

PENINGKATAN KINERJA SIMPANG DI KABUPATEN BANDUNG BARAT (Studi Kasus: Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar, Simpang BBS)

**MUHAMMAD FADEL
GEOVANI**
Taruna Program Studi Diploma III
Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jalan Raya Setu Km.3,5, Cibitung,
Bekasi Jawa Barat 17520
mhd.fadel@gmail.com

Ir. DJAMAL SUBASTIAN, M.Sc
Dosen Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jalan Raya Setu Km.3,5, Cibitung,
Bekasi Jawa Barat 17520

Ir. ELI JUMAELI, MTI
Dosen Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jalan Raya Setu Km.3,5, Cibitung,
Bekasi Jawa Barat 17520

ABSTRAK

Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar, Simpang BBS merupakan simpang tidak bersinyal yang berada di Kabupaten Bandung Barat yang menghubungkan ke kawasan pusat pemerintahan Kabupaten Bandung Barat dan kawasan industri dan merupakan daerah komersial. Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar, Simpang BBS merupakan simpang dengan pelayanan kinerja simpang rendah dengan level of service C yang disebabkan oleh konflik yang terjadi di simpang ini terutama pada jam sibuk. Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar, Simpang BBS memiliki ciri khas masing-masing, dimana terdapat kawasan industri, pasar, dan kawasan komersial di Kabupaten Bandung Barat. Pada Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar, Simpang BBS dilakukan evaluasi mengenai kinerja dari simpang dengan menggunakan panduan perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia serta dicocokkan dengan grafik penentu simpang bersinyal, dan menunjukkan pada simpang tersebut pada grafik simpang bersinyal. Hasil dari analisis menunjukkan alternatif usulan penyelesaian masalah terbaik adalah usulan 2 yaitu dengan melakukan pengaturan pada waktu siklus dengan penerapan 2 fase, dari penerapan usulan ini didapatkan peningkatan kinerja simpang dengan level of service C menjadi B. Penelitian ini menghasilkan saran yaitu dalam penerapan Usulan 2 ini dapat diberlakukan mengingat menghasilkan tundaan yang lebih kecil. Diharapkan Usulan ini dapat diterapkan guna menangani permasalahan pada Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar, Simpang BBS.

Kata Kunci: Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar, Simpang BBS , Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Kinerja Simpang (Derajat Kejenuhan, Antrian, dan Tundaan)

ABSTRACT

Cangkorah Intersection, Batujajar Intersection, BBS Intersection are unsignalized intersections located in West Bandung Regency which connects to the central government area of West Bandung Regency and industrial areas and is a commercial area. Cangkorah Intersection, Batujajar Intersection, and BBS Intersection are intersections with low performance service intersections with a level of service C caused by conflicts that occur at these intersections, especially during peak hours. Cangkorah intersection, Batujajar intersection, BBS intersection have their own characteristics, where there are industrial areas, markets, and commercial areas in West Bandung Regency. At the Cangkorah Intersection, Batujajar Intersection, and BBS Intersection, an evaluation of the performance of the intersection using the Indonesian Road Capacity Manual calculation guide is carried out and it is matched with the graph of the signaled intersection determinant, and shows the intersection on the signalized intersection graph. The results of the analysis show that the best alternative problem solving proposal is proposal 2, namely by setting the cycle time with the

application of 2 phases, from the implementation of this proposal, it is found that the performance of the intersection with the level of service C becomes B. This research produces suggestions, namely in the application of Proposal 2 can be enforced given the resulting smaller delay. It is hoped that this proposal can be applied to deal with problems at the Cangkorah Intersection, Batujajar Intersection, and BBS Intersection.

Keywords: *Cangkorah Intersection, Batujajar Intersection, BBS Intersection, Indonesian Road Capacity Manual, Intersection Performance (Degrees of Saturation, Queues, and Delays)*

PENDAHULUAN

Simpang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan, jalan. di suatu daerah perkotaan biasanya banyak memiliki simpang, dimana pengendara atau pengemudi harus memutuskan untuk berjalan lurus atau berbelok dan bahkan berpindah jalan untuk mencapai satu tujuan (Zamrodah 2016).

Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar dan Simpang BBS merupakan simpang yang terdapat di Kabupaten Bandung Barat, dimana simpang Cangkorah ini terdapat di kawasan industri yang banyak dilewati angkutan barang. Selain itu, simpang Batujajar ini merupakan daerah kawasan pasar yang sangat ramai dan memiliki hambatan samping yang sangat tinggi karena banyak parkir liar di bahu jalan dan pedagang yang berjualan di bahu jalan. Sedangkan simpang BBS dahulunya merupakan simpang bersinyal, namun sekarang sudah menjadi simpang tidak bersinyal lagi. Ketiga simpang ini memiliki tipe simpang 322 dan merupakan simpang tidak bersinyal. Ketiga simpang ini memiliki level of service C yang disebabkan konflik pada jam sibuknya.

Konflik yang terjadi tersebut berakibat pada penurunan kecepatan dan panjang antrian yang berpengaruh terhadap meningkatnya tundaan di simpang. Pemecahan masalah dapat dilakukan dengan mengatur pengendalian simpang yang sesuai dengan karakteristik persimpangan seperti volume lalu lintas, tundaan, antrian atau dengan melakukan rekayasa lalu lintas di daerah persimpangan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dari tahapan identifikasi masalah yang terjadi pada wilayah studi, dilanjutkan dengan pengumpulan data primer meliputi foto kondisi eksisting, dan foto simpang tampak atas. Sedangkan data sekunder meliputi peta jaringan jalan, peta administrasi yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bandung Barat serta data volume lalu lintas, data CTMC yang didapat dari laporan umum PKL Kabupaten Bandung Barat. Metode yang digunakan dalam menganalisa data yang telah dikumpulkan untuk penelitian tersebut adalah dengan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997.

ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH

Setiap simpang dilakukan perhitungan kinerja simpang saat kondisi eksisting dengan menggunakan panduan Manual Kapasitas jalan Indonesia. Adapun perhitungan kinerja pada masing – masing simpang sebagai berikut:
Perhitungan kapasitas pada simpang Cangkorah dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi}$$

1. Simpang Cangkorah

Tabel. 1 Kapasitas Simpang Cangkorah eksisting

	Simpang Cangkorah
Kapasitas dasar	2700
Faktor lebar pendekat rata- rata	1,03
Faktor penyesuaian median	1,00
Faktor penyesuaian ukuran kota	1,00
Faktor penyesuaian hambatan samping	0,94
Faktor penyesuaian belok kiri	1,32
Faktor penyesuaian belok kanan	0,92

Faktor penyesuaian arus minor	1,00
Kapasitas	3152

Setelah mendapatkan kapasitas simpang yang dapat dilihat di **Tabel.1** selanjutnya dapat diperoleh derajat kejenuhan dengan membagi antara volume dengan kapasitas simpang tersebut. Berikut derajat kejenuhan simpang.

Tabel. 2 Derajat Kejenuhan simpang Cangkorah eksisting

	Simpang Cangkorah
Volume kendaraan (smp/jam)	2272
Kapasitas	3192
Derajat kejenuhan	0,72

Tabel. 3 Peluang Antrian Simpang Cangkorah Eksisting

	Simpang Cangkorah
Peluang antrian minimum	21%
Peluang antrian maksimum	42%

Tabel. 4 Tundaan Simpang Cangkorah Kondisi Eksisting

	Simpang Cangkorah
Tundaan Lalu lintas (DT)	11,59 det/smp
Tundaan Geometrik (DG)	4,13 det/smp
Tundaan jalan minor	30,73 det/smp
Tundaan jalan mayor	6,11 det/smp
Tundaan Simpang	15,72 det/smp

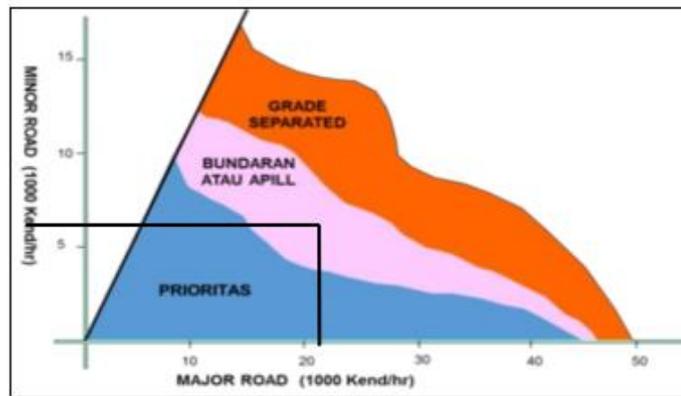
Setelah mengetahui kinerja simpang secara eksisting dan melakukan usulan pertama dengan melakukan pelebaran jalan, untuk volume eksisting dari setiap simpang tersebut yang sudah dikalikan dengan faktor k sebagai berikut:

Tabel. 5 Volume Kendaraan Simpang Cangkorah

	Simpang Cangkorah
--	-------------------

Volume Jalan Mayor (smp/hari)	25.237
Volume Jalan Minor (smp/hari)	7.226

Berdasarkan volume yang diperoleh dari survei secara langsung dan dikalikan dengan faktor k yang berdasarkan dengan ukuran kota atau jumlah penduduk kota, yang bertujuan mengetahui apakah simpang tersebut masih sesuai atau tidak dengan jenis pengendalian yang digunakan, dapat dilakukan dengan cara memasukan volume tersebut kedalam grafik penentu pengendalian simpang. Berikut grafik penentu pengendalian simpang.



Sumber: Australia Road Research Broad (ARRB)

Untuk mengetahui pada simpang masih sesuai atau tidak jenis pengendalian pada saat ini atau kondisi eksisting dapat dilihat pada grafik atas. Dengan memasukan data jumlah volume kendaraan tersebut kedalam grafik penentu pengendalian simpang. Pada simpang Cangkorah menunjukkan pengendalian simpang dengan apill atau simpang bersinyal. Yang selanjutnya dapat dilakukan beberapa usulan atau skenario terhadap simpang tersebut. Dalam perhitungan kinerja simpang bersinyal terdapat faktor-faktor perhitungan yang digunakan antara lain sebagai berikut:

$$\text{Arus jenuh, } S = S_0 \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{LT} \times F_{RT}$$

Tabel. 6 Arus Jenuh Simpang Cangkorah Usulan 1

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh	F _{sf}	F _g	F _p	F _{LT}	F _{RT}	S
----	---------------	-------------------	------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	---

			Dasar (So)						
1	T	Jalan Cangkorah	2250	0,95	1,00	1,00	0,91	1,11	2158
2	U	Jalan Batujajar I	1695	0,95	1,00	1,00	0,93	1,00	1496
3	S	Jalan Batujajar II	2100	0,95	1,00	1,00	1,00	1,05	2095

Rasio Arus, $Fr = Q/S$

$$= 279/2158$$

$$= 0,13$$

Tabel. 7 Rasio Arus Sempang Cangkorah Usulan 1

No	Kode Pendekat	Nama Kaki sempang	Arus Lalu lintas (smp/jam)	Arus jenuh	Rasio Arus
1	T	Jalan Cangkorah	279	2158	0,13
2	U	Jalan Batujajar I	791	1496	0,53
3	S	Jalan Batujajar II	811	2095	0,39

Rasio Arus Sempang, $IFR = \sum(Frcrit)$

$$IFR = (0,13 + 0,53)$$

$$IFR = 0,66$$

Rasio Fase, $PR = Frcrit/IFR$

$$PR = 0,13/0,66$$

$$PR = 0,20$$

Tabel. 8 Rasio Fase Sempang Cangkorah Usulan 1

No	Kode Pendekat	Nama Kaki sempang	Rasio Arus	IFR	Rasio Fase
1	T	Jalan Cangkorah	0,13	0,66	0,20

2	U	Jalan Batujajar I	0,54	0,66	0,80
3	S	Jalan Batujajar II	0,41	0,66	0,80

Waktu siklus sebelum penyesuaian, $Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1-IFR)$

$$Cua = \frac{1,5 \times 8 + 5}{1 - 0,66}$$

$$= 50 \text{ detik}$$

Waktu Hijau, $gi = (Cua - LTI) \times PR$

$$= (50 - 9) \times 0,80$$

$$= 33 \text{ detik}$$

Tabel. 9 Waktu Hijau Simpang Cangkorah Usulan 1

No	Kode Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	T	0,20	9
2	U	0,80	33
3	S	0,80	33

Waktu siklus setelah penyesuaian, $c = \sum g + LTI$

$$c = (9 + 33) + 8$$

$$c = 50 \text{ detik}$$

Kapasitas, $C = S \times \frac{g}{c}$

$$C = 1496 \times \frac{33}{50}$$

$$C = 992 \text{ smp/jam}$$

Tabel. 10 Kapasitas Simpang Cangkorah Usulan 1

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh	Hijau (Detik)	Waktu Siklus (Detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	T	Jalan Cangkorah	2250	9	50	385
2	U	Jalan Batujajar I	1695	33	50	992
3	S	Jalan Batujajar II	20100	33	50	1389

$$\text{Derajat Kejenuhan, } DS = \frac{Q}{C}$$

Tabel. 11 Tabel Derajat Kejenuhan Simpang Cangkorah Usulan 1

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	T	Jalan Cangkorah	279	385	0,73
2	U	Jalan Batujajar I	791	992	0,80
3	S	Jalan Batujajar II	811	1389	0,58

$$\text{Panjang Antrian } NQ = NQ1 + NQ2$$

Tabel. 12 Panjang Antrian Simpang Cangkorah Usulan 1

No	Kode Pendekat	NQ1	NQ2	NQtot
1	T	0,81	3,69	4,50
2	U	1,44	7,92	9,36
3	S	0,20	6,25	6,45

$$\text{Tundaan, } D = DT + DG$$

Tabel. 13 Tundaan Simpang Cangkorah Usulan 1

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
1	T	27,14	4,03	31,17
2	U	11,30	3,14	14,44

3	S	5,19	2,61	7,79
---	---	------	------	------

Pada penjelasan diatas Simpang Cangkorah menggunakan skenario atau usulan dengan simpang bersinyal 2 fase.

Tabel. 14 Arus Jenuh Simpang Cangkorah Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh Dasar (So)	Fsf	Fg	Fp	FLT	FRT	S
1	T	Jalan Cangkorah	2250	0,95	1,00	1,00	0,91	1,11	2158
2	U	Jalan Batujajar I	2400	0,95	1,00	1,00	0,93	1,00	2118
3	S	Jalan Batujajar II	2400	0,95	1,00	1,00	1,00	1,05	2394

$$\text{Rasio Arus, Fr} = Q/S$$

$$= 615/ 2394$$

$$= 0,26$$

Tabel. 15 Rasio Arus Simpang Cangkorah Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Lalu lintas (smp/jam)	Arus jenuh	Rasio Arus
1	T	Jalan Cangkorah	279	2158	0,13
2	U	Jalan Batujajar I	506	2118	0,24
3	S	Jalan Batujajar II	615	2394	0,26

$$\text{Rasio Arus Simpang, IFR} = \sum(\text{Frcrit})$$

$$\text{IFR} = (0,13 + 0,24 + 0,26)$$

$$\text{IFR} = 0,63$$

$$\text{Rasio Fase, PR} = \text{Frcrit}/\text{IFR}$$

$$\text{PR} = 0,13/0,63$$

$$\text{PR} = 0,21$$

Tabel. 16 Rasio Fase Simpang Cangkorah Usulan 2

No	Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
1	T	0,13	0,21
2	U	0,24	0,38
3	S	0,26	0,41

Waktu siklus sebelum penyesuaian,

$$\begin{aligned}Cua &= \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR} \\ &= \frac{1,5 \times 11 + 5}{1 - 0,63} \\ Cua &= 57 \text{detik}\end{aligned}$$

Waktu Hijau, $g_i = (Cua - LTI) \times PR$

$$\begin{aligned}g_i &= (57 - 11) \times PR \\ &= (47 - 11) \times 0,21 \\ &= 10 \text{ detik}\end{aligned}$$

Tabel. 17 Waktu Hijau Simpang Cangkorah Usulan 1

No	Lengan	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	T	0,21	10
2	U	0,38	18
3	S	0,41	19

Waktu siklus setelah penyesuaian,

$$\begin{aligned}\Sigma C &= g + LTI \\ &= (10+18+19) + 11 \\ &= 57 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas, } C = s \times \frac{g}{c}$$

$$C = 2158 \times \frac{10}{57}$$

$$C = 361 \text{ smp/jam}$$

Tabel. 18 Kapasitas Simpang Cangkorah Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh	Hijau (Detik)	Waktu Siklus (Detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	T	Jalan Cangkorah	2158	10	57	361
2	U	Jalan Batujajar I	2118	18	57	655
3	S	Jalan Batujajar II	2394	19	57	795

$$\text{Derajat Kejenuhan, } DS = \frac{Q}{C}$$

Tabel. 19 Derajat kejenuhan Simpang Cangkorah Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	T	Jalan Cangkorah	279	361	0,77
2	U	Jalan Batujajar I	506	655	0,77
3	S	Jalan Batujajar II	615	795	0,77

$$\text{Panjang Antrian } NQ = NQ1 + NQ2$$

Tabel. 20 Panjang Antrian Simpang Cangkorah Usulan 2

No	Kode Pendekat	NQ1	NQ2	NQtot
1	T	6,00	4,25	10,25
2	U	1,19	7,33	8,51
3	S	1,19	8,81	10,00

Tundaan, $D = DT + DG$

Tabel. 21 Tundaan Simpang Cangkorah Usulan 3

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
1	T	82,74	4,92	87,66
2	U	24,54	3,82	28,36
3	S	22,61	3,77	26,38

Perbandingan Kinerja Simpang Cangkorah

Berdasarkan hasil analisis, berikut adalah perbandingan kinerja simpang Cangkorah eksisting dengan kinerja usulan.

1. Derajat Kejenuhan

Tabel. 22 Perbandingan Derajat Kejenuhan Simpang Cangkorah

No	Kode Pendekat	Eksisting	Usulan 1	Usulan 2
1	T	0,72	0,73	0,77
2	U		0,80	0,77
3	S		0,58	0,77

2. Perbandingan Antrian Simpang

Tabel. 23 Perbandingan Antrian Simpang Cangkorah

No	Kode Pendekat	Eksisting	Usulan 1	Usulan 2
1	T	21%	24,01 m	54,68 m
2	U		46,81 m	42,57 m
3	S		32,25 m	50,00 m

3. Perbandingan Tundaan

Tabel. 24 Perbandingan Tundaan Simpang Cangkorah

No	Kondisi	Tundaan det/smp	Tingkat Pelayanan
1	Eksisting	15,57	C
2	Usulan 1	14,06	B
3	Usulan 2	39,31	D

Berdasarkan perbandingan kinerja eksisting dan usulan maka kinerja paling optimal adalah kinerja usulan II yaitu dengan menggunakan APILL 2 fase, tundaan yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan tundaan pada kondisi eksisting serta dari tingkat pelayanan untuk usulan II sudah baik (B), untuk usulan II ini sangat disarankan karena selain dapat direncanakan dalam jangka waktu yang pendek juga tidak membutuhkan biaya yang terlalu besar dibandingkan dengan usulan yang lain. Akan tetapi dari hasil – hasil tersebut dapat dipertimbangkan kembali sesuai dengan kondisi yang ada pada wilayah studi guna mendapatkan kinerja yang optimal dan mengurangi konflik sehingga dapat meminimalisir kecelakaan yang mungkin terjadi demi keselamatan lalu lintas.

2. Simpang Batujajar

Setiap simpang dilakukan perhitungan kinerja simpang saat kondisi eksisting dengan menggunakan panduan Manual Kapasitas jalan Indonesia. Adapun perhitungan kinerja pada masing – masing simpang sebagai berikut:

Perhitungan kapasitas pada simpang Batujajar dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi}$$

Tabel. 25 Kapasitas simpang Batujajar eksisting

	Simpang Batujajar
Kapasitas dasar	2700
Faktor lebar pendekat rata- rata	1,05
Faktor penyesuaian median	1,00
Faktor penyesuaian ukuran kota	1,00
Faktor penyesuaian hambatan samping	0,94

Faktor penyesuaian belok kiri	1,22
Faktor penyesuaian belok kanan	0,94
Faktor penyesuaian arus minor	1,00
Kapasitas	3051

Setelah mendapatkan kapasitas simpang yang dapat dilihat di **Tabel.1** selanjutnya dapat diperoleh derajat kejenuhan dengan membagi antara volume dengan kapasitas simpang tersebut. Berikut derajat kejenuhan simpang.

Tabel. 26 Derajat Kejenuhan simpang Batujajar eksisting

Simpang Batujajar	
Volume kendaraan (smp/jam)	2442
Kapasitas	3051
Derajat kejenuhan	0,80

Tabel. 27 Peluang Antrian Simpang Batujajar Eksisting

Simpang Batujajar	
Peluang antrian minimum	26%
Peluang antrian maksimum	51%

Tabel. 28 Tundaan Simpang Batujajar Kondisi Eksisting

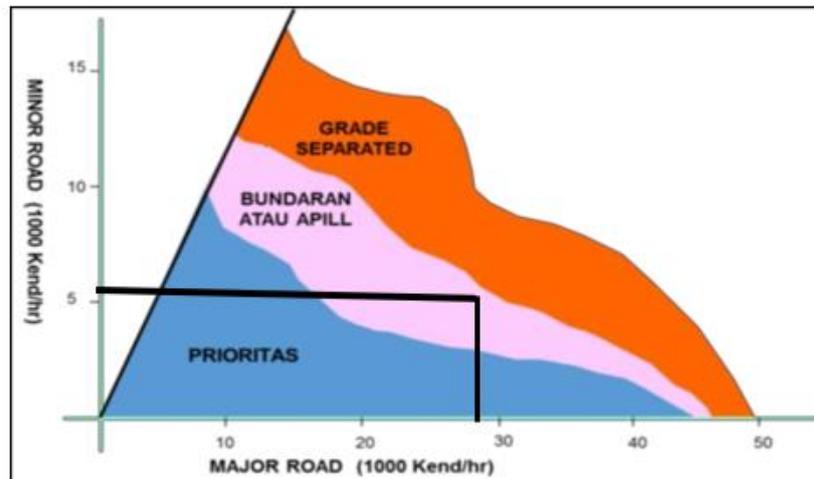
Simpang Batujajar	
Tundaan Lalu lintas (DT)	19,16 det/smp
Tundaan Geometrik (DG)	4,04 det/smp
Tundaan jalan minor	55,91 det/smp
Tundaan jalan mayor	6,99 det/smp
Tundaan Simpang	19,16 det/smp

Setelah mengetahui kinerja simpang secara eksisting dan melakukan usulan pertama dengan melakukan pelebaran jalan, untuk volume eksisting dari setiap simpang tersebut yang sudah dikalikan dengan faktor k sebagai berikut:

Tabel. 29 Volume Kendaraan Simpang Batujajar

Simpang Batujajar	
Volume Jalan Mayor (smp/hari)	29.089
Volume Jalan Minor (smp/hari)	5.797

Berdasarkan volume yang diperoleh dari survei secara langsung dan dikalikan dengan faktor k yang berdasarkan dengan ukuran kota atau jumlah penduduk kota, yang bertujuan mengetahui apakah simpang tersebut masih sesuai atau tidak dengan jenis pengendalian yang digunakan, dapat dilakukan dengan cara memasukan volume tersebut kedalam grafik penentu pengendalian simpang. Berikut grafik penentu pengendalian simpang.



Sumber: Austrian Road Research Broad (ARRB)

Untuk mengetahui pada simpang masih sesuai atau tidak jenis pengendalian pada saat ini atau kondisi eksisting dapat dilihat pada grafik atas. Dengan memasukan data jumlah volume kendaraan tersebut kedalam grafik penentu pengendalian simpang. Pada simpang Batujajar menunjukkan pengendalian simpang dengan apill atau simpang bersinyal. Yang selanjutnya dapat dilakukan beberapa usulan atau skenario terhadap simpang tersebut. Dalam perhitungan kinerja simpang bersinyal terdapat faktor-faktor perhitungan yang digunakan antara lain sebagai berikut:

$$\text{Arus jenuh, } S = S_o \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{LT} \times F_{RT}$$

Tabel. 30 Arus Jenuh Simpang Batujajar Usulan 1

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh	F _{sf}	F _g	F _p	F _{LT}	F _{RT}	S
----	---------------	-------------------	------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	---

			Dasar (So)						
1	T	Jalan Batujajar III	2250	0,95	1,00	1,00	0,91	1,11	2155
2	U	Jalan Batujajar II	1695	0,95	1,00	1,00	0,93	1,00	1499,35
3	S	Jalan Warung Pulus	2090	0,95	1,00	1,00	1,00	1,05	2085

Rasio Arus, $Fr = Q/S$

$$= 860/2085$$

$$= 0,41$$

Tabel. 31 Rasio Arus Simpang Batujajar Usulan 1

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Lalu lintas (smp/jam)	Arus jenuh	Rasio Arus
1	T	Jalan Batujajar III	270	2155	0,13
2	U	Jalan Batujajar II	814	1499,35	0,54
3	S	Jalan Warung Pulus	860	2055	0,41

Rasio Arus Simpang, $IFR = \sum(Frcrit)$

$$IFR = (0,13 + 0,54)$$

$$IFR = 0,67$$

Rasio Fase, $PR = Frcrit/IFR$

$$PR = 0,54/0,67$$

$$PR = 0,81$$

Tabel. 32 Rasio Fase Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Rasio Arus	IFR	Rasio Fase
----	---------------	-------------------	------------	-----	------------

1	T	Jalan Batujajar III	0,13	0,67	0,19
2	U	Jalan Batujajar II	0,54	0,67	0,81
3	S	Jalan Warung Pulus	0,41	0,67	0,81

Waktu siklus sebelum penyesuaian, $Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1-IFR)$

$$Cua = \frac{1,5 \times 8 + 5}{1 - 0,67}$$

$$= 51 \text{ detik}$$

Waktu Hijau, $gi = (Cua - LTI) \times PR$

$$= (51 - 8) \times 0,81$$

$$= 35 \text{ detik}$$

Tabel. 33 Waktu Hijau Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	T	Jalan Batujajar III	8
2	U	Jalan Batujajar II	35
3	S	Jalan Warung Pulus	35

Waktu siklus setelah penyesuaian, $c = \sum g + LTI$

$$c = (8 + 35) + 8$$

$$c = 51 \text{ detik}$$

Kapasitas, $C = S \times \frac{g}{c}$

$$C = 2155 \times \frac{8}{51}$$

$$C = 341 \text{ smp/jam}$$

Tabel. 34 Kapasitas Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh	Hijau (Detik)	Waktu Siklus (Detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	S	T	Jalan Batujajar III	8	51	341
2	T	U	Jalan Batujajar II	35	51	1028
3	B	S	Jalan Warung Pulus	35	51	1429

$$\text{Derajat Kejenuhan, } DS = \frac{Q}{C}$$

Tabel. 35 Tabel Derajat Kejenuhan Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	T	Jalan Batujajar III	270	341	0,79
2	U	Jalan Batujajar II	814	1028	0,79
3	S	Jalan Warung Pulus	860	1429	0,60

$$\text{Panjang Antrian } NQ = NQ1 + NQ2$$

Tabel. 36 Panjang Antrian Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	NQ1	NQ2	NQtot
1	T	Jalan Batujajar III	6,12	7,97
2	U	Jalan Batujajar II	11,36	13,54
3	S	Jalan Warung Pulus	13,34	15,26

$$\text{Tundaan, } D = DT + DG$$

Tabel. 37 Tundaan Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
----	---------------	----	----	---

1	T	Jalan Batujajar III	4,11	55,05
2	U	Jalan Batujajar II	3,90	39,92
3	S	Jalan Warung Pulus	3,86	38,80

Pada penjelasan diatas Simpang Batujajar menggunakan skenario atau usulan dengan simpang bersinyal 2 fase.

Tabel. 38 Arus Jenuh Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh Dasar (So)	F _{sf}	F _g	F _p	FL _T	FRT	S
1	T	Jalan Batujajar III	1800	0,94	1,00	1,00	0,91	1,11	1706
2	U	Jalan Batujajar II	2400	0,94	1,00	1,00	0,93	1,00	2101
3	S	Jalan Warung Pulus	2400	0,94	1,00	1,00	1,00	1,05	2369

Rasio Arus, $Fr = Q/S$

$$= 282/1706$$

$$= 0,17$$

Tabel. 39 Rasio Arus Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Lalu lintas (smp/jam)	Arus jenuh	Rasio Arus
1	T	Jalan Batujajar III	282	1706	0,17
2	U	Jalan Batujajar II	555	2101	0,26
3	S	Jalan Warung Pulus	638	2369	0,27

Rasio Arus Simpang, $IFR = \sum(Frcrit)$

$$IFR = (0,17 + 0,26 + 0,27)$$

$$IFR = 0,70$$

Rasio Fase, $PR = Frcrit/IFR$

$$PR = 0,17/0,70$$

$$PR = 0,24$$

Tabel. 40 Rasio Fase Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Rasio Arus	IFR	Rasio Fase
1	T	Jalan Batujajar III	0,17	0,24	0,24
2	U	Jalan Batujajar II	0,26	0,38	0,38
3	S	Jalan Warung Pulus	0,27	0,39	0,39

Waktu siklus sebelum penyesuaian, $Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1-IFR)$

$$Cua = \frac{1,5 \times 13 + 5}{1 - 0,70}$$
$$= 81 \text{ detik}$$

Waktu Hijau, $gi = (Cua - LTI) \times PR$

$$= (81 - 13) \times 0,38$$
$$= 26 \text{ detik}$$

Tabel. 41 Waktu Hijau Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	T	Jalan Batujajar III	16
2	U	Jalan Batujajar II	26
3	S	Jalan Warung Pulus	26

Waktu siklus setelah penyesuaian, $c = \sum g + LTI$

$$c = (16 + 26 + 26) + 13$$
$$c = 81 \text{ detik}$$

Kapasitas, $C = S \times \frac{g}{c}$

$$C = 1706 \times \frac{16}{81}$$

$$C = 339 \text{ smp/jam}$$

Tabel. 42 Kapasitas Simpang Batujajar Usulan 3

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh	Hijau (Detik)	Waktu Siklus (Detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	S	T	Jalan Batujajar III	16	81	339
2	T	U	Jalan Batujajar II	26	81	667
3	B	S	Jalan Warung Pulus	26	81	767

$$\text{Derajat Kejenuhan, } DS = \frac{Q}{C}$$

Tabel. 43 Derajat kejenuhan Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	T	Jalan Batujajar III	282	339	0,83
2	U	Jalan Batujajar II	555	667	0,83
3	S	Jalan Warung Pulus	638	767	0,83

$$\text{Panjang Antrian } NQ = NQ1 + NQ2$$

Tabel. 44 Panjang Antrian Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	NQ1	NQ2	NQtot
1	T	1,85	6,12	7,97
2	U	1,91	11,63	13,54
3	S	1,91	13,54	15,26

Tundaan, $D = DT + DG$

Tabel. 45 Tundaan Simpang Batujajar Usulan 2

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
1	T	50,94	4,11	55,05
2	U	36,02	3,90	39,92
3	S	34,44	3,86	38,30

Perbandingan Kinerja Simpang Batujajar

Berdasarkan hasil analisis, berikut adalah perbandingan kinerja simpang Batujajar eksisting dengan kinerja usulan.

1. Derajat Kejenuhan

Tabel. 46 Perbandingan Derajat Kejenuhan Simpang Batujajar

No	Kode Pendekat	Eksisting	Usulan 1	Usulan 2
1	T	0,80	0,79	0,83
2	U		0,79	0,83
3	S		0,60	0,83

2. Perbandingan Antrian Simpang

Tabel. 47 Perbandingan Antrian Simpang Batujajar

No	Kode Pendekat	Eksisting	Usulan 1	Usulan 2
1	T	26%	26,91 m	53,12 m
2	U		46,72 m	67,68 m
3	S		33,98 m	39,97 m

3. Perbandingan Tundaan

Tabel. 48 Perbandingan Tundaan Simpang Batujajar

No	Kondisi	Tundaan det/smp	Tingkat Pelayanan
1	Eksisting	15,24	C
2	Usulan 1	12,71	B
3	Usulan 2	12,52	B
4	Usulan 3	25,33	D

Berdasarkan perbandingan kinerja eksisting dan usulan maka kinerja paling optimal adalah kinerja usulan II yaitu dengan menggunakan APILL 2 fase, tundaan yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan tundaan pada kondisi eksisting serta dari tingkat pelayanan untuk usulan II sudah baik (B), untuk usulan II ini sangat disarankan karena selain dapat direncanakan dalam jangka waktu yang pendek juga tidak membutuhkan biaya yang terlalu besar dibandingkan dengan usulan yang lain. Akan tetapi dari hasil – hasil tersebut dapat dipertimbangkan kembali sesuai dengan kondisi yang ada pada wilayah studi guna mendapatkan kinerja yang optimal dan mengurangi konflik sehingga dapat meminimalisir kecelakaan yang mungkin terjadi demi keselamatan lalu lintas.

3. Simpang BBS

Setiap simpang dilakukan perhitungan kinerja simpang saat kondisi eksisting dengan menggunakan panduan Manual Kapasitas jalan Indonesia. Adapun perhitungan kinerja pada masing – masing simpang sebagai berikut:

Perhitungan kapasitas pada Simpang BBS dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi}$$

Tabel. 49 Kapasitas simpang BBS eksisting

	Simpang BBS
Kapasitas dasar	2700
Faktor lebar pendekat rata- rata	1,06
Faktor penyesuaian median	1,00
Faktor penyesuaian ukuran kota	1,00

Faktor penyesuaian hambatan samping	0,94
Faktor penyesuaian belok kiri	1,09
Faktor penyesuaian belok kanan	0,98
Faktor penyesuaian arus minor	1,00
Kapasitas	2859

Setelah mendapatkan kapasitas simpang yang dapat dilihat di **Tabel.1** selanjutnya dapat diperoleh derajat kejenuhan dengan membagi antara volume dengan kapasitas simpang tersebut. Berikut derajat kejenuhan simpang.

Tabel. 50 Derajat Kejenuhan simpang BBS eksisting

	Simpang BBS
Volume kendaraan (smp/jam)	2017
Kapasitas	2859
Derajat kejenuhan	0,71

Tabel. 51 Peluang Antrian Simpang BBS Eksisting

	Simpang BBS
Peluang antrian minimum	20%
Peluang antrian maksimum	41%

Tabel. 52 Tundaan Simpang BBS Kondisi Eksisting

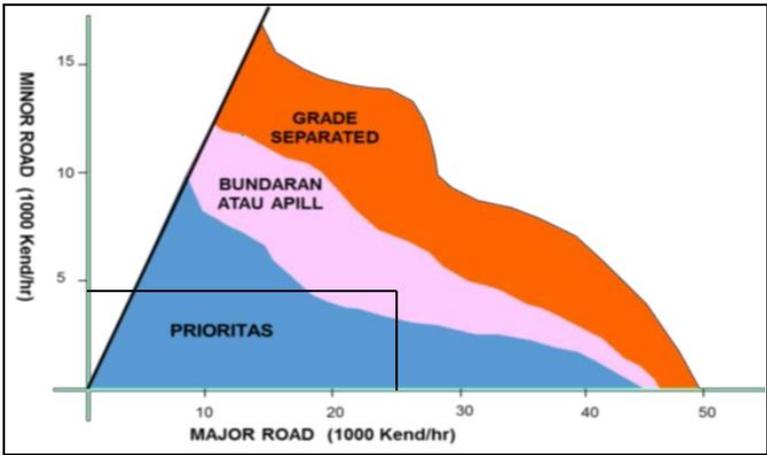
	Simpang BBS
Tundaan Lalu lintas (DT)	11,29 det/smp
Tundaan Geometrik (DG)	3,95 det/smp
Tundaan jalan minor	40,83 det/smp
Tundaan jalan mayor	5,98 det/smp
Tundaan Simpang	15,24 det/smp

Tabel. 53 Volume Kendaraan Simpang BBS

	Simpang BBS
Volume Jalan Mayor (smp/hari)	24.928

Volume Jalan Minor (smp/hari)	4.728
----------------------------------	-------

Berdasarkan volume yang diperoleh dari survei secara langsung dan dikalikan dengan faktor k yang berdasarkan dengan ukuran kota atau jumlah penduduk kota, yang bertujuan mengetahui apakah simpang tersebut masih sesuai atau tidak dengan jenis pengendalian yang digunakan, dapat dilakukan dengan cara memasukan volume tersebut kedalam grafik penentu pengendalian simpang. Berikut grafik penentu pengendalian simpang.



Sumber: Austrian Road Research Broad (ARRB)

Untuk mengetahui pada simpang masih sesuai atau tidak jenis pengendalian pada saat ini atau kondisi eksisting dapat dilihat pada grafik atas. Dengan memasukan data jumlah volume kendaraan tersebut kedalam grafik penentu pengendalian simpang. Pada simpang BBS menunjukkan pengendalian simpang dengan apill atau simpang bersinyal. Yang selanjutnya dapat dilakukan beberapa usulan atau skenario terhadap simpang tersebut. Dalam perhitungan kinerja simpang bersinyal terdapat faktor-faktor perhitungan yang digunakan antara lain sebagai berikut:

$$S = S_o \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{LT} \times F_{RT}$$

Tabel. 54 Arus Jenuh Simpang BBS Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh Dasar (So)	Fsf	Fg	Fp	FLT	FRT	S
1	U	Jalan Batujajar III	2400	0,94	1,00	1,00	0,92	1,12	2319

2	T	Jalan Cipatik	2250	0,94	1,00	1,00	1,00	1,03	2182,71
3	B	Jalan Raya Cihampelas	1900	0,94	1,00	1,00	0,97	1,00	1735

Rasio Arus, $Fr = Q/S$

$$= 967/2182,71$$

$$= 0,44$$

Tabel. 55 Rasio Arus Simbang BBS Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Lalu lintas (smp/jam)	Arus jenuh	Rasio Arus
1	U	Jalan Batujajar III	256	2319	0,11
2	T	Jalan Cipatik	967	2182,71	0,44
3	B	Jalan Raya Cihampelas	916	1735	0,53

Rasio Arus Simbang, $IFR = \sum(Frcrit)$

$$IFR = (0,53 + 0,11)$$

$$IFR = 0,64$$

Rasio Fase, $PR = Frcrit/IFR$

$$PR = 0,53/0,64$$

$$PR = 0,83$$

Tabel. 56 Rasio Fase Simbang BBS Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Rasio Arus	IFR	Rasio Fase
1	U	Jalan Batujajar III	0,11	0,64	0,17
2	T	Jalan Cipatik	0,44	0,64	0,83
3	B	Jalan Raya Cihampelas	0,53	0,64	0,83

Waktu siklus sebelum penyesuaian, $Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1-IFR)$

$$Cua = \frac{1,5 \times 8 + 5}{1 - 0,64}$$

$$= 47 \text{ detik}$$

Waktu Hijau, $gi = (Cua - LTI) \times PR$

$$= (76 - 12) \times 0,83$$

$$= 27 \text{ detik}$$

Tabel. 57 Waktu Hijau Simpang BBS Usulan 2

No	Kode Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	U	0,17	7
2	T	0,83	32
3	B	0,83	32

Waktu siklus setelah penyesuaian, $c = \sum g + LTI$

$$c = (7 + 32) + 8$$

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

Kapasitas, $C = S \times \frac{g}{c}$

$$C = 2182,71 \times \frac{32}{47}$$

$$C = 1498 \text{ smp/jam}$$

Tabel. 58 Kapasitas Simpang BBS Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus Jenuh	Hijau (Detik)	Waktu Siklus (Detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	U	Jalan Batujajar III	2319	7	47	333
2	T	Jalan Cipatik	2182,71	32	47	1498
3	B	Jalan Raya Cihampelas	1735	32	47	1191

Derajat Kejenuhan, $DS = \frac{Q}{c}$

Tabel. 59 Tabel Derajat Kejenuhan Simpang BBS Usulan 2

No	Kode Pendekat	Nama Kaki simpang	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	U	Jalan Batujajar III	256	333	0,77
2	T	Jalan Cipatik	967	1498	0,65
3	B	Jalan Raya Cihampelas	916	1191	0,77

Panjang Antrian $NQ = NQ1 + NQ2$

Tabel. 60 Panjang Antrian Simpang BBS Usulan 2

No	Kode Pendekat	NQ1	NQ2	NQtot
1	U	1,13	3,22	4,35
2	T	0,41	7,12	7,53
3	B	1,16	7,95	9,11

Tundaan, $D = DT + DG$

Tabel. 61 Tundaan Simpang BBS Usulan 2

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
1	U	31,66	4,11	35,77
2	T	5,14	2,29	7,63
3	B	8,40	2,80	11,20

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kinerja yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa hal yang dapat dijadikan kesimpulan yaitu :

1. Persimpangan di Bandung Barat (Simpang Cangkorah, Sim pang Batujajar, Sim pang BBS) memiliki Kinerja Pelayanan Buruk dengan nilai Derajat Kejenuhan Sim pang Cangkorah 0,72 dan tundaan 15,72 det/smp, Sim pang Batujajar 0,80 dan tundaan 19,16 det/smp, Sim pang BBS 0,71 dan tundaan 15,12 det/smp. Dimana ketiga sim pang ini termasuk kedalam kategori sim pang dengan tingkat pelayanan atau Level Of Service C.
2. setelah dilakukan analisis tipe pengendali sim pang yang di tentukan berdasarkan volume kendaraan dibagi dengan faktor k dan disesuaikan dengan grafik penentuan tipe pengendali sim pang, diperoleh hasil bahwa tiga sim pang tersebut merupakan sim pang dengan pengendali APILL. Maka pada tahapan berikutnya di tentukan alternatif usulan yang selanjutnya dilakukan analisis pada kedua usulan diantaranya:
 - a. Usulan 1

Pengaturan waktu siklus pada masing–masing kaki sim pang dengan melakukan penerapan 2 fase. Dari penerapan usulan ini didapatkan rata rata derajat kejenuhan (DS) pada ketiga sim pang tersebut pada Sim pang Cangkorah memiliki Derajat Kejenuhan 0,70 dan tundaan 14,06 det/smp. Sim pang Batujajar memiliki Derajat Kejenuhan 0,64 dan tundaan 11,48 det/smp. Sim pang BBS memiliki Derajat Kejenuhan 0,73 dan tundaan 13,17 det/smp.

- b. Usulan 2

Pengaturan waktu siklus pada masing–masing kaki sim pang dengan penerapan 3 fase. Dari penerapan usulan ini didapatkan

untuk tiga kaki simpang ini, Simpang Cangkorah derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,77 serta tundaan simpang sebesar 39,31 det/smp. Simpang Batujajar derajat kejenuhan 0,79 dan tundaan 33,98 det/smp. Simpang BBS memiliki derajat kejenuhan 0,90 dan tundaan 61,70 det/smp.

3. setelah dilakukan perhitungan dan dilakukan perbandingan antara usulan I dan usulan II Alternatif usulan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja ketiga simpang ini adalah dengan menetapkan Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar, Simpang BBS menjadi simpang APILL dengan pengaturan 2 fase, karena LOS nya berubah menjadi B.

SARAN

Setelah dilakukan analisis kondisi eksisting dan kondisi usulan dari simpang tersebut, maka terdapat beberapa saran yang dapat diusulkan.

1. Melakukan Perubahan tipe pengendali pada Simpang Cangkorah, Simpang Batujajar, Simpang BBS dari simpang tidak bersinyal dilakukan perubahan menjadi simpang bersinyal yang ditentukan berdasarkan grafik penentuan pengendalian persimpangan.
2. Perlunya peningkatan kinerja simpang yang semula kinerjanya buruk agar lebih baik berdasarkan indikator tingkat kinerja persimpangan. Untuk melakukan peningkatan pelayanan pada Tiga Simpang tersebut maka diperlukan manajemen rekayasa lalu lintas berupa penyesuaian waktu siklus dengan 2 fase, karena waktu siklus 2 fase merubah waktu Tundaan LOS dari C menjadi B.
3. Perlu dilakukan evaluasi dan upaya peningkatan kinerja persimpangan secara periodik, hal ini untuk mengantisipasi terjadinya peningkatan volume arus lalu lintas sehingga pengaturan APILL dan kinerja simpang dapat sesuai dengan kondisi yang ada.

REFERENSI

- A.A. Gede Sumanjaya, I Gusti Agung Putu Eryani, I Made Arya Dwijayantara S. 2015. "Perencanaan Simpang Bersinyal Pada Simpang Ciung Wanara Di Kabupaten Gianyar." *Jurnal. Teknik Sipil Universitas Warmadewa Denpasar Bali* 4: 49–54. <http://portalgaruda.fti.unissula.ac.id/?ref=browse&mod=viewarticle&article=452979>.
- Bundaran, Perencanaan Persimpangan Sebidang. 2017. "Perencanaan Persimpangan Sebidang Bundaran." *Jurnal Konstruksi* 15 (1): 57–74. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.15-1.584>.
- Ditjen Perhubungan Darat, 1998. 2012. "Analisa Karakteristik Parkir Pada Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa." *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil* 1 (1). <https://doi.org/10.36055/jft.v1i1.2000>.
- Gusmulyani. 2020. "Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal." *Jurnal Sipil Statik* 3 (11): 747–58. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/10668>.
- Kurniati. 2017. "Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Pada Simpang Jalan Imam Bonjol – Jalan Daya Nasional Di Kota Pontianak." *Jurnal Teknik Sipil*. <https://doi.org/10.26418/jtsft.v17i2.31424>.
- Kusumadevi. 1991. "1219151044-3-Bab Ii Kasumadewi Pdf" I: 4–31.
- Misdalena, Felly. 2021. "EVALUASI WAKTU SIKLUS SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus : Simpang Charitas Kota Palembang)" 11 (2): 67–74.
- MKJI. 1997. "Mkji 1997." *Departemen Pekerjaan Umum, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia."*
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 96 Tahun 2015. n.d. "PM_96_Tahun_2015.Pdf."
- Rekayasa Manajemen Lalu Lintas. 2011. *Rekayasa Manajemen Lalu Lintas*. <https://beaprofesor.wordpress.com/2011/04/17/rekayasa-manajemen-lalu-lintas/>.
- Rizki. 2003. "Bab Iii Landasan Teori 3.1." *Http://E-Journal.Uajy.Ac.Id/7244/4/3TF03686.Pdf*, no. 492: 15–48.
- Tamin. 2000. *Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi*.
- Tiandoko, W. 2019. "Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Garuda - Jalan

Abdulrahman Saleh - Jalan Maleber Utara - Jalan Ciroyom Barat Kota Bandung,"
no. July: 1–23.

Vi, B A B. 2016. ") = 1,08. Tundaan (T) = 19,27792 Det/Skr Dan Peluang Antrian (P"
2 (2005): 68–95.

Zamrodah, Yuhanin. 2016. "PERENCANAAN PENINGKATAN KINERJA SIMPANG
BERSINYAL (STUDI KASUS : JL. DEWI SARTIKA – JL RAYA KALIBATA JAKARTA
TIMUR" 15 (2): 1–23.