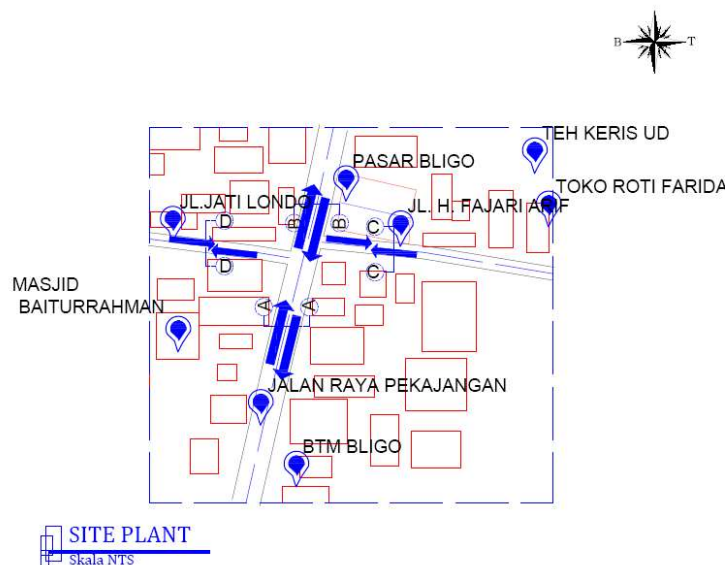
20 : Asumsi luas rata-rata yang dipergunakan per smp

W_{MASUK} : Lebar pendekat masuk

3 Metodologi

Sebelum melakukan keseluruhan penelitian, perlu adanya persiapan yaitu meliputi pengumpulan informasi yang berkaitan dengan topik penelitian serta penyediaan literatur pendukung yang akan digunakan dalam proses analisis baik secara manual maupun

menggunakan sistem komputerisasi. Pengumpulan informasi dan data dalam suatu perencanaan maupun yg akan dipergunakan untuk analisa transportasi, merupakan salah satu tahapan yang sangat penting [7]. Tujuan dari tahap pengumpulan data pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan seluruh data mentah yang akan digunakan dalam analisis [8]. Untuk melakukan analisa tentang kondisi di simpang empat Pasar Ngebrak Bligo dibutuhkan data yang akurat, sehingga perlu diperhatikan periode surveinya untuk memperoleh data kecepatan dan volume yang bervariasi. Oleh karena itu maka survei dilakukan beberapa hari dan dalam beberapa jam.



Gambar 2 Lokasi Pengamatan

Survei volume dilakukan dengan mencatat jumlah kendaraan yang melalui suatu titik tinjau dan interval waktu tertentu untuk masing-masing jenis kendaraan. Metoda survei volume lalu lintas yang digunakan adalah metode survei manual. Dimana surveyor berada disuatu titik yang tetap di tepi jalan dan mencatat setiap kendaraan yang melintasi titik yang telah ditentukan dengan menggunakan alat *tally counter* (yaitu suatu alat kecil yang dapat menjumlahkan secara komulatif) dan kemudian memindahkan jumlah totalnya pada formulir survei lapangan [9]. Pada penelitian ini survei dilakukan selama tiga hari yaitu hari Senin, Rabu, dan Kamis. Setiap harinya dilakukan pengamatan pada jam sibuk yaitu pukul 06.00-09.00 (sibuk pagi), 11.00-13.00 (sibuk siang), 15.00-17.00 (sibuk sore). Pencatatan jumlah dari setiap jenis kendaraan dan kecepatan dilakukan per 15 menit. Lokasi survei yang dipilih yaitu di Jl.Raya Pekajangan, titik lokasi penelitian tepatnya ada

di depan Masjid Baiturrahman Bligo. Pertimbangan pemilihan tempat dikarenakan lokasi tersebut dekat dengan fasilitas umum dan terlihat sering terkena macet.

4 Hasil dan Pembahasan

Data umum geometrik jalan pada lokasi studi ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2 Data Geometrik Jalan Lokasi Studi

Data Geometrik	Jl. Pekajangan	Jl. Jatilondo	Jl. H. Fajari Arief (Gg. Ngebrak)
Tipe jalan	2/2 UD, dengan lebar perkerasan 11 meter	2/2 UD	2/2 UD
Bahu jalan	1 meter (untuk masing-masing sisi jalan)	4 meter	3 meter
Total lebar jalan	13 meter	0 meter	0 meter

Kapasitas ruas jalan dihitung dengan persamaan (1) diatas. Untuk Jl. Pekajangan diperoleh nilai kapasitas ruas jalan adalah 2885,74 smp/jam, sedangkan untuk Jl. Jatilondo dan Jl. H. Fajari Arief (Gg.Ngebrak) sebesar 1404,4 smp/jam. Perhitungan kecepatan arus bebas (FV) adalah dengan menggunakan persamaan (2), dan didapatkan untuk Jl. Pekajangan sebesar 36,77 km/jam, dan untuk Jl. Jatilondo dan Jl. H. Fajari Arief (Gg. Ngebrak) sama yaitu sebesar 29,64 km/jam. Nilai DS diperoleh dengan menggunakan persamaan (3), nilai DS ini berbeda-beda untuk setiap interval waktu survei, dikarenakan sesuai dengan volume lalu lintas (Q) pada waktu-waktu survei tersebut, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada ketiga tabel di bawah ini:

Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas (C), Kecepatan (Fv) dan Derajat Kejenuhan (DS) di Jl. Pekajangan

Jl. Raya Pekajangan	Senin, 27 Januari 2020			Rabu, 29 Januari 2020			Kamis, 30 Januari 2020		
	C	Fv	Ds	C	Fv	Ds	C	Fv	Ds
06.00 - 07.00	2885,74	36,77	0,59	2885,74	36,77	0,57	2885,74	36,77	0,60
07.00 - 08.00	2885,74	36,77	0,79	2885,74	36,77	0,77	2885,74	36,77	0,74
08.00 - 09.00	2885,74	36,77	0,75	2885,74	36,77	0,71	2885,74	36,77	0,71
11.00 - 12.00	2885,74	36,77	0,71	2885,74	36,77	0,75	2885,74	36,77	0,68
12.00 - 13.00	2885,74	36,77	0,67	2885,74	36,77	0,71	2885,74	36,77	0,69
15.00 - 16.00	2885,74	36,77	0,76	2885,74	36,77	0,80	2885,74	36,77	0,80
16.00 - 17.00	2885,74	36,77	0,94	2885,74	36,77	0,84	2885,74	36,77	0,78



Tabel 4 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas (C), Kecepatan (Fv) dan Derajat Kejenuhan (DS) di Jl. Jatilondo

Jl. Raya Jatilondo	Senin, 27 Januari 2020			Rabu, 29 Januari 2020			Kamis, 30 Januari 2020		
	C	Fv	Ds	C	Fv	Ds	C	Fv	Ds
06.00 - 07.00	1404,44	29,64	0,34	1404,44	29,64	0,30	1404,44	29,64	0,27
07.00 - 08.00	1404,44	29,64	0,52	1404,44	29,64	0,42	1404,44	29,64	0,39
08.00 - 09.00	1404,44	29,64	0,48	1404,44	29,64	0,38	1404,44	29,64	0,37
11.00 - 12.00	1404,44	29,64	0,39	1404,44	29,64	0,36	1404,44	29,64	0,29
12.00 - 13.00	1404,44	29,64	0,41	1404,44	29,64	0,43	1404,44	29,64	0,33
15.00 - 16.00	1404,44	29,64	0,51	1404,44	29,64	0,45	1404,44	29,64	0,35
16.00 - 17.00	1404,44	29,64	0,58	1404,44	29,64	0,52	1404,44	29,64	0,39

Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas (C), Kecepatan (Fv) dan Derajat Kejenuhan (DS) di Jl. H. Fajari Arief (Gg. Ngebrak)

Jl. H. Fajari Arief (Gg.Ngebrak)	Senin, 27 Januari 2020			Rabu, 29 Januari 2020			Kamis, 30 Januari 2020		
	C	Fv	Ds	C	Fv	Ds	C	Fv	Ds
06.00 - 07.00	1404,44	29,64	0,26	1404,44	29,64	0,23	1404,44	29,64	0,22
07.00 - 08.00	1404,44	29,64	0,37	1404,44	29,64	0,35	1404,44	29,64	0,34
08.00 - 09.00	1404,44	29,64	0,38	1404,44	29,64	0,35	1404,44	29,64	0,36
11.00 - 12.00	1404,44	29,64	0,37	1404,44	29,64	0,35	1404,44	29,64	0,33
12.00 - 13.00	1404,44	29,64	0,37	1404,44	29,64	0,33	1404,44	29,64	0,34
15.00 - 16.00	1404,44	29,64	0,38	1404,44	29,64	0,37	1404,44	29,64	0,35
16.00 - 17.00	1404,44	29,64	0,41	1404,44	29,64	0,40	1404,44	29,64	0,38

Perhitungan panjang antrian untuk Jl.Pekajangan, Jl. Jatilondo, dan Jl. H. Fajari Arief (Gg.Ngebrak) diuraikan di bawah ini:

1. Jl. Pekajangan

Panjang antrian untuk $DS > 0,5$:

Untuk $DS > 0,5$:

$$\begin{aligned}
 NQ_1 &= 0,25 \times 2885,74 \left[(0,94 - 1) + \sqrt{(0,94 - 1)^2 + \frac{8(0,94 - 0,5)}{2885,74}} \right] \\
 &= 721,435 \times [-0,06 + \sqrt{0,0036 + 0,0012}] \\
 &= 721,435 \times [-0,06 + 0,069] \\
 &= 721,435 \times (0,009) \\
 &= 6,49 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$



$$C = 47 \text{ detik}$$

$$GR = 19/47 = 0,40$$

$$NQ_2 = 47 \times \frac{1 - 0,40}{1 - 0,40 \times 0,94} \times \frac{2110,28}{3600}$$

$$= 47 \times 0,96 \times 0,58$$

$$= 26,16 \text{ smp/jam}$$

Jumlah total kendaraan antri:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 6,49 + 26,16$$

$$= 32,65 \text{ smp/jam}$$

Dengan nilai NQ rata-rata sebesar $= 32,65 / 2 = 16,32$

Dan pembebanan sebesar 5% maka diperoleh NQ_{MAX} sebesar 24 smp.

Panjang antrian (QL) pada masing - masing kaki persimpangan:

$$QL = \frac{24 \times 20}{7} = 68 \text{ m}$$

2. Jl. Jatilondo

Panjang antrian untuk $DS < 0,5$ maka $NQ_1 = 0$

$$C = 47 \text{ detik}$$

$$GR = 17/47 = 0,36$$

$$NQ_2 = 47 \times \frac{1 - 0,36}{1 - 0,36 \times 0,40} \times \frac{567,73}{3600}$$

$$= 47 \times 2,5 \times 0,15$$

$$= 17,62 \text{ smp/jam}$$

Jumlah total kendaraan antri:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 0 + 17,62$$

$$= 17,62 \text{ smp/jam}$$

Dengan nilai NQ rata-rata sebesar $= 17,62 / 2 = 8,8$

Dan pembebanan sebesar 5% maka diperoleh NQ_{MAX} sebesar 14 smp.

Panjang antrian (QL) pada masing - masing kaki persimpangan :

$$QL = \frac{14 \times 20}{4} = 70 \text{ m}$$

3. Jl. H. Fajari Arief (Gg. Ngebrak)

Panjang antrian untuk $DS < 0,5$ maka $NQ_1 = 0$

$C = 47$ detik

$GR = 17/47 = 0,36$

$$NQ_2 = 47 \times \frac{1 - 0,36}{1 - 0,36 \times 0,34} \times \frac{483,91}{3600}$$

$$= 47 \times 3,04 \times 0,13$$

$$= 18,57 \text{ smp/jam}$$

Jumlah total kendaraan antri:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 0 + 18,57$$

$$= 18,57 \text{ smp/jam}$$

Dengan nilai NQ rata-rata sebesar $= 18,57 / 2 = 9,2$

Dan pembebanan sebesar 5% maka diperoleh NQ_{MAX} sebesar 15 smp.

Panjang antrian (QL) pada masing - masing kaki persimpangan:

$$QL = \frac{15 \times 20}{3} = 100 \text{ m}$$

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil survei dan analisis di simpang empat Pasar Ngebrak Bligo, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan volume lalu lintas, didapatkan nilai volume kendaraan dan derajat kejenuhan tertinggi berada di hari Senin pada pukul 16.00 – 17.00 WIB.
2. Dari hasil analisa seluruh jalan (Jl. Raya Pekajangan, Jl. Raya Jatilondo, Jl. H. Fajari Arief) maka dapat dilihat bahwa ruas Jl. Raya Pekajangan macet, yang ditunjukkan oleh nilai DS pada saat jam sibuk yang melebihi 0,8, yaitu Senin pukul 16.00-17.00 dengan nilai DS 0,94 sedangkan hari Rabu pukul 16.00-17.00 nilai DS adalah 0,84 dan hari Kamis pukul 15.00-16.00 yaitu nilai DS sebesar 0,80.
3. Pelebaran di sekitar ruas Jalan ini (Jl. Raya Pekajangan) terlihat sudah tidak memungkinkan dikarenakan adanya pertokoan, pemukiman dan pasar di sisi jalan. Untuk mengatasi masalah kemacetan di atas, diharapkan Pemda Pekalongan membuat APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu-lintas) di daerah simpang Pasar Ngebrak Bligo supaya lalu-lintas menjadi lebih teratur dan tidak terjadi penumpukan kendaraan yang



melewati persimpangan tersebut. Perlu adanya ram di depan pasar (menggunakan lahan parkir) dan rambu belok kiri boleh terus pada ruas Jl. Raya Pekajangan dari arah Utara – Selatan. Kedisiplinan pengguna jalan harus ditegakkan. Diberlakukannya sistem jalan satu arah di jam-jam tertentu/jam sibuk. Pengadaan minibus yang memiliki jadwal teratur/tepat waktu agar lebih menarik perhatian penumpang sehingga lebih memilih menaiki transportasi umum untuk mengurangi penggunaan sepeda motor. Dibuatkan jembatan penyebrangan di depan pasar. Diadakannya tempat khusus untuk bongkar muat serta penurunan penumpang.

Daftar Pustaka

- [1] Mashuri., *Model Hubungan Kecepatan-Volume-Kepadatan Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Arteri Di Kota Palu (Studi Kasus: Jl. Trans Sulawesi Kota Palu)*, Mektek, Tahun VIII, No.2, Mei 2006.
- [2] Julianto, Eko Nugroho., *Hubungan Antara Kecepatan, Volume, dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang*, Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, No.2, Volume 12, pp.151-160, Juli 2010.
- [3] Salmani, M., *Kinerja Ruas Jalan Slamet Riyadi Samarinda*, Jurnal Inersia, Vol.5, No.1, Maret 2013.
- [4] Syukri, Ahmad., *Studi Volume Lalu Lintas Di Jalan Raya Narogong Cileungsi Kabupaten Bogor Periode Agustus 2011*, Jurnal Widya, Tahun 29, No.321, Juli-Agustus 2012.
- [5] *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta, 1997.
- [6] Rahayu, G., Rosyidi, S.A.P. & Munawar, A., *Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal Studi Kasus: Di Jalan Dr.Sutomo-Suryopranoto Yogyakarta*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 12, No. 1, pp. 99-108, Mei 2009.
- [7] Dewi, Kemmla., *Buku Pegangan Kuliah Mahasiswa Dasar Rekayasa Transportasi*, Semarang, 2012.
- [8] Khairulnas., Haris, V.T. & Winayati., *Analisis Derajat Kejenuhan dan Tingkat Pelayanan Jalan Sudirman Kota Pekanbaru*, Jurnal Teknik, Volume 12, No.2, pp. 148-154, Oktober 2018.
- [9] Dewi, Kemmla., *Buku Pegangan Kuliah Mahasiswa Rekayasa Lalu Lintas*, Semarang, 2012.