

PERENCANAAN ULANG KEBUTUHAN GARDU TOL PADA GERBANG TOL CIKANDE

M. Fakhruriza Pradana¹, Dwi Esti Intari², Febri Kurniawan³

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jendral Sudirman Km 3 Cilegon, Banten

mfakhruriza@yahoo.com¹, echintary@gmail.com², febrikurniawan90@yahoo.co.id³

INTISARI

Gerbang tol Cikande terletak di desa Julang kecamatan Cikande kabupaten Serang. Gerbang tol Cikande berfungsi sebagai sarana menuju jalan tol Tangerang – Merak. Dengan hadirnya akses menuju jalan tol diharapkan dapat mengurangi tingkat kepadatan di akses jalan Cikande yang didominasi oleh kawasan industri.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kebutuhan gardu tol pada volume kendaraan tertinggi dan jumlah gardu tol terbanyak yang beroperasi dalam satu hari pada gerbang tol Cikande.

Berdasarkan hasil penelitian pada gerbang tol Cikande didapatkan hasil jam puncak terdapat pada pukul 17:00 – 18:00 sebanyak 2037 kendaraan. Dan untuk kapasitas jumlah kendaraan keseluruhan selama 24 jam yang akan beralih pada jalan tol adalah sebanyak 15438 kendaraan. Sedangkan untuk kebutuhan gardu tol paling banyak terjadi pada pukul 10:00 – 11:00 sebanyak 5 buah gardu tol, dengan rincian 2 buah gardu tol untuk gerbang masuk dan 3 buah gardu tol untuk gerbang keluar.

Untuk meningkatkan kapasitas gerbang tol, penggunaan Gardu Tol Otomatis (GTO) dapat menjadi solusi. Dengan waktu pelayanan yang singkat yaitu maksimal 5 detik, sehingga kapasitas yang dihasilkan oleh Gardu Tol Otomatis (GTO) menjadi lebih besar

Kata Kunci: Gerbang Tol, Gardu Tol, Kapasitas, Volume Kendaraan

ABSTRACT

Cikande toll gate is located in the village of Julang sub district Cikande Serang district. The Cikande toll booth serves as a means to Tangerang-Merak toll road. The presence of access to toll roads is expected to reduce the level of density in Cikande road access that is dominated by industrial estates.

The purpose of this research is to analyze the need of toll booth at the highest volume of vehicles and the largest number of toll booths that operate in one day at Cikande toll gate. Based on the results of research on the toll gate Cikande obtained peak hour results are at 17:00-18:00 as much as 2037 vehicles. The total capacity of vehicles for 24 hours that will switch on toll roads totaled 15438 vehicles. For toll booths most commonly takes from 10:00 to 11:00 as many as 5 toll booths, with details of 2 toll gates for entrance gate and 3 toll gates for the exit gate.

To improve the capacity of toll gates, the use of automatic toll booth (GTO) can be a solution. With a short service time of 5 seconds maximal, so the capacity generated by automatic toll booth (GTO) becomes larger.

Keywords: Toll Gate, Toll Booth, Capacity, Vehicle Volume

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jalan tol berfungsi sebagai jalur alternatif antar kota yang penggunaannya dapat mempersingkat waktu tempuh. Salah satu komponen penting jalan bebas hambatan adalah gerbang tol. Gerbang tol adalah tempat pelayanan transaksi tol bagi pemakai tol yang terdiri dari beberapa gardu dan sarana perlengkapan lainnya. Gerbang tol Cikande merupakan gerbang tol yang berada pada area tol Tangerang – Merak, gerbang tol Cikande sangat berpengaruh terhadap berbagai kegiatan di wilayah tersebut.

Untuk menciptakan akses tol yang bebas hambatan, maka perlu diteliti dan dikaji tentang permasalahan – permasalahan yang ada. Faktor yang sering menimbulkan permasalahan adalah jumlah gardu tol. Karena pada saat jumlah gardu tol diperbanyak namun tidak sebanding dengan volume hanya akan mengakibatkan pembengkakan biaya oprasional.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian berlokasi di ruas jalan tol Tangerang – Merak, tepatnya gerbang tol cikande.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dari analisis ini adalah:

1. Untuk mengetahui besaran volume kendaraan di jam puncak pada ruas jalan yang ditinjau
2. Untuk mengetahui kebutuhan jumlah gardu tol pada gerbang tol Cikande
3. Untuk mengetahui jumlah kendaraan yang akan menggunakan gerbang tol.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Jalan Tol

Jalan tol adalah suatu lintas jalan yang merupakan alternatif dari lintas jalan umum yang ada, mempunyai spesifikasi jalan bebas hambatan dan jalan tol hanya diperuntukkan bagi pemakai jalan yang menggunakan kendaraan bermotor roda 4 atau lebih dengan

membayar tol (*Pasal 14 UU No.13 tahun 1980*).

B. Kapasitas Gerbang Tol

Untuk mengatasi masalah pertambahan kapasitas akibat jumlah pemakai jalan tol yang semakin bertambah, maka diperlukan suatu data mengenai kapasitas suatu gerbang tol. Pendataan jumlah kendaraan yang melewati jalan tol dapat dihitung Besarnya kapasitas untuk gerbang tol berbeda-beda tergantung tingkat pelayanannya. Dengan tingkat pelayanan yang singkat dan tepat akan menambah besarnya kapasitas suatu gerbang tol.

Tabel 1. Kapasitas Gerbang Tol Berdasarkan Jumlah Gardu

Jumlah gardu	Kapasitas gerbang tol (kendaraan/jam)		
	Waktu pelayanan (detik)		
	4	6	10
1	675	450	270
2	1.575	1.050	630
3	2.475	1.650	990
4	3.375	2.250	1.350
5	4.275	2.850	1.710
6	5.175	3.450	2.070
7	6.075	4.050	2.430
8	6.975	4.650	2.790
9	7.875	5.250	3.150
10	8.775	5.850	3.510
11	9.675	6.450	3.870
12	10.575	7.050	4.230
13	11.475	7.650	4.590
14	12.375	8.250	4.950
15	13.275	8.850	5.310

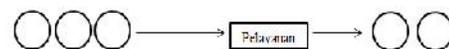
(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga . 2009)

C. Proses Antrian

Struktur antrian dapat di klasifikasikan berdasarkan banyaknya gerbang atau jalur dan banyaknya tahap pelayanan yang ada. Dalam studi ini akan dibahas gerbang tunggal satu tahap (*single channel-single phase*) dan gerbang ganda satu tahap (*multi channel-single phase*).

1. Single Channel-Single Phase

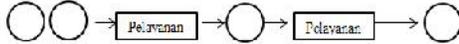
Struktur antrian pada *single channel-single phase* ini hanya memilih satu jalur pelayanan dan dalam jalur ini hanya memiliki satu tahap saja. Stuktur ini sangat sederhana dan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Model Single Channel – Single Phase

2. *Single Channel-Multi Phase*

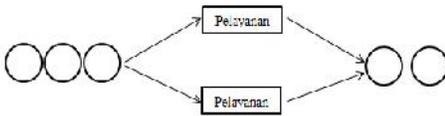
Struktur antrian pada *single channel-multi phase* ini hanya memiliki satu jalur pelayanan dan dalam jalur ini memiliki dua tahap (lebih dari satu layanan), tetapi dalam setiap jenis layanan hanya terdapat satu pemberi layanan.



Gambar 3. Model Single Channel – Multi Phase

3. *Multi Channel-Single Phase*

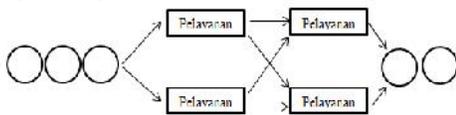
Multi Channel single phase terjadi apabila dua atau lebih fasilitas pelayanan diakhiri oleh antrian tunggal. Sebagai contoh dari model ini adalah pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket.



Gambar 4. Model Multi Channel – Single Phase

4. *Multi Channel-Multi Phase*

Multi Channel-Multi Phase terjadi apabila terdapat lebih dari satu layanan dan terdapat lebih dari satu pemberi layanan dalam setiap jenis layanannya.



Gambar 5. Model Multi Channel – Multi Phase

D. Mekanisme Gerbang Tol

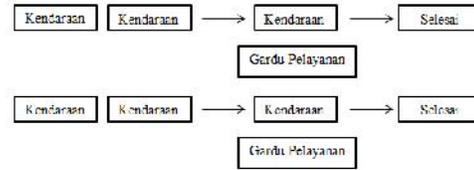
Suatu model antrian disebut layanan tunggal, apabila sistem hanya mempunyai satu gerbang pelayanan dan disebut model pelayanan ganda apabila sistem mempunyai sejumlah satuan pelayanan paralel yang masing-masing dilayani oleh seperangkat pelayanan.

E. Disiplin Antrian

Disiplin antrian mempunyai pengertian tentang bagaimana tata cara kendaraan atau manusia mengantri.

Beberapa jenis disiplin antrian yang sering digunakan dalam bidang transportasi atau arus lalu lintas, adalah :

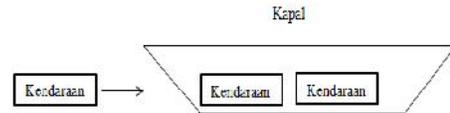
1. *First In First Out (FIFO)* atau *First Come First Served (FCFS)*



Gambar 6. Disiplin Antrian FIFO

Gambar tersebut diatas memperlihatkan ilustrasi bagaimana tata cara disiplin antrian FIFO. Disiplin antrian FIFO sangat sering digunakan dalam bidang transportasi dimana orang dan/atau kendaraan yang pertama tiba pada suatu tempat pelayanan akan dilayani pertama.

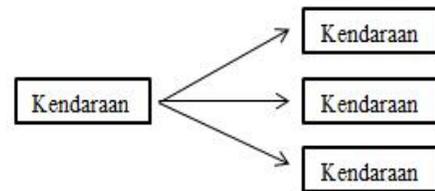
2. *First In Last Out (FILO)* atau *First Come Last Served (FCLS)*



Gambar 7. Disiplin Antrian FILO

Disiplin FILO juga cukup sering digunakan di bidang transportasi dimana orang dan/atau kendaraan yang pertama tiba akan dilayani terakhir.

3. *First Vacant First Served (FVFS)*



Gambar 8. Disiplin Antrian FVFS

Dapat dilihat pada gambar, disiplin antrian FVFS sangat sering digunakan pada beberapa loket pelayanan bank, loket pembayaran listrik atau telepon, dan banyak contoh lainnya. Dengan disiplin antrian FVFS ini, orang yang pertama tiba akan dilayani oleh tempat

pelayanan yang pertama tiba akan dilayani oleh tempat pelayanan yang pertama kosong. Dalam kasus FVFS, hanya akan terbentuk 1 (satu) antrian tunggal saja, tetapi jumlah tempat pelayanan bisa lebih dari 1 (satu)

F. Pengaruh Tol pada Volume Lalu Lintas

Adanya rute pilihan yang berdekatan, memungkinkan pengurangan arus lalu-lintas. Tanggapan pemakai jalan dengan adanya tol tidak dapat diperkirakan dengan pasti. Hal ini tergantung beberapa hal. Alasan-alasan pemakai jalan :

1. Nilai waktu perjalanan akan berbeda bagi setiap pemakai jalan.
2. Perubahan dalam biaya operasi kendaraan dari perbaikan keadaan lalu lintas jalan pada jalan baru, berbeda untuk setiap jenis kendaraan, pemakai jalan sendiri tidak tahu pasti hubungan biaya operasi kendaraan pada jalan baru dan jalan lama.

G. Lalu Lintas Teralihkan ke Jalan Tol

Data lalu lintas adalah data pokok yang digunakan untuk perencanaan suatu jalan. Untuk menentukan volume lalu lintas alihan dari jalan biasa ke jalan tol, maka terlebih dahulu diketahui volume lalu lintas untuk jalan lama dan jalan baru. Waktu yang ditempuh untuk melewati jalan baru diperoleh dengan persamaan :

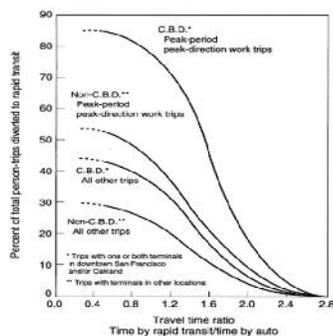
$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)} \dots\dots\dots (1)$$

Ket :

S = Jarak (km)

V = Kecepatan (km/jam)

Kemudian dapat dicari t (time ratio) dengan menggunakan persamaan :

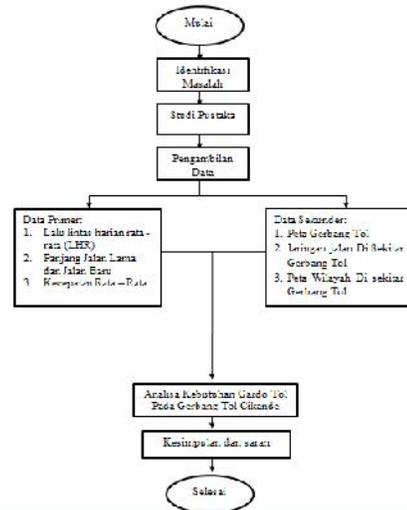


Gambar 9. diversion curve

Dengan menggunakan *diversion curve* yaitu kurva hubungan antara time ratio dengan persen (%) lalu lintas teralihkan tanpa tol, maka diperoleh persentase lalu lintas yang teralihkan ke tol.

3. METODE PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

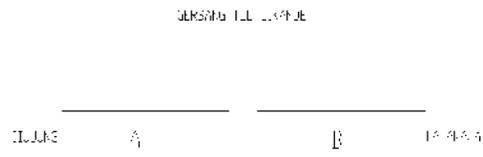


Gambar 10. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis akan menganalisis dan membahas perhitungan jumlah kebutuhan gardu tol dari data yang ada dengan mengikuti langkah perencanaan yang terdapat pada bab 3 (tiga). Namun, tidak semua perhitungan ditampilkan pada bab ini.

A. Asumsi Perencanaan



Gambar 11. Sketsa penempatan titik survei

Titik survei A

1. Arah Ciujung (asumsi gerbang masuk)
2. Arah gerbang tol (asumsi gerbang keluar)

Titik survei B

1. Arah Balaraja (asumsi gerbang masuk)
2. Arah gerbang tol (asumsi gerbang keluar)

$$t = \frac{7,9}{2} \text{ (jam)} = 0,395$$

3. Mencari time ratio
 $t = \frac{0,0}{0,3} = 0,24$

Tabel 2. Hasil Survei Lalu Lintas Kendaraan Total Pada Semua Titik

NO	JAM	TOTAL KEND	TOTAL KEND NON ANGGKOT
1	06:00-07:00	1158	454
2	07:00-08:00	1554	1021
3	08:00-09:00	1718	1380
4	09:00-10:00	1910	1546
5	10:00-11:00	1981	1737
6	11:00-12:00	2032	1753
7	12:00-13:00	1416	1162
8	13:00-14:00	1935	1517
9	14:00-15:00	1853	1562
10	15:00-16:00	1882	1465
11	16:00-17:00	1376	1254
12	17:00-18:00	2087	1857
13	18:00-19:00	1477	874
14	19:00-20:00	1284	676
15	20:00-21:00	116	675
16	21:00-22:00	7015	819
17	22:00-23:00	921	784
18	23:00-24:00	713	652
19	24:00-01:00	552	557
20	01:00-02:00	675	617
21	02:00-03:00	440	427
22	03:00-04:00	528	188
23	04:00-05:00	670	567
24	05:00-06:00	1415	502

(sumber : Survei Lapangan , 2017)

Data Survey kendaraan jalan pada titik A (arah ciujung) gerbang masuk

B. Merencanakan Jumlah Gardu Tol Pada Volume kendaraan Tertinggi

Tabel 3. Hasil Survei Lalu Lintas

NO	JAM	LV (NON ANGGKOT)	LV (ANGKOT)	TV	TOTAL	RTAL (NON ANGGKOT)
1	06:00-07:00	86	216	48	450	134
2	07:00-08:00	107	205	90	402	157
3	08:00-09:00	193	100	125	419	218
4	09:00-10:00	241	79	256	335	477
5	10:00-11:00	370	83	256	380	506
6	11:00-12:00	280	17	312	612	293
7	12:00-13:00	179	91	131	391	210
8	13:00-14:00	373	75	177	373	207
9	14:00-15:00	368	40	142	550	450
10	15:00-16:00	210	175	140	325	350
11	16:00-17:00	217	100	101	308	218
12	17:00-18:00	150	191	72	413	240
13	18:00-19:00	164	215	103	382	287
14	19:00-20:00	142	130	70	337	227
15	20:00-21:00	155	20	110	385	265
16	21:00-22:00	179	28	65	272	141
17	22:00-23:00	113	38	93	264	208
18	23:00-24:00	72	27	94	199	166
19	24:00-01:00	56	7	79	142	135
20	01:00-02:00	16	1	106	123	132
21	02:00-03:00	40	0	66	106	106
22	03:00-04:00	43	11	57	111	100
23	04:00-05:00	41	26	71	139	112
24	05:00-06:00	49	130	43	224	94

(sumber : Survei Lapangan , 2017)

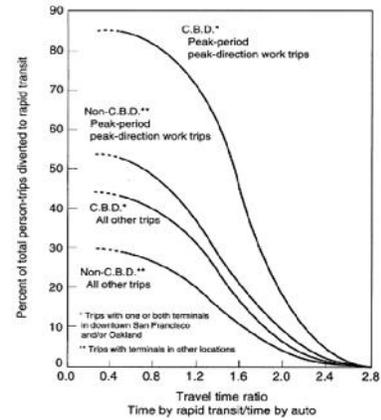
1. Waktu tempuh jalan baru

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{7,6}{8} \text{ (jam)} = 0,095$$

2. Waktu tempuh jalan

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$



Gambar 12. diversion curve

4. Didapat dari perhitungan time ratio diperoleh angka 0,24. Lalu angka tersebut dimasukan kedalam kurva pembagi (diversion curve). Garis pada grafik yang dipakai dalam penelitian ini adalah garis garis C.B.D (*Central Bussines District*), karena daerah cikande dapat disebut sebagai daerah bisnis dengan banyaknya industri yang beroperasi didaerah tersebut.

Dengan menarik garis berdasarkan time ratio didapatkan presentase berpindah adalah sebesar 85 % sebesar 85 %

Jadi kendaraan yang beralih sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 0,85 \times 530 \\ &= 451 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

Data Survey kendaraan jalan pada titik B (arah Balaraja) gerbang masuk

Tabel 4. Hasil Survei Lalu Lintas

NO	JAM	LV (NON ANGGKOT)	LV (ANGKOT)	HV	TOTAL	TOTAL (NON ANGGKOT)
1	06:00-07:00	64	172	28	264	92
2	07:00-08:00	121	104	68	293	189
3	08:00-09:00	153	67	93	317	250
4	09:00-10:00	173	52	141	368	314
5	10:00-11:00	196	44	197	437	393
6	11:00-12:00	215	60	212	487	457
7	12:00-13:00	113	72	106	291	239
8	13:00-14:00	206	90	173	469	399
9	14:00-15:00	174	40	159	373	373
10	15:00-16:00	201	26	179	406	380
11	16:00-17:00	220	90	234	544	454
12	17:00-18:00	215	156	160	531	405
13	18:00-19:00	141	118	110	369	251
14	19:00-20:00	122	43	134	299	256
15	20:00-21:00	112	47	117	276	229
16	21:00-22:00	117	33	118	268	233
17	22:00-23:00	91	11	127	222	221
18	23:00-24:00	48	13	87	148	150
19	24:00-01:00	18	3	11	122	129
20	01:00-02:00	39	3	106	198	190
21	02:00-03:00	17	1	53	101	100
22	03:00-04:00	21	3	107	134	131
23	04:00-05:00	44	19	109	172	153
24	05:00-06:00	32	126	63	221	98

(sumber : Survei Lapangan , 2017)

1. Waktu tempuh jalan baru

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{1,2}{8} \text{ (jam)} = 0,165$$

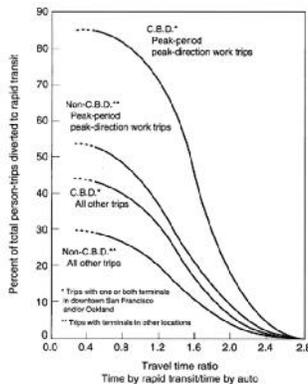
2. Waktu tempuh jalan

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{1,7}{2} \text{ (jam)} = 0,9375$$

3. Mencari time ratio

$$t = \frac{0,1}{0,9} = 0,176$$



Gambar 13. diversion curve

4. Didapat dari perhitungan time ratio diperoleh angka 0,176. Lalu angka tersebut dimasukan kedalam kurva pembagi (diversion curve). Garis pada grafik yang dipakai dalam penelitian ini adalah garis garis C.B.D (Central

Bussines District), karena daerah cikande dapat disebut sebagai daerah bisnis dengan banyaknya industri yang beroperasi didaerah tersebut.

Dengan menarik garis berdasarkan time ratio didapatkan presentase berpindah adalah sebesar 85 %

gardu masuk

$$\text{Jumlah} = 451 + 345$$

$$= 796 \text{ kendaraan}$$

Tabel 5. Kapasitas Gerbang Tol

Jumlah gardu	Kapasitas gerbang tol (kendaraan/jam)		
	Waktu pelayanan (detik)		
	4	6	10
1	675	450	270
2	1.575	1.050	630
3	2.475	1.650	990
4	3.375	2.250	1.350
5	4.275	2.850	1.710
6	5.175	3.450	2.070
7	6.075	4.050	2.430
8	6.975	4.650	2.790
9	7.875	5.250	3.150
10	8.775	5.850	3.510
11	9.675	6.450	3.870
12	10.575	7.050	4.230
13	11.475	7.650	4.590
14	12.375	8.250	4.950
15	13.275	8.850	5.310

Berdasarkan standar kapasitas gerbang tol yang digunakan untuk melayani kendaraan pada gerbang tol masuk adalah **2 buah**

Data Survey kendaraan jalan pada titik A

(arah gerbang tol) gerbang keluar

Tabel 6. Hasil Survei Lalu Lintas

NO	JAM	LV (NON ANGGKOT)	LV (ANGKOT)	HV	TOTAL	TOTAL (NON ANGGKOT)
1	05:00-07:00	108	210	40	358	148
2	07:00-09:00	307	115	101	522	408
3	09:00-10:00	299	85	122	497	411
4	10:00-11:00	311	68	134	513	445
5	11:00-12:00	286	50	149	474	415
6	12:00-13:00	189	97	138	424	337
7	13:00-14:00	100	68	151	322	251
8	14:00-15:00	211	135	112	458	323
9	15:00-16:00	226	140	124	490	350
10	16:00-17:00	202	166	102	470	304
11	17:00-18:00	118	107	103	328	238
12	18:00-19:00	67	171	77	315	132
13	19:00-20:00	91	97	105	293	196
14	20:00-21:00	113	91	112	316	228
15	21:00-22:00	93	99	78	270	189
16	22:00-23:00	122	75	70	267	192
17	23:00-24:00	118	43	77	238	195
18	24:00-01:00	70	8	85	163	115
19	01:00-02:00	76	7	61	144	110
20	02:00-03:00	71	6	115	192	139
21	03:00-04:00	42	11	71	124	113
22	04:00-05:00	51	13	90	154	141
23	05:00-06:00	58	45	70	173	117
24	06:00-07:00	85	58	74	217	138

(sumber : Survei Lapangan , 2017)

1. Waktu tempuh jalan baru

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{7,6}{8} \text{ (jam)} = 0,95$$

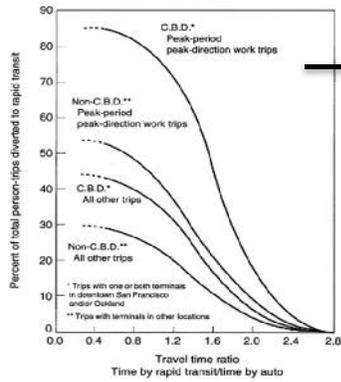
2. Waktu tempuh jalan

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{7,9}{2} \text{ (jam)} = 0,395$$

3. Mencari time ratio

$$t = \frac{0,0}{0,3} = 0,24$$



Gambar 14. diversion curve

4. Didapat dari perhitungan time ratio diperoleh angka 0,24. Lalu angka tersebut dimasukkan kedalam kurva pembagi (diversion curve). Garis pada grafik yang dipakai dalam penelitian ini adalah garis garis C.B.D (Central Bussines District), karena daerah cikande dapat disebut sebagai daerah bisnis dengan banyaknya industri yang beroperasi didaerah tersebut. Dengan menarik garis berdasarkan time ratio didapatkan presentase berpindah adalah sebesar 85 % sebesar 85 %
Jadi kendaraan yang beralih sebesar:
Jumlah = 0,85 x 139
= 119 kendaraan

Data Survey kendaraan jalan pada titik B (arah gerbang tol) gerbang keluar

NO	JAM	TV (NON ANGGREJ)	TV (ANGGREJ)	HV	LOJAL	TOTAL (NON ANGGREJ)
1	06:00-07:00	37	26	29	82	60
2	07:00-08:00	188	118	79	385	267
3	08:00-09:00	202	80	192	481	461
4	09:00-10:00	211	85	199	475	410
5	10:00-11:00	210	68	203	481	413
6	11:00-12:00	172	46	222	440	384
7	12:00-13:00	174	63	205	442	379
8	13:00-14:00	229	64	185	477	413
9	14:00-15:00	204	51	175	430	379
10	15:00-16:00	197	80	174	451	371
11	16:00-17:00	162	102	120	404	259
12	17:00-18:00	175	125	145	445	370
13	18:00-19:00	77	73	83	233	160
14	19:00-20:00	111	44	124	279	235
15	20:00-21:00	94	42	118	254	212
16	21:00-22:00	115	40	75	230	158
17	22:00-23:00	77	25	88	185	160
18	23:00-24:00	70	11	131	212	201
19	24:00-01:00	43	1	120	164	163
20	01:00-02:00	38	3	71	112	109
21	02:00-03:00	32	1	76	109	108
22	03:00-04:00	45	8	71	124	116
23	04:00-05:00	54	17	126	197	180
24	05:00-06:00	77	119	95	291	172

(sumber : Survei Lapangan , 2017)

1. Waktu tempuh jalan baru

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{1,2}{8} \text{ (jam)} = 0,165$$

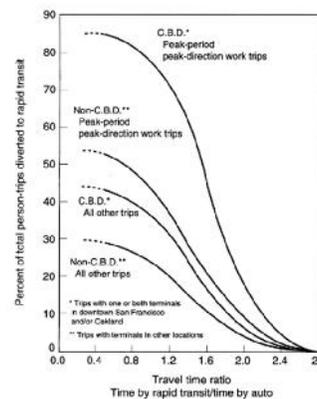
2. Waktu tempuh jalan

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{1,7}{2} \text{ (jam)} = 0,9375$$

3. Mencari time ratio

$$t = \frac{0,1}{0,9} = 0,176$$



Gambar 15. diversion curve

4. Didapat dari perhitungan time ratio diperoleh angka 0,176. Lalu angka tersebut dimasukkan kedalam kurva pembagi (diversion curve). Garis pada

Tabel 7. Hasil Survei Lalu Lintas

grafik yang dipakai dalam penelitian ini adalah garis garis C.B.D (*Central Bussines District*), karena daerah cikande dapat disebut sebagai daerah bisnis dengan banyaknya industri yang beroperasi didaerah tersebut.

Dengan menarik garis berdasarkan time ratio didapatkan presentase berpindah adalah sebesar 85 %

Jadi kendaraan yang beralih sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 0,85 \times 320 \\ &= 272 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

Total kendaraan yang menggunakan gardu masuk

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 119 + 272 \\ &= 391 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 8. Kapasitas Gerbang Tol

Jumlah gardu	Kapasitas gerbang tol (kendaraan/jam)		
	Waktu pelayanan (detik)		
	4	6	10
1	675	450	270
2	1.375	1.050	630
3	2.475	1.650	990
4	3.375	2.250	1.350
5	4.275	2.850	1.710
6	5.175	3.450	2.070
7	6.075	4.050	2.430
8	6.975	4.650	2.790
9	7.875	5.250	3.150
10	8.775	5.850	3.510
11	9.675	6.450	3.870
12	10.575	7.050	4.230
13	11.475	7.650	4.590
14	12.375	8.250	4.950
15	13.275	8.850	5.310

Berdasarkan standar kapasitas gerbang tol yang digunakan untuk melayani kendaraan pada gerbang tol masuk adalah **2 buah**

Jadi kendaraan yang menggunakan gerbang tol pada jam 17:00-18:00 adalah sebanyak 1187 kendaraan dengan rincian masing – masing 2 gardu tol keluar dan gardu tol masuk.

C. Menghitung Kebutuhan Gardu Tol Paling Maksimal

Data Survey kendaraan jalan pada titik A (arah ciujung) gerbang masuk (**Tabel 3.** Hasil Survei Lalu Lintas Jam 10:00 – 11:00)

1. Waktu tempuh jalan baru

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{7,6}{8} \text{ (jam)} = 0,095$$

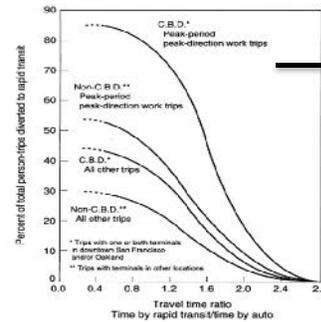
2. Waktu tempuh jalan

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{7,9}{2} \text{ (jam)} = 0,395$$

3. Mencari time ratio

$$t = \frac{0,0}{0,3} = 0,24$$



Gambar 16. diversion curve

4. Didapat dari perhitungan time ratio diperoleh angka 0,24. Lalu angka tersebut dimasukan kedalam kurva pembagi (diversion curve). Garis pada grafik yang dipakai dalam penelitian ini adalah garis garis C.B.D (*Central Bussines District*), karena daerah cikande dapat disebut sebagai daerah bisnis dengan banyaknya industri yang beroperasi didaerah tersebut.

Dengan menarik garis berdasarkan time ratio didapatkan presentase berpindah adalah sebesar 85 %

Jadi kendaraan yang beralih sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 0,85 \times 506 \\ &= 430 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

Data Survey kendaraan jalan pada titik B (arah Balaraja) gerbang masuk (**Tabel 4.** Hasil Survei Lalu Lintas jam 10:00 – 11:00)

1. Waktu tempuh jalan baru

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{1,2}{8} \text{ (jam)} = 0,165$$

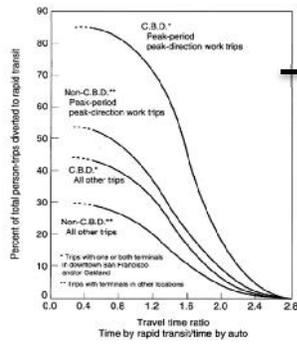
2. Waktu tempuh jalan

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{1,7}{2} \text{ (jam)} = 0,9375$$

3. Mencari time ratio

$$t = \frac{0,1}{0,9} = 0,176$$



Gambar 17. diversion curve

4. Didapat dari perhitungan time ratio diperoleh angka 0,176. Lalu angka tersebut dimasukkan kedalam kurva pembagi (diversion curve). Garis pada grafik yang dipakai dalam penelitian ini adalah garis garis C.B.D (*Central Bussines District*), karena daerah cikande dapat disebut sebagai daerah bisnis dengan banyaknya industri yang beroperasi didaerah tersebut. Dengan menarik garis berdasarkan time ratio didapatkan presentase berpindah adalah sebesar 85 %

Jadi kendaraan yang beralih sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 0,85 \times 393 \\ &= 334 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

5. Total kendaraan yang menggunakan gardu masuk

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 430 + 334 \\ &= 764 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 9. Kapasitas Gerbang Tol

Jumlah gardu	Kapasitas gerbang tol (kendaraan/jam)		
	4	6	10
1	675	450	270
2	1.575	1.050	630
3	2.475	1.650	990
4	3.375	2.250	1.350
5	4.275	2.850	1.710
6	5.175	3.450	2.070
7	6.075	4.050	2.430
8	6.975	4.650	2.790
9	7.875	5.250	3.150
10	8.775	5.850	3.510
11	9.675	6.450	3.870
12	10.575	7.050	4.230
13	11.475	7.650	4.590
14	12.375	8.250	4.950
15	13.275	8.850	5.310

Berdasarkan standar kapasitas gerbang tol yang digunakan untuk melayani kendaraan pada gerbang tol masuk adalah **2 buah**

Data Survey kendaraan jalan pada titik A (arah gerbang tol) gerbang keluar (Tabel 6. Hasil Survei Lalu Lintas jam 10:00 – 11:00)

1. Waktu tempuh jalan baru

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{7,6}{8} \text{ (jam)} = 0,095$$

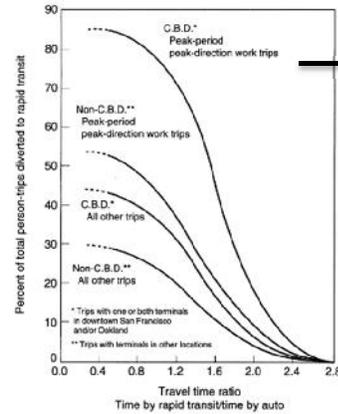
2. Waktu tempuh jalan

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{7,9}{2} \text{ (jam)} = 0,395$$

3. Mencari time ratio

$$t = \frac{0,0}{0,3} = 0,24$$



Gambar 18. diversion curve

4. Didapat dari perhitungan time ratio diperoleh angka 0,24. Lalu angka tersebut dimasukkan kedalam kurva pembagi (diversion curve). Garis pada grafik yang dipakai dalam penelitian ini adalah garis garis C.B.D (*Central Bussines District*), karena daerah cikande dapat disebut sebagai daerah bisnis dengan banyaknya industri yang beroperasi didaerah tersebut.

Dengan menarik garis berdasarkan time ratio didapatkan presentase berpindah adalah sebesar 85 %

Jadi kendaraan yang beralih sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= 0,85 \times 415 \\ &= 353 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

Data Survey kendaraan jalan pada titik B (arah gerbang tol) gerbang keluar (**Tabel 7**). Hasil Survei Lalu Lintas jam 10:00 – 11:00)

1. Waktu tempuh jalan baru

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{1,2}{8} \text{ (jam)} = 0,165$$

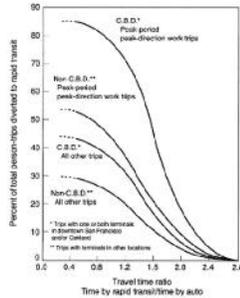
2. Waktu tempuh jalan

$$t = \frac{S}{V} \text{ (jam)}$$

$$t = \frac{1,7}{2} \text{ (jam)} = 0,9375$$

3. Mencari time ratio

$$t = \frac{0,1}{0,9} = 0,176$$



Gambar 19. diversion curve

4. Didapat dari perhitungan time ratio diperoleh angka 0,176. Lalu angka tersebut dimasukan kedalam kurva pembagi (diversion curve). Garis pada grafik yang dipakai dalam penelitian ini adalah garis garis C.B.D (*Central Bussines District*), karena daerah cikande dapat disebut sebagai daerah bisnis dengan banyaknya industri yang beroperasi didaerah tersebut.

Dengan menarik garis berdasarkan time ratio didapatkan presentase berpindah adalah sebesar 85 %

Jadi kendaraan yang beralih sebesar:

$$\text{Jumlah} = 0,85 \times 413$$

$$= 351 \text{ kendaraan}$$

Total kendaraan yang menggunakan gardu masuk

$$\text{Jumlah} = 353 + 351$$

$$= 704 \text{ kendaraan}$$

Tabel 10. Kapasitas Gerbang Tol

Jumlah gardu	Kapasitas gerbang tol (kendaraan/jam)		
	Waktu pelayanan (detik)		
	4	6	10
1	875	450	270
2	1.575	1.050	630
3	2.475	1.650	990
4	3.375	2.250	1.350
5	4.275	2.850	1.710
6	5.175	3.450	2.070
7	6.075	4.050	2.430
8	6.975	4.650	2.790
9	7.875	5.250	3.150
10	8.775	5.850	3.510
11	9.675	6.450	3.870
12	10.575	7.050	4.230
13	11.475	7.650	4.590
14	12.375	8.250	4.950
15	13.275	8.850	5.310

Berdasarkan standar kapasitas gerbang tol yang digunakan untuk melayani kendaraan pada gerbang tol masuk adalah **3 buah**

Jadi gardu tol yang dibutuhkan paling banyak berada pada jam 10:00 – 11:00 dengan rincian 2 gardu tol pada gerbang tol masuk dan 3 gardu tol untuk gerbang keluar, sehingga totalnya menjadi **5 buah** gardu tol.

Berikut adalah tabel rekapitulasi jumlah kebutuhan gardu tol

Tabel 11. Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Gardu Tol

JAM	GARDU TOL MASUK		GARDU TOL KELUAR		TOTAL
	JUMLAH KENDARAAN	KEBUTUHAN GARDU	JUMLAH KENDARAAN	KEBUTUHAN GARDU	
06:00-07:00	192	1	177	1	2
07:00-08:00	294	1	574	2	3
08:00-09:00	483	1	690	3	4
09:00-10:00	572	1	727	3	4
10:00-11:00	754	2	704	3	5
11:00-12:00	859	2	621	2	4
12:00-13:00	238	1	436	2	3
13:00-14:00	396	1	331	2	3
14:00-15:00	375	1	328	2	3
15:00-16:00	329	1	304	2	3
16:00-17:00	656	1	444	2	3
17:00-18:00	793	2	390	2	4
18:00-19:00	233	1	160	1	2
19:00-20:00	217	1	222	1	2
20:00-21:00	222	1	171	1	2
21:00-22:00	193	1	176	1	2
22:00-23:00	193	1	160	1	2
23:00-24:00	133	1	160	1	2
24:00-01:00	119	1	123	1	2
01:00-02:00	156	1	119	1	2
02:00-03:00	93	1	99	1	2
03:00-04:00	104	1	116	1	2
04:00-05:00	119	1	134	1	2
05:00-06:00	86	1	140	1	2
JUMLAH	7592		7505		
JUMLAH TOTAL	13438				

(sumber : Analisis Penulis , 2017)

D. Perencanaan Penggunaan Gardu Tol Otomatis (GTO)

Dalam analisis kali ini jumlah GTO yang dibutuhkan adalah sebanyak 1 buah. Namun pada waktu tertentu pelayanan gerbang tol masih bisa dilakukan dengan gardu tol konvensional. Berikut adalah hasil rekapitulasinya:

Tabel 12 Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Gardu Tol

JAM	TOTAL KEND			GARDU TOL MENGGUNAKAN GTO		
	L.V	H.V	TOTAL	TANPA GTO	GARDU BIASA	GTO
06:00-07:00	123	34	177	1	1	0
07:00-08:00	421	133	574	2	1	1
08:00-09:00	423	267	690	3	1	1
09:00-10:00	444	283	727	3	2	1
10:00-11:00	405	299	704	3	2	1
11:00-12:00	315	306	621	2	2	1
12:00-13:00	123	162	285	2	1	1
13:00-14:00	198	134	331	2	1	1
14:00-15:00	194	125	328	2	1	1
15:00-16:00	180	124	304	2	1	1
16:00-17:00	744	700	444	2	1	1
17:00-18:00	201	189	390	2	1	1
18:00-19:00	76	85	160	1	1	0
19:00-20:00	114	108	222	1	1	0
20:00-21:00	84	87	171	1	1	0
21:00-22:00	108	67	176	1	1	0
22:00-23:00	86	74	160	1	1	0
23:00-24:00	63	97	160	1	1	0
24:00-01:00	40	83	123	1	1	0
01:00-02:00	36	84	119	1	1	0
02:00-03:00	33	66	99	1	1	0
03:00-04:00	43	77	116	1	1	0
04:00-05:00	50	83	134	1	1	0
05:00-06:00	73	67	140	1	1	0

(sumber : Analisis Penulis , 2017)

E. Perbandingan Hasil Perhitungan dan Keadaan Lapangan

Dari hasil perhitungan didapat kebutuhan gardu tol untuk saat ini adalah sebanyak 5 buah, sedangkan jumlah gardu tol yang sudah terbangun pada gerbang tol cikande pada saat ini berjumlah 7 buah. Dari data tersebut bisa disimpulkan bahwa pada saat ini gerbang tol cikande sudah dapat melayani kendaraan yang akan menggunakan gerbang tol cikande.

F. Menghitung Kebutuhan Gardu Tol Di Waktu yang Akan Datang

Untuk menghitung kebutuhan gardu di waktu yang akan datang maka diperlukan data pertumbuhan kendaraan, berdasarkan data yang di peroleh dari Samsat Kecamatan Cikande dari tahun 2012 sampai tahun 2016 dapat pertumbuhan rata – rata sebesar 10,1%

Untuk menghitung pertumbuhan volume kendaraan digunakan rumus sebagai berikut:
 Volume rencana= $N \times (1 + i)^R$ (2)
 Diketahui :

- N= Volume Kendaraan Saat Perencanaan
- i= Presentase Pertumbuhan Kendaraan
- R= Proyeksi Umur Perencanaan (Tahun Rencana – tahun Perencanaan)

Berdasarkan data dari **tabel 14** diperoleh pada jam 10:00 – 11:00 jumlah kendaraan yang menggunakan gardu masuk sebesar 764 kendaraan sedangkan gardu keluar sebanyak 704 kendaraan. Data tersebut digunakan

untuk memproyeksikan kebutuhan gardu tol yang akan datang.

1. Mengitung proyeksi kebutuhan gardu tol dalam jangka 5 tahun (gardu masuk)
 - a) Kebutuhan 2022
 - = Volume 2017 X $(1 + i)^5$
 - = $764 \times (1 + 0,101)^5$
 - = 1236 Kendaraan

Berikut adalah hasil rekapitulasi

Tabel 13. Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Gardu Tol Pada Tahun 2022

JAM	TAHUN 2022				TOTAL
	GARDU TOL MASUK		GARDU TOL KELUAR		
	JUMLAH KENDARAAN	KEBUTUHAN CARDU	JUMLAH KENDARAAN	KEBUTUHAN CARDU	
06:00-07:00	311	1	286	2	3
07:00-08:00	476	1	926	3	4
08:00-09:00	781	2	1117	4	6
09:00-10:00	1088	2	1176	4	6
10:00-11:00	1336	2	1339	4	6
11:00-12:00	1405	2	1005	4	6
12:00-13:00	383	1	706	3	4
13:00-14:00	641	1	556	2	3
14:00-15:00	606	1	531	2	3
15:00-16:00	531	1	491	2	3
16:00-17:00	1062	2	718	3	5
17:00-18:00	1785	2	681	3	5
18:00-19:00	977	1	255	1	2
19:00-20:00	352	1	355	2	3
20:00-21:00	260	1	277	2	3
21:00-22:00	317	1	384	2	3
22:00-23:00	242	1	283	1	2
23:00-24:00	215	1	255	1	2
24:00-01:00	192	1	195	1	2
01:00-02:00	233	1	191	1	2
02:00-03:00	159	1	161	1	2
03:00-04:00	168	1	187	1	2
04:00-05:00	193	1	216	1	2
05:00-06:00	140	1	226	1	2
JUMLAH TOTAL	17813		12142		
JUMLAH TOTAL	24976				

(sumber : Analisis Penulis , 2017)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

- A. Dari hasil analisis yang saya lakukan dapat disimpulkan bahwa:
 1. Volume kendaraan tertinggi dari hasil survei adalah pada pukul 17:00 – 18:00 dengan jumlah kendaraan sebanyak 2037 kendaraan
 2. Volume kendaraan total yang diperkirakan akan menggunakan akses gerbang tol cikande selama 24 jam adalah sebesar 15438 kendaraan, dengan rincian sebanyak 7932 kendaraan pada gerbang tol masuk dan sebesar 7505 kendaraan pada gerbang tol keluar.
 3. Jumlah kebutuhan gardu tol paling besar terjadi pada pukul 10:00 – 11:00 yaitu sebanyak 5 buah gardu tol dengan rincian 2 gardu tol masuk dan 3 untuk gardu tol keluar, sehingga dapat dikatakan bahwa gerbang tol sudah sesuai kapasitas yang diperlukan. Sedangkan untuk proyeksi pertumbuhan kendaraan 5

tahun mendatang pada tahun 2022 dibutuhkan sebanyak 6 buah dengan rincian 2 gardu masuk dan 4 gardu keluar.

Winarsih, neneng. Dan Kusumaningrum, Jennie. 2013. *Analisis Kapasitas Gerbang Tol Karawang Barat*. Universitas Gunadarma : Jakarta

B. Saran:

1. Untuk selalu menjaga pelayanan gerbang tol agar semaksimal mungkin, sehingga kapasitas gerbang tol tetap sesuai standar
2. Penelitian yang dapat dilanjutkan dari tugas akhir ini adalah evaluasi kinerja gerbang tol saatsudah beroperasi, agar kualitas pelayanan terjaga.
3. Penggunaan 1 buah GTO, namun tidak berpengaruh signifikan pada jumlah gardu tol yang beroperasi, namun dengan penggunaan GTO dapat Meningkatkan kapasitas gerbang tol.

6. DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kabupaten Serang. *Cikande dalam Angka Tahun 2016*. 2016

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga . 2009 . *Standar Konstruksi dan Bangunan Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol*. Jakarta

Hutahaean, Marthyn . 2007. *Evaluasi Kapasitas dan Pelayanan Gerbang Tol Tanjung Morawa*. Universitas Negeri Sumatera Utara : Medan

Naziyullah . 2015. *Evaluasi Kinerja dan Pelayanan Pada Gerbang Tol Serang Timur*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa : Cilegon

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2009. *Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol no. 16 Tahun 2014 Tentang Jalan Tol*. Jakarta

Samsat Kecamatan Cikande. 2016

Taffe, Edward J. 1996 . *Geography of Transportation. Second Edition*. New Jersey America

Tamin, Ofyar Z. 2003 . *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Contoh Soal Aplikasi*. Edisi Kesatu. Institut Teknologi Bandung : Bandung