

UPAYA PENINGKATAN KESELAMATAN PADA BUNDARAN RAWAN KECELAKAAN DI KOTA PEKANBARU

Benny Hamdi Rhoma Putra

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Abdurrab

bennyhamdi@gmail.com

ABSTRAK

Keselamatan pada bundaran merupakan hal yang perlu mendapatkan perhatian serius. Pengguna kendaraan pada bundaran berpotensi untuk mengalami kecelakaan lalu lintas yang dapat menyebabkan kerugian moril materil. Studi ini mengambil kasus bundaran yang memiliki angka kecelakaan tertinggi di Pekanbaru. Data kecelakaan diperoleh dari *Riau Safety Driving Center (RSDC)* selama 4 tahun terakhir. Metode yang digunakan adalah *survey* keselamatan dan analisis konflik. Kecelakaan pada bundaran ini sebanyak 80% terjadi pada siang hari. Permasalahan pada bundaran ini meliputi besarnya konflik yang melibatkan kendaraan yang akan masuk ke jalinan pada masing masing pendekatan. Selain itu tipe kerusakan jalan yang ditemui adalah retak buaya, dan pelepasan butiran. Berdasarkan permasalahan tersebut diusulkan prioritas tindakan penanganan yang paling layak secara ekonomi. Rambu stop dan marka berhenti dipasang pada keempat lengan persimpangan. Pita penggaduh sebanyak 5 strip dipasang pada keempat lengan persimpangan untuk memperingatkan pengemudi agar mengurangi kecepatan kendaraan yang berjarak 30 meter sebelum persimpangan, marka tepi dan penambahan rambu stop.

Kata Kunci : Keselamatan, Bundaran, Analisis konflik, Lokasi Rawan kecelakaan

Safety at roundabout needs serious attention, as users of vehicles and pedestrians at roundabout has high potential to have accidents. Road traffic accidents can cause losses of moral and material. This study focuses on hazardous intersection locations were carried out by ranking accident data from Riau Safety Driving Center (RSDC) from 2011-2014. The method of traffict conflict analysis and survey at hazardous site to analysis the problems. More than 80% cases occurred during the day. The safety problems at the roundabout consist of conflict between vehicles entering roundabout and vehicles that are already in the roundabout. Based on the safety problems, some safety remedial measures are proposed for these location. Remedial measures selected by economical judgement. The safety remedial measures proposed for the roundabout are installing stop signs at each approach to reduce the conflict and rumble strips on each approach, edge line marking and stop sign.

Keywords : Transport Safety, Roundabout, Traffic conflict analysis, Blackspot Area

1. PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas bersifat stokastik dan dipengaruhi oleh kombinasi banyak faktor. Pada umumnya faktor – faktor penyebab kecelakaan meliputi, (1) faktor manusia, (2) faktor kendaraan (3) faktor jalan dan lingkungan. Kecelakaan lalu lintas (KLL) pada persimpangan merupakan merupakan hal yang perlu diperhatikan, karena pengguna jalan, baik pengendara jalan maupun pejalan kaki pada persimpangan berpotensi tinggi untuk mengalami problem keselamatan lalu lintas yang dapat menyebabkan kerugian moril serta materil. Akibat besarnya kerugian yang disebabkan oleh kecelakaan perlu dilakukan penelitian tentang bundaran rawan kecelakaan di kota Pekanbaru.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bundaran rawan kecelakaan di Kota Pekanbaru serta permasalahan keselamatan yang terjadi di lokasi tersebut. Selanjutnya menentukan jenis penanganan paling ekonomis dan efisien untuk dijadikan prioritas penanganan pada bundaran rawan kecelakaan tersebut.

Penelitian ini menggunakan data kecelakaan tahun 2010 hingga 2013 yang didapat dari Riau *Safety Driving Center*. Pemeringkatan lokasi rawan kecelakaan tersebut dilakukan dengan kriteria frekuensi kecelakaan. Setelah mendapatkan bundaran dengan peringkat teratas akan dilakukan *survey* dan analisis keselamatan pada bundaran tersebut sebelum akhirnya menghasilkan rekomendasi penanganan untuk lokasi tersebut.

2. LITERATUR REVIEW

Kecelakaan adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka – sangka dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya, yang mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda. Keselamatan lalu lintas pada hakikatnya mengupayakan semaksimal mungkin semua pelaku perjalanan dapat bergerak lancar tanpa terganggu dari awal hingga akhir perjalanan sehingga angka kecelakaan dapat ditekan.

Sementara itu penggolongan kecelakaan berdasarkan UU no 29 tahun 2009 adalah ;

- a. Kecelakaan lalu lintas ringan.
Merupakan kecelakaan yang mengakibatkan kerusakan kendaraan dan atau barang saja atau disebut *Property Damage Only (PDO)*.
- b. Kecelakaan Lalu lintas sedang.
Merupakan kecelakaan yang mengakibatkan luka ringan dan kerusakan kendaraan dan / atau barang.
- c. Kecelakaan lalu lintas berat
Merupakan kecelakaan yang mengakibatkan korban meninggal dunia atau luka berat.

Menurut Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia nomor 43 tahun 1993 korban kecelakaan lalu lintas diklasifikasikan berdasarkan tingkat keparahan, sebagai berikut :

- a. korban mati / meninggal dunia adalah korban yang dipastikan mati / meninggal dunia sebagai akibat kecelakaan lalu lintas paling lambat 30 hari setelah kejadian,
- b. korban luka berat adalah korban yang karena lukanya menderita cacat tetap atau harus dirawat dalam jangka waktu lebih dari 30 hari setelah kejadian dan,
- c. korban luka ringan adalah korban selain yang meninggal dunia dan luka berat.

2.1 Konflik Lalu Lintas

Konflik lalu lintas adalah suatu kejadian yang melibatkan dua atau lebih pengguna jalan, yang mana suatu tindakan oleh satu pengguna jalan menyebabkan pengguna jalan lain harus melakukan gerakan menghindar untuk mencegah terjadinya tabrakan. Untuk suatu konflik dapat terjadi, pengguna jalan harus berada pada situasi tabrakan dan berhasil menghindar. Tindakan menghindar dapat diidentifikasi melalui menyalanya lampu rem kendaraan. Selain itu, melalui bunyi gesekan roda saat pengereman. Umumnya, tingkat konflik lalu lintas yang tinggi mengindikasikan adanya masalah operasional, dan kecenderungan tabrakan. Mengelompokkan tipe konflik lalu lintas persimpangan sebagai berikut :

- a. Konflik Primer, yang terdiri dari :
 - Konflik sama arah
 - Konflik arus melawan yang belok kanan
 - Konflik arus yang berpotongan
 - Konflik belok kiri langsung
 - Konflik dengan pejalan kaki
- b. Konflik Sekunder

2.2 Manajemen Keselamatan Lalu Lintas

Merupakan usaha komprehensif dalam rangka mengurangi jumlah kecelakaan pada lokasi rawan kecelakaan. Dalam manajemen lokasi rawan kecelakaan tidak ada namanya keselamatan yang bersifat mutlak, akan selalu ada resiko pada semua transportasi jalan. Tujuan manajemen lokasi rawan kecelakaan adalah dapat mengurangi jumlah dan keparahan suatu kecelakaan dalam keterbatasan sumber daya, ilmu pengetahuan, teknologi, dan perundangan yang berlaku. Tahapan manajemen lokasi rawan kecelakaan tersebut adalah ;

- a. Pemilihan / penyaringan lokasi rawan kecelakaan.
- b. Diagnosa permasalahan keselamatan.
- c. Pemilihan tindakan yang sesuai, termasuk penilaian kelayakan ekonomi dan penyusunan prioritas program pengurangan kecelakaan.

2.3 Usulan Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan

Penanganan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas salah satunya dilakukan berdasarkan penyebab terjadinya kecelakaan.

2.3.1 Pemasangan APILL

Kriteria bagi persimpangan yang sudah harus menggunakan Alat Pengendali Isyarat Lalu Lintas (APILL) berdasarkan pedoman teknis pengaturan lalu lintas persimpangan dengan alat pemberi isyarat lalu lintas oleh direktur jenderal perhubungan darat adalah sebagai berikut:

- a. arus minimal lalu lintas yang menggunakan rata – rata diatas 750 kendaraan / jam selama 8 jam dalam sehari,
- b. atau bila waktu menunggu / tundaan rata – rata kendaraan di persimpangan telah melampaui 30 detik,
- c. atau persimpangan digunakan oleh rata – rata lebih dari 175 pejalan kaki / jam selama 8 jam dalam sehari,
- d. atau sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan,
- e. atau merupakan kombinasi dari sebab – sebab yang disebutkan di atas.

2.3.2 Pemasangan Rambu dan Marka

Sebagai bagian dari sistem pengendalian lalu lintas, rambu lalu lintas dimaksudkan untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas, memberi petunjuk dan peringatan kepada pengguna jalan sehingga operasi lalu lintas menjadi lebih selamat dan lancar. Rambu lalu lintas memiliki bentuk, warna, ukuran huruf, material dan lokasi pemasangan tertentu. Dalam mendesain rambu harus memperhatikan kondisi dan kecepatan lalu lintas pada sekitar lokasi yang akan dipasang. Tabel II.1 memberikan penjelasan tentang rambu lalu lintas berdasarkan KM No. 61 Tahun 1993.

Tabel II.1 Rambu lalu lintas di jalan

No	Fungsi	Warna Dasar	Bentuk	Penempatan
1	Rambu peringatan	Kuning	Bujur sangkar	Minimal 50 meter dari lokasi
2	Rambu larangan	Putih, Merah	Segitiga, segidelapan, bulat, persegi panjang	Sedekat mungkin dari titik larangan
3	Rambu Perintah	Biru	Bulat	Sedekat mungkin dari titik kewajiban
4	Rambu Petunjuk	Biru, Hijau, Coklat, Putih	Persegi panjang, segienam (hexagonal)	Sedemikian rupa agar daya guna maksimum

Marka jalan merupakan tanda yang terdapat dipermukaan jalan yang dibuat untuk membantu pengamanan lalu lintas, meningkatkan keselamatan dan efisiensi pemanfaatan jalan. Marka jalan dapat digunakan sebagai pelengkap pengaturan atau peringatan dengan cara lain, seperti kombinasi dengan rambu lalu lintas dan atau lampu lalu lintas. Bentuk marka jalan beragam, pada umumnya berbentuk garis huruf, angka atau tanda lainnya. Warna yang umum digunakan adalah putih dan kuning. Di Indonesia umumnya marka jalan berwarna putih.

Ada banyak tipe tipe marka jalan. Tipe tersebut antara lain :

- garis garis cat diatas permukaan,
- Marka kerb yang dicat, marka kerb ini biasanya menyatakan larangan kendaraan untuk paker,
- garis cat kuning dan hitam *reflector* merah, tipe marka ini umumnya digunakan sebagai peringatan bahaya,
- delineator*, merupakan alat yang memantulkan cahaya dan dipasang pada tepi jalan sebagai informasi bagi pengendara kendaraan.

Marka jalan tidak akan dapat bertahan lama jika arus lalu lintas sangat tinggi. Maka bahan yang umum digunakan untuk marka jalan adalah :

- cat, sering dilengkapi dengan manik manik kaca agar dapat memantulkan cahaya,
- thermoplastic*, digunakan pada jalan yang memiliki lalu lintas tinggi. Pengaplikasiannya berupa semprotan ke permukaan jalan dengan ketebalan 1,5 mm.
- Reflektor, biasanya dikenal sebagai paku jalan atau mata kucing karena dapat memantulkan cahaya.
- Bahan lembaran. Bahan ini berupa *adhesive-tape* yang kegunaanya utuk keperluan sementara.

Pita pengaduh adalah kelengkapan tambahan pada jalan yang berfungsi membuat pengemudi lebih meningkatkan kewaspadaan. Ketentuan pita peggaduh adalah sebagai berikut :

- Pita penggaduh dapat berupa suatu marka jalan atau bahan lain yang dipasang melintang jalur lalu lintas dengan ketebalan maksimum 4 cm.
- Lebar pita penggaduh minimal 25 cm.
- Jarak antara pita penggaduh minimal 50 cm.
- Pita penggaduh yang dipasang sebelum perlintasan sebidang minimal 3 pita penggaduh.
- Pita penggaduh sebaiknya dibuat dengan bahan thermoplastik atau bahan yang mempunyai pengaruh yang setara yang dapat mempengaruhi pengemudi.

2.3.3 Pemasangan Rambu dan Marka

Setiap jenis penanganan tertentu memiliki nilai pengurangan yang berbeda beda. Nilai pengurangan tersebut didapat dari studi terdahulu yang dilakukan di Inggris, Amerika, Malaysia, India, Jepang dan Tiongkok. Tabel 2 menampilkan nilai persentase pengurangan kecelakaan.

Pengurangan kejadian kecelakaan dapat dirumuskan dengan Persamaan 1 berikut :

$$CR = n - (1 - M_1) \times (1 - M_2) \times (1 - M_3) \dots (1 - M_n) \times n \quad (1)$$

dimana,

CR = Pengurangan kejadian kecelakaan

Mn = Tindakan penanganan

n = Jumlah kejadian kecelakaan tertentu

Tabel 2 Persentase pengurangan kecelakaan berdasarkan tindakan

No	Tindakan Penanganan	% Pengurangan			No	Tindakan Penanganan	% Pengurangan		
		Fatal	Injury (SL/SER)	PDO			Fatal	Injury (SL/SER)	PDO
1	Pemasangan Lampu Penerang Jalan Umum (LPJU)	43	29	14	8	Pemasangan Paku Jalan	0	1	1
2	Pemasangan Polisi Tidur (<i>Speed hump</i>)	0	41	0	9	Maka Tepi Thermoplastic	0	3	3
3	Rekonstruksi dan Rehabilitasi Jalan	0	7	5	10	Kanalisisasi	19	19	19
4	Pembatasan Parkir Dijalan	0	20	27	11	Rambu Yield	0	3	3
5	Pemasangan Pita Penggaduh	0	33	25	12	Rambu Stop untuk 4 lengan	0	35	16
6	Pengadaan & Pemasangan Rambu Peringatan	0	44	0	13	Rambu Stop untuk 3 lengan	0	19	60
7	Pemasangan APILL	15	15	15					

(Sumber: *The Handbook Of Road Safety Measures, 2009*)

2.4 Biaya Penanganan

Biaya investasi tiap tindakan pada masing masing skenario pada bundaran ini merujuk pada peraturan menteri perhubungan no 75 tahun 2013.

2.5 Analisa Ekonomi

Ada 2 tujuan utama mengapa evaluasi ekonomi perlu dilakukan atas kombinasi alternative yang ditawarkan :

- a. untuk mengetahui apakah proyek tersebut layak secara ekonomi, misalnya manfaat yang didapat besar dari biaya,
- b. untuk mengetahui apakah proyek adalah paling efektif dari sudut ekonomi.

Penilaian dari sisi ekonomi menitik beratkan pada perbandingan manfaat, keuntungan yang didapat jika mengaplikasikan suatu penanganan tertentu terhadap biaya yang digunakan untuk mengimplementasikan.

Biaya manfaat pengurangan kejadian kecelakaan didapat dari tabel biaya kecelakaan yang dikeluarkan oleh Pusat Jalan dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan umum. Tabel 3 berikut ini menampilkan biaya kecelakaan.

Tabel 3 Biaya kecelakaan.

Tingkat Keparahan	Biaya	Faktor Pembebanan
Fatal	Rp 631,430,990.00	15.79
Serious Injury	Rp 253,150,145.00	6.33
Slight Injury	Rp 84,304,926.00	2.11
PDO	Rp 40,000,000.00	1.00

Kriteria ekonomi yang digunakan antara lain :

a. Net Present Value (NPV)

Metode NPV ini digunakan untuk menunjukkan perbedaan antara biaya yang dikeluarkan dan manfaat yang akan didapat. Metode NPV digunakan untuk dua fungsi berikut :

1. Menentukan rekomendasi penanganan yang diperkirakan dapat mengurangi jumlah kecelakaan.
2. Mengevaluasi apakah rekomendasi penanganan sudah layak secara ekonomi dimana NPV besar dari nol cukup untuk menunjukkan proyek rekomendasi layak.

b. Benefit-Cost Ratio (BCR)

Benefit cost ratio ini merupakan rasio nilai *present* manfaat dari suatu proyek penanganan terhadap biaya proyek tersebut. Metode ini digunakan untuk menentukan tindakan remedial terbaik. Berikut persamaan 3 untuk perhitungan benefit cost ratio :

$$BCR = PV_{\text{benefit}} / PV_{\text{Cost}} \quad (3)$$

keterangan,

PV_{benefit} ; Present Value dari nilai manfaat proyek

PV_{Cost} ; Present Value dari biaya proyek

Nilai BCR harus jauh lebih besar dari satu sebagai indikator suatu penanganan baik secara ekonomi.

3. METODE PENELITIAN

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.1 Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data diperoleh dari kantor *Riau Safety Driving Center (RSDC)* dibawah Polda Riau, Unit Laka Lantas. Disini data kecelakaan yang dikumpulkan adalah formulir Laporan Tuntas (LT). Dari formulir LT ini, didapatkan informasi mengenai kapan kecelakaan terjadi dan dimana lokasi kejadian. Selain itu, LT juga memuat jenis kendaraan yang terlibat dan deskripsi bagaimana suatu kecelakaan terjadi. Dari LT ini dapat diketahui berapa jumlah korban dan tingkat keparahan dari suatu kecelakaan. Data LT yang baik adalah data terbaru dan memiliki rentang 3 hingga 5 tahun terakhir.

3.2 Pemeringkatan Data Kecelakaan

Formulir (LT) yang didapat, selanjutnya direkap kedalam bentuk tabel yang memuat semua informasi tiap kecelakaan. Data diurutkan berdasarkan nomor formulir kecelakaan dari akhir tahun hingga awal tahun. Didalam tabel tersebut juga menampilkan visualisasi setiap kecelakaan dengan bantuan diagram tabrakan. Setelah data direkap dan dikompilasi, dilakukan pemisahan antara kejadian kecelakaan yang terjadi pada ruas / segmen jalan, kecelakaan pada bundaran, persimpangan bersinyal atau tidak bersinyal. Selanjutnya dilakukan pemeringkatan lokasi bundaran rawan kecelakaan berdasarkan frekuensi kejadian.

3.3 Survey Konflik Lalu Lintas Dan Survey Potensi Kecelakaan

Survey lalu lintas dilakukan untuk mendapatkan kondisi bundaran, jumlah kendaraan dan perilaku pengemudi pada masing-masing pendekatan. Survey ini dilakukan pada satu hari kerja pukul 16.00-18.00. Hasil dari survey ini juga dapat digunakan untuk mengetahui konflik lalu lintas. Kedua survey ini menggunakan kamera video agar proses pengamatan menjadi lebih akurat dan mudah.

3.4 Analisis Data

Analisis dimulai dari data catatan kepolisian tentang kecelakaan pada persimpangan tersebut. Dari data kepolisian tersebut dapat diketahui kronologis kecelakaan, kapan, jenis tabrakan dan kondisi korban dari tiap kejadian. Selanjutnya, data tersebut dikombinasikan dengan data tipe konflik dominan yang kerap terjadi dan hasil survey keselamatan. Kombinasi data tersebut dapat dilakukan analisis permasalahan keselamatan sehingga menghasilkan diagnosa permasalahan persimpangan. Setelah mengetahui permasalahan keselamatan pada persimpangan terpilih, dapat direkomendasikan beberapa skenario penanganan yang tepat untuk dapat mereduksi angka kecelakaan dan mengurangi tingkat keparahan suatu kecelakaan di persimpangan yang dikaji. Biaya satuan pengadaan penanganan dikutip dari biaya satuan fasilitas keselamatan dalam Peraturan Menteri Perhubungan No 75 tahun 2013. Biaya satuan ini dapat dilihat pada Lampiran II. Skenario penanganan paling layak secara ekonomilah yang akan menjadi prioritas rekomendasi untuk di aplikasikan pada persimpangan rawan kecelakaan.

4. HASIL PENELITIAN

4.1 Analisis Data Kecelakaan

Data kejadian kecelakaan yang berhasil dirangkum pada persimpangan ini sebanyak 4 data. Data yang didapat dari Polda Riau bagian Lakalantas ini berisikan waktu, kronologis, dan jumlah korban. Berikut deskripsi masing masing data kecelakaan tersebut disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Rangkuman data kecelakaan pada Bundaran Jl Riau-Jl Siak II

Kecelakaan	1	2	3	4	5
Tanggal	20/02/2010	31/07/2011	02/12/2011	04/01/2013	04/02/2013
Hari	Sabtu	Minggu	Jumat	Jumat	Senin
Jam	18.40	12.00	07.20	07.11	09.11
Tingkat Keparahan	Luka-luka	Fatal	Luka-luka	Luka-luka	Luka-luka
Tipe Kecelakaan	Turning	Sidewipe	Turning	Turning	Turning
Kondisi Penerangan	Malam hari	Siang hari	Siang hari	Siang hari	Siang hari

4.2 Analisis Data Konflik Lalu Lintas

Hasil pengamatan terhadap konflik lalu lintas pada bundaran ini disajikan dalam Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8 berikut ini.

Tabel 5. Konflik lengan pada Bundaran Jl. Siak II & Jl. Riau

Periode pengamatan	Belok kiri arus berpotongan dari kiri (selatan)		belok kiri sama arah (selatan)		Melambat sama arah (selatan)		Arus berpotongan dari kanan melewati persimpangan (selatan)		melambat sama arah (timur)		belok kanan arus berpotongan daari kiri (timur)		Arus dari kiri melewati persimpangan (timur)		Total
	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	
16.00 - 16.15	0	0	0	0	2	2	8	4	0	1	6	3	1	0	27
16.15 - 16.30	0	0	0	0	4	3	6	4	0	1	4	4	0	0	26
16.30 - 16.45	0	0	0	0	3	3	6	1	0	1	8	3	2	0	27
16.45 - 17.00	0	0	0	0	3	2	7	1	0	0	8	2	0	0	23
Total	0	0	0	0	12	10	27	10	0	3	26	12	3	0	103
C+SC	0		0		22		37		3		38		3		
17.00 - 17.15	0	0	0	0	3	0	10	4	0	0	6	1	2	1	27
17.15 - 17.30	0	0	0	0	7	0	7	1	5	0	4	1	2	0	27
17.30 - 17.45	0	0	0	0	6	0	4	0	2	0	3	3	0	0	18
17.45 - 18.00	0	0	0	0	4	0	6	0	8	0	4	0	0	0	22
Total	0	0	0	0	20	0	27	5	15	0	17	5	4	1	94
C+SC	0		0		20		32		15		22		5		

Ket: C=Konflik primer; SC=Konflik sekunder

Tabel 6 Konflik lengan utara Bundaran Jl. Siak II & Jl. Riau

Periode pengamatan	Belok kiri arus berpotongan dari kiri (utara)		belok kiri sama arah (utara)		Melambat sama arah (utara)		Arus berpotongan dari kanan melewati persimpangan (utara)		melambat sama arah (barat)		belok kanan arus berpotongan dari kiri (baratr)		Arus dari kiri melewati persimpangan (barat)		Pejalan kaki		Total
	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	
16.00 - 16.15	0	0	2	0	3	2	5	3	2	1	4	2	3	2	0	0	29
16.15 - 16.30	1	0	4	1	2	1	7	4	1	0	2	0	5	2	0	0	30
16.30 - 16.45	0	0	4	0	1	0	6	5	1	0	3	1	6	3	0	0	30
16.45 - 17.00	0	0	3	2	1	1	5	3	1	1	3	1	4	1	0	0	26
Total	0	0	13	3	7	4	23	15	5	2	12	4	18	8	0	0	114
C+SC	0		16		11		38		7		16		26		0		
17.00 - 17.15	0	0	2	0	2	8	7	3	4	5	2	0	6	2	0	0	41
17.15 - 17.30	1	0	2	0	4	5	5	1	1	1	1	0	5	1	0	0	27
17.30 - 17.45	2	0	0	0	2	3	4	2	0	1	0	0	1	0	0	0	15
17.45 - 18.00	1	0	2	0	2	4	5	2	0	2	0	0	3	0	1	0	22
Total	4	0	6	0	10	20	21	8	5	9	3	0	15	3	1	0	105
C+SC	4		6		30		29		14		3		18		1		

Tabel. 7 Konflik lengan barat Bundaran Jl. Siak II & Jl. Riau

Periode pengamatan	Belok kiri arus berpotongan dari kiri (barat)		belok kiri sama arah (barat)		Melambat sama arah (barat)		Arus berpotongan dari kanan melewati persimpangan (barat)		melambat sama arah (selatan)		belok kanan arus berpotongan dari kiri (selatan)		Arus dari kiri melewati persimpangan (selatan)		Total
	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	
16.00 - 16.15	2	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	1	0	8
16.15 - 16.30	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	5
16.30 - 16.45	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
16.45 - 17.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Total	0	0	0	0	0	0	2	3	0	3	0	1	3	1	13
C+SC	0		0		0		5		3		1		4		
17.00 - 17.15	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0	5
17.15 - 17.30	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	4
17.30 - 17.45	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
17.45 - 18.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Total	2	0	0	0	1	0	4	0	0	2	4	0	0	0	13
C+SC	2		0		1		4		2		4		0		

Tabel. 8 Konflik lengan Timur Bundaran Jl. Siak II & Jl. Riau

Periode pengamatan	Belok kiri arus berpotongan dari kiri (barat)		belok kiri sama arah (barat)		Melambat sama arah (barat)		Arus berpotongan dari kanan melewati persimpangan (barat)		melambat sama arah (selatan)		belok kanan arus berpotongan dari kiri (selatan)		Arus dari kiri melewati persimpangan (selatan)		Total
	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	C	SC	
16.00 - 16.15	2	0	3	0	0	2	3	1	0	0	0	0	4	1	16
16.15 - 16.30	4	0	2	1	0	3	2	0	1	0	1	0	7	1	22
16.30 - 16.45	4	0	0	0	0	4	5	0	1	0	0	0	5	2	21
16.45 - 17.00	4	0	3	2	0	3	4	1	1	0	0	0	6	1	25
Total	0	0	8	3	0	12	14	2	3	0	1	0	22	5	70
C+SC	0		11		12		16		3		1		27		
17.00 - 17.15	5	0	4	0	1	3	2	0	0	1	2	0	8	3	29
17.15 - 17.30	3	0	3	1	1	2	2	0	0	0	1	0	5	2	20
17.30 - 17.45	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5	1	11
17.45 - 18.00	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	1	8
Total	10	0	9	1	2	5	7	0	0	2	3	0	22	0	61
C+SC	10		10		7		7		2		3		22		

Setelah dilakukan diagnosa pada tiap lokasi diatas dapat digambarkan usulan penanganan apa saja yang dapat dilakukan untuk mengurangi kejadian kecelakaan pada bundaran tersebut. Gambar 1 berikut menggambarkan usulan penanganan.

4.3 Skenario I Penanganan Bundaran Jl Siak II dan Jl Riau

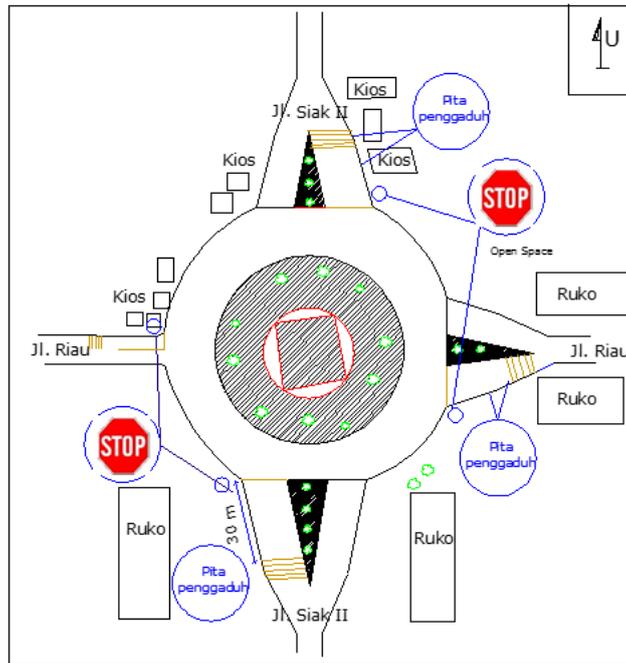
Skenario I ini merupakan skenario termurah dan paling sederhana diantara skenario lainnya. Pada skenario ini akan dipasang Rambu Stop pada tiap lengan yang akan memasuki jalinan. Pita penggaduh dipasang pada tiap lengan yang akan memasuki jalinan yang masing masing terdiri dari 5 strip dengan lebar menyesuaikan lebar jalan. Berikut Tabel 9 menampilkan usulan penanganan Skenario I.

Tabel 9 Skenario I Persimpangan Jl Siak II – Jl Riau

Skenario 1		% Pengurangan				Total Kecelakaan 4 th			
		F	SL	SER	PDO	F	SL	SER	PDO
1	Rambu Stop	0%	35%	35%	16%	1	3	1	0
2	Pita Penggaduh	0%	33%	33%	25%				

Ket: F= Fatal; SL=Kecelakaan Ringan; SER= Kecelakaan Serius; PDO= Kerusakan Properti

Untuk lebih jelas pengaplikasian penanganan dapat dilihat pada Gambar VI.5 berikut ini.



Gambar 1 Skenario 1 Bundaran Jl Siak II- Jl Riau

a. Estimasi Manfaat Pengurangan Kecelakaan (*Crash Reduction*)

Berikut contoh perhitungan pengurangan jumlah kecelakaan;

$$CR_F = 1 - (1 - 0\%) \times (1 - 0\%) \times (1 - 0\%) \times (1 - 0\%) \times 1 = 0$$

$$CR_{SL} = 3 - (1 - 35\%) \times (1 - 33\%) \times 3 = 3 - 1.307 = 1.694$$

$$CR_{SER} = 1 - (1 - 35\%) \times (1 - 33\%) \times 1 = 1 - 0.436 = 0.565$$

$$CR_{PDO} = 0$$

Skenario I ini tidak dapat mengurangi kecelakaan untuk tingkat keparahan Fatal. Dengan Skenario I ini dapat mengurangi 2 kejadian untuk tingkat keparahan luka ringan, dan 1 kecelakaan luka serius. Nilai manfaat yang diperoleh dari pengurangan ini adalah

$$\begin{aligned} \text{Benefit} &= (0 \times \text{By F}) + (1.694 \times \text{By SL}) + (0.565 \times \text{By SER}) + (0 \times \text{By PDO}) \\ &= (0) + (2 \times 84304926) + (2 \times 253150145) + (0) \\ &= \text{Rp}285,673,649/4\text{th} \\ &= \text{Rp}71,418,412 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PV benefit} &= \text{Rp}71,418,412 \times 4.21 \\ &= \text{Rp}300,671,516 \end{aligned}$$

b. Biaya penanganan Skenario I

Biaya yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan penanganan yang terdapat pada Skenario I ini tercantum dalam Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10 Biaya penanganan Skenario I persimpangan Jl Siak II-Jl Riau

Tindakan		Volume	Satuan	Harga (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Rambu Stop	4	buah	1,487,868	5,951,472
2	Pita Penggaduh (3X11X3.5) +3.5m	169	m	38,945	6,581,705
Total biaya=					12,533,177
Pv cost=					52,764,675

c. Evaluasi Ekonomi Skenario I

Evaluasi ekonomi dilakukan dengan memperhatikan dua parameter yaitu :

$$\begin{aligned}
 NPV &= PV_{\text{benefit}} - PV_{\text{cost}} \\
 &= \text{Rp}300,671,516 - \text{Rp}52,764,675 \\
 &= \text{Rp}247,906,840
 \end{aligned}$$

Jika $NPV > 0$ dapat diartikan tindakan penanganan layak dari segi ekonomi

$$\begin{aligned}
 BCR &= PV_{\text{benefit}} / PV_{\text{cost}} \\
 &= \text{Rp}300,671,516 / \text{Rp}52,108,841 \\
 &= 5.69
 \end{aligned}$$

$BCR > 1$ Diartikan tindakan penanganan layak untuk dari sisi ekonomi.

4.4 Skenario II Penanganan Bundaran Jl Siak II dan Jl Riau

Skenario kedua ini menerapkan 4 tindakan penanganan. Pada Skenario II ini dipasang pita penggaduh untu mengingatkan pengemudi untuk mengurangi kecepatan kendaraan ketika akan memasuki bundaran. Selain itu rambu peringatan bundaran dengan prioritas juga kan dipasang pada 4 lengan bundaran. Tabel 11 berikut ini menampilkan jenis tindakan penanganan yang terdapat pad skenario ini.

Tabel 11 Skenario II Bundaran Jl Siak II-Jl Riau

Skenario 2		% Pengurangan				Total Kecelakaan 4 th			
		F	SL	SER	PDO	F	SL	SER	PDO
1	Pemasangan pita penggaduh (3X11X5)	0	33%	33%	25%	1	3	1	0
2	Rambu Stop	0%	35%	35%	16%				
3	Rambu peringatan bundaran dengan prioritas (75 X75 cm)	0%	44%	44%	0%				
4	Marka tepi (155m+242m)	0%	3%	3%	3%				

Ket: F= Fatal; SL=Kecelakaan Ringan; SER= Kecelakaan Serius; PDO= Kerusakan Properti

Dari Tabel diatas dapat digambarkan penanganan pada Seknario II seperti pada Gambar 2 berikut ini.

a. Estimasi Manfaat Pengurangan Kecelakaan

Contoh perhitungan pengurangan jumlah kecelakaan :

$$CR_F = 0 - (1-0\%) \times (1-0\%) \times (1-0\%) \times (1-0\%) \times 1$$

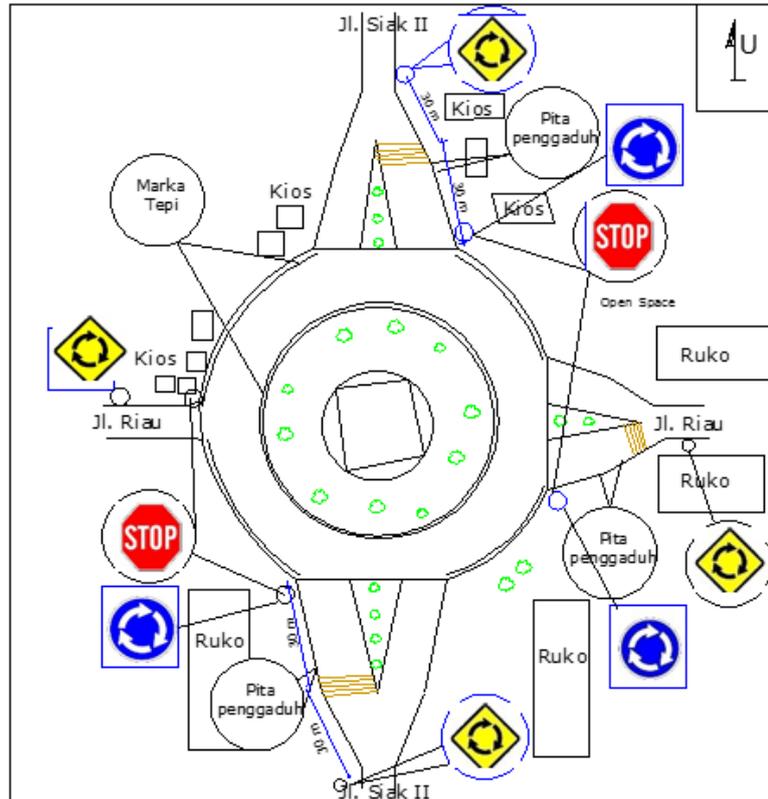
$$= 0$$

$$CR_{SL} = 3 - (1-33\%) \times (1-35\%) \times (1-44\%) \times (1-3\%) \times (1-7\%) \times 3$$

$$= 3 - 0.71 = 2.29$$

$$CR_{SER} = 1 - (1-33\%) \times (1-35\%) \times (1-44\%) \times (1-3\%) \times (1-7\%) \times 1$$

$$= 1 - 0.24 = 0.76$$



Gambar 2 Skenario II Bundaran Jl Siak II Jl Riau

Skenario II ini tidak dapat mengurangi kecelakaan untuk tingkat keparahan luka ringan sebesar 2.29 dan kejadian kecelakaan dengan luka berat sebesar 0.76. Nilai manfaat yang diperoleh dari pengurangan ini adalah

$$\text{Benefit} = (0 \times \text{By } F) + (2.29 \times \text{By } SL) + (0.76 \times \text{By } SER) + (0 \times \text{By } PDO)$$

$$= (0) + (2.29 \times 84304926) + (0.76 \times 253150145) + (0)$$

$$= \text{Rp}386,348,383/4 \text{ th}$$

$$= \text{Rp}96,587,095$$

$$\text{PV benefit} = \text{Rp}96,587,095 \times 4.21$$

$$= \text{Rp}406,631,670$$

b. Biaya penanganan Skenario II

Biaya yang harus dikeluarkan untuk melaksanakan penanganan yang terdapat pada Skenario II ini tercantum dalam Tabel VI. 14 berikut ini.

Tabel VI.14 Biaya pengadaan Skenario II Bundaran Jl Siak II-Jl Riau

Skenario II		Volume	Satuan	Harga (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Rambu stop	4	buah	1,487,868	5,951,472
2	Marka tepi (155m+242m)	397	m	35,062	13,919,614
3	Pita penggaduh (3X11X3.5) + 3.5 m	169	m	38,945	6,581,705
4	Rambu peringatan bundaran dengan prioritas	8	buah	1,487,868	11,902,944
Total biaya=					38,355,735
Pc cost=					161,477,644

c. Evaluasi Ekonomi Skenario II

Evaluasi ekonomi dilakukan dengan memperhatikan dua parameter yaitu;

$$\begin{aligned}
 NPV &= PV_{\text{benefit}} - PV_{\text{cost}} \\
 &= \text{Rp}406,631,670 - \text{Rp}161,477,644.35 \\
 &= \text{Rp}1,465,049,048.00
 \end{aligned}$$

Jika $NPV > 0$ dapat diartikan tindakan penanganan layak dari segi ekonomi

$$\begin{aligned}
 BCR &= PV_{\text{benefit}} / PV_{\text{cost}} \\
 &= \text{Rp}406,631,670 / \text{Rp}161,477,644.35 \\
 &= 10.07
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, diketahui bahwa skenario II ini layak secara ekonomi. Nilai NPV dan BCR melebihi batas suatu proyek dinyatakan tidak layak. Setelah dilakukan perhitungan analisis ekonomi diatas, dapat di rangkum dalam Tabel VI. 15 berikut ini.

Tabel VI.15 Analisis Ekonomi dan Pengurangan tingkat kecelakaan Persimpangan Jl Siak II- Jl Riau

Bundaran	Skenario I	Skenario II
Pvbenefit	Rp300,671,516	Rp1,626,526,692
Pvcost	Rp52,764,675	Rp161,477,644
NPV	Rp247,906,840	Rp1,465,049,048
BCR	5.70	10.07
Hasil Pengurangan	F	0
	SER	0.565
	SL	1.694
	PDO	0

Kedua skenario diatas layak secara ekonomi. Untuk penanganan persimpangan ini direkomendasikan prioritas penanganan seperti yang terdapat dalam skenario II. Pemilihan Skenario II ini dikarenakan nilai NPV dan BCR terbesar.

5. KESIMPULAN

Permasalahan keselamatan yang berhasil di dapatkan pada bundaran ini adalah sebagai berikut:

- a. Konflik dominan yang terjadi adalah ketika kendaraan dari setiap lengan ingin memasuki jalinan bundaran.
- b. Tidak adanya alat pengaturan lalu lintas apapun di persimpangan/ bundaran ini.
- c. Kondisi perkerasan jalan pada jalinan yang tidak mantap dapat menambah resiko terjadinya kecelakaan.
- d. Banyak pengendaraan yang tidak mematuhi lalu lintas sehingga masuk dan menentang arus dominan kendaran pada suatu lajur untuk menghindari kondisi perkerasan yang jelek

Skenario penanganan terbaik untuk bundaran ini memiliki nilai NPV= Rp1,465,049,048 dan nilai BCR = 10.07. Berikut tindakan penanganannya :

- Pemasangan pita Penggaduh
- Rambu bundaran dengan prioritas dan rambu petunjuk arah bundaran
- Rambu Stop
- Marka tepi

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, (2010) : *Highway Safety Manual, 1st edition, Washington DC, USA.*
- Departement For Transport,(2007) : *Traffic Calming.* TSO. United Kingdom.
- Elvik,R.,Hoye,A.,Vaa,T., (2009) : *The Handbook Of Road Safety Measures.* Norwegia
- Federal Highway Administration.(2012) : *Safety at Unsignalized Intersection.* Amerika Serikat.
- Glauz, W.D dan D.J migletz.(1980). *Application of Traffic conflict analysis at intersections.* Washington D.C. National Cooperative highway research program, Transport Research Board.
- Santosa, Dwi. (2013) : Materi Kuliah, *Jenis Jenis Pengaturan Simpang.* Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- Tamin, O. (2008) : *Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi,* Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Tarko,A.P, Leckrone,S dan Anastasopaulus (2012): *Analysis And Methods Of Improvement Of Safety At High-Speed Rural Intersections.* Indiana dept of Trasnsportation, Indianapolis. Amerika Serikat.
- 2009. Undang undang No 22 tahun 2009 *Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan.* Departemen Perhubungan RI.
- 2013. Peraturan Menteri Perhubungan no 75 Tahun 2013. Standar Biaya Satuan Tahun 2014. Departemen Perhubungan RI.
- 2014. Peraturan Menteri Perhubungan no 13 Tahun 2014. Rambu Lalu Lintas 2014. Departemen Perhubungan RI.
- 2014.. Naskah Ilmiah Biaya Kecelakaan. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.2014. Kementrian Pekerjaan Umum.
- 1997.. Manual Kapasitas Jalan Indonesia.1997. Kementrian Pekerjaan Umum.