

ANALISIS KAPASITAS BUNDRAN (STUDI KASUS BUNDRAN MANDONGA KOTA KENDARI)

Ridwan Syah Nuhun

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Haluoleo
Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu
Kendari 93721
ridwansyahnuhun@yahoo.com

Abstract

Mandongga roundabout is one of the important roundabout in Kendari, which serve the traffic flow from different directions, namely the current traffic flow coming from Sam Ratulangi street, Drs. H. Abd. Silondae, and R Soeprapto street. The high volume of traffic that passes through the roundabout causing quite chaotic meetings vehicles from different directions, either from the direction of Sam Ratulangi street. The high volume of traffic that passes through the roundabout causing quite chaotic meetings vehicles from, Drs. H. Abd. Silondae street. The high volume of traffic that passes through the roundabout causing quite chaotic meetings vehicles from, and R. Soeprapto street. The high volume of traffic that passes through the roundabout causing quite chaotic meetings vehicles from. Based on these problems, the authors will try to analyze the performance of the Mandonga roundabout. Hopefully, by the research performance of the roundabout at the roundabout Mandonga constituent can find solutions to conflicts that occur in the flow of the traffic roundabout. The purpose of this research was conducted to analyze the performance levels Mandonga roundabout, on the present and future.

Performance analysis method using the method Indonesian Highway Capacity Manual 1997 (MKJI). The results showed that the largest flows occur at the ceiling of 09:00 to 10:00 hours WITA by the degree of saturation (DS) is the arm (AB) 0.294 , (BC) .233 , (CA) 0.213 . Roundabout traffic delays mean = 1.6 sec / pcu, Delay roundabout = 5.147 sec / smp. Opportunities Queue roundabout at least 2 % and a maximum of 7 % . From the analysis of the Roundabout Mandonga forecasting traffic flow is only able to serve up to 2021 with the highest DS 0.817, indicating that Roundabout Mandonga require a traffic management , or geometric changes.

Recommendations for solving problems using geometric changes are backed and wide meperkecil islands side on each arm. And the results obtained that the performance of the Roundabout Mandonga decreased significantly. Namely the braid (AB) value of 0.642 DS , (BC) value of 0.522 DS , (CA) with the degree of saturation (DS) 0.582 . Roundabout traffic delays mean = 2.94 sec / pcu, Delay roundabout = 6.94 sec / smp, Opportunities Queue roundabout at least 6 % and a maximum of 23 % .

Keywords: Roundabout, Performance, Prediction

Abstrak

Bundaran Mandonga merupakan salah satu bundaran penting di Kota Kendari, yang melayani arus lalu lintas dari berbagai arah, yaitu arus lalu lintas yang berasal dari Jl. Sam Ratulangi, Jl. Drs. H. Abd. Silondae, dan Jl. R Soeprapto. Tingginya volume lalu lintas yang melewati bundaran ini menyebabkan terjadinya pertemuan kendaraan yang cukup semrawut dari berbagai arah jalan, baik dari arah Jl. Sam Ratulangi, Jl. Drs. H. Abd. Silondae, dan Jl. R Soeprapto. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penyusun mencoba menganalisis kinerja bundaran Mandonga tersebut. Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat kinerja bundaran Mandonga, pada kondisi sekarang dan yang akan datang.

Metode analisis kinerja dengan menggunakan metoda Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus terbesar terjadi pada pagu hari jam 09.00-10.00 WITA dengan nilai Derajat Kejenuhan (DS) yaitu pada lengan (AB) 0,294, (BC) 0,233, (CA) 0,213. Tundaan lalu lintas bundaran rata-rata = 1,6 det/smp, Tundaan bundaran = 5,147 det/smp. Peluang Antrian bundaran minimal 2% dan maksimal 7%. Dari hasil analisa peramalan Bundaran Mandonga hanya mampu melayani arus lalu lintas sampai tahun 2021 dengan DS tertinggi 0,817, Hal ini mengindikasikan bahwa Bundaran Mandonga memerlukan suatu manajemen lalu lintas, ataupun perubahan geometrik.

Rekomendasi pemecahan masalah dengan menggunakan melakukan perubahan geometrik yaitu memundurkan dan meperkecil lebar sisi pulau-pulau pada tiap lengan. Dan hasil yang diperoleh bahwa kinerja Bundaran Mandonga menurun signifikan. Yaitu pada jalinan (AB) nilai DS 0,642, (BC) nilai DS 0,522, (CA) dengan nilai derajat kejenuhan (DS) 0,582. Tundaan lalu lintas bundaran rata-rata = 2,94 det/smp, Tundaan bundaran = 6,94 det/smp. Peluang Antrian bundaran minimal 6% dan maksimal 23%.

Kata Kunci: Bundaran, Kinerja, Prediksi.

PENDAHULUAN

Perencanaan simpang berbentuk bundaran merupakan bagian dari perencanaan jalan raya yang amat penting. Pada bundaran terjadi konflik antara kendaraan yang berbeda kepentingan, asal maupun tujuan. Berkaitan dengan hal tersebut perencanaan bundaran harus direncanakan dengan cermat, sehingga tidak menimbulkan akses yang lebih buruk, misalnya kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas menimbulkan kerugian yang lebih besar yaitu biaya yang makin tinggi akibat pemborosan bahan bakar, polusi udara, kebisingan dan keterlambatan arus barang dan jasa.

Bundaran Mandonga merupakan salah satu bundaran penting di Kota Kendari, yang melayani arus lalu lintas dari berbagai arah, yaitu arus lalu lintas yang berasal dari Jl. Sam Ratulangi, Jl. Drs. H. Abd. Silondae, dan Jl. R. Soeprapto. Tingginya volume lalu lintas yang melewati bundaran ini menyebabkan terjadinya pertemuan kendaraan yang cukup semrawut dari berbagai arah jalan, baik dari arah Jl. Sam Ratulangi, Jl. Drs. H. Abd. Silondae, dan Jl. R. Soeprapto.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penyusun akan mencoba menganalisis kinerja bundaran Mandonga tersebut. Diharapkan dengan adanya penelitian kinerja bundaran pada bundaran Mandonga penyusun dapat menemukan solusi untuk mengatasi konflik yang terjadi pada arus bundaran lalu lintas tersebut.

Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat kinerja bundaran Mandonga, pada kondisi sekarang dan yang akan datang.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bundaran

Bundaran (*roundabout*) dapat dianggap sebagai kasus istimewa dari kanalisasi yang pulau di tengahnya dapat bertindak sebagai pengontrol pembagi dan pengarah bagi sistem lalu lintas berputar satu arah. Pada cara ini gerakan penyilangan hilang dan digantikan dengan gerakan menyiap berpindah-pindah jalur. Dengan sebuah pulau lalu lintas dengan berdiameter 15 meter gerakan menyilang yang bukan tegak lurus akan dilakukan pada kecepatan relatif tinggi. Bundaran dengan diameter lebih besar dari 20 meter, gerakan menyiap biasanya terbentuk pada jalur masuk.

Kanalisasi adalah proses pemisahan atau pengaturan terhadap aliran kendaraan yang saling konflik ke dalam rute-rute jalan yang jelas dengan menempatkan beton pemisah atau rambu perkerasan untuk menciptakan pergerakan yang aman dan teratur bagi kendaraan dan pejalan kaki. Kanalisasi yang benar dapat meningkatkan kapasitas, keamanan, memberikan kenyamanan penuh. *Salter* (1995), mengatakan bahwa bundaran biasanya digunakan di daerah pusat perkotaan yang secara tradisional digunakan untuk memutuskan konflik antara pejalan kaki dengan arus lalu lintas di daerah yang terbuka luas.

Terdapat tiga tipe dasar bundaran:

1. Bundaran normal, yaitu bundaran yang mempunyai satu sirkulasi jalan yang mengelilingi bundaran tersebut dengan diameter empat meter atau lebih dan biasanya dibagian pendekat jalannya melebar.
2. Bundaran mini, yaitu bundaran yang memiliki satu sirkulasi jalan yang mengelilingi bundaran berupa marka bundaran yang ditinggikan diameternya kurang dari empat meter dan bagian pendekat jalannya melebar atau tidak dilebarkan.
3. Bundaran ganda, yaitu persimpangan individual dengan dua buah bundaran, bundaran normal atau bundaran mini yang berdekatan.

Bundaran dapat bertindak sebagai pengontrol, pembagi dan pengarah bagi sistem lalu lintas yang berputar searah. Gerakan menerus dan membelok yang besar pada seluruh kaki pertemuan jalan akan mengurangi sumber kecelakaan dan memberikan kenyamanan yang lebih pada pada kondisi pengemudi (*Hobbs*, 1995).

Bundaran lebih disukai karena dapat mengurangi tundaan dan memungkinkan banyak kendaraan memotong simpang tanpa harus berhenti total (MKJI, 1997).

B. Kapasitas Bundaran

Faktor yang mempengaruhi kapasitas suatu simpang menurut *Oglesby dan Hick* (1998) adalah:

1. Kondisi fisik simpang dan operasi, yaitu ukuran dan dimensi lebar jalan, kondisi parkir dan jumlah lajur,
2. Kondisi lingkungan, yaitu faktor jam sibuk pada suatu simpang,
3. Karakteristik gerakan lalu lintas, yaitu gerakan mambelok dari kendaraan,
4. Karakteristik lalu lintas kendaraan berat, yaitu truk dan bus melewati simpang.

Kapasitas dapat dibagi menjadi dua bagian

1. Kapasitas Dasar Adalah kapasitas pada geometri dan prosentase jalinan tertentu tanpa induksi faktor penyesuaian.
2. Kapasitas sesungguhnya Diperoleh dengan cara mengalikan kapasitas dasar (CO) dengan penyesuaian ukuran kota (FCS) serta faktor lingkungan jalan (FRSU).

C. Konsep Bundaran

1. Rasio Jalinan bundaran

$$PW = QW / QTOT$$

Keterangan:

QW = Arus menjalin (smp/jam)

QTOT = Arus total (smp/jam)

PW = Rasio jalinan

Rasio kendaraan tak bermotor (PUM)

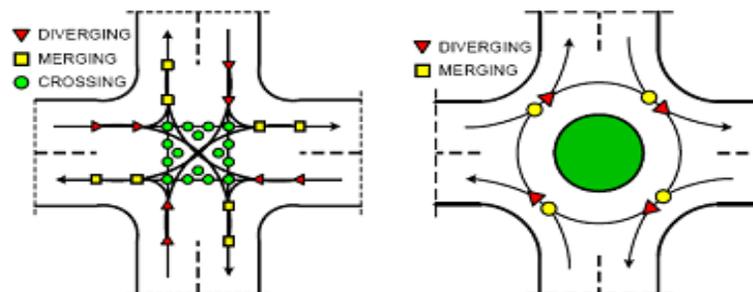
$$PUM = QUM / QVEH$$

Keterangan:

QUM = Arus kendaraan non motor (kendaraan non motor/jam)

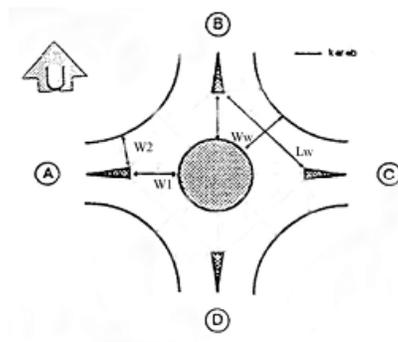
QVEH = Arus kendaraan (smp/jam)

Berbagai macam pola pergerakan tersebut akan saling berpotongan sehingga menimbulkan titik-titik konflik pada suatu persimpangan. Sebagai contoh, pada persimpangan dengan empat lengan pendekat mempunyai 32 titik konflik, yaitu 16 titik *crossing*, 8 titik *diverging*, 8 titik *merging*



Gambar 1. Titik Konflik Pada Persimpangan Empat Lengan Pendekat Dan Bundaran

2. Bagian Jalinan Bundaran



(Sumber : MKJI 1997)

Gambar 2. Jalinan Bundaran

Keterangan:

W1 = Lebar pendekat 1 yang akan masuk ke bagian jalinan bundaran

W2 = Lebar pendekat 2 yang akan masuk ke bagian jalinan bundaran

W3 = Lebar pendekat 3 yang akan masuk ke bagian jalinan bundaran

LW = Panjang jalinan

WW = Lebar jalinan

WE = Lebar rata-rata pendekat untuk masing-masing bagian jalinan bundaran

D. Ukuran kinerja

1. Kapasitas

Kapasitas (C) sesungguhnya (smp/jam) dihitung dengan menggunakan induksi faktor penyesuaian F. Besarnya kapasitas tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$C = 135 \times Ww^{1,3} \times (1 + WE/Ww)^{1,5} \times (1Pw/3)^{0,5} \times (1 + Ww/Lw)^{0,8} \times Fcs \times FRU$$

Keterangan:

WE = Lebar masuk rata-rata = $\frac{1}{2} (W1 + W2)$

WW = Lebar jalinan (m)

Lw = Panjang jalinan (m)

PW = Rasio jalinan

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota

FRSU = Faktor penyesuaian tipe lingkaran

Faktor Ww = $135 \times Ww^{1,3}$

Faktor penyesuaian FCS untuk ukuran kota dimasukan sebagai jumlah penduduk di seluruh daerah perkotaan sebagaimana Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 1. Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
Sangat Kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

(Sumber: MKJI 1997)

Faktor penyesuaian F tipe lingkungan jalan di klasifikasikan dalam kelas menurut guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktifitas sekitarnya. Hal ini di tetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas sebagaimana yang ditunjukkan melalui Tabel 2. di bawah ini.

Tabel 2. Tipe Lingkungan Jalan

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya perkotaan, rumah makan, perkotaan dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan)
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Akses Terbatas	Tempat jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dan sebagainya)

(Sumber: MKJI 1997)

Tabel 3. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor.

Kelas Tp Lingk. Jalan (RE)	Kelas Hambatan Samping (SF)	Rasio kendaraan tak bermotor					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	00,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	00,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	00,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,87	0,82	0,77	00,72
	Sedang	0,97	0,92	0,88	0,83	0,78	00,73
	Rendah	0,98	0,93	0,89	0,84	0,79	00,74
Akses Terbatas	Tinggi, Sedang, Rendah	0,00	0,94	0,90	0,85	0,80	00,75

(Sumber MKJI 1997)

Kapasitas dasar adalah kapasitas pada geometri dan prosentase jalinan tertentu tanpa induksi faktor penyesuaian dan dihitung dengan persamaan:

$$C_0 = 135 \times W_w^{1.3} \times (1 + W_E/W_w)^{1.5} \times (1 - P_w/3)^{0.5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1.8}$$

Keterangan:

$$W_E = \text{Lebar Masuk Rata-Rata} = \frac{1}{2} (W_1 + W_2)$$

$$W_w = \text{Lebar Jalinan} \dots\dots\dots (M)$$

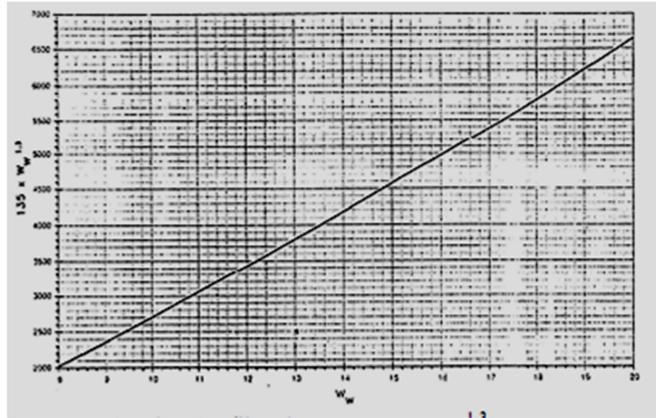
$$L_w = \text{Panjang Jalinan} \dots\dots\dots (M)$$

$P_w =$ Rasio Jalinan

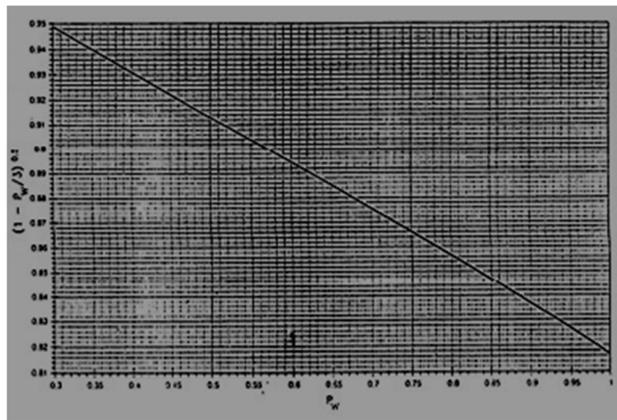
$$\text{Faktor } W_E/W_w = (1 + W_E/W_w)^{1.5}$$

$$\text{Faktor } P_w = (1 - P_w/3)^{0.5}$$

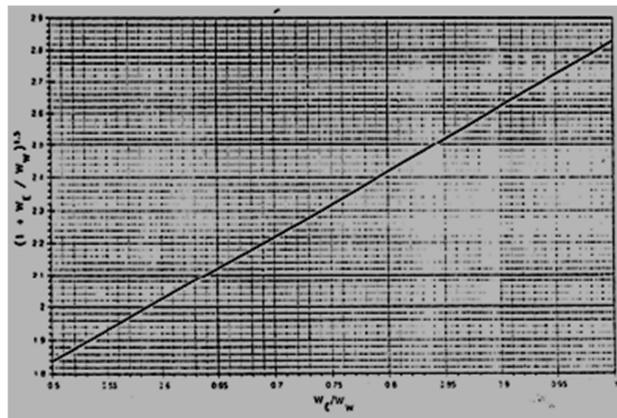
$$\text{Faktor } W_w/L_w = (1 + W_w/L_w)^{-1.8}$$



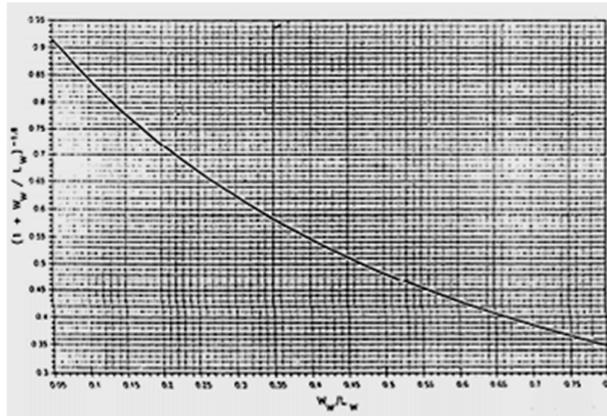
Gambar 3. Grafik Kapasitas Dengan Lebar Jalinan



Gambar 4. Grafik Kapasitas Dengan Lebar Masuk Rata-Rata/Lebar Jalinan



Gambar 5. Grafik Kapasitas Dengan Rasio Jalinan



Gambar 6. Grafik Kapasitas dengan Lebar Jalinan/Rasio Jalinan

2. Derajat Kejenuhan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, derajat kejenuhan (DS) bagian jalinan dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C}$$

$$Q_{smp} = Q_{kendaraan} \times F_{smp}$$

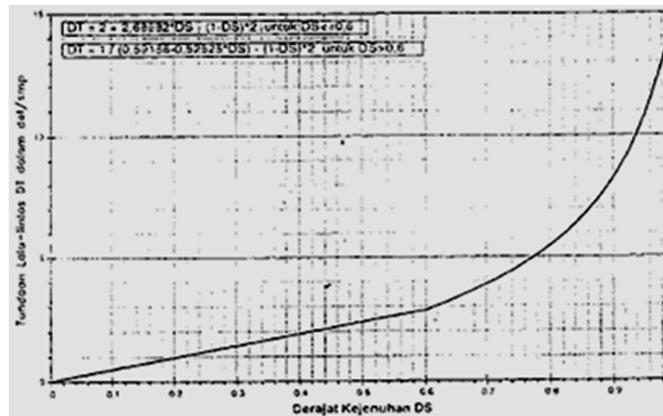
$$F_{smp} = \frac{Lv\% + (Hv\% \times empW) + (MC\% \times empMC)}{100}$$

Keterangan:

Q_{smp} = Arus Total (smp/jam)

F_{smp} = Faktor mobil satuan penumpang

C = Kapasitas (smp/jam)



Gambar 7. Grafik Tundaan Lalulintas Bagian Jalinan Vs Derajat Kejenuhan

3. Tundaan

Tundaan pada bagian jalan dapat terjadi karena dua sebab berikut ini.

1. Tundaan lalulintas (DT) akibat interaksi lalulintas dengan gerakan yang lain dalam persimpangan.
2. Tundaan geometrik (DG) akibat perlambatan dan percepatan lalulintas.

Tundaan rata-rata bagian jalinan dihitung sebagai berikut ini:

$$D=DT+DG$$

Keterangan:

DT = Tundaan lalulintas rata-rata bagian jalinan (det/smp)

DG = tundaan geometrik rata-rata bagian jalinan (det/smp)

Tundaan lalulintas pada bagian jalan ditentukan berdasarkan kurva tundaan empiris dengan derajat kejenuhan sebagai variabel masukan.

Tundaan geometrik pada bagian jalinan dihitung menggunakan persamaan:

$$DG = (1-DS) \times 4 + Dsx4 = 4$$

Tundaan rata-rata bundaran dihitung menggunakan persamaan:

$$DTR = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{masuk} + DG; i = n$$

Keterangan:

DR = Tundaan bundaran rata-rata (det/smp)

i = bagian jalinan i dalam bundaran

n = jumlah bagian jalinan dalam bundaran

Q_i = arus total lapangan pada bagian jalinan i (det/smp)

DT_i = tundaan lalu-lintas rata-rata pada bagian jalinan i (det/smp)

Q_{masuk} = jumlah arus total yang masuk bundaran (smp/jam)

DG = tundaan rata-rata geometrik pada bagian jalinan (det/smp)

Tundaan bundaran (DR) dihitung sebagai tundaan lalulintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung menggunakan persamaan:

$$DR=DTR+4(\text{det/smp})$$

Untuk ukuran batasnya 10 det/smp

4. Peluang Antrian pada Bagian Jalinan Bundaran

Peluang antrian QP% pada bagian jalinan ditentukan berdasarkan kurva antrian empiris, dengan derajat kejenuhan sebagai variabel masukan.

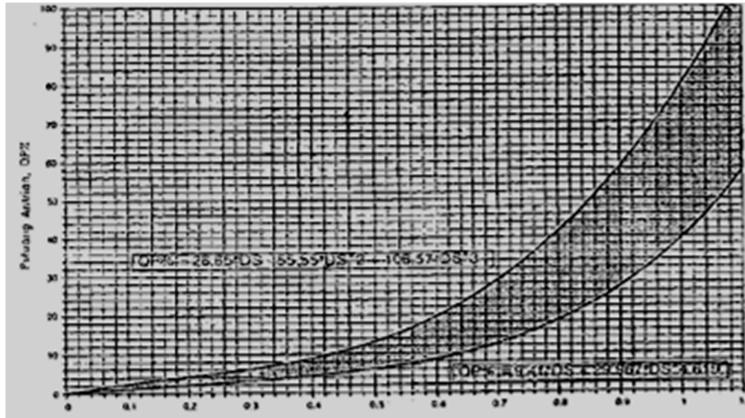
Peluang antrian bundaran di tentukan dengan menggunakan persamaan:

$$QP\% = \text{MAKS dari } (QP\%); 1n$$

keterangan:

QP% = peluang antri bagian jalinan i,

n = jumlah bagian jalinan dalam bundaran



Gambar 8. Grafik Peluang Antrian Vs Derajat Kejenuhan

5. Analisis Prediksi (*Forecasting*)

Menggunakan rumus regresi linear.

$$b = \frac{\sum xy - x \sum y}{\sum x^2 - x \sum x}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

6. Karakteristik Aliran Lalulintas

Aliran lalulintas Q menyatakan arus lalulintas dan mengandung pengertian jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruangan yang diukur dalam suatu interval waktu tertentu.

$$Q = \sum_i^n ql$$

Dengan q menyatakan arus dari $i = 1$ sampai n .

Angka aliran (*rate of flow*) adalah angka ekivalen selama suatu jam dari jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau ruas lajur jalan yang ditinjau dalam suatu interval waktu tertentu yang lebih kecil dari satu jam, biasanya selama 15 menit.

Faktor jam puncak (*peak hour faktor*) didefinisikan sebagai perbandingan dari jumlah volume lalulintas selama satu jam dengan angka aliran puncak pada jam tersebut.

$$PHF = \frac{\text{volume kendaraan selama satu jam}}{\text{angka aliran puncak dalam satu jam}}$$

Jika periode yang digunakan selama 15 menit, maka PHF dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$PH = \frac{V}{4 + V15}$$

Keterangan:

PHF = Faktor jam puncak

V = Volume satu jam

V15 = Volume sebagai periode tertinggi 15 menit dalam jam puncak (kendaraan / 15 menit).

METODOLOGI PENELITIAN

1. Inventaris Data

Inventaris data pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

A. Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dengan cara observasi atau pengamatan langsung di lokasi penelitian yang meliputi:

- a) Data Geometri Bundaran :
 - Diameter bundaran
 - Lebar pendekat W1 dan W2
 - Lebar jalinan Ww
 - Panjang jalinan Lw

b) Data volume lalu lintas

Data volume lalu lintas yang dibutuhkan adalah data dari semua kendaraan (kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor) yang melewati bundaran yang dapat mengidentifikasi kapasitas bagian jalinan kondisi sekarang di lapangan.

B. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari instansi-instansi terkait, data dalam penelitian ini berupa data jumlah penduduk yang didapat dari Biro Pusat Statistik Kota Kendari, sedangkan data jumlah kepemilikan kendaraan didapat dari Samsat Kota Kendari.

2. Survei

A. Survei volume lalu lintas

Pengamat meneliti jumlah kendaraan baik berat, ringan maupun sepeda motor.

B. Survei tundaan

Survei ini dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk belok dari setiap lengan.

C. Survei geometri

Survei geometri dilakukan untuk mengetahui ukuran-ukuran penampang melintang jalan, luas bundaran dan ukuran median sehingga bisa didapatkan kapasitas dari jalan yang diteliti.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Rasio Jalinan

Q_{wAB}	$= AST+AUT$	$= 380 \text{ smp/jam}$
Q_{wBC}	$= BRT+BUT$	$= 557 \text{ smp/jam}$
Q_{wCA}	$= CRT+ CUT$	$= 378 \text{ smp/jam}$
$Q_{tot AB}$	$= 984 \text{ smp/det}$	
$Q_{tot BC}$	$= 846 \text{ smp/det}$	
$Q_{tot CA}$	$= 763 \text{ smp/det}$	
PW_{AB}	$= 380/984$	$= 0,386$
PW_{BC}	$= 557/846$	$= 0,658$
PW_{CA}	$= 378/763$	$= 0,495$

2. Kapasitas Dasar

$$C = (135 \times W_w^{1,3}) \times (1 + W_E/W_w)^{1,5} \times (1 - P_w/3)^{0,5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1,8} \times F_{Cs} \times F_{RSU}$$

3. Nilai faktor Lebar Jalinan (Ww)

W_w	$= 135 \times W_w^{1,3}$	
W_{wAB}	$= 135 \times 15,64^{1,3}$	$= 4817,72$
W_{wBC}	$= 135 \times 14,12^{1,3}$	$= 4218,12$
W_{wCA}	$= 135 \times 15,2^{1,3}$	$= 4642,27$

4. Rasio Lebar rata-rata dengan lebar jalinan (WE/Ww)

$$\begin{aligned} WE/W_{wAB} &= 0,694 \\ WE/W_{wBC} &= 0,867 \\ WE/W_{wCA} &= 0,835 \end{aligned}$$

5. Nilai Faktor WE/Ww

$$\begin{aligned} \text{Faktor } WE/W_w &= (1+WE/W_w)^{1,5} \\ \text{Faktor } WE/W_{wAB} &= 2,21 \\ \text{Faktor } WE/W_{wBC} &= 2,55 \\ \text{Faktor } WE/W_{wCA} &= 2,49 \end{aligned}$$

6. Nilai Faktor Pw

$$\begin{aligned} \text{Faktor } P_w &= (1-P_w/3)^{0,5} \\ \text{Faktor } P_{wAB} &= 0,933 \\ \text{Faktor } P_{wBC} &= 0,883 \\ \text{Faktor } P_{wCA} &= 0,914 \end{aligned}$$

7. Nilai Faktor Ww/Lw

$$\begin{aligned} \text{Faktor } W_w/L_w &= (1+W_w/L_w)^{-1,8} \\ \text{Faktor } W_w/L_{wAB} &= 0,412 \\ \text{Faktor } W_w/L_{wBC} &= 0,466 \\ \text{Faktor } W_w/L_{wCA} &= 0,416 \end{aligned}$$

Dengan mendapatkan keempat nilai faktor tersebut, maka nilai kapasitas dasar (CO) dapat diperoleh dengan cara mengalikan keempat nilai faktor tersebut. Maka kapasitas dasar (CO) untuk bagian jalinan diperoleh

$$\begin{aligned} C_o &= \text{Faktor } W_w \times \text{Faktor } WE/W_w \times \text{Faktor } P_w \times \text{Faktor } W_w/L_w \\ C_{oAB} &= 4088,016 \\ C_{oBC} &= 4434,85 \\ C_{oCA} &= 4387,198 \end{aligned}$$

Kapasitas Sesungguhnya (C)

$$\begin{aligned} C &= C_o \times F_{cs} \times F_{RSU} \\ C_{AB} &= 3345,632 \\ C_{BC} &= 3629,481 \\ C_{CA} &= 3590,482 \end{aligned}$$

8. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang atau segmen jalan. Dengan nilai derajat kejenuhan (DS) maka dapat ditinjau apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah pada kapasitas atau tidak.

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ DS_{AB} &= 0,294 \\ DS_{BC} &= 0,233 \\ DS_{CA} &= 0,213 \end{aligned}$$

9. Tundaan Bagian Jalinan Bundaran (DT)

Tundaan lalu lintas (DT) Jalinan diperoleh dengan menggunakan Grafik Tundaan Lalu lintas Bagian Jalinan Vs Derajat Kejenuhan (gambar 7)

$$\begin{aligned} DT_{AB} &= 1,5 \\ DT_{BC} &= 1,7 \\ DT_{CA} &= 1,2 \end{aligned}$$

10. Tundaan Lalulintas Bundaran (DTR)

Tundaan lalulintas bundaran (DTR) diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut

$$\begin{aligned} \text{DTR} &= \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{\text{MASUK}} ; i=1 \dots n \\ \text{DTR} &= 1,47 \\ \text{DR} &= \text{DTR} + 4 \\ &= 5,147 \end{aligned}$$

11. Peluang Antrian Bundaran

Peluang antrian bundaran ditentukan dari nilai persamaan berikut

$$\begin{aligned} \text{QP\%} &= \text{MAKS dari (QP\%)} ; 1 \dots n \\ \text{QP\% AB} &= 3-6 \\ \text{QP\% CA} &= 2-5 \\ \text{QP\%} &= 4-7 \end{aligned}$$

Maka dari hasil analisis bagian jalinan Bundaran Mandonga di atas, diperoleh kinerja bundaran pada kondisi existing (pada jam puncak 09.00-10.00 WITA) masih memenuhi tetapan. Hal ini diukur dengan nilai derajat kejenuhannya (DS) pada jalinan AB = 0,294, BC masih memenuhi = 0,233, CA = 0,213. Dimana persyaratan MKJI 1997 DS \leq 0,75, tundaan rata-rata bundaran (DR) sebesar 4,147 det/smp dan peluang antrian (QP%) untuk Jalinan AB batas bawah 4% dan batas atas 7%.

12. Hasil Prediksi Kinerja Bundaran Mandonga

Saat ini peningkatan jumlah penduduk, jumlah kendaraan dan berbagai aktifitas masyarakat berpengaruh besar dalam menimbulkan masalah ekonomi yang sangat bergantung pada transportasi jalan raya. Masalah ini muncul karena pertumbuhan penduduk dan kepemilikan kendaraan yang semakin lama semakin banyak jumlahnya. Tetapi tidak diikutinya sarana dan prasarana transportasi yang memadai, sehingga muncul berbagai masalah, diantaranya sering terjadinya kemacetan lalulintas dimanamana. Maka salah satu upaya untuk meminimalkan dampak tersebut perlu dilakukan prediksi terhadap jumlah kendaraan. Prediksi tersebut dilakukan guna upaya mengetahui sampai tahun ke berapa Bundaran Mandonga dapat melayani arus di setiap jalinannya. Dari hasil analisis pada kondisi *existing* atau saat ini Bundaran Mandonga pada lengan AB (Jl. Sam Ratulangie – Jl. Drs. H. Abd. Silondae) yaitu derajat kejenuhan (DS) = 0,294 dimana masih memenuhi persyaratan MKJI yaitu \leq 0,75. Maka prediksi volume lalulintas untuk tahun 2016 dan 2021 dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini dengan faktor pertumbuhan lalu lintas sebesar 14,7%.

Tabel 4. Hasil analisis prediksi kinerja bundaran tahun 2016

Bagian Jalinan	Faktor Ww	Faktor-WE/Ww	Faktor -Pw	Faktor WA	Kapasitas Dasar C0	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C
						Ukuran Kota Fcs	Lingkungan Jalan FRS	
	Gbr B-2.1	Gbr B-2.2	Gbr B-2.3	Gbr B-2.4	smp/jam	Tab. B-3.1	Tab. B-4.1	smp/jam
1	2	3	4	5	6	7	8	9
AB	4817.720	2.21	0.933	0.412	4088.0158	0.94	0.93	3573.743
BC	4218.119	2.55	0.895	0.466	4491.0476	0.94	0.93	3926.074
CA	4642.270	2.49	0.914	0.416	4387.198	0.94	0.93	3835.288

Bagian Jalinan	Arus Bagian Jalinan Q	Derajat Kejenuhan DS	Tundaan Lalulintas DT Gbr. C-2.1	Tundaan Lalulintas Total D Tot=QxDT	Peluang Antrian OP%	Sasaran
	smp/jam	31/28	det/smp	31x33	Gbr. C-3.1	
10	11	12	13	14	15	16
AB	1953	0.546	2.75	5369.926	6-14	
BC	1430	0.364	1.85	2645.4162	4-6	
CA	1515	0.395	1.95	2954.5413	5-7	
DS dari jalinan DSR		0.546	Total	10969.883		
Tundaan Lalulintas bundaran rata-rata DTR det/smp				2.2397553		
Tundaan bundaran rata-rata DR (DTR+4) det/smp				6.2397553		
Peluang Antrian Bundaran QPR%					6-14	

(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 5. Hasil analisis prediksi kinerja bundaran tahun 2021

Bagian Jalinan	Faktor Ww	Faktor-WE/Ww	Faktor -Pw	Faktor WA	Kapasitas Dasar C0	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C
						Ukuran Kota Fcs	Lingkungan Jalan FRS	
	Gbr B-2.1	Gbr B-2.2	Gbr B-2.3	Gbr B-2.4	smp/jam	Tab. B-3.1	Tab. B-4.1	smp/jam
1	2	3	4	5	6	7	8	9
AB	4817.720	2.21	0.933	0.412	4088.0158	0.94	0.93	3573.743
BC	4218.119	2.55	0.895	0.466	4490.9761	0.94	0.93	3926.011
CA	4642.270	2.49	0.914	0.416	4387.198	0.94	0.93	3835.288

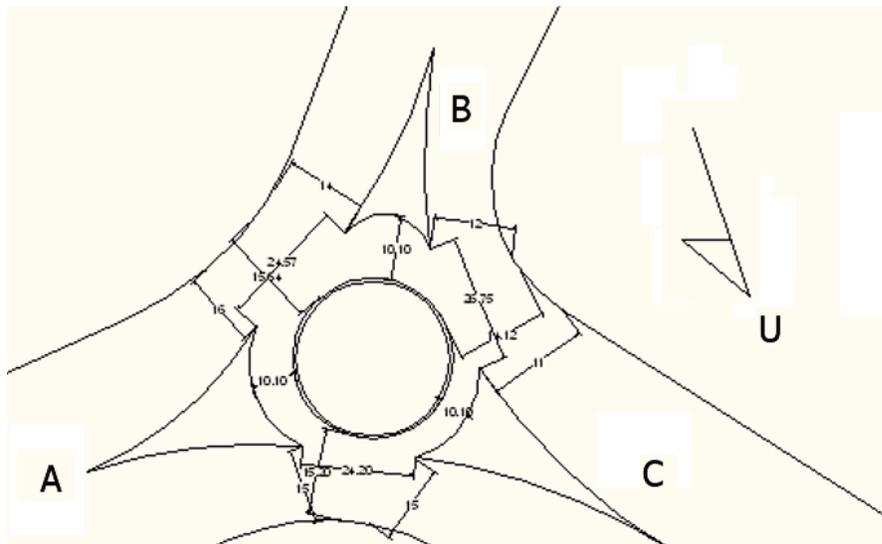
Bagian Jalinan	Arus Bagian Jalinan Q	Derajat Kejenuhan DS	Tundaan Lalulintas DT Gbr. C-2.1	Tundaan Lalulintas Total D Tot=QxDT	Peluang Antrian OP%	Sasaran
	smp/jam	31/28	det/smp	31x33	Gbr. C-3.1	
10	11	12	13	14	15	16
AB	2921	0.817	5.75	16797.689	19-42	
BC	2139	0.545	2.75	5882.2787	6-14	
CA	2267	0.591	2.85	6460.2064	7-15	
DS dari jalinan DSR		0.817	Total	29140.174		
Tundaan Lalulintas bundaran rata-rata DTR det/smp				3.9770478		
Tundaan bundaran rata-rata DR (DTR+4) det/smp				7.9770478		
Peluang Antrian Bundaran QPR%					19-42	

(Sumber: Hasil Analisis)

13. Rekomendasi Pemecahan Masalah

Berdasarkan hasil analisa prediksi kinerja bundaran mandonga tahun 2021, lengan A (jalan DR. Sam Ratulangie) sudah tidak memenuhi standar kapasitas MKJI dimana derajat kejenuhannya (DS) mencapai 0,817 maka perlu dilakukan peningkatan kapasitas jalan, salah satunya adalah dengan mengubah geometrik jalan.

Rekomendasi yang diberikan adalah memundurkan dan memperkecil lebar sisi pulau-pulau pada tiap lengan, seperti pada gambar berikut:



Gambar 8. Rekomendasi Dimensi Bundaran

Tabel 6 Hasil analisa rekomendasi pemecahan masalah

Bagian Jalinan	Lebar Masuk		Lebar Masuk Rata-rata (WE)	Lebar Jalinan Ww	WE/Ww	Panjang Jalinan Lw	Ww/Lw
	Pendekat 1	Pendekat 2					
1	2	3	4	5	6	7	8
AB	16	15	15.5	15.64	0.9910486	24.57	0.636549
BC	13.5	11	12.25	14.12	0.8675637	26.75	0.52785
CA	10.63	14.77	12.7	15.2	0.8355263	24.2	0.628099

Bagian Jalinan	Faktor Ww	Faktor-WE/Ww	Faktor -Pw	Faktor WA	Kapasitas Dasar C0	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C
						Ukuran Kota Fcs	Lingkungan Jalan FRS	
5	6	7	8	9	10	11	12	13
AB	4817.720	2.81	0.933	0.412	5205.9353	0.94	0.93	4551.029
BC	4218.119	2.55	0.895	0.466	4490.9761	0.94	0.93	3926.011
CA	4642.270	2.49	0.914	0.416	4387.198	0.94	0.93	3835.288

Bagian Jalinan	Arus Bagian Jalinan Q	Derajat Kejenuhan DS	Tundaan Lalulintas DT Gbr. C-2.1	Tundaan Lalulintas Total D Tot=QxDT	Peluang Antrian OP%	Sasaran
	smp/jam	31/28	det/smp	31x33	Gbr. C-3.1	
14	15	16	17	18	19	20
AB	2921	0.642	3.2	9348.2791	10-23	
BC	2139	0.545	2.75	5882.2787	6-14	
CA	2267	0.591	2.8	6346.8694	7-15	
DS dari jalinan DSR		0.642	Total	21577.427		
Tundaan Lalulintas bundaran rata-rata DTR det/smp				2.9448849		
Tundaan bundaran rata-rata DR (DTR+4) det/smp				6.9448849		
Peluang Antrian Bundaran QPR%					10-23	

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil perhitungan analisis kapasitas bundaran Mandonga pada kondisi *existing* didapatkan hasil derajat kejenuhan masih memenuhi persyaratan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Yaitu untuk jalinan Jl. Sam Ratulangie 0,294 Jl. Ahmad Yani 0,233 Jl. R. Soeprpto 0,213, tundaan rata-rata (DTR) sebesar 1,47 det/smp, DTtot yang terjadi sebesar 3830 det/jam, Tundaan bundaran rata-rata (DR) 5,47 det/smp dan peluang antrian (QPr%) batas bawah 4% dan batas atas 7%.
2. Untuk hasil analisis prediksi kinerja bundaran (*forecasting*) 5 tahun pertama (tahun 2016) diperoleh nilai Derajat Kejenuhan untuk jalinan AB 0,546, BC 0,364, CA 0,395, maka (DSR) yaitu sebesar 0,546. Sehingga masih memenuhi ketentuan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 $DS \leq 0,75$. Tundaan rata-rata (DTR) sebesar 2,239 det/smp, DTtot yang terjadi sebesar 10969,88 det/jam, Tundaan bundaran rata-rata (DR) 6,23 det/smp dan peluang antrian (QPr%) batas bawah 6% dan batas atas 14%.
3. Untuk hasil analisis prediksi kinerja bundaran (*forecasting*) 10 tahun mendatang (tahun 2021) diperoleh nilai Derajat Kejenuhan untuk jalinan AB 0,817, BC 0,545, CA 0,591, maka (DSR) yaitu sebesar 0,817. Sehingga tidak memenuhi ketentuan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 $DS \leq 0,75$. Tundaan rata-rata (DTR) sebesar 3,977 det/smp, DTtot yang terjadi sebesar 29140,174 det/jam, Tundaan bundaran rata-rata (DR) 7,977 det/smp dan peluang antrian (QPr%) batas bawah 19% dan batas atas 42%.
4. Pada rekomendasi perbaikan kinerja bundaran dilakukan dengan cara melakukan perubahan geometrik yaitu pemunduran pulau-pulau menjadi Dengan penerapan rekomendasi perbaikan pada kondisi 10 tahun kedepan Derajat Kejenuhan (DS) yaitu pada jalinan AB = 0,642 BC = 0,522 dan CA = 0,582. Pada tundaan lalu lintas bundaran rata-rata (DTR) sebesar 2,944 det/smp, Tundaan bundaran rata-rata (DR) sebesar 6,944 det/smp, Peluang Antrian batas bawah (QP%) 10% dan batas atas (QP%) 23% .

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1988, *Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Anonimus, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum.
- Hendarsin, SL., 2000, *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- Tamin. OZ., 2000, *Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi*, ITB, Bandung.
- Hobbs, F. D.,1995, *Perencanaan dan Teknik Lalulintas*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Morlok, E.K.1991, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Nasution, Nur Drs. 2004, *Manajemen Transportasi*.
- Oglesby, C.H dan Hicks, R. Gary, 1988, *Teknik Jalan Raya (Edisi Keempat)*, Erlangga, Jakarta.
- Warpani, S.,1985, *Rekayasa Lalu Lintas*, Bhratara Karya Aksrara, Jakarta.
- Wells, G,R, 1993, *Rekayasa Lalu Lintas*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

