

OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL DREDED DI KOTA BOGOR

OPTIMIZATION OF THE DREDED UNSIGNALIZED INTERSECTION IN BOGOR CITY

Raden Fidya Zahra Fahriza¹, Rika Marlia², Guntoro Zain Ma'arif³

Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Bekasi

Email: radenfidyazahrafa@gmail.com¹, rika.marlia@ptdisttd.ac.id², guntorozain@ptdisttd.ac.id³

ABSTRACT

Intersections are an important part of the road network system. Whether movement in a road network runs smoothly or not is largely determined by the movement arrangements at the intersection. One of the intersections that has bad performance is the unsignalized intersection Simpang Tiga Dreded, Bogor City. During busy periods, Simpang Dreded experiences quite long traffic jams because the increase in traffic flow is not accompanied by optimal traffic management. Based on the Road and Intersection Performance Evaluation of the Bogor City Transportation Department, Dreded Intersection is the 3rd worst signalless intersection in Bogor City with poor intersection performance at Dreded Intersection, having a saturation degree value of 0.85 with an intersection delay of 14.51 seconds/smp and the chance of queuing is 29% -58%.

In this study, measuring performance and determining the appropriate type of intersection control at intersections was carried out using Traffic Management and Engineering techniques using the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) method. The analysis carried out is an analysis of determining the type of intersection and intersection performance indicators including the degree of saturation, queue length and delays. Optimizing the performance of the Dreded intersection is carried out by changing the type of control of unsignalized intersections to signalized intersections, by providing several alternative recommendations for engineering phase arrangements at the signalized intersection, namely 2-phase arrangements (Alternative I), 2-phase arrangements for left turn onwards (Alternative II) and arrangements 3 phases (Alternative III). After comparing the performance analysis of the Dreded Interchange in the existing condition, the conditions of Alternative I, Alternative II and Alternative III, it can be seen that the Alternative I condition is the best proposal as an effort to optimize the performance of the Dreded Interchange in Bogor City with an average degree of saturation of 0.70, queue length of 30, 70 meters, the average intersection delay is 13.58 seconds/smp and the intersection service level is B.

Keywords: *Intersection, Optimization, Degree of Saturation, Queue Length, Delay*

ABSTRAK

Persimpangan merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan, lancar tidaknya pergerakan dalam suatu jaringan jalan sangat ditentukan oleh pengaturan pergerakan di persimpangan. Salah satu persimpangan yang memiliki kinerja yang buruk adalah Simpang tidak bersinyal Simpang tiga Dreded Kota Bogor. Pada periode waktu sibuk, Simpang Dreded mengalami kemacetan yang cukup panjang dikarenakan peningkatan arus lalu lintas yang terjadi tidak diiringi dengan adanya pengaturan lalu lintas yang optimal. Berdasarkan Evaluasi Kinerja Ruas Jalan dan Simpang Dinas Perhubungan Kota Bogor, Simpang Dreded merupakan simpang tak bersinyal terburuk ke-3 di Kota Bogor dengan buruknya kinerja simpang pada Simpang Dreded, memiliki nilai derajat jenuh sebesar 0,85 dengan tundaan simpang sebesar 14,51 det/smp dan peluang antrian 29%-58%.

Pada kajian ini, untuk mengukur kinerja dan penentuan tipe pengendalian simpang yang sesuai pada persimpangan dilakukan menggunakan teknik Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dengan menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI). Analisis yang dilakukan adalah analisis terhadap penentuan tipe persimpangan serta indikator kinerja simpang meliputi derajat kejenuhan, panjang antrian serta tundaan. Optimalisasi kinerja Simpang Dreded dilakukan dengan perubahan tipe pengendalian simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal, dengan memberikan beberapa usulan rekomendasi alternatif rekayasa pengaturan fase pada simpang APILL yaitu pengaturan 2 fase (Alternatif I), pengaturan 2 fase belok kiri jalan terus (Alternatif II) dan pengaturan 3 fase (Alternatif III). Setelah dilakukan perbandingan analisis kinerja Simpang Dreded kondisi eksisting, kondisi Alternatif I, Alternatif II dan Alternatif III dapat diketahui bahwa kondisi Alternatif I adalah usulan terbaik sebagai upaya pengoptimalisasian kinerja Simpang Dreded Kota Bogor dengan rata – rata derajat kejenuhan 0,70, panjang antrian 30,70 meter, tundaan simpang rata – rata 13,58 detik/smp dan tingkat pelayanan simpang dengan nilai B.

Kata Kunci: *Simpang, Optimalisasi, Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, Tundaan*

PENDAHULUAN

Kota Bogor adalah salah satu kota yang berada pada Provinsi Jawa Barat. Perkembangan arus lalu lintas yang terjadi di Kota Bogor cukup pesat yang membawa konsekuensi yaitu harus segera dilakukan penanganan karena perkembangan arus lalu lintas yang tidak diiringi pengoptimalan pengaturan lalu lintas dapat menjadi permasalahan transportasi yang memberikan dampak buruk kepada kehidupan masyarakat di Kota Bogor Permasalahan lalu lintas yang seringkali dirasakan yakni kemacetan lalu lintas atau berkurangnya suatu kinerja ruas jalan atau simpang.

Simpang Dreded merupakan simpang tak bersinyal dengan 3 (Tiga) kaki simpang yang dimana semua kaki simpangnya adalah jalan yang memiliki arus dua arah. Simpang Tiga Dreded terdiri dari Jalan Pahlawan 1 dan Jalan Pahlawan 2 (Jalan Mayor) serta Jalan Dreded (Jalan Minor). Simpang Dreded terletak di lokasi strategis karena simpang tersebut terhubung langsung dengan (*Central Business District*). Hal tersebut membuat arus lalu lintas pada simpang tersebut tinggi, peningkatan arus lalu lintas yang terjadi di Simpang Dreded tidak disertai dengan pengaturan persimpangan yang optimal dan sesuai, sehingga pada waktu jam sibuk Simpang Dreded mengalami kemacetan yang cukup panjang bahkan kerap terjadi konflik pada simpang tersebut. Berdasarkan Evaluasi Kinerja Ruas Jalan dan Simpang Dinas Perhubungan Kota Bogor, simpang Dreded merupakan simpang tak bersinyal terburuk ke-3 di Kota Bogor. Simpang Dreded memiliki kinerja simpang yang buruk dengan derajat kejenuhan sebesar 0,85 tundaan 14,51 detik/smp, serta peluang antrian sebanyak 29%-58%.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kinerja lalu lintas khususnya pada Simpang Dreded di Kota Bogor. Dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada kemudian diterapkan beberapa alternatif usulan sehingga dapat ditentukan usulan yang dinilai baik dalam mengoptimalisasikan kinerja simpang. Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini antara lain, bagaimana kondisi kinerja simpang eksisting pada simpang dreded kota bogor? bagaimana kinerja

simpang usulan optimalisasi simpang dreded kota bogor? serta bagaimana perbandingan kinerja simpang dreded kondisi eksisting dan kondisi usulan?

Dengan mempertimbangkan kondisi yang ada, serta untuk pengembangan jalan dan kota di masa yang akan datang, maka perlu dilakukan Optimalisasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Dreded di Kota Bogor.

METODE

Alur pikir penelitian merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan Analisa dari tahap awal penelitian sampai pada tahap akhir penelitian, dimana akan menghasilkan suatu usulan-usulan dari kesimpulan. Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan Analisis:

1. Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini, peneliti akan mendapatkan berbagai permasalahan yang terdapat pada wilayah kajian. Setelah didapatkan permasalahan yang ada, kemudian diambil beberapa permasalahan untuk dilakukan perumusan masalah.

2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Data primer meliputi data volume lalu lintas Simpang yang didapat dari hasil survei Pencacahan Gerakan Membelok Terklasifikasi (CTMC). Sedangkan data sekunder berwujud data inventarisasi simpang yang didapat dari hasil inventarisasi simpang oleh tim PKL Kota Bogor tahun 2024 serta data Evaluasi Kinerja Ruas Jalan dan Simpang Dinas Perhubungan Kota Bogor.

3. Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis data untuk mengetahui kinerja Simpang Dreded kondisi eksisting dan kondisi alternatif usulan terbaik yang akan di terapkan pada wilayah kajian. Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan meliputi analisis menggunakan metode dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI,2023). Adapun analisis yang dilakukan yaitu analisis kinerja eksisting simpang dreded, analisis kinerja alternatif usulan optimalisasi simpang dreded kota bogor dan skenario alternatif usulan optimalisasi simpang dreded kota bogor serta perbandingan kondisi kinerja eksisting simpang dreded dengan kondisi kinerja alternatif usulan simpang dreded.

4. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dijelaskan apakah terjadi perubahan pada kinerja Simpang Dreded setelah dilakukannya perbandingan kinerja Simpang Dreded kondisi eksisting dengan kinerja Simpang Dreded kondisi usulan. Kemudian terdapat saran berupa masukan dari penulis terhadap permasalahan yang ada pada wilayah kajian (Simpang Dreded) untuk menerapkan usulan optimalisasi terbaik yang telah diberikan sebagai upaya peningkatan kinerja Simpang Dreded.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kinerja Simping Eksisting

Simpang Dreded merupakan simpang tidak bersinyal, sehingga Perhitungan kapasitas simpang tidak bersinyal Dreded dihitung dengan faktor faktor yang berdampak pada perhitungan kapasitas simpang:

- a. Kapasitas dasar, merupakan kapasitas yang ditentukan berlandaskan tipe persimpangan. Simping Dreded merupakan simpang dengan tipe 322, sehingga berdasarkan (PKJI, 2023) kapasitas dasar Simping Dreded adalah 2700 smp/jam.
- b. Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat.
Lebar rata-rata pendekat Simping Dreded adalah 3,75 m. Sehingga faktor penyesuaian untuk lebar rata rata pendekat simpang dengan tipe 322 sebagai berikut:
$$F_{LP} = 0,73 + 0,0760 LRP$$
$$F_{LP} = 0,73 + 0,0760 (3,75)$$
$$F_{LP} = 1,02$$
- c. Faktor koreksi tipe median.
Simpang Dreded merupakan simpang yang tidak memiliki median sehingga faktor koreksi median pada simpang ini adalah 1,00.
- d. Faktor koreksi ukuran kota.
Kota Bogor memiliki jumlah 1.070.719 jiwa, populasi penduduk tersebut termasuk besar dengan interval 1,0-3,0 juta jiwa. Sehingga didapatkan nilai $F_{UK} = 1,00$.
- e. Faktor koreksi hambatan samping.
Simpang Dreded merupakan simpang dengan hambatan samping tinggi. Faktor koreksi hambatan samping untuk simpang Dreded adalah 0,93.
- f. Faktor koreksi rasio arus belok kiri.
Faktor koreksi rasio arus belok kiri didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:
$$F_{BK_i} = 0,84 + 1,61 R_{BK_i}$$
$$F_{BK_i} = 0,84 + (1,61 (0,271))$$
$$F_{BK_i} = 1,28$$
- g. Faktor koreksi rasio arus belok kanan.
Faktor koreksi rasio arus belok kanan didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:
$$F_{BK_a} = 1,09 - 0,922 R_{BK_a}$$
$$F_{BK_a} = 1,09 - (0,922 (0,321))$$
$$F_{BK_a} = 0,79$$
- h. Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor.
Faktor koreksi rasio arus jalan minor adalah:
$$F_{R_{mi}} = 1,19 X R_{mi}^2 - 1,19 x R_{mi} + 1,19$$
$$F_{R_{mi}} = 0,94$$

Setelah semua faktor penyesuaian diperoleh, maka dapat dilanjutkan perhitungan kinerja simpang eksisting:

a. Perhitungan Kapasitas Simpang

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{Bki} \times F_{Bka} \times F_{Rmi} \\ &= 2.700 \times 1,02 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,93 \times 1,28 \times 0,79 \times 0,94 \\ &= 2.431,1 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Dengan perolehan perhitungan diatas diperoleh kapasitas Simpang Dreded adalah 2.431,1 smp/jam

b. Derajat Kejenuhan

$$\begin{aligned} DJ &= \frac{q}{c} \\ &= \frac{2.064}{2.431,1} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

c. Tundaan

Perhitungan tundaan terbagi menjadi perhitungan tundaan lalu lintas, tundaan geometrik, tundaan lalu lintas mayor dan tundaan lalu lintas minor.

1. Tundaan Lalu Lintas

$$\begin{aligned} TLL &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 DJ)} (1 - DJ)^2 \\ TLL &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 (0,85))} (1 - 0,85)^2 \\ TLL &= 10,39 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

2. Tundaan Lalu Lintas Mayor

$$\begin{aligned} T_{LLma} &= \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 DJ)} (1 - DJ)^{1,8} \\ T_{LLma} &= \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 (0,85))} (1 - 0,85)^{1,8} \\ T_{LLma} &= 7,62 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

3. Tundaan Lalu Lintas Minor

$$\begin{aligned} T_{LLmi} &= \frac{(qKB \times TLL) - qma \times T_{LLma}}{qmi} \\ T_{LLmi} &= \frac{(2064 \times 10,39) - 1436 \times 7,62}{628} \\ T_{LLmi} &= 16,72 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

4. Tundaan Geometri

$$\begin{aligned} TG &= (1 - DJ) \times \{6 R_B + 3 (1 - RB)\} + 4 DJ \\ TG &= (1 - 0,85) \times \{6 (0,59) + 3 (1 - (0,59))\} + 4 (0,85) \\ TG &= 4,12 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

5. Tundaan

$$\begin{aligned} T &= T_{LL} + T_G \\ T &= 10,39 + 4,12 \\ T &= 14,51 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

d. Peluang Antrian

Rentang nilai peluang antrian pada Simpang Dreded adalah sebagai berikut:

Batas bawah peluang :

$$\begin{aligned} P_a &= 9,02 D_j + 20,66 D_j^2 + 10,49 D_j^3 \\ P_a &= 9,02 (0,85) + 20,66 (0,85)^2 + 10,49 (0,85)^3 \\ P_a &= 29\% \end{aligned}$$

Batas atas peluang :

$$P_a = 47,71 D_J - 24,68 D_J^2 + 56,47 D_J^3$$

$$P_a = 47,71 (0,85) - 24,68 (0,85)^2 + 56,47(0,85)^3$$

$$P_a = 58\%$$

Berdasarkan hasil analisis kinerja eksisting Simpang Dreded yang telah dilakukan data kinerja eksisting simpang didapatkan sebagai berikut:

Tabel 1 Kinerja Eksisting Simpang Dreded

Derajat Kejenuhan	Peluang Antrian	Tundaan Rata-rata (det/smp)
0,85	29%-58%	14,51

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 1, kondisi Kinerja Eksisting yang didapat berupa kinerja dari simpang tidak bersinyal, Simpang Dreded. Memiliki rata-rata derajat kejenuhan sebesar 0,85, peluang antrian sebesar 29%-58% dan tundaan rata-rata sebesar 14,51 detik/smp.

Penentuan tipe pengendalian simpang

Penentuan tipe pengendalian persimpangan bisa dilakukan dengan berpedoman pada gambar penentuan pengendalian persimpangan yang digunakan berdasarkan volume lalu lintas pada masing-masing kaki simpang, perhitungan dilakukan persatuan waktu (jam) untuk waktu lebih periode misalkan pada arus lalu lintas jam sibuk pagi, siang, sore.

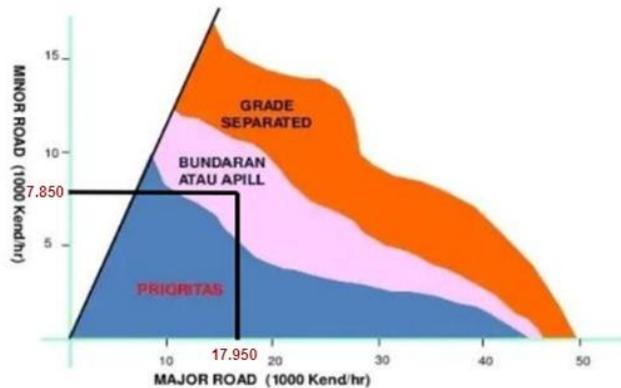
1. Untuk arus jalan Mayor qJP jalan mayor didapatkan = 1.436 smp/jam. Dengan nilai K didapatkan 0,08.

$$\begin{aligned} \text{Sehingga: LHR Jalan Mayor} &= \frac{1.436}{0,08} \\ &= 17.950 \text{ kendaraan/hari} \end{aligned}$$

2. Untuk arus jalan minor, qJP jalan minor didapatkan = 628 smp/jam. Dengan K nilai K didapatkan 0,08.

$$\begin{aligned} \text{Sehingga: LHR Jalan Minor} &= \frac{628}{0,08} \\ &= 7.850 \text{ kendaraan/hari} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan kendaraan yang melintas pada simpang Dreded maka kemudian disesuaikan dengan Grafik tipe pengendalian simpang, maka didapatkan hasil sebagai berikut:



Sumber: Australian Road Research Board (ARRB)

Gambar 1 Penentuan Pengendalian Persimpangan

Analisis Kinerja Simpang Alternatif I

Pada alternatif I ini akan menggunakan APILL 2 fase sehingga dapat meningkatkan kapasitas simpang dan meminimalkan konflik lalu lintas yang ada.

1. Perhitungan Arus Jenuh

Optimalisasi Simpang Dreded dengan Skenario alternatif 1 ini dilakukan dengan cara membuat Simpang Dreded menjadi simpang bersinyal 2 fase. Perhitungan kinerja Simpang Dreded pada skenario alternatif 1 dapat dilihat dibawah ini:

a. Arus Jenuh Dasar

Contoh perhitungan arus jenuh pada tipe terlindung kaki simpang Barat:

$$J_0 = 600 \times L_E = 600 \times 4,5 = 2.700.$$

Untuk perhitungan arus jenuh dasar pada pendekat tipe (O) dapat dilihat pada grafik penentuan J_0 dengan melihat Q_{bka} dan Q_{bka0} .

Untuk keseluruhan Lengan persimpangan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Arus Jenuh Dasar Alternatif 1

No	Kode Pendekat	Tipe Pengendalian	Arus Jenuh Dasar (smp/jam)
1	U	O (Terlawan)	3.150
2	S	O (Terlawan)	3.150
3	B	P (Terlindung)	2.700

Sumber: Hasil Analisis

b. Faktor koreksi Hambatan Samping

Simpang Dreded memiliki hambatan samping tinggi. F_{HS} adalah 0,93.

c. Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

Kota Bogor memiliki jumlah 1.070.719 jiwa, populasi penduduk tersebut termasuk besar dengan interval 1,0-3,0 juta jiwa. Sehingga didapatkan nilai $F_{UK} = 1,00$.

d. Faktor Koreksi Kelandaian

Kelandaian untuk masing-masing kaki simpang Dreded adalah datar (0%) sehingga $F_G = 1,00$.

e. Faktor Koreksi Parkir (F_P)

disekitar Simpang Dreded tidak terdapat ruang untuk parkir $F_P = 1,00$.

f. Faktor Rasio Belok Kanan

Perhitungan F_{Bka} dapat dilakukan dengan rumus:

$$F_{Bka} = 1,0 + R_{Bka} \times 0,26$$

Untuk Faktor Rasio Belok Kanan pada Simpang Dreded dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Faktor Rasio Belok Kanan Alternatif 1

No	Kode Pendekat	R_{Bka}	F_{Bka}
1	U	0,50	1,00
2	S	-	1,00
3	B	0,53	1,14

Sumber: Hasil Analisis

g. Faktor Rasio Belok Kiri

Perhitungan F_{Bki} dapat dilakukan dengan rumus:

$$F_{Bki} = 1,0 - R_{Bki} \times 0,16$$

Untuk Faktor Rasio Belok Kiri pada Simpang Dreded dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4 Faktor Rasio Belok Kiri Alternatif 1

No	Kode Pendekat	R_{Bki}	F_{Bki}
1	U	-	1,00
2	S	0,35	1,00
3	B	0,47	0,92

Sumber: Hasil Analisis

h. Arus Jenuh (J)

Perhitungan Arus Jenuh dapat dilakukan dengan rumus:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{Bki} \times F_{Bka}$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 5 Arus Jenuh Alternatif 1

No	Kode Pendekat	J_0	F_{HS}	F_{UK}	F_G	F_P	F_{Bki}	F_{Bka}	J (smp/jam)
1	U	3.150	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2.930
2	S	3.150	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2.930
3	B	2.700	0,93	1,00	1,00	1,00	0,92	1,14	2.640

Sumber: Hasil Analisis

i. Rasio Arus (Rq/J)

Perhitungan Rq/J dapat dilakukan dengan rumus:

$$Rq/J = \frac{Q}{J}$$

Tabel 6 Rasio Arus Alternatif 1

No	Kode Pendekat	Arus (q) (smp/jam)	Arus Jenuh (J) (smp/jam)	Rasio Arus (Rq/J)
1	U	1002	2.930	0,34
2	S	979	2.930	0,33
3	B	568	2.640	0,22

Sumber: Hasil Analisis

j. Rasio Arus Simpang ($\sum Rq/J$ kritis)

$$RAS = (\sum Rq/J \text{ kritis}) = 0,34 + 0,22 = 0,56$$

k. Rasio Fase

Perhitungan Rasio Fase dapat dilakukan dengan rumus:

$$\text{Rasio Fase} = \frac{Rq/J \text{ kritis}}{RAS}$$

Tabel 7 Rasio Fase Alternatif 1

No	Kode Pendekat	Rasio Arus (Rq/J)	Rasio Fase
1	U	0,34	0,61
2	S	0,33	0,61
3	B	0,22	0,39

Sumber: Hasil Analisis

2. Perhitungan Waktu Siklus

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari PKJI dan menggunakan waktu siklus alternatif 2 fase.

a. Waktu Siklus

Dalam perhitungan waktu siklus dapat menggunakan rumus:

$$S = \frac{(1,5 \times WHH + 5)}{(1 - \sum Rq/J \text{ kritis})}$$

$$S = \frac{(1,5 \times 8 + 5)}{(1 - 0,56)}$$

$$S = 39 \text{ detik}$$

b. Waktu Hijau

Perhitungan Waktu Hijau dapat dilakukan dengan rumus:

$$W_{Hi} = (S - WHH) \times \frac{Rq/J \text{ kritis}}{\sum i (Rq/J \text{ kritis})_i}$$

Tabel 8 Waktu Hijau Alternatif 1

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Rasio Fase	Waktu Hijau (WHi) (detik)
1	U	39	0,61	19
2	S	39	0,61	19
3	B	39	0,39	12

Sumber: Hasil Analisis

c. Rasio Hijau

Perhitungan RH dapat dilakukan dengan rumus:

$$\text{Rasio Hijau} = \frac{WHi}{s}$$

Tabel 9 Rasio Hijau Alternatif 1

No	Kode Pendekat	Waktu Hijau (WHi) (detik)	Waktu Siklus (S) (Detik)	Rasio Hijau
1	U	19	39	0,49
2	S	19	39	0,49
3	B	12	39	0,31

Sumber: Hasil Analisis

d. Kapasitas Simpang

Perhitungan Kapasitas dapat dilakukan dengan rumus:

$$C = J \times \frac{WH}{s}$$

Tabel 10 Kapasitas Simpang Bersinyal Alternatif 1

No	Kode Pendekat	J (smp/jam)	Whi (detik)	S (detik)	C (smp/jam)
1	U	2.930	19	39	1430
2	S	2.930	19	39	1430
3	B	2.640	12	39	810

Sumber: Hasil Analisis

3. Derajat Kejenuhan

Perhitungan DJ dapat dilakukan dengan rumus:

$$DJ = \frac{q}{c}$$

Tabel 11 Derajat Kejenuhan Alternatif 1

No	Kode Pendekat	Arus (smp/jam)	Kapasitas (c)	DJ
1	U	1002	1430	0,70
2	S	979	1430	0,68
3	B	568	810	0,70
Rata-rata Derajat Kejenuhan				0,70

Sumber: Hasil Analisis

4. Perhitungan Antrian

a. Panjang Antrian

Perhitungan Nq_1 dapat dilihat pada rumus berikut:

$$Nq_1 = 0,25 \times S \times \left\{ (DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0,5)}{S}} \right\}$$

Perhitungan Nq_2 dapat dilihat pada rumus berikut:

$$Nq_2 = S \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600}$$

Sumber: Hasil Analisis

Kemudian Perhitungan Nq dapat dilihat pada rumus berikut:

$$Nq = Nq_1 + Nq_2$$

Untuk perhitungan NQ dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 12 Jumlah Rata-rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau Alternatif 1

No	Kode Pendekat	NQ_1	NQ_2	NQ
1	U	0,40	8,44	8,84
2	S	0,37	8,16	8,53
3	B	0,40	5,43	5,83

Sumber: Hasil Analisis

Perhitungan Panjang Antrian dapat dilihat pada rumus berikut:

$$PA = Nq \times \frac{20}{LM}$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 13 Panjang Antrian Alternatif 1

No	Kode Pendekat	NQ	Lebar Masuk (m)	Panjang Antrian (m)
1	U	8,84	5,25	33,69
2	S	8,53	5,25	32,48
3	B	5,83	4,5	25,92
Rata-rata Panjang Antrian				30,70

Sumber: Hasil Analisis

b. Rasio Kendaraan Henti

Perhitungan RKH dapat dilihat pada rumus berikut:

$$RKH = 0,9 \times \frac{Nq}{q \times S} \times 3600$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 14 Rasio Kendaraan Henti Alternatif 1

No	Kode Pendekat	NQ	Arus (Q) (smp/jam)	Waktu Siklus (detik)	RKH
1	U	8,84	1002	39	0,73
2	S	8,53	979	39	0,72
3	B	5,83	568	39	0,85

Sumber: Hasil Analisis

Perhitungan NKH dapat dilihat pada rumus berikut:

$$NKH = q \times RKH$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 15 Jumlah Berhenti Rata-rata per-Kendaraan Sebelum melewati simpang APILL (NKH) Alternatif 1

No	Kode Pendekat	Arus (smp/jam)	Rasio Kendaraan Henti	NKH (smp)
1	U	1002	0,73	735
2	S	979	0,72	708
3	B	568	0,85	484

Sumber: Hasil Analisis

5. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Untuk setiap pendekat tundaan rata-rata didapatkan dari perhitungan dengan rumus IV.39:

$$TI = \frac{\sum(Q \times T)}{Q \text{ Total}}$$

$$TI = \frac{34.595,86}{2.549}$$

$$TI = 13,58 \text{ detik/smp}$$

Tabel 16 Tundaan Rata-rata Simpang Alternatif 1

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Jumlah Kendaraan Terhenti (NKH)	Tundaan Lalu Lintas Rata-rata TLL (det/smp)	Tundaan Geometrik TG (det/smp)	Tundaan rata-rata T= TL+TG (det/smp)	Tundaan Total TxQ (det/smp)
U	1.002	735	8,78	3,74	12,51	12.534,56
S	979	708	8,61	3,48	12,09	11.837,85
B	568	484	13,72	4,29	18,01	10.223,45
Q Total	2.549	Total				34.595,86
		Tundaan Simpang Rata-rata				13,58

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis yang telah didapatkan pada analisis alternatif 1 dengan analisis Simpang Dreded menggunakan APILL 2 fase sehingga kinerja yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel 17 Kondisi Alternatif 1

No	Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Tundaan Rata-rata (det/smp)
1	U	0,70	33,69	13,58
2	S	0,68	32,48	
3	B	0,70	25,92	
Rata-rata		0,70	30,70	

Sumber: Hasil Analisis

Pada Kondisi Alternatif 1 ini berupa pemasangan APILL dengan 2 fase terlihat mengalami peningkatan kinerja simpang yang baik dengan dilihat dari penurunan angka derajat kejenuhan, serta penurunan tundaan dengan rata-rata derajat kejenuhan sebesar 0,70, panjang antrian rata-rata sebesar 30,70 m dan tundaan rata-rata sebesar 13,58 detik/smp. Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tundaan 13,58 detik/smp memiliki tingkat pelayanan persimpangan B.

Analisis Kinerja Simpang Alternatif II

Pada Alternatif usulan II dilakukan perhitungan menggunakan APILL 2 fase beserta Belok kiri jalan terus atau B_{KIJT} sehingga dapat meningkatkan kapasitas simpang dengan mengurangi arus lalu lintas lurus yang masuk pada kaki simpang utara serta arus lalu lintas belok kiri yang masuk pada kaki simpang selatan serta membuat lajur eksklusif dengan mengurangi lebar masuk pendekat utara dan selatan sebanyak 2 meter untuk lajur eksklusif yakni lajur belok kiri jalan terus pada kaki pendekat selatan dan lajur lurus jalan terus pada kaki pendekat utara.

1. Perhitungan Arus Jenuh

Optimalisasi Simpang Dreded dengan Skenario alternatif 1 ini dilakukan dengan cara membuat Simpang Dreded menjadi simpang bersinyal 2 fase. Perhitungan kinerja Simpang Dreded pada skenario alternatif 1 dapat dilihat dibawah ini:

Perhitungan Arus Jenuh dapat dilakukan dengan rumus:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 18 Arus Jenuh Alternatif 2

No	Kode Pendekat	J ₀	F _{HS}	F _{UK}	F _G	F _P	F _{BK_i}	F _{BK_a}	J
1	U	1.950	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1814
2	S	1.950	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1814
3	B	2.700	0,93	1,00	1,00	1,00	0,92	1,14	2.640

Sumber: Hasil Analisis

2. Perhitungan Waktu Siklus

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari PKJI dan menggunakan waktu siklus alternatif 2 fase.

a. Waktu Siklus

Dalam perhitungan waktu siklus dapat menggunakan rumus:

$$S = \frac{(1,5 \times WHH + 5)}{(1 - \sum Rq/J \text{ kritis})}$$

$$S = \frac{(1,5 \times 8 + 5)}{(1 - 0,56)}$$

$$S = 39 \text{ detik}$$

b. Waktu Hijau

Perhitungan Waktu Hijau dapat dilakukan dengan rumus:

$$W_{Hi} = (S - WHH) \times \frac{Rq/J \text{ kritis}}{\sum i (Rq/J \text{ kritis})_i}$$

Tabel 19 Waktu Hijau Alternatif 2

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Rasio Fase	Waktu Hijau (W _{Hi}) (detik)
1	U	39	0,62	19
2	S	39	0,62	19
3	B	39	0,38	12

Sumber: Hasil Analisis

c. Kapasitas Simpang

Perhitungan Kapasitas dapat dilakukan dengan rumus:

$$C = J \times \frac{WH}{S}$$

Tabel 20 Kapasitas Simpang Bersinyal Alternatif 2

No	Kode Pendekat	J (smp/jam)	Whi (detik)	S (detik)	C (smp/jam)
1	U	1814	19	39	892
2	S	1814	19	39	892
3	B	2.640	12	39	800

Sumber: Hasil Analisis

3. Derajat Kejenuhan

Perhitungan DJ dapat dilakukan dengan rumus:

$$DJ = \frac{q}{c}$$

Tabel 21 Derajat Kejenuhan Alternatif 2

No	Kode Pendekat	Arus (q) (smp/jam)	Kapasitas (c) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan
1	U	502	892	0,56
2	S	633	892	0,71
3	B	568	800	0,71
Rata-rata Derajat Kejenuhan				0,66

Sumber: Hasil Analisis

4. Perhitungan Antrian

a. Panjang Antrian

Perhitungan Nq1 dapat dilihat pada rumus berikut:

$$Nq_1 = 0,25 \times S \times \left\{ (DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0,5)}{S}} \right\}$$

Perhitungan Nq2 dapat dilihat pada rumus berikut:

$$Nq_2 = S \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600}$$

Sumber: Hasil Analisis

Kemudian Perhitungan Nq dapat dilihat pada rumus berikut:

$$Nq = Nq_1 + Nq_2$$

Untuk perhitungan NQ dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 22 Jumlah Rata-rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau Alternatif 2

No	Kode Pendekat	NQ ₁	NQ ₂	NQ
1	U	0,13	3,82	3,95
2	S	0,42	5,35	5,77
3	B	0,42	5,46	5,88

Sumber: Hasil Analisis

Perhitungan Panjang Antrian dapat dilihat pada rumus berikut:

$$PA = Nq \times \frac{20}{LM}$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 23 Panjang Antrian Alternatif 2

No	Kode Pendekat	NQ	Lebar Masuk (m)	Panjang Antrian (m)
1	U	3,95	3,25	24,29
2	S	5,77	3,25	35,53
3	B	5,88	4,5	26,13
Rata-rata Panjang Antrian				28,65

Sumber: Hasil Analisis

b. Rasio Kendaraan Henti

Perhitungan RKH dapat dilihat pada rumus berikut:

$$RKH = 0,9 \times \frac{Nq}{q \times S} \times 3600$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 24 Rasio Kendaraan Henti Alternatif 2

No	Kode Pendekat	NQ	Arus (Q) (smp/jam)	Waktu Siklus (detik)	RKH
1	U	3,95	502	39	0,65
2	S	5,77	633	39	0,76
3	B	5,88	568	39	0,86

Sumber: Hasil Analisis

Perhitungan NKH dapat dilihat pada rumus berikut:

$$NKH = q \times RKH$$

Tabel 25 Jumlah Berhenti Rata-rata per-Kendaraan Sebelum melewati simpang APILL (NKH) Alternatif 2

No	Kode Pendekat	Arus (smp/jam)	Rasio Kendaraan Henti	NKH (smp)
1	U	502	0,65	328
2	S	633	0,76	480
3	B	568	0,86	488

Sumber: Hasil Analisis

5. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Untuk setiap pendekat tundaan rata-rata didapatkan dari perhitungan dengan rumus IV.39:

$$TI = \frac{\sum(Q \times T)}{Q \text{ Total}}$$

$$TI = \frac{24.148,51}{1.703}$$

$$TI = 14,18 \text{ detik/smp}$$

Tabel 26 Tundaan Rata-rata Simpang Alternatif 2

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Jumlah Kendaraan Terhenti (NKH)	Tundaan Lalu Lintas Rata-rata TLL (det/smp)	Tundaan Geometrik TG (det/smp)	Tundaan rata-rata T= TL+TG (det/smp)	Tundaan Total TxQ (det/smp)
U	502	328	7,47	3,66	11,12	5.584,12
S	633	480	9,43	3,54	12,97	8.212,49
B	568	488	13,96	4,28	18,24	10.351,89
Q Total	1.703	Total				24.148,51
		Tundaan Simpang Rata-rata				14,18

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis yang telah didapatkan pada analisis alternatif 2 dengan analisis Simpang Dreded menggunakan APILL 2 fase B_{KIIT} sehingga kinerja yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel 27 Kondisi Alternatif 2

No	Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Tundaan Rata-rata (det/smp)
1	U	0,56	24,29	14,18
2	S	0,71	35,53	
3	B	0,71	26,13	
Rata-rata		0,66	28,65	

Sumber: Hasil Analisis

Pada Kondisi Alternatif 2 ini berupa pemasangan APILL 2 fase belok kiri jalan terus, memiliki derajat kejenuhan rata rata sebesar 0,66, panjang antrian rata rata sebesar 28,65 dan tundaan rata rata simpang sebesar 14,18 detik/smp, mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tundaan 14,18 detik/smp memiliki tingkat pelayanan persimpangan B.

Analisis Kinerja Simpang Alternatif III

Pada alternatif usulan III ini akan dilakukan perhitungan menggunakan APILL 3 fase sehingga dapat meningkatkan kapasitas simpang dan meminimalkan konflik lalu lintas yang ada.

1. Perhitungan Arus Jenuh

Optimalisasi Simpang Dreded dengan Skenario alternatif 3 ini dilakukan dengan cara membuat Simpang Dreded menjadi simpang bersinyal 3 fase.

Perhitungan kinerja Simpang Dreded pada skenario alternatif 3 dapat dilihat dibawah ini:

Perhitungan Arus Jenuh dapat dilakukan dengan rumus:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

Untuk perhitungannya dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 28 Arus Jenuh Alternatif 3

No	Kode Pendekat	J ₀	F _{HS}	F _{UK}	F _G	F _P	F _{BK_i}	F _{BK_a}	J
1	U	3.150	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,13	3.311
2	S	3.150	0,93	1,00	1,00	1,00	0,94	1,00	2.764
3	B	2.700	0,93	1,00	1,00	1,00	0,92	1,14	2.640

Sumber: Hasil Analisis

2. Perhitungan Waktu Siklus

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari PKJI dan menggunakan waktu siklus alternatif 2 fase.

a. Waktu Siklus

Dalam perhitungan waktu siklus dapat menggunakan rumus:

$$S = \frac{(1,5 \times WHH + 5)}{(1 - \sum Rq/J \text{ kritis})}$$

$$S = \frac{(1,5 \times 12 + 5)}{(1 - 0,87)}$$

$$S = 179 \text{ detik}$$

b. Waktu Hijau

Perhitungan Waktu Hijau dapat dilakukan dengan rumus:

$$W_{Hi} = (S - WHH) \times \frac{Rq/J \text{ kritis}}{\sum i (Rq/J \text{ kritis})_i}$$

Tabel 29 Waktu Hijau Alternatif 3

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Rasio Fase	Waktu Hijau (WHi) (detik)
1	U	179	0,35	58
2	S	179	0,41	68
3	B	179	0,25	41

Sumber: Hasil Analisis

c. Kapasitas Simpang

Perhitungan Kapasitas dapat dilakukan dengan rumus:

$$C = J \times \frac{WH}{S}$$

Tabel 30 Kapasitas Simpang Bersinyal Alternatif 3

No	Kode Pendekat	J (smp/jam)	Whi (detik)	S (detik)	C (smp/jam)
1	U	3.311	58	179	1.072
2	S	2.764	68	179	1.048
3	B	2.640	41	179	608

Sumber: Hasil Analisis

3. Derajat Kejenuhan

Perhitungan DJ dapat dilakukan dengan rumus:

$$DJ = \frac{q}{c}$$

Tabel 31 Derajat Kejenuhan Alternatif 3

No	Kode Pendekat	Arus (q) (smp/jam)	Kapasitas (c) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan
1	U	1002	1.072	0,93
2	S	979	1.048	0,93
3	B	568	608	0,93
Rata-rata Derajat Kejenuhan				0,93

Sumber: Hasil Analisis

4. Perhitungan Antrian

a. Panjang Antrian

Perhitungan Nq1 dapat dilihat pada rumus berikut:

$$Nq_1 = 0,25 \times S \times \left\{ (DJ - 1) + \sqrt{(DJ - 1)^2 + \frac{8 \times (DJ - 0,5)}{S}} \right\}$$

Perhitungan Nq2 dapat dilihat pada rumus berikut:

$$Nq_2 = S \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times DJ)} \times \frac{q}{3600}$$

Sumber: Hasil Analisis

Kemudian Perhitungan Nq dapat dilihat pada rumus berikut:

$$Nq = Nq_1 + Nq_2$$

Untuk perhitungan NQ dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 32 Jumlah Rata-rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau Alternatif 3

No	Kode Pendekat	NQ ₁	NQ ₂	NQ
1	U	0,87	48,38	49,25
2	S	0,87	46,90	47,77
3	B	0,87	27,74	28,61

Sumber: Hasil Analisis

Perhitungan Panjang Antrian dapat dilihat pada rumus berikut:

$$PA = Nq \times \frac{20}{LM}$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 33 Panjang Antrian Alternatif 3

No	Kode Pendekat	NQ	Lebar Masuk (m)	Panjang Antrian (m)
1	U	49,25	5,25	187,61
2	S	47,77	5,25	181,97
3	B	28,61	4,5	127,14
Rata-rata Panjang Antrian				165,57

Sumber: Hasil Analisis

b. Rasio Kendaraan Henti

Perhitungan RKH dapat dilihat pada rumus berikut:

$$RKH = 0,9 \times \frac{Nq}{q \times S} \times 3600$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 34 Rasio Kendaraan Henti Alternatif 3

No	Kode Pendekat	NQ	Arus (Q) (smp/jam)	Waktu Siklus (detik)	RKH
1	U	49,25	1002	179	0,89
2	S	47,77	979	179	0,88
3	B	28,61	568	179	0,91

Sumber: Hasil Analisis

Perhitungan NKH dapat dilihat pada rumus berikut:

$$NKH = q \times RKH$$

Tabel 35 Jumlah Berhenti Rata-rata per-Kendaraan Sebelum melewati simpang APILL (NKH) Alternatif 3

No	Kode Pendekat	Arus (smp/jam)	Rasio Kendaraan Henti	NKH (smp)
1	1002	0,89	890	735
2	979	0,88	863	708
3	568	0,91	517	484

Sumber: Hasil Analisis

5. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Untuk setiap pendekat tundaan rata-rata didapatkan dari perhitungan dengan rumus IV.39:

$$TI = \frac{\sum(Q \times T)}{Q \text{ Total}}$$

$$TI = \frac{168.463,81}{2.549}$$

$$TI = 66,11 \text{ detik/smp}$$

Tabel 36 Tundaan Rata-rata Simpang Alternatif 3

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Jumlah Kendaraan Terhenti (NKH)	Tundaan Lalu Lintas Rata-rata TLL (det/smp)	Tundaan Geometrik TG (det/smp)	Tundaan rata-rata T= TL+TG (det/smp)	Tundaan Total TxQ (det/smp)
U	1.002	890	61,71	3,89	65,60	65.706,22
S	979	863	56,51	3,78	60,29	59.028,44
B	568	517	72,86	4,18	77,04	43.729,15
Q Total	2.549	Total				168.463,81
		Tundaan Simpang Rata-rata				66,11

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis yang telah didapatkan pada analisis alternatif 3 dengan analisis Simpang Dreded menggunakan APILL 3 fase sehingga kinerja yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel 37 Kondisi Alternatif 3

No	Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Tundaan Rata-rata (det/smp)
1	U	0,93	187,61	66,11
2	S	0,93	181,97	
3	B	0,93	127,57	
Rata-rata		0,70	0,93	

Sumber: Hasil Analisis

Pada Kondisi Alternatif 3 ini berupa pemasangan APILL dengan 2 fase terlihat mengalami penurunan kinerja simpang yang buruk dengan dilihat dari kenaikan angka derajat kejenuhan, tundaan dengan rata-rata derajat kejenuhan sebesar 0,93, panjang antrian rata-rata sebesar 165,57 m dan tundaan rata-rata sebesar 66,11 detik/smp. Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tundaan 66,11 detik/smp memiliki tingkat pelayanan persimpangan F.

Perbandingan Kondisi Eksisting dan Alternatif Simpang

Berdasarkan hasil analisis, berikut dapat dilihat perbandingan kinerja simpang pada kondisi saat ini (eksisting) dan kondisi usulan:

Tabel 38 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Alternatif

Keterangan	Tipe Pengendalian Simpang	Derajat Kejenuhan	Antrian	Tundaan (detik/smp)
Kondisi saat ini (Eksisting)	Tidak Bersinyal (Non-APILL)	0,85	29%-58%	14,51
Kondisi alternatif usulan 1	Bersinyal (APILL)	0,70	30,70 meter	13,58
Kondisi alternatif usulan 2	Bersinyal (APILL)	0,66	28,65 meter	14,18
Kondisi alternatif usulan 3	Bersinyal (APILL)	0,93	165,67 meter	66,11

Sumber: Hasil Analisis

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil kinerja analisis yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Kondisi Kinerja Simpang Dreded Kondisi eksisting didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,85 dengan tundaan 14,51 det/smp dan peluang antrian 29%-58%. Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tundaan 14,51 detik/smp memiliki tingkat pelayanan persimpangan B.
2. Kinerja usulan optimalisasi Simpang Dreded didapatkan sebagai berikut:
 - a) Alternatif 1

Alternatif 1 yaitu menerapkan sistem simpang bersinyal APILL 2 Fase pada simpang Dreded dengan fase 1 yaitu arah Utara dan selatan kemudian fase 2 yaitu arah Barat. Pada Alternatif 1 didapatkan Derajat kejenuhan sebesar 0,70, Tundaan sebesar 13,58 detik/smp, Panjang Antrian sebesar 30,70 m.

Dilihat bahwa kinerja simpang Dreded alternatif 1 mengalami peningkatan kinerja. Dari segi Derajat Kejenuhan mengalami penurunan dari kondisi eksisting yang semula 0,85 menjadi 0,70 dan tundaan pada alternatif 1 yakni 13,58 det/smp, mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tundaan 13,58 detik/smp memiliki tingkat pelayanan persimpangan B.

- b) Alternatif 2

Alternatif 2 yaitu menerapkan sistem simpang bersinyal APILL 2 Fase beserta Belok kiri jalan terus atau BKiJT pada simpang Dreded, dengan fase 1 yaitu arah Utara dan selatan kemudian fase 2 yaitu arah Barat. Pada Alternatif 2 didapatkan Derajat kejenuhan sebesar 0,66, Tundaan sebesar 14,18 detik/smp, Panjang Antrian sebesar 28,65 m.

Dilihat bahwa kinerja simpang Dreded alternatif 2 mengalami peningkatan kinerja. Dari segi Derajat Kejenuhan mengalami penurunan dari kondisi eksisting yang semula 0,85 menjadi 0,66 dan tundaan pada alternatif 2 yakni 14,18 det/smp, mengacu pada Peraturan Menteri

Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tundaan 14,18 detik/smp memiliki tingkat pelayanan persimpangan B.

c) Alternatif 3

Alternatif 3 yaitu menerapkan sistem simpang bersinyal APILL 3 Fase pada simpang Dreded dengan fase 1 yaitu arah Utara, Fase 2 arah selatan kemudian fase 3 yaitu arah Barat. Pada Alternatif 3 didapatkan rata-rata Derajat kejenuhan sebesar 0,93, Tundaan rata-rata simpang sebesar 66,11 detik/smp, Panjang Antrian rata-rata sebesar 165,67 m.

Dilihat bahwa kinerja simpang Dreded alternatif 3 mengalami penurunan kinerja. Dari segi Derajat Kejenuhan mengalami peningkatan dari kondisi eksisting yang semula 0,85 menjadi 0,93 dan tundaan pada alternatif 3 yakni 66,11 det/smp, mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tundaan 66,11 detik/smp memiliki tingkat pelayanan persimpangan F.

3. Rekomendasi yang dapat diambil yaitu Alternatif ke-1 yaitu penerapan sistem 2 fase. Hasil perhitungan tundaan simpang rata-rata kondisi saat ini (eksisting) simpang Dreded memiliki tundaan simpang rata-rata 14,51 detik/smp, hasil perhitungan alternatif 1 yaitu 13,58 detik/smp, pada hasil perhitungan alternatif ke-2 sebesar 14,18 detik/smp, dan pada perhitungan alternatif ke-3 sebesar 66,11 detik/smp.

Tundaan yang memiliki nominal nilai paling kecil diantara usulan alternatif 1 dan alternatif 2 ialah tundaan pada usulan alternatif 1 yakni sebesar 13,58 detik/smp. Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tundaan pada usulan alternatif 1 memiliki tundaan sebesar 13,58 detik/smp memiliki tingkat pelayanan persimpangan B, sehingga rekomendasi yang dapat diambil yaitu usulan alternatif 1.

SARAN

Saran yang dapat diberikan dari hasil analisis dan pembahasan data yang telah dilakukan adalah:

1. Terkait usulan simpang Dreded mengenai Perubahan tipe pengendalian simpang Dreded dari simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal dapat direalisasikan oleh Dinas Perhubungan Kota Bogor.
2. Dinas Perhubungan Kota Bogor dapat menerapkan usulan optimalisasi dengan kondisi alternatif 1 yaitu dengan penerapan 2 Fase pada Simpang Dreded.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penyediaan fasilitas pejalan kaki guna meminimalisir hambatan samping yang terjadi pada simpang Dreded.

DAFTAR PUSTAKA

- _____.2009. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan. Jakarta Republik Indonesia.
- _____.2011. Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Manajemen dan Rekayasa Analisis Dampak serta Manajemen Lalu Lintas. Jakarta.
- _____.2015. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. Jakarta.
- _____.2014. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2014 Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas. Jakarta.
- _____.2013. Peraturan Dirjen Perhubungan Darat Nomor SK.7234/AJ.401/DRJD/2013 Tentang Petunjuk Teknis Perlengkapan Jalan.
- _____.2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. (Direktorat Jenderal Bina Marga Indonesia).
- AASHTO, A. A. of S. H. and T. Officials. (2001). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2001. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington DC.
- Prasetyanto Dwi. (2019). Rekayasa Lalu Lintas Dan Keselamatan Jalan.
- Risdiyanto. (2014). Rekayasa & Manajemen Lalu Lintas.
- Ansori Alamsyah, A. (2005). Rekayasa Lalu Lintas. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Gusmulyani. (2020). Optimalisasi Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Smkn1) *Jurnal Planologi Dan Sipil* (Vol. 2, Issue 1).
- Natsir, Rakhmawati. (2018). "Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal di Kota Palopo." *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik 1* (1): 95
- Adinugraha, A. (2019). "Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Jl. Tambun Bungai-Jl. R. A. Kartini, Kota Palangkaraya, Kalimantan Tengah)." *Skripsi Thesis*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Nugroho Julianto, E. (2012). "Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Bangkong Kota Semarang." *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan* 14(2), 179–190.
- Wuwung, V. H. (2018). "Tinjauan Kinerja Bundaran Tiga Lengan Dengan Simulasi Karakteristik Arus Lalu Lintas Pada Bundaran Patung Tololiu Kota Tomohon." *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 8 (2), 1108.