

# Analisi Hubungan Rasio Volume Kapasitas Jalan dengan Kecelakaan Pada Jalan Ipda Tut Harsono Yogyakarta

*Analysis of the Relationship Between Capacity Ratio and Traffic Accident at Ipda Tut Harsono Street Yogyakarta*

**Muhammad Ridha Yakub, Noor Mahmudah**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

Abstrak. Masalah serius yang selalu terjadi dari waktu ke waktu di jalan adalah kecelakaan lalu lintas. Salah satu faktor penyebabnya adalah besarnya rasio volume kapasitas jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi potensi kecelakaan di jalan Ipda Tut Harsono, menganalisis hubungan rasio volume kapasitas dengan kecepatan kendaraan, menganalisis hubungan rasio volume kapasitas dengan potensi tabrakan serta potensi kecelakaan yang terjadi. Data yang digunakan adalah data primer dan sekunder. Data primer meliputi data geometrik jalan, volume kendaraan, kecepatan kendaraan, hambatan samping, titik konflik dan potensi tabrakan. Data sekunder meliputi data penduduk kota Yogyakarta. Analisis yang digunakan adalah analisis regresi dan korelasi dengan aplikasi komputer Ms. Office Excel. Hasil dari penelitian ini menunjukkan hubungan rasio volume kapasitas dengan kecepatan kendaraan pada ruas A dan ruas B adalah fungsi linier dengan persamaan  $y = -47,974x + 56,294$  dengan nilai  $R^2 = 0,8234$  untuk ruas A dan pada ruas B dengan persamaan  $y = -5,455x + 55,364$  dengan nilai  $R^2 = 0,9328$ . Semakin tinggi rasio volume kapasitas maka semakin rendah kecepatan kendaraan. Hubungan rasio volume dengan potensi tabrakan di titik konflik pada simpang tak bersinyal dan di titik konflik pada ruas B adalah fungsi polinomial positif dengan persamaan  $y = 1469,2x^2 + 1776,5x - 260,04$  dengan nilai  $R^2 = 0,8532$  dan pada titik konflik di ruas B dengan persamaan  $y = -205,03x^2 + 255,18x - 37,624$  dengan nilai  $R^2 = 0,7088$ . Seiring peningkatan rasio volume kapasitas maka resiko terjadinya potensi tabrakan di simpang tak bersinyal dan di ruas jalan. Rasio volume kapasitas 0.6 sampai 0.7 terjadi konflik yang tinggi disebabkan pengemudi masih bebas memilih kecepatan kendaraan. Rasio volume kapasitas lebih dari 0.8 pengendara mengurangi kecepatan karena peningkatan volume lalu lintas. Pada kecepatan 25-27 km/jam dengan rasio volume kapasitas 0,6 sampai 0,7 terjadi konflik yang tinggi pada simpang tak bersinyal dan pada kecepatan 26-27 km/jam dengan rasio volume kapasitas 0,6 sampai 0,7 terjadi konflik yang tinggi pada ruas B.

Kata-kata kunci: rasio, volume, kapasitas jalan, kecelakaan, potensi tabrakan, jalan Ipda Tut Harsono

*Abstract. A serious problem that is always occurred over time on the road is a traffic accident. One of the main factors is caused by the volume capacity road. This study aims to determine the factors affecting potential accidents at Ipda Tut Harsono street, the relationship of volume-capacity ratio and the speed of vehicle. Furthermore, this study also analyze the relationship of volume-capacity ratio with potential collisions and potential accidents that occur. This analysis uses primary and secondary data. Primary data includes road geometric data, vehicle volume, vehicle speed, side barriers, conflict points and accident occurrence. Secondary data includes the population data of Yogyakarta 2016. This analysis uses regression and correlation of analyze with using Ms. Office Excell computer application. The results of this study showed the relationship of volume capacity ratio with vehicle speed on section A and section B with the equation  $y = -47,974x + 56,294$  at section A  $R^2 = 0.9988$  and at section B  $Y = -5,455x + 55,364$   $R^2 = 0.9917$ . The higher the ratio of volume capacity the lower the speed of vehicle. The relationship of the volume ratio with the potential of collisions at the point of conflict in the unsignalized intersection and at the point of conflict on section B with the equation  $y = -205,03x^2 + 255,18x - 37,624$  obtained by the value  $R^2$  at the point of conflict in an unsignalized intersection  $R^2 = 0.8532$ , and at the point of conflict in section B  $y = -205,03x^2 + 255,18x - 37,624$  by  $R^2 = 0.7088$ . With the increase of volume-capacity ratio, the risk of accident occurrence in unsignalized*

*intersections and on roads. The condition of volume-capacity ratio of 0.6 to 0.7 has a high number conflict because the driver use to driving with high speed. When the volume-capacity ratio is higher than the 0.8 the driver will slow down due to traffic volume . At the speed of 25-27 km / h volume-capacity ratios of 0.6 to 0.7 there is a high number conflict in unsignalized intersections and at the speed of 26-27 km / h volume-capacity ratio of 0.6 to 0.7 high conflict occurred on section B.*

*Key words : Ratio, Volume, road capacity, accident, accident occurance, Ipda Tut Harsono street*

## 1. Pendahuluan

Masalah serius yang selalu terjadi dari waktu ke waktu di jalan adalah kecelakaan lalu lintas. Salah satu faktor penyebab adalah besarnya rasio volume kapasitas. Kecelakaan lalu lintas berdasarkan Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain, yang mengakibatkan korban manusia dan atau kerugian harta benda. Kecelakaan lalu lintas merupakan indikator utama tingkat keselamatan jalan raya (Saragih,dkk, 2013;Palenewen,dkk,2014). Rasio volume kapasitas berpengaruh pada angka kecelakaan (Murtopo, 2013 ; Antoro,dkk, 2006; Peprizal, dkk, 2014). Titik potensi kecelakaan lalu lintas (Machsus, 2015). Analisis kinerja sangat penting untuk mengetahui kondisi suatu jalan (Koloway, 2009)

Potensi terjadinya kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor lalu lintas, faktor geometrik dan faktor lingkungan. Potensi kecelakaan yang disebabkan oleh faktor lalu lintas, meliputi volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, pergerakan dan titik konflik di persimpangan, serta komposisi jenis kendaraan.

Untuk mengetahui kapasitas dan rasio volume kapasitas, peneliti mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997). Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui hubungan rasio volume kapasitas dengan kecepatan dan hubungan rasio volume kapasitas

dengan potensi kecelakaan. Metode penelitian berupa survei geometrik jalan meliputi panjang ruas dan lebar lajur, survei volume kendaraan pada jam kerja, survei kecepatan kendaraan dan mengamati potensi kecelakaan pada titik-titik yang berpotensi konflik atau rawan kecelakaan.

## 2. Dasar Teori

### *Ekivalensi Lalu Lintas*

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997), telah ditetapkan nilai emp untuk ruas jalan perkotaan seperti pada tabel 1

### *Kapasitas Jalan Kota*

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), kapasitas adalah arus maksimum yang melewati suatu titik pada jam bebas hambatan yang dapat dipertahankan per satuan jam dalam kondisi yang berlaku. Kapasitas dasar adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang pada suatu jalur atau jalan selama 1 (satu) jam, Persamaan dasar yang digunakan untuk menentukan kapasitas jalan perkotaan adalah sebagai berikut:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (1)$$

Dimana :

C = Kapasitas Jalan (smp/jam)

C<sub>o</sub> = Kapasitas Dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = Faktor pengaruh lebar lajur

FC<sub>sp</sub> = Faktor pengaruh distribusi arah

FC<sub>sf</sub> = Faktor pengaruh hambatan samping

FC<sub>CS</sub> = Faktor pengaruh ukuran kota

Tabel 1 Ekuivalensi Mobil Penumpang

Tipe Jalan	Arus Lalu Lintas	emp			
		Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan berat (HV)	Sepeda motor (MC)	
				Lebar jalan Wce (m)	
$\leq 6$	$> 6$				
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0 $\geq 1800$	1	1,3 1,2	0,5 0,35	0,40 0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2)	0 $\geq 3700$		1,3 1,2		0,40 0,25

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (1997)

### Rasio Volume Per Kapasitas

Rasio Volume per Kapasitas dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode MKJI 1997.

$$VCR = V/C \quad (2)$$

Dimana :

VCR = Rasio Volume Kapasitas

V = Volume Lalu Lintas (SMP/jam)

C = Kapasitas Jalan (SMP/jam)

### Regresi

Analisis regresi merupakan suatu alat ukur yang juga dapat digunakan ada tidaknya pengaruh antar variabel terikat (*devendent variabel*) atau y dengan variabel bebas (*independent variabel*). Untuk kasus dengan suatu variabel tergantung atau y tunggal dan suatu variabel x tunggal, dikatakan regresi y dan x maka dengan regresi linier, berikut persamaan regresi linier:

$$Y = a + bX \quad (3)$$

Dimana:

a = data sampel

b = data sampel

Namun pada berbagai kasus, hubungan perubah tak bebas (*dependent variable*) terhadap perubah bebasnya (*independent variable*) tidak bersifat linier, persamaan umum sebagai berikut:

$$\text{Polynomial } Y = a + bX + cX^2 \quad (4)$$

$$\text{Eksponensial } Y = ae^{-x} \quad (5)$$

$$\text{Logaritma } Y = a \ln X - b \quad (6)$$

$$\text{Power } Y = ax - b \quad (7)$$

### Korelasi

Dalam melihat hubungan antara satu perubah dengan perubah lainnya, maka digunakan analisis korelasi untuk mengetahui seberapa besarnya hubungan yang terjadi. Nilai koefisien korelasi dapat dihitung dengan memakai persamaan :

$$r = \frac{n \sum XiYi - \sum Xi \sum Yi}{\sqrt{[n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2] [n \sum Yi^2 - (\sum Yi)^2]}} \quad (8)$$

Nilai koefisien korelasi R berkisar dari -1 sampai dengan +1. Nilai negatif menunjukkan suatu korelasi negatif sedangkan nilai positif menunjukkan suatu korelasi positif. Nilai nol menunjukkan bahwa tidak terjadi korelasi antara satu perubah dengan perubah lainnya.

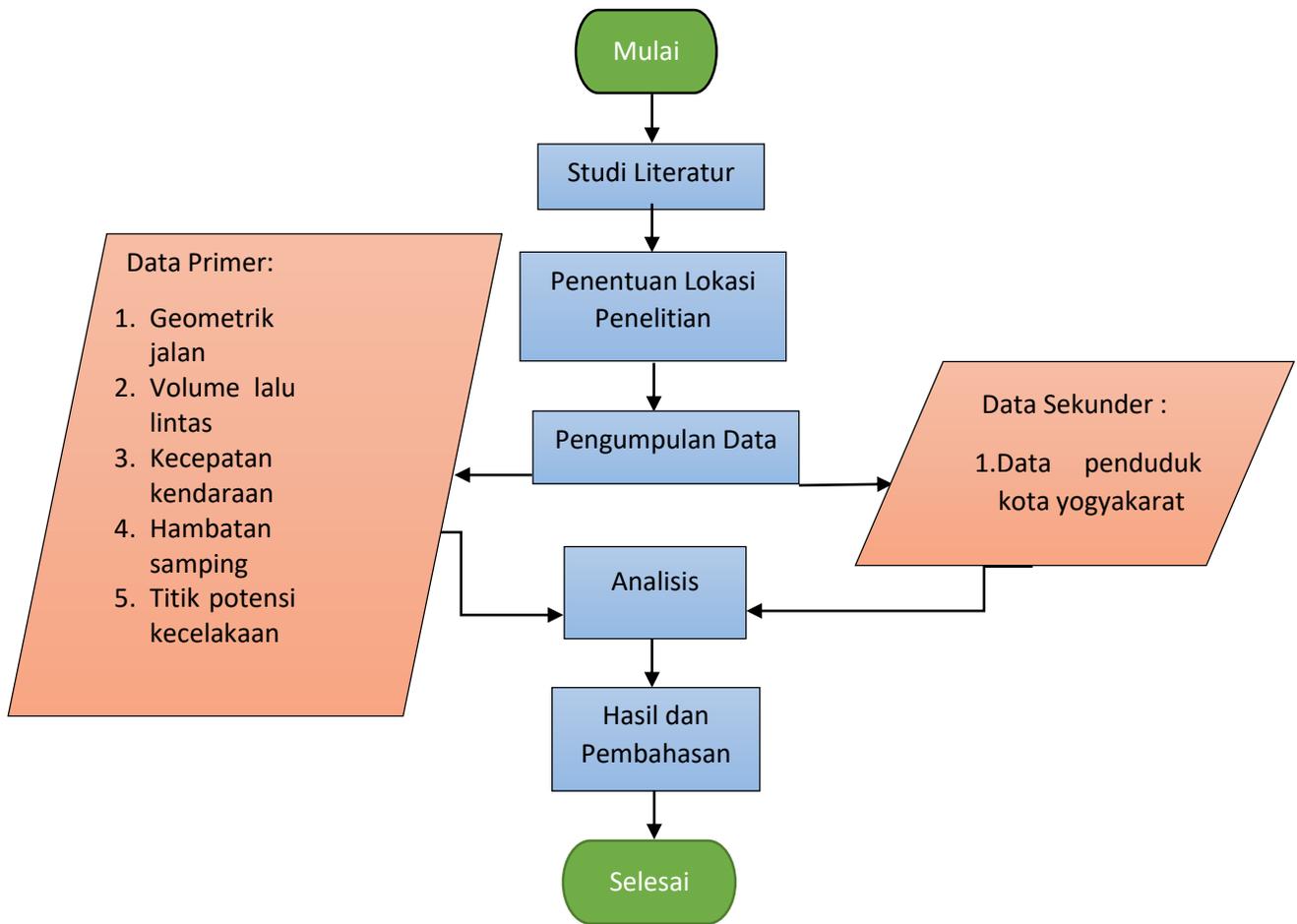
## 3. Metodologi Penelitian

### Bagan Alir Penelitian

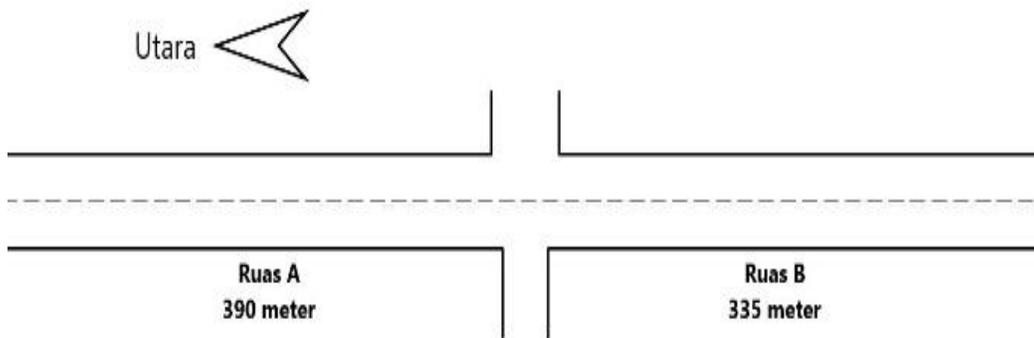
Kerangka penelitian merupakan alur atau gambaran umum yang memperlihatkan metode yang dilakukan dalam penelitian seperti gambar 1.

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di jalan Ipda Tut Harsono Kota Yogyakarta. Jalan Ipda Tut Harsono merupakan jalan sekunder dengan dua lajur dua arah tidak terbagi (2/2 UD). Panjang ruas jalan yang diteliti 725 meter dan lebar lajur 3,5 meter.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

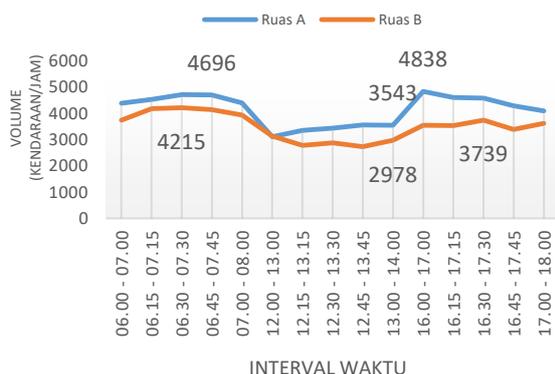


Gambar 2 Sketsa Lokasi Penelitian (non skala)

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### Volume Lalu Lintas

Berdasarkan survei *traffic* caounting pada hari kerja didapat didapat volume kendaraan pada jam puncak di ruas A dan ruas B seperti pada gambar 3



Gambar 3 Perhitungan Volume Kendaraan

##### Kapasitas Jalan

Menurut MKJI (1997) Kapasitas ruas jalan perkotaan dapat dihitung menggunakan persamaan (1)

Untuk menghitung kapasitas jalan, digunakan pendekatan sesuai dengan karakteristik ruas jalannya. Berikut perhitungan kapasitas ruas A dan ruas B seperti pada tabel 4

##### Rasio Volume Kapasitas

Untuk memperoleh rasio volume kapasitas pada ruas A dan ruas B menggunakan persamaan (2) seperti pada tabel 5

##### Titik Konflik dan Potensi Tabrakan

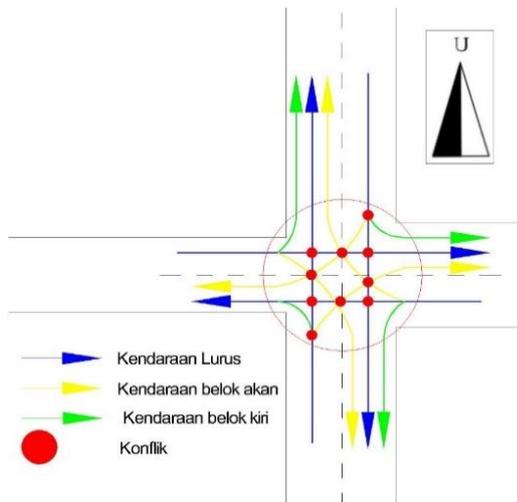
Titik konflik pada simpang tak bersinyal dan ruas B seperti pada gambar 4 dan 5. Titik konflik terbanyak ada si simpang tak bersinyal. Jenis potensi tabrakan pada titik konflik simpang tak bersinyal dan titik konflik pada ruas B dapat dilihat di gambar 6 dan 7. Pada gambar 6 potensi tabrakan tertinggi adalah depan-depan ada jam 14.45-17.00 wib, hal ini dikarenakan terjadinya rem mendadak kendaraan yang ada di depan.

Tabel 2 Perhitungan Kapasitas Jalan Faktor Pengaruh Kapasitas

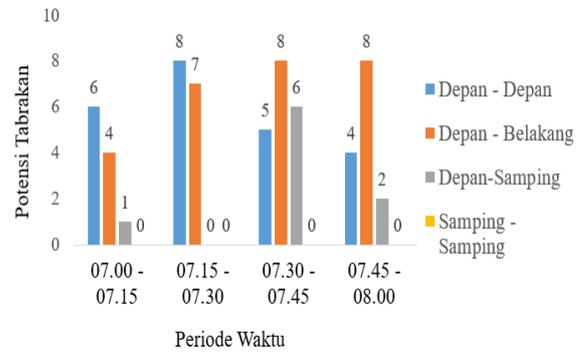
Ruas	Kapasitas dasar (CO)	Faktor Pengaruh Kapasitas				Kapasitas © (smp/jam)
		Lebar Jalur (FCW)	Pemisah Arah (FCSP)	Hambatan Samping (FCSF)	Ukuran Kota (FCCS)	
A	2900	1	1	0.9	0.9	2349
B	2900	1	1	0.9	0.9	2349

Tabel 3 Perhitungan

Ruas	Volume Lalu Lintas (smp/jam)	Kapasitas	VCR	Tingkat Pelayanan
A	1680	2349	0.72	C
B	1479	2349	0.63	C



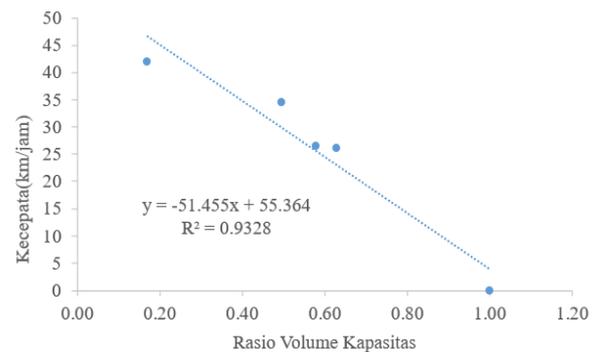
Gambar 4 Titik Konflik di Simpang



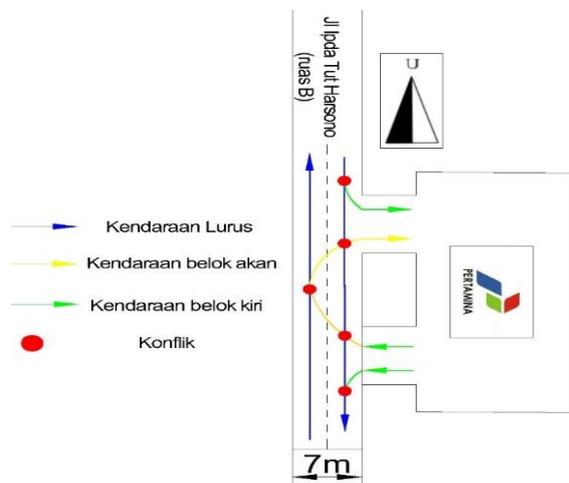
Gambar 7 Jenis Potensi Tabrakan di Ruas B

### Hubungan Rasio Volume Kapasitas dengan Kecepatan Kendaraan

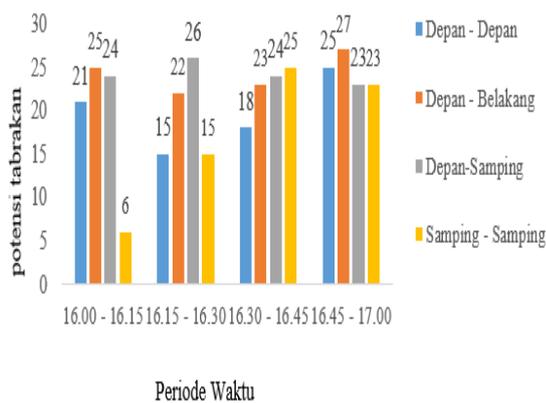
Analisis hubungan rasio volume kapasitas dengan kecepatan kendaraan menggunakan regresi linier, didasarkan pada nilai  $R^2$  terbesar. Analisis dilakukan menggunakan aplikasi komputer microsoft Excel. Rasio volume kapasitas sebagai variabel x dan kecepatan kendaraan sebagai variabel y seperti pada gambar 8 dan 9



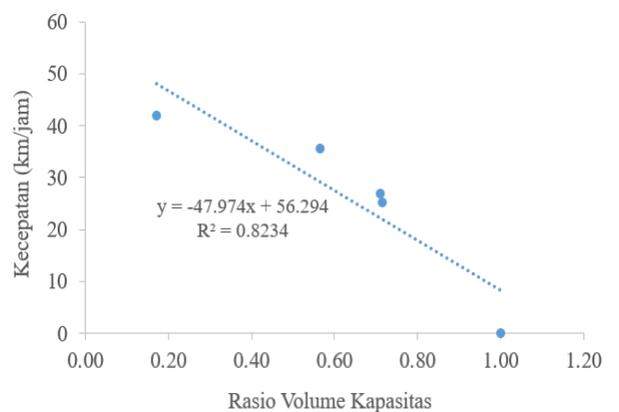
Gambar 8 Hubungan volume kapasitas dengan kecepatan di ruas A



Gambar 5 Titik Konflik di Ruas



Gambar 6 Jenis potensi tabrakan di Simpang tak bersinyal

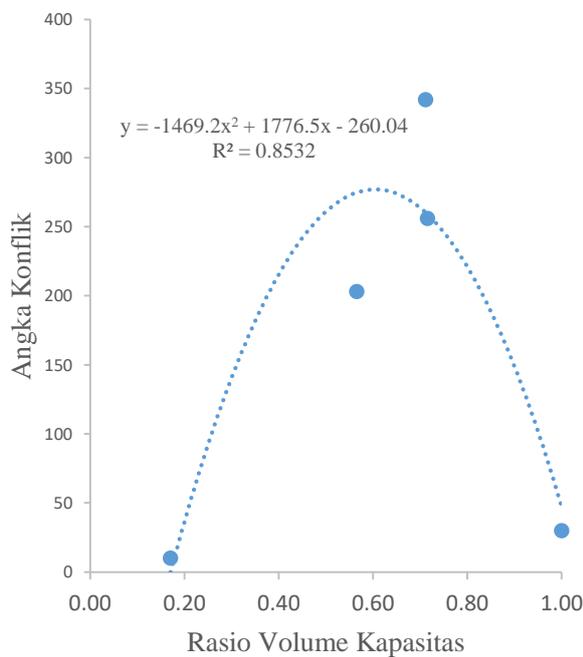


Gambar 9 Hubungan volume kapasitas dengan kecepatan di ruas B

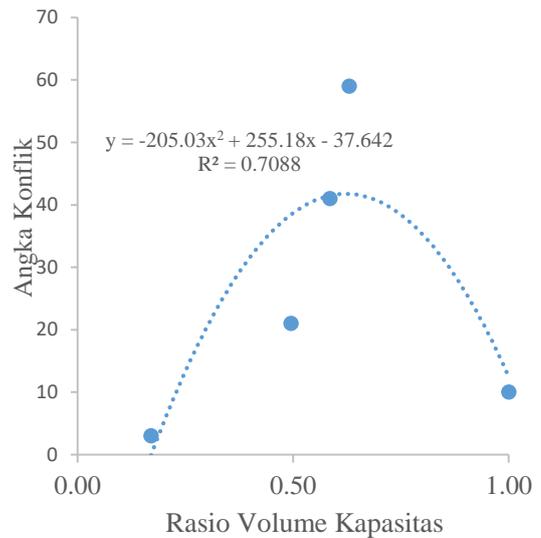
Berdasarkan gambar 8 dan 9 dengan persamaan  $y = -47,974x + 56,294$  didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,9328 di ruas A. Sedangkan pada di ruas B dengan persamaan  $y = -51.455x + 55.364$  didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,9328. pada gambar 8 dan 9 kecepatan tertinggi ada pada rasio volume kapasitas 0,2 atau kondisi arus bebas sedangkan kecepatan terendah ada pada rasio volume kapasitas 1 atau kondisi macet, hal ini menunjukkan semakin besar rasio volume kapasitas maka semakin kecil kecepatan karena peningkatan volume lalu lintas.

### **Hubungan Rasio Volume Kapasitas dengan Potensi Tabrakan**

Analisis Volume lalu lintas dengan kecepatan kendaraan menggunakan regresi non linier yaitu fungsi polynomial positif didasarkan pada nilai  $R^2$  terbesar. Analisis dilakukan menggunakan aplikasi komputer microsoft Excel. Rasio volume kapasitas sebagai variabel x dan angka konflik sebagai variabel y seperti pada gambar 10 dan 11.



Gambar 11 Hubungan Rasio Volume Kapasitas dengan Potensi Tabrakan di ruas B



Gambar 10 Hubungan Rasio Volume Kapasitas dengan Potensi Tabrakan di ruas B

Berdasarkan gambar 10 dan 11 dengan persamaan  $y = -1469,2x^2 + 1776,5x - 260,04$  didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,8532 simpang tak bersinyal. Sedangkan pada di ruas B dengan persamaan  $y = -205,03x^2 + 255,18x - 37,642$  didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,7088. Hasil analisis pada gambar 10 dan 11 menunjukkan rasio volume kapasitas berpengaruh terhadap angka konflik, seiring peningkatan rasio volume kapasitas membuat bahaya terjadinya potensi tabrakan di simpang tak bersinyal dan di ruas B. Sampai pada rasio volume kapasitas 0.6 sampai 0.7 terjadi angka konflik yang tinggi disebabkan pengemudi masih bebas memilih kecepatan kendaraan. rasio volume kapasitas lebih dari 0.8 pengemudi mengurangi kecepatan karena peningkatan volume lalu lintas. Pada kecepatan 25-27 km/jam dengan rasio volume kapasitas 0,6 sampai 0,7 terjadi konflik yang tinggi pada simpang tak bersinyal dan pada kecepatan 26-27 km/jam dengan rasio volume kapasitas 0,6 sampai 0,7 terjadi konflik yang tinggi pada ruas B.

## **5. Penutup**

### **Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Potensi terjadinya kecelakaan Lalu lintas disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, faktor lalu lintas,

- faktor geometrik, dan faktor lingkungan.
2. Volume jam puncak pada jam kerja di ruas A dan ruas B sebesar 1680 smp/jam dan 1479 smp/jam
  3. Kapasitas Jalan pada ruas A dan ruas B jalan Ipda Tut Harsono adalah 2349 smp/jam.
  4. Hambatan samping pada jalan Ipda Tut Harsono rendah
  5. Rasio Volume Kapasitas jam puncak di ruas A dan ruas B adalah 0,72 dan 0,63
  6. Hubungan rasio volume dengan kecepatan pada ruas A dan ruas B sebesar dengan persamaan  $y = -47,974x + 56,294$  didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,9328 di ruas A. Sedangkan pada di ruas B dengan persamaan  $y = -51,455x + 55,364$  didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,9328.
  7. kecepatan tertinggi ada pada rasio volume kapasitas 0,2 atau kondisi arus bebas sedangkan kecepatan terendah ada pada rasio volume kapasitas 1 atau kondisi macet, hal ini menunjukkan semakin besar rasio volume kapasitas maka semakin kecil kecepatan karena peningkatan volume lalu lintas.
  8. Hubungan rasio volume dengan potensi tabrakan pada titik konflik simpang tak bersinyal dan ruas B dengan persamaan  $y = -1469,2x^2 + 1776,5x - 260,04$  didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,8532 simpang tak bersinyal. Sedangkan pada di ruas B dengan persamaan  $y = -205,03x^2 + 255,18x - 37,642$  didapat nilai  $R^2$  sebesar 0,7088.
  9. Pada kecepatan 25-27 km/jam dengan rasio volume kapasitas 0,6 sampai 0,7 terjadi konflik yang tinggi pada simpang tak bersinyal dan pada kecepatan 26-27 km/jam dengan rasio volume kapasitas 0,6 sampai 0,7 terjadi konflik yang tinggi pada ruas B.

## 6. Daftar Pustaka

- Antoro, Dwi Hadjar, (2006), *Analisis Hubungan Kecelakaan dan V/C Rasio di Jalan tol Jakarta-Cikampek*, Master Thesis, Universitas Indonesia
- Ackaaah W, and Salifu, (2011), *Crash prediction model for two-lane rural highways in the Ashanti region of Ghana*. IATSS Research, 35 (2011) 34-40
- Ali Murtopo, (2013), *Analisis Hubungan Rasio Volume per kapasitas dan Angka Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Pantura Kabupaten Breber*, Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang.
- Ariwibowo, Krisnandi, (2007), *Analisa Kecelakaan pada Jalan Pantura dari Losari sampai dengan Semarang dengan menggunakan Tabulasi Sederhana*, Skripsi, Universitas Indonesia
- Departemen Pekerjaan Umum, (2006), *Peraturan Pemerintah No.34 Tentang Jalan*
- Departemen Pekerjaan Umum, (2011), *Peraturan Pemerintah No 19 Tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan*
- Direktorat jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Jakarta*
- Fadjrin, Pratiwi Haryani, (2012), *Analisa Hubungan Karakteristik Kecelakaan dan V/C di jalan Perintis Kemerdekaan Km 11-15*, Tugas Akhir, Universitas Hasanudin Makassar
- Gito Sugiyanto., (2010), *Biaya Kecelakaan Lalulintas Jalan di Indonesia dan Vietnam*, *Jurnal Transportasi* Vol. 10(2), 135-148
- Harnen, S. Radin Umar R.S. Wong S.V. and Wan Hasim W.I, (2006). *Motorcycle Accident Prediction Models for Junctions on Urban Road in Malaysia*. *Journal of Advances in Transportation Studies*, Section A 8. Hlm 31-40

- Indriastuti, A.K., Fauziah, Y., Priyanto, E., (2011), Karakteristik Kecelakaan dan Audit Keselamatan Jalan pada Ruas Ahmad Yani Surabaya, *Jurnal Rekayasa Sipil*, 5(1), 40-44.
- Koloway, BS.,(2009), Kinerja Ruas Jalan Perkotaan Jalan Prof.Dr.Satrio, DKI Jakarta, *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol. 20 (3), 215 – 230
- Machus, (2015). Potensi dan Reduksi Kecelakaan Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan di Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, Universitas Narotama, ISBN 978-72437-1-2
- Santy, E, P, 2011, *Analisis Faktor Penentuan Batas Kecepatan Kendaraan di Jalan Arteri Pada Ruas Jalan Perkotaan*, Master Thesis, Universitas Indonesia
- Nicolas Brotodewo., (2010), Penilaian Indikator Transportasi Berkelanjutan pada Kawasan Metropolitan di Indonesia, *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol. 21 (3), 165 – 182
- Ningsih Untari., (2010), Analisa Optimasi Jaringan Jalan Berdasar Kepadatan Lalulintas di Wilayah Semarang dengan Berbantuan Sistem Informasi Geografi (Studi Kasus Wilayah Dati II Semarang) *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume. XV* (2), 121-135
- Peprizal ABD dkk, (2014), Analisa Hubungan Kecelakaan Lalu Lintas Dengan Volume Dan Kapasitas Jalan di Ruas Jalan Rantau Bais-Ujung Tanjung Kabupaten Rokan Hilir Propinsi Riau, *Jurnal Sainis* volume 13 (1), 42-55
- Peraturan Kementrian Perhubungan RI (2015 Nomor 96 tahun tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, Jakarta
- Rumayar,A., Palin,A.,dan Lintong, E., 2013. Analisa Kapasitas dan Tingkat Pelyanan Pada Ruas Jalan Wolter Monginsidi Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 1(9), 2337-6732
- Setiawan, D. Mayang, Mahmudah, N., (2017), Inspeksi Keselamatan Jalan di Yogyakarta (Studi Kasus: Jalan Wates-Yogyakarta KM 5 sampai dengan KM 10), *Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-11 Universitas Tarumanegara*, 26-27 Oktober 2017, 1-11.
- Steve Palenewen dkk, (2014), Pemodelan Matematis Kejadian Kecelakaan Di Ruas Jalan A. A. Maramis Kota Manado, *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, Vol.4(4), 257-264
- Untoro Nugroho., Agung Sutarto., Fenty Endradewi.,Yuliana Nur Alisa., (2017), Evaluasi Kapasitas Ruas Jalan Pantura Kabupaten Brebes, *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan* , Vol. 19 (1), 71 – 76.
- Saragih dkk, (2013), Analisa Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Pematang Siantar. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara*, vol. 2 (3)
- Vogt, A. and J.G. Bared, 1998. *Accident Models for Two-Lane Rural Road: Segments and Intersections*, Report Number FHWA-RD-98-133.
- Yaumil Fauzi dkk, (2017), Analisa Perubahan Kinerja Di Jalan Gajah Mada Medan Akibat Adanya Jalan Layang, *Jurnal Teknik Sipil ITS* , 32(2) 47-52.

