

BAB V

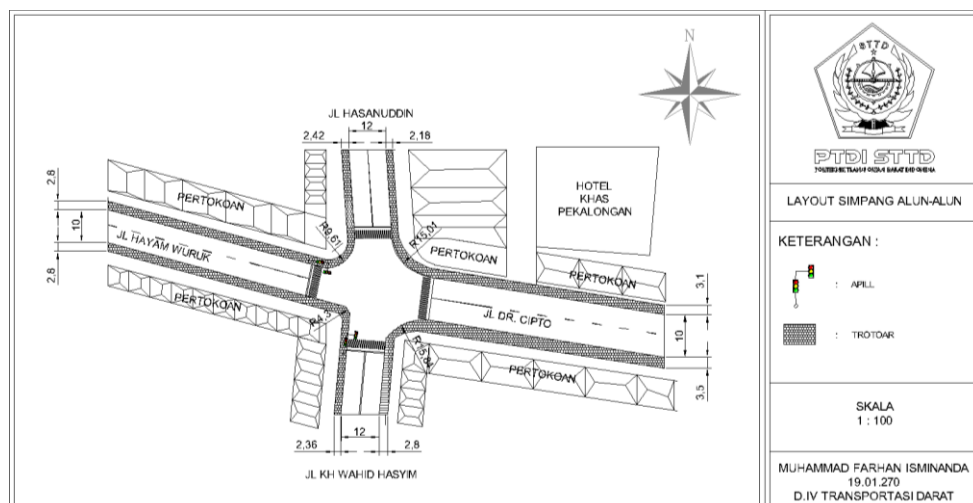
ANALISIS DATA

5.1. Analisis Kinerja Simbang Eksisting

Setelah dilakukan survei inventarisasi, survei gerakan membelok, dan survei antrian, maka didapatkan data terkait APILL, volume kendaraan, geometrik simpang, dan arus jenuh. Data tersebut diolah dengan menggunakan dasar MKJI 1997. Berikut data-data survei pada masing-masing simpang.

5.1.1. Simpang Alun-alun

Simpang Alun-alun merupakan simpang bersinyal dengan tipe simpang 411, dengan 2 jalur mayor yang terletak pada ruas Jalan Hayam Wuruk dan Jalan Dr. Cipto Segmen 1, jalur minor pada ruas Jalan Hasanudin dan Jalan K.H Wahid Hasyim. Tata guna dari lahan di sekitar persimpangan ini adalah pusat pertokoan dan juga terdapat Hotel KHAS Pekalongan seperti yang tertera pada Gambar V.1



Gambar V. 1 Layout Eksisting Simpang Alun-alun

Tabel V. 1 Data Geometri dan Arus Jenuh Simpang Alun-alun

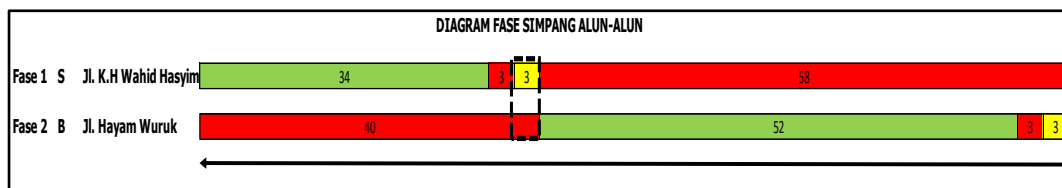
Waktu Puncak Pagi									
Pendekat	Lebar efektif	Arus Dasar	Faktor Samping		Kelandaian	Parkir	Frt	Flt	Arus Jenuh
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp			S (smp/jam)
U	-	-	0,83	0,95	1	1	1,00	1,00	-
S	12	7200	0,83	0,95	1	1	1,11	1,00	6.277
T	-	-	0,83	0,95	1	1	1,00	1,00	-
B	10	6000	0,83	0,95	1	1	1,00	0,95	4.504
Waktu Puncak Siang									
Pendekat	Lebar efektif	Arus Dasar	Faktor Samping		Kelandaian	Parkir	Frt	Flt	Arus Jenuh
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp			S (smp/jam)
U	-	-	0,83	0,95	1	1	1,00	1,00	-
S	12	7200	0,83	0,95	1	1	1,11	1,00	6.374
T	-	-	0,83	0,95	1	1	1,00	1,00	-
B	10	6000	0,83	0,95	1	1	1,00	0,95	4.501
Waktu Puncak Sore									
Pendekat	Lebar efektif	Arus Dasar	Faktor Samping		Kelandaian	Parkir	Frt	Flt	Arus Jenuh
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp			S (smp/jam)
U	-	-	0,83	0,95	1	1	1	1	-
S	12	7200	0,83	0,95	1	1	1,15	1	6.549
T	-	-	0,83	0,95	1	1	1	1	-
B	10	6000	0,83	0,95	1	1	1	0,95	4.489

Sumber : Hasil Analisis Tim PKL Kota Pekalongan 2022

Tabel V.1 merupakan data geometrik dan arus jenuh Simpang Alun-alun pada waktu sibuk pagi, siang dan sore. Tabel di atas menghitung arus jenuh yang didapat dari perkalian So, Fcs, Fsf, Fg, Fp Frt, Flt. Selanjutnya merupakan data pengaturan waktu siklus pada simpang Pulau Payung pada kondisi eksisting:

Tabel V. 2 Data Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas Simpang Alun-Alun

Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau (Detik)	Waktu Siklus (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)
U	-	-	98	-	3	3	12
S	1	34		0,01			
T	-	-		-			
B	2	52		0,02			



Sumber: Data Tim PKL Pekalongan 2022

Dapat dilihat dari Tabel V.2 menjelaskan bahwa Simpang Pulau payung diatur dengan pengaturan waktu 2 Fase dan juga waktu siklus yang sama secara 24 jam dan masing-masing dengan waktu siklus selama 98 detik. Serta juga diperoleh data kinerja eksisting Simpang Alun-alun ditiap-tiap waktu sibuk yang dianalisis menggunakan perhitungan yang mengacu pada MKJI 1997.

Berikut merupakan data kinerja eksisting Simpang Alun-alun yang meliputi nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan waktu tundaan yang diukur pada waktu sibuk pagi, siang dan sore hari:

Tabel V. 3 Data Eksisting Simpang Alun-alun

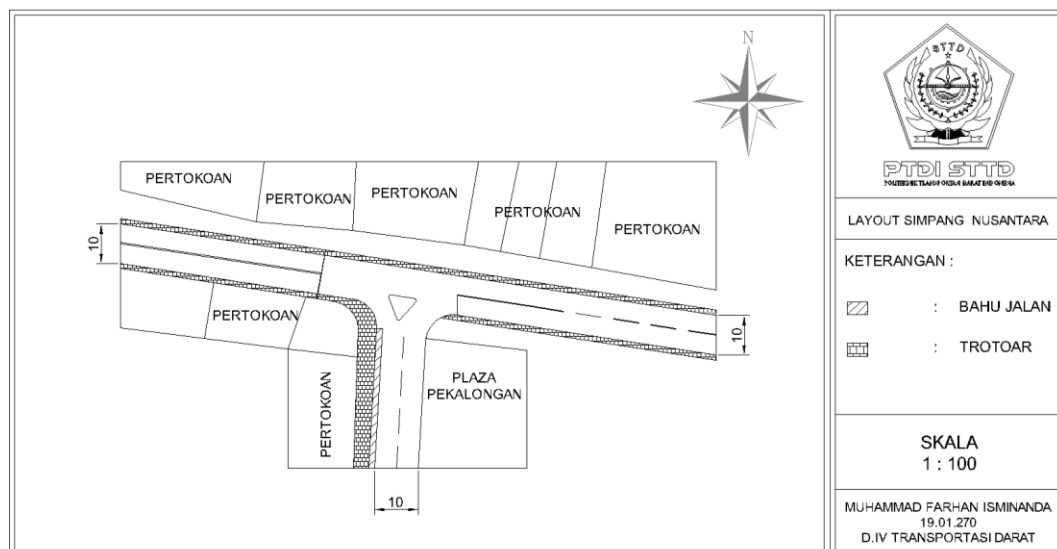
Peak Pagi							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Volume (Q) smp/jam	Arus Jenuh (S) (smp/jam)	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Waktu Tundaan (det/smp)
U	-	-	-	-	-	-	-
S	1	809	6.277	2.178	0,37	15,83	25,86
T	-	-	-	-	-	-	-
B	2	645	4.804	2.390	0,27	12	13,95
Peak Siang							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Volume (Q) smp/jam	Arus Jenuh (S) (smp/jam)	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Waktu Tundaan (det/smp)
U	-	-	-	-	-	-	-
S	1	552	6.317	2.192	0,25	13,33	25,82
T	-	-	-	-	-	-	-
B	2	442	4.501	2.388	0,19	10	13,95
Peak Sore							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Volume (Q) smp/jam	Arus Jenuh (S) (smp/jam)	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Waktu Tundaan (det/smp)
U	-	-	-	-	-	-	-
S	1	596	6.549	2.272	0,26	12,5	24,83
T	-	-	-	-	-	-	-
B	2	831	4.489	2.382	0,35	16	14,6

Sumber: Analisis 2023

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel V.3 menunjukkan data kinerja eksisting pada Simpang Alun-alun sebelum dilakukannya koordinasi ataupun optimalisasi dan diketahui kinerja lalu lintas tersibuk pada simpang tersebut terdapat pada waktu sore hari.

5.1.2. Simpang Nusantara

Simpang Dr. Cipto adalah simpang bersinyal dengan tipe simpang 322, dengan jalur mayor terletak pada ruas Jalan Dr. Cipto Segmen I dan Jalan Dr. Cipto Segmen II, jalur minor terletak pada Jalan Nusantara. Tata guna lahan di kawasan ini adalah komersial dikarenakan banyaknya pertokoan yang ada di kawasan ini dan juga adanya Plaza Pekalongan seperti yang tertera pada **Gambar V. 2**



Gambar V. 2 Layout Simpang Nusantara

Untuk perhitungan kapasitas simpang tak bersinyal dihitung dengan faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan kapasitas simpang :

1. Kapasitas Simpang

- Kapasitas dasar merupakan kapasitas yang ditentukan berdasarkan tipe persimpangan. Simpang Nusantara merupakan simpang dengan tipe simpang 322, sehingga berdasarkan tabel kapasitas dasar simpang 2700 smp/jam.
- Faktor koreksi lebar mulut simpang
Berikut merupakan data perhitungan lebar mulut simpang masing-masing pendekat:

Tabel V. 4 Lebar Mulut Simpang

No.	Kode Pendekat	Nama Jalan	Lebar Pendekat	Status
1	S	Nusantara	8	Minor
2	B	Dr. Cipto Segmen I	10	Mayor
3	T	Dr. Cipto Segmen II	5	Mayor

Lebar mulut simpang rata-rata pada Simpang tersebut adalah 7,55 m sehingga faktor penyesuaian untuk lebar mulut simpang rata-rata dengan tipe 322 adalah sebagai berikut: $F_w = 0,73 + 0,0760 W1 = 0,73 + 0,0760 (7,5) = 1,3$

- c. Faktor koreksi median pada jalan utama

Jumlah penduduk Kota Pekalongan adalah 334.926 jiwa sehingga untuk faktor penyesuaian ukuran kota simpang ini adalah 0,88.

- d. Faktor koreksi lingkungan gesekan samping dan kendaraan tidak bermotor

Simpang Nusantara merupakan simpang dengan lingkungan jalan berupa komersial, hambatan samping yang sedang dan rasio kendaraan tidak bermotor sebesar 0,00 sehingga faktor koreksi untuk simpang ini adalah 0,93

- e. Faktor koreksi kendaraan belok kanan

Faktor penyesuaian rasio belok kanan didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} F_{rt} &= 1,09 - 0,92 P_{rt} \\ &= 1,09 - 0,92 \frac{\text{volume kendaraan belok kanan}}{\text{volume kendaraan yang melintas}} \\ &= 1,09 - 0,92 \left(\frac{119}{1843} \right) \\ &= 1,03 \end{aligned}$$

- f. Faktor koreksi kendaraan belok kiri

Faktor penyesuaian rasio belok kiri didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Flt &= 0,84 - 1,61 Plt \\
 &= 0,84 + 1,61 \left(\frac{\text{volume kendaraan belok kiri}}{\text{volume kendaraan yang melintas}} \right) \\
 &= 0,84 - 1,61 \left(\frac{543}{1843} \right) \\
 &= 1,3
 \end{aligned}$$

g. Faktor koreksi jalan arus minor

Untuk memperoleh faktor koreksi rasio jalan arus minor perlu diketahui terlebih dahulu rasio arus minor dengan perhitungan berikut:

$$\begin{aligned}
 Pmi &= \left(\frac{Q_{minor}}{Q_{total}} \right) \\
 &= \left(\frac{0}{1843} \right) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel faktor koreksi dengan tipe simpang 322 dan Pmi sebesar 0,0 maka perhitungan faktor koreksi rasio jalan arus minor adalah:

$$\begin{aligned}
 Fmi &= 1,19 \times Pm^2 - 1,19 \times Pmi + 1,19 \\
 &= 1,19 \times 0,0^2 - 1,19 \times (0,0) + 1,19 \\
 &= 1,19
 \end{aligned}$$

Setelah semua faktor penyesuaian diperoleh, maka perhitungan kapasitas Simpang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C &= Co \times Fw \times Fm \times Fcs \times Frsu \times Flt \times Frt \times Fmi \\
 &= 2700 \times 1,30 \times 1,00 \times 0,88 \times 0,93 \times 1,314 \times 1,03 \times 1,19 \\
 &= 4630,050
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan di atas, maka diperoleh kapasitas Simpang adalah 4630,050 smp/jam.

2. Analisis Kinerja Simpang Eksisting

Analisis kinerja simpang eksisting simpang tidak bersinyal memiliki 3 indikator yang meliputi :

a. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan merupakan hasil dari perhitungan jumlah arus dibagi dengan kapasitas. Diketahui total arus pada simpang adalah 1.812 smp/jam dengan kapasitas 4.630,050 smp/jam maka perhitungan untuk derajat kejenuhannya adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 1812/4630 \\ &= 0,39 \end{aligned}$$

b. Peluang Antrian

Rentang nilai peluang antrian pada Simpang Nusantara adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} QP\% &= 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \\ &= 9,02 \times 0,39 + 20,66 \times 0,39^2 + 10,49 \times 0,39^3 \\ &= 7\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QP\% &= 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 \\ &= 47,71 \times 1,15 - 24,68 \times 0,39^2 + 56,47 \times 0,39^3 \\ &= 18\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka diperoleh rentang peluang antrian pada Simpang Nusantara adalah 7% sampai dengan 18%.

c. Perhitungan Tundaan

1) Tundaan Lalu Lintas

Karena derajat kejenuhan pada Simpang Giri adalah 0,39 maka rumus yang digunakan dalam perhitungan tundaan lalu lintas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DT &= (2 + 8,2078 \times DS) - (1-DS) \times 2 \\ &= (2 + 8,2078 \times 0,39) - (1-0,39) \times 2 \\ &= 3,99 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

2) Tundaan Geometrik

Karena Derajat Kejenuhan dari Simpang Nusantara < 1 maka rumus yang digunakan untuk perhitungan tundaan geometrik adalah:

$$\begin{aligned}
 DG &= (1 - DS) \times (pt \times 6 + (1 - pt) \times 3) + DS \times 4 \\
 &= (1 - 0,39) \times (0,36 \times 6 + (1 - 0,36) \times 3) + DS \times 4 \\
 &= 4,05 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

3) Tundaan Simpang

Tundaan simpang merupakan penjumlahan antara tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik pada simpang. Tundaan simpang Nusantara adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 D &= DG + DT \\
 &= 4,05 + 3,99 \\
 &= 8,04 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

4) Tundaan Jalan Mayor

Karena derajat kejenuhan pada Simpang Nusantara < 0,6 maka berikut merupakan perhitungan tundaan jalan mayor pada Simpang Nusantara:

$$\begin{aligned}
 Dma &= (1,8 + 5,8234 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 \\
 &= (1,8 + 5,8234 \times 0,39) - (1 - 0,39) \times 1,8 \\
 &= 2,98 \text{ det/smp.}
 \end{aligned}$$

5) Tundaan Jalan Minor

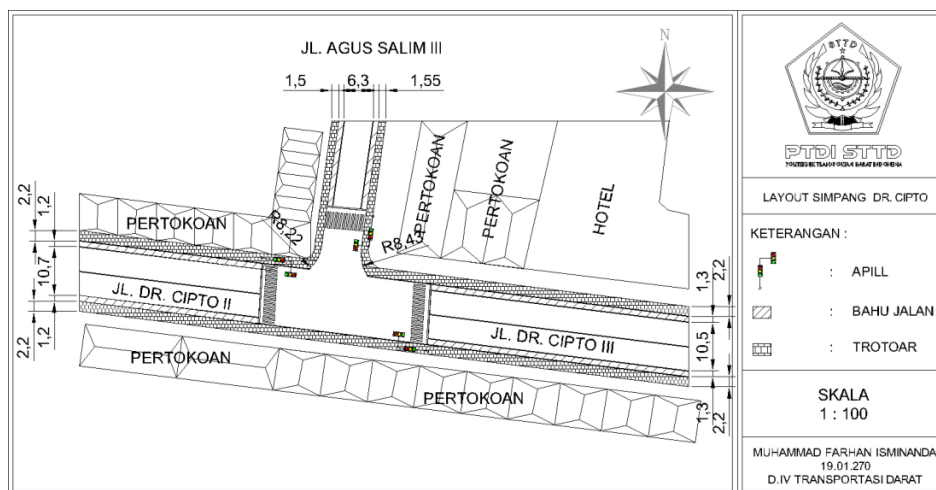
Berikut merupakan perhitungan tundaan jalan minor

$$\begin{aligned}
 DTmi &= (Qtot \times DTI - Qma \times DTma) / Qmi \\
 DTmi &= (1812 \times 3,99 - 1812 \times 2,98) / 0 \\
 &= 0 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan analisis kinerja simpang diketahui *Level of Service* (LOS) simpang ini berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No.96 Tahun 2015 adalah B. Kemudian dikarenakan simpang ini terletak di Jalan Arteri Primer yang memiliki tingkat pelayanan yang diharapkan sekurang-kurangnya B maka simpang ini sudah memenuhi dan tidak perlu dilakukan optimalisasi.

5.1.3. Simpang Dr. Cipto

Simpang Dr. Cipto adalah simpang bersinyal dengan tipe simpang 311, dengan jalur mayor terletak pada ruas Jalan Dr. Cipto Segmen II dan Jalan Dr. Cipto Segmen III, jalur minor terletak pada Jalan Agus Salim. Tata guna lahan di kawasan ini adalah komersial dikarenakan banyaknya pertokoan yang ada di kawasan ini dan juga ada Hotel Namira Syariah seperti yang tertera pada **Gambar V. 3**



Gambar V. 3 Layout Simpang Dr. Cipto

Sumber : Data Tim PKL Pekalongan 2022

Data pada Tabel V. 4 merupakan data geometrik serta Arus Jenuh Simpang Dr. Cipto pada masing-masing jam sibuk data arus jenuh dasar (S_o) dihitung dengan rumus $600 \cdot W_e$ dan arus jenuh (S) dihitung dengan mengalikan S_o , F_{cs} , F_{sf} , F_g , F_p , F_{rt} , F_{lt} hingga diperoleh arus jenuh (S) pada persimpangan tersebut. Selanjutnya merupakan data pengaturan waktu siklus pada simpang Dr. Cipto pada kondisi eksisting :

Tabel V. 5 Data Geometri dan Arus Jenuh Simpang Dr. Cipto

Waktu Puncak Pagi									
Pendekat	Lebar efektif	Arus Dasar	Faktor Samping		Kelandaian	Parkir	Frt	Flt	Arus Jenuh
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp			S (smp/jam)
U	4	2400	0,83	0,95	1	1	1,13	0,92	1.959
T	5	3000	0,83	0,95	1	1	1,00	1,10	2.630
B	5	3000	0,83	0,95	1	1	1,00	0,93	2/199

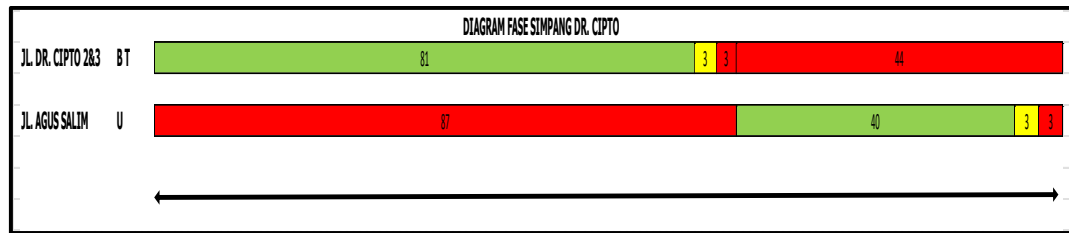
Waktu Puncak Siang									
Pendekat	Lebar efektif	Arus Dasar	Faktor Samping		Kelandaian	Parkir	Frt	Flt	Arus Jenuh
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp			S (smp/jam)
U	4	2400	0,83	0,95	1	1	1,13	0,92	1.970
T	5	3000	0,83	0,95	1	1	1,12	1,00	2.644
B	5	3000	0,83	0,95	1	1	1,00	0,94	2.218

Waktu Puncak Sore									
Pendekat	Lebar efektif	Arus Dasar	Faktor Samping		Kelandaian	Parkir	Frt	Flt	Arus Jenuh
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp			S (smp/jam)
U	4	2400	0,83	0,95	1	1	1,13	0,92	1.954
T	5	3000	0,83	0,95	1	1	1,14	1,00	2.688
B	5	3000	0,83	0,95	1	1	1,00	0,92	2.180

Tabel V. 6 Data APILL Simpang Dr. Cipto

Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	40	134	0,04	3	3	12
T	1	81		0,02			
B	1	81		0,02			

Sumber : Analisis 2023



Sumber : Tim PKL Pekalongan 2022

Dapat dilihat dari Tabel V. 5 yang menjelaskan bahwa Simpang Dr. Cipto diatur dengan pengaturan waktu 2 Fase dan juga waktu siklus yang sama secara 24 jam dan masing-masing dengan waktu siklus selama 138 Detik. Serta juga diperoleh data kinerja eksisting Simpang Dr. Cipto di tiap waktu sibuk yang dianalisis menggunakan perhitungan yang mengacu pada MKJI 1997.

Berikut merupakan data kinerja eksisting simpang Dr. Cipto yang meliputi nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan waktu tundaan Yang diukur pada waktu sibuk pagi, siang dan sore hari:

Tabel V. 7 Data Eksisting Simpang Dr. Cipto

Peak Pagi							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Volume (Q) smp/jam	Arus Jenuh S (smp/jam)	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Waktu Tundaan (det/smp)
U	1	114	1.959	589	0,19	10	35,71
T	2	513	2.630	1.602	0,32	18	14,13
B	2	740	2.199	1.339	0,55	36	16,85
Peak Siang							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Volume (Q) smp/jam	Arus Jenuh S (smp/jam)	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Waktu Tundaan (det/smp)
U	1	307	1.994	609	0,16	10	35,36
T	2	392	2.644	1.635	0,24	12	13,33
B	2	435	2.212	1.368	0,38	16	14,38
Peak Sore							

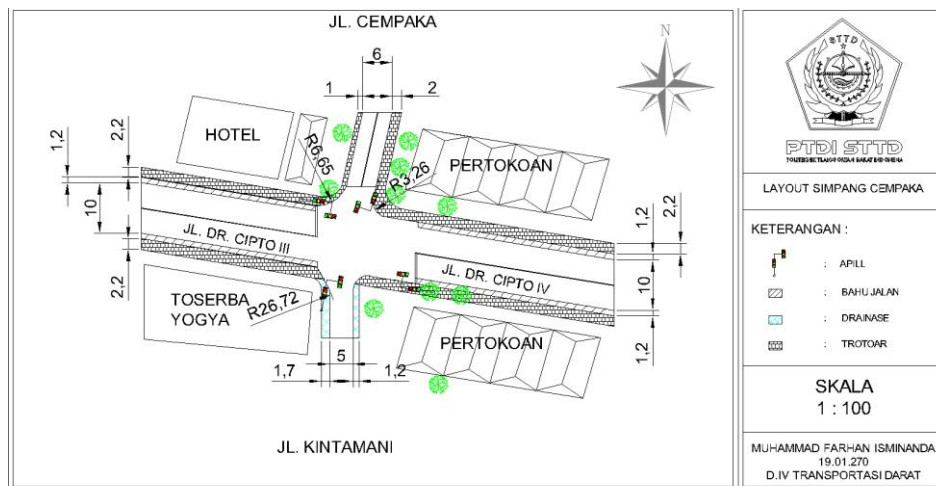
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Volume (Q) smp/jam	Arus Jenuh S (smp/jam)	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Waktu Tundaan (det/smp)
U	1	434	2.080	588	0,35	25	37,53
T	2	493	2.619	1.637	0,47	38	15,99
B	2	824	2.191	1.328	0,69	60	20,59

Sumber : Analisis 2023

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel V.7 yang menunjukkan data kinerja eksisting pada Simpang Dr. Cipto sebelum dilakukannya Koordinasi dan diketahui kinerja lalu lintas tersibuk pada simpang tersebut terdapat pada waktu sore atau dalam arti lain lalu lintas pada simpang tersebut padat di sore hari.

5.1.4. Simpang Cempaka

Simpang Cempaka adalah simpang bersinyal dengan tipe simpang 411, dengan jalur mayor terletak pada ruas Jalan Dr. Cipto Segmen 3 dan Jalan Dr. Cipto Segmen 4, jalur minor terletak pada Jalan Cempaka dan Jalan Kintamani. Tata guna lahan di kawasan ini adalah komersial dikarenakan kawasan ini dipenuhi pertokoan yang ada dan juga ada Toserba Yogya seperti yang tertera pada Gambar V.4 di bawah ini.



Gambar V. 4 Layout Simpang Cempaka

Tabel V. 8 Data Geometri dan Arus Jenuh Simpang Cempaka

Waktu Puncak Pagi									
Pendekat	Lebar efektif	Arus Dasar	Faktor Samping		Kelandaian	Parkir	Frt	Flt	Arus Jenuh
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp			S (smp/jam)
U	3,00	1800	0,83	0,95	1,00	1,00	1,08	0,90	1.381
S	2,50	1500	0,83	0,98	1,00	1,00	1,08	0,94	1.228
T	5,00	3000	0,83	0,95	1,00	1,00	1,06	1,00	2.495
B	5,00	3000	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	2.366
Waktu Puncak Siang									
Pendekat	Lebar efektif	Arus Dasar	Faktor Samping		Kelandaian	Parkir	Frt	Flt	Arus Jenuh
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp			S (smp/jam)
U	3,00	1800	0,83	0,95	1,00	1,00	1,09	0,90	1.390
S	2,50	1500	0,83	0,98	1,00	1,00	1,08	0,96	1.258
T	5,00	3000	0,83	0,95	1,00	1,00	1,06	0,99	2.504
B	5,00	3000	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	2.366
Waktu Puncak Sore									
Pendekat	Lebar efektif	Arus Dasar	Faktor Samping		Kelandaian	Parkir	Frt	Flt	Arus Jenuh
	We (m)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp			S (smp/jam)
U	3,00	1800	0,83	0,95	1,00	1,00	1,09	0,90	1.390
S	2,50	1500	0,83	0,98	1,00	1,00	1,08	0,96	1.258
T	5,00	3000	0,83	0,95	1,00	1,00	1,06	0,99	2.504
B	5,00	3000	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	2.366

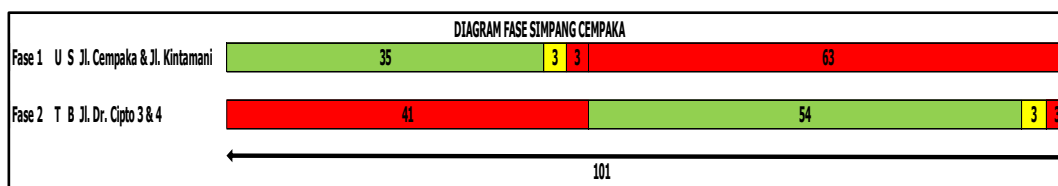
Sumber : Analisis 2023

Data pada Tabel V.8 merupakan data geometrik serta arus jenuh Simpang Cempaka pada masing-masing jam sibuk dimana data arus jenuh dasar (So) dihitung dengan rumus $600 \cdot We$ dan arus jenuh (S) dihitung dengan rumus pengkalian So, Fcs, Fsf, Fg, Fp, Frt, Flt hingga diperoleh arus jenuh (S) pada persimpangan tersebut. Selanjutnya merupakan data pengaturan waktu siklus pada simpang Cempaka pada kondisi eksisting :

Tabel V. 9 Data APILL Simpang Cempaka

Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	1	35	101	0,03	3	3	12
S	1	35		0,03			
T	2	35		0,03			
B	2	35		0,03			

Sumber : Analisis 2023



Dapat dilihat dari Tabel V.8 yang menjelaskan bahwa Simpang Cempaka diatur dengan pengaturan waktu 2 Fase dan juga waktu siklus yang sama pada tiap-tiap waktu puncak secara 24 Jam masing-masing dengan waktu siklus selama 101 Detik. serta juga diperoleh data kinerja eksisting Simpang Cempaka ditiap-tiap waktu sibuk yang dianalisis menggunakan perhitungan yang mengacu pada MKJI 1997.

Berikut merupakan data kinerja eksisting simpang Cempaka yang meliputi nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan waktu tundaan Yang diukur pada waktu sibuk pagi, siang dan sore hari :

Tabel V. 10 Data Eksisting Simpang Cempaka

Peak Pagi							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Volume (Q) smp/jam	Arus Jenuh S (smp/jam)	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Waktu Tundaan (det/smp)
U	1	83	1.378	477	0,17	26,67	23,53
S	1	94	1.228	426	0,22	24,00	24,74
T	2	604	2.495	1.334	0,45	36,00	16,24
B	2	763	2.366	1.265	0,60	44,00	18,74

Peak Siang							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Volume (Q) smp/jam	Arus Jenuh S (smp/jam)	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Waktu Tundaan (det/smp)
U	1	100	1.390	482	0,21	16,67	23,87
S	1	107	1.258	436	0,24	24,00	25,06
T	2	585	2.504	1.339	0,44	28,00	15,96
B	2	529	2.366	1.265	0,42	24,00	15,73
Peak Sore							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Volume (Q) smp/jam	Arus Jenuh S (smp/jam)	Kapasitas (C) smp/jam	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Waktu Tundaan (det/smp)
U	1	229	1.371	475	0,48	33,33	26,27
S	1	118	1.241	430	0,28	32,00	25,48
T	2	823	2.485	1.328	0,62	52,00	19,39
B	2	821	2.366	1.265	0,65	56,00	20,04

Sumber : Analisis 2023

Dilihat dari Tabel V.9 yang menunjukkan data kinerja eksisting pada simpang Cempaka sebelum dilakukannya Koordinasi dan diketahui kinerja lalu lintas tersibuk pada simpang tersebut terdapat pada waktu sore atau dalam arti lain lalu lintas pada simpang tersebut ramai pada saat sore hari.

5.2. Analisis Kinerja Simpang Eksisting Transyt

Setelah dilakukan analisis kinerja eksisting simpang menggunakan MKJI diperoleh maka sebelum dilakukannya validasi selanjutnya dilakukan perhitungan data kinerja eksisting masing-masing simpang menggunakan model Transyt 14 dengan inputan *setting* waktu dan volume mengacu pada hasil survei eksisting perhitungan MKJI, analisis ini dilakukan untuk mengetahui hasil kinerja melalui model untuk melakukan validasi data.

5.2.1. Kinerja Simpang Alun-alun

Berikut merupakan data kinerja eksisting simpang Alun-alun yang diperoleh dari Model Transyt:

Tabel V. 11 Data Kinerja Eksisting Transyt Simpang Alun-alun

WAKTU PEAK PAGI			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	-	-	-
S	0,37	15,83	25,86
T	-	-	-
B	0,27	12,00	13,95
WAKTU PEAK SIANG			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	-	-	-
S	0,25	13,33	13,59
T	-	-	-
B	0,19	10,00	5,89
WAKTU PEAK SORE			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	-	-	-
S	0,26	12,50	24,83
T	-	-	-
B	0,35	16,00	14,60

Sumber : Analisis 2023

5.2.2. Kinerja Simpang Nusantara

Berikut merupakan data kinerja eksisting simpang Nusantara yang diperoleh dari Model Transyt:

Tabel V. 12 Data Kinerja Eksisting Transyt Simpang Nusantara

WAKTU PEAK PAGI			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
S	-	-	-
T	0.19	0.08	0.19
B	0.17	3.56	0.29

WAKTU PEAK SIANG			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
S	-	-	-
T	0.02	0.00	0.02
B	0.12	2.18	0.26
WAKTU PEAK SORE			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
S	-	-	-
T	0.19	0.08	0.19
B	0.16	0.02	0.06

Sumber : Analisis 2023

5.2.3. Kinerja Simpang Dr. Cipto

Berikut merupakan data kinerja eksisting simpang Dr. Cipto yang diperoleh dari Model Transyt:

Tabel V. 13 Data Kinerja Eksisting Transyt Simpang Dr. Cipto

WAKTU PEAK PAGI			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,19	10	35,71
T	0,32	18	14,13
B	0,55	36	16,85
WAKTU PEAK SIANG			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,16	10	35,36
T	0,24	12	13,33
B	0,38	16	14,38

WAKTU PEAK SORE			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,35	25	37,53
T	0,47	38	15,99
B	0,69	60	20,59

Sumber : Analisis 2023

5.2.4. Kinerja Simpang Cempaka

Berikut merupakan data kinerja eksisting simpang Alun-alun yang diperoleh dari Model Transyt:

Tabel V. 14 Data Kinerja Eksisting Transyt Simpang Cempaka

WAKTU PEAK PAGI			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,17	6,67	23,53
S	0,22	16,00	24,74
T	0,45	32,00	16,24
B	0,60	44,00	18,74
WAKTU PEAK SIANG			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,21	16,67	23,87
S	0,24	24,00	25,06
T	0,44	28,00	15,96
B	0,42	24,00	15,73
WAKTU PEAK SORE			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,48	33,33	26,27
S	0,28	32,00	25,48
T	0,62	52,00	19,39
B	0,65	56,00	20,04

Sumber : Analisis 2023

Berdasarkan data kinerja eksisting tersebut maka selanjutnya masuk pada tahap melakukan validasi untuk mengetahui kesesuaian data yang diperoleh dari model dan jika data pada model diterima artinya analisis pada penelitian ini dapat dilanjutkan menggunakan model.

5.3. Validasi Kelayakan Model

Setelah melakukan analisis eksisting, penulis menggunakan modelling dengan menggunakan software TRANSYT, untuk mengetahui data hasil kinerja eksisting selaras dengan hasil modeling dilakukan validasi, uji statistik yang digunakan untuk mengetahui apakah hasil pemodelan yang dihasilkan dapat diterima atau tidak adalah menggunakan Uji Chi-kuadrat terhadap derajat kejenuhan dan tundaan pada semua pendekatan simpang. Berikut tahapan dari penentuan hipotesa dalam tahap validasi antara model dan survei yaitu;

Tabel V. 15 Perhitungan Uji Hipotesa Chi Square

I. HIPOTESA			
H0 : Model dengan Survei selaras			
H1 : Model dengan Survei tidak selaras			
II. Nilai Tingkat Kepercayaan	$\alpha = 95\%$ atau $\alpha =$	0,05	
III. Derajat Kebebasan	$(v) = (k-1) =$	10	
IV. Jadi Nilai Chi Kuadrat tabel	$(\chi^2 \text{ tabel}) =$	18,307	
V. Menghitung χ^2 hitung	=		
VI. Aturan Keputusan : H0 diterima jika $\chi^2 \text{ hitung} <$			18,307
H1 diterima jika $\chi^2 \text{ hitung} >$			18,307
VII. Keputusan :		Ho Diterima	

Tabel V. 16 Validasi Nilai Derajat Kejenuhan Peak *Hour* Pagi

PEAK HOUR PAGI							
No	Nama Simpang	Nama Jalan	Pendekat	Derajat Kejenuhan		Uji Chisquare	Ket
				DS MKJI	DS Transyt		
1	Simpang Alun-alun	Jl. Hasanudin	U	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
2		Jl. KH. Wahid Hasyim	S	0,37	0,36	0,000	Ho Diterima
3		Jl. Hayam Wuruk	B	0,27	0,33	0,011	Ho Diterima
4		Jl. Dr. Cipto Segmen I	T	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
5	Simpang Dr. Cipto	Jl. Agus Salim	U	0,19	0,19	0,000	Ho Diterima
6		Jl. Dr. Cipto Segmen II	B	0,55	0,55	0,000	Ho Diterima
7		Jl. Dr. Cipto Segmen III	T	0,32	0,32	0,000	Ho Diterima
8	Simpang Cempaka	Jl. Cempaka Segmen III	U	0,17	0,17	0,000	Ho Diterima
9		Jl. Kintamani	S	0,22	0,22	0,000	Ho Diterima
10		Jl. Dr. Cipto Segmen III	B	0,60	0,58	0,001	Ho Diterima
11		Jl. Dr. Cipto Segmen IV	T	0,45	0,32	0,053	Ho Diterima
12	Total					0,065	Ho Diterima

Sumber : Analisis 2023

Tabel V. 17 Validasi Nilai Derajat Kejenuhan Peak Hour Siang

PEAK HOUR SIANG							
No	Nama Simpang	Nama Jalan	Pendekat	Derajat Kejenuhan		Uji Chisquare	Ket
				DS MKJI	DS Transyt		
1	Simpang Alun-alun	Jl. Hasanudin	U	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
2		Jl. KH. Wahid Hasyim	S	0,25	0,25	0,000	Ho Diterima
3		Jl. Hayam Wuruk	B	0,19	0,18	0,001	Ho Diterima
4		Jl. Dr. Cipto Segmen I	T	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
5	Simpang Dr. Cipto	Jl. Agus Salim	U	0,16	0,16	0,000	Ho Diterima
6		Jl. Dr. Cipto Segmen II	B	0,38	0,15	0,353	Ho Diterima
7		Jl. Dr. Cipto Segmen III	T	0,24	0,31	0,016	Ho Diterima
8	Simpang Cempaka	Jl. Cempaka Segmen III	U	0,21	0,20	0,000	Ho Diterima
9		Jl. Kintamani	S	0,24	0,24	0,000	Ho Diterima
10		Jl. Dr. Cipto Segmen III	B	0,42	0,41	0,000	Ho Diterima
11		Jl. Dr. Cipto Segmen IV	T	0,44	0,43	0,000	Ho Diterima
12	Total					0,370	Ho Diterima

Sumber : Analisis 2023

Tabel V. 18 Validasi Nilai Derajat Kejenuhan Peak Hour Sore

PEAK HOUR SORE							
No	Nama Simpang	Nama Jalan	Pendekat	Derajat Kejenuhan		Uji Chisquare	ket
				DS MKJI	DS Transyt		
1	Simpang Alun-alun	Jl. Hasanudin	U	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
2		Jl. KH. Wahid Hasyim	S	0,26	0,25	0,000	Ho Diterima
3		Jl. Hayam Wuruk	B	0,35	0,34	0,000	Ho Diterima
4		Jl. Dr. Cipto	T	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
5	Simpang Dr. Cipto	Jl. Agus Salim	U	0,35	0,34	0,000	Ho Diterima
6		Jl. Dr. Cipto Segmen II	B	0,69	0,69	0,000	Ho Diterima
7		Jl. Dr. Cipto Segmen III	T	0,47	0,47	0,000	Ho Diterima
8	Simpang Cempaka	Jl. Cempaka Segmen III	U	0,48	0,47	0,000	Ho Diterima
9		Jl. Kintamani	S	0,28	0,27	0,000	Ho Diterima
10		Jl. Dr. Cipto Segmen III	B	0,65	0,61	0,003	Ho Diterima
11		Jl. Dr. Cipto Segmen IV	T	0,62	0,64	0,001	Ho Diterima
12	Total					0,005	Ho Diterima

Sumber : Analisis 2023

Tabel V. 19 Validasi Tundaan Peak Pagi

PEAK HOUR PAGI							
No	Nama Simpang	Nama Jalan	Pendekat	Tundaan		Uji Chisquare	Ket
				D MKJI	D Transyt		
1	Simpang Alun-alun	Jl. Hasanudin	U	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
2		Jl. KH. Wahid Hasyim	S	25,86	22,47	0,511	Ho Diterima
3		Jl. Hayam Wuruk	B	13,95	11,62	0,467	Ho Diterima
4		Jl. Dr. Cipto	T	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
5	Simpang Dr. Cipto	Jl. Agus Salim	U	35,71	34,63	0,034	Ho Diterima
6		Jl. Dr. Cipto Segmen II	B	16,85	13,44	0,865	Ho Diterima
7		Jl. Dr. Cipto Segmen III	T	14,13	14,72	0,024	Ho Diterima
8	Simpang Cempaka	Jl. Cempaka Segmen III	U	23,53	23,75	0,002	Ho Diterima
9		Jl. Kintamani	S	24,74	14,56	7,118	Ho Diterima
10		Jl. Dr. Cipto Segmen III	B	18,74	14,27	1,400	Ho Diterima
11		Jl. Dr. Cipto Segmen IV	T	16,24	16,70	0,013	Ho Diterima
12	Total					10,434	Ho Diterima

Sumber : Analisis 2023

Tabel V. 20 Validasi Tundaan Peak Siang

PEAK HOUR SIANG							
No	Nama Simpang	Nama Jalan	Pendekat	Tundaan		Uji Chisquare	ket
				D MKJI	D Transyt		
1	Simpang Alun-alun	Jl. Hasanudin	U	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
2		Jl. KH. Wahid Hasyim	S	13,59	22,47	3,509	Ho Diterima
3		Jl. Hayam Wuruk	B	5,89	11,62	2,826	Ho Diterima
4		Jl. Dr. Cipto	T	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
5	Simpang Dr. Cipto	Jl. Agus Salim	U	35,36	34,80	0,009	Ho Diterima
6		Jl. Dr. Cipto Segmen II	B	14,38	11,00	1,039	Ho Diterima
7		Jl. Dr. Cipto Segmen III	T	13,33	12,62	0,040	Ho Diterima
8	Simpang Cempaka	Jl. Cempaka Segmen III	U	23,87	23,46	0,007	Ho Diterima
9		Jl. Kintamani	S	25,06	24,12	0,037	Ho Diterima
10		Jl. Dr. Cipto Segmen III	B	15,73	14,47	0,110	Ho Diterima
11		Jl. Dr. Cipto Segmen IV	T	15,96	14,71	0,106	Ho Diterima
12	Total					7,682	Ho Diterima

Sumber : Analisis 2023

Tabel V. 21 Validasi Tundaan Sore

PEAK HOUR SORE							
No	Nama Simpang	Nama Jalan	Pendekat	Tundaan		Uji Chisquare	ket
				D MKJI	D Transyt		
1	Simpang Alun-alun	Jl. Hasanudin	U	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
2		Jl. KH. Wahid Hasyim	S	24,83	22,55	0,231	Ho Diterima
3		Jl. Hayam Wuruk	B	14,60	13,07	0,179	Ho Diterima
4		Jl. Dr. Cipto	T	0,00	0,00	0,000	Ho Diterima
5	Simpang Dr. Cipto	Jl. Agus Salim	U	37,53	37,59	0,000	Ho Diterima
6		Jl. Dr. Cipto Segmen II	B	20,59	15,13	1,970	Ho Diterima
7		Jl. Dr. Cipto Segmen III	T	15,99	20,48	0,984	Ho Diterima
8	Simpang Cempaka	Jl. Cempaka Segmen III	U	26,27	24,60	0,113	Ho Diterima
9		Jl. Kintamani	S	25,48	28,34	0,289	Ho Diterima
10		Jl. Dr. Cipto Segmen III	B	20,04	18,49	0,130	Ho Diterima
11		Jl. Dr. Cipto Segmen IV	T	19,39	17,72	0,157	Ho Diterima
12	Total					4,054	Ho Diterima

Sumber : Analisis 2023

5.4. Optimalisasi Simpang *Isolated* Menggunakan MKJI 1997

Optimasi kinerja persimpangan menggunakan MKJI dilakukan dengan menentukan waktu siklus optimal dan minimal pada setiap kaki pendekat simpang, dengan di dasari oleh volume dan kapasitas dari setiap pendekat persimpangan.

5.4.1. Simpang Alun-alun

Tabel V. 22 Data Waktu Siklus Optimalisasi Simpang Alun-alun

PEAK PAGI							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	-	-	32	-	3	3	12
S	2	10		0,31			
T	-	-		-			
B	1	10		0,32			
PEAK SIANG							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	-	-	32	-	3	3	12
S	2	10		0,31			
T	-	-		-			
B	1	10		0,32			
PEAK SORE							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	-	-	35	-	3	3	12
S	2	10		0,28			
T	-	-		-			
B	1	13		0,38			

Dari tabel V.22 dapat dilihat bahwasanya Simpang Alun-alun diatur dengan APILL 2 fase dengan waktu siklus yang berbeda untuk tiap peaknya.

Berikut merupakan kinerja dari Simpang Alun-alun setelah dilakukan optimalisasi menggunakan MKJI.

Tabel V. 23 Data Kinerja Simpang Alun-alun Optimalisasi

WAKTU PEAK PAGI			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	-	-	-
S	0,42	15,83	10,22
T			
B	0,45	14	7,27
WAKTU PEAK SIANG			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	-	-	-
S	0,28	13,33	11,68
T			
B	0,31	10	10,7
WAKTU PEAK SORE			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	-	-	-
S	0,32	12,5	8,05
T			
B	0,49	16	8,9

Berdasarkan tabel V.23 , Simpang Alun-alun memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,37 pada setiap pendekat , dengan antrian rata-rata 13,61 meter, tundaan rata-rata 7,6 det/smp. hal ini menunjukkan adanya peningkatan kinerja persimpangan dibandingkan dengan kondisi eksistingnya.

5.4.2. Simpang Dr. Cipto

Tabel V. 24 Data Waktu Siklus Optimalisasi Simpang Dr. Cipto

PEAK PAGI							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	10	40	0,25	1	3	10
T	1	20		0,5			
B	1	20		0,5			
PEAK SIANG							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	10	36	0,26	1	3	10
T	1	16		0,43			
B	1	16		0,43			
PEAK SORE							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	10	49	0,2	1	3	10
T	1	29		0,57			
B	1	29		0,57			

Dari tabel V.24 dapat dilihat bahwasanya Simpang Dr. Cipto diatur dengan APILL 2 fase dengan waktu siklus yang berbeda untuk tiap peaknya.

Berikut merupakan kinerja dari Simpang Dr. Cipto setelah dilakukan optimalisasi menggunakan MKJI.

Tabel V. 25 Data Kinerja Simpang Dr. Cipto Optimalisasi

PEAK PAGI			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,23	10	1,54
T	0,39	20,8	4,67
B	0,69	36	8,59
PEAK SIANG			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,19	10	1,2
T	0,35	12	4,13
B	0,53	16	5,19
PEAK SORE			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,53	25	4,22
T	0,51	38	7,55
B	0,73	60	1,22

Berdasarkan tabel V.25, Simpang Dr. Cipto memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,36 pada setiap pendekat , dengan antrian rata-rata 25,22 meter, tundaan rata-rata 4,25 det/smp. hal ini menunjukan adanya peningkatan kinerja persimpangan dibandingkan dengan kondisi eksistingnya.

5.4.3. Simpang Cempaka

Tabel V. 26 Data Waktu Siklus Optimalisasi Simpang Cempaka

PEAK PAGI							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau (Detik)	Waktu Siklus (Detik)	Rasio Hijau (GR) g/c	All Red (Detik)	Amber (Kuning) (Detik)	Waktu Hilang (LT) (Detik)
U	1	10	43	0,23	3	3	12
S	1	10		0,23			
T	2	21		0,49			
B	2	21		0,49			
PEAK SIANG							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	1	10	38	0,26	3	3	12
S	1	10		0,26			
T	2	16		0,42			
B	2	16		0,42			
PEAK SORE							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	1	11	47	0,24	3	3	12
S	1	11		0,24			
T	2	24		0,51			
B	2	24		0,41			

Dari tabel V.27 dapat dilihat bahwasanya Simpang Cempaka diatur dengan APILL 2 fase dengan waktu siklus yang berbeda untuk tiap peaknya.

Berikut merupakan kinerja dari Simpang Cempaka setelah dilakukan optimalisasi menggunakan MKJI.

Tabel V. 27 Data Kinerja Simpang Cempaka Optimalisasi

WAKTU PEAK PAGI			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,26	6,67	13,32
S	0,33	16	15,77
T	0,5	32	10,52
B	0,55	44	12,74
WAKTU PEAK SIANG			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,27	16,67	11
S	0,32	24	13,74
T	0,56	28	12,11
B	0,53	24	11,56
WAKTU PEAK SORE			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN (m)	TUNDAAN (det/smp)
U	0,69	33,33	22,18
S	0,41	32	18,07
T	0,55	52	13,67
B	0,69	56	14,38

Berdasarkan tabel V.28 , Simpang Cempaka memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,37 pada setiap pendekat , dengan antrian rata-rata 13,61 meter, tundaan rata-rata 14,08 det/smp. hal ini menunjukan adanya peningkatan kinerja persimpangan dibandingkan dengan kondisi eksistingnya.

5.5. Koordinasi Persimpangan Menggunakan *Software* Transyt

Koordinasi sistem pengendalian persimpangan merupakan langkah optimalisasi yang dilakukan dalam penelitian ini, sistem pengendalian

masing-masing persimpangan akan dikoordinasikan secara terintegrasi dan mendapatkan waktu siklus yang baru dan sama untuk setiap simpangnya, sistem pengendalian simpang secara terkoordinasi ini di rencanakan memiliki 3 (Tiga) waktu siklus di masing-masing jam sibuk yaitu waktu puncak pagi, waktu puncak siang dan waktu puncak sore. Pada kawasan ini dilakukan koordinasi pada 2 (Dua) Simpang yaitu Simpang Dr. Cipto dan Cempaka dikarenakan apabila dilakukan koordinasi dari simpang Alun-alun maka *Platoon Dispersion* tidak berjalan secara sempurna dikarenakan adanya gerakan *crossing* pada simpang kedua yaitu Simang Nusantara.

Teknis koordinasi ini dilakukan dengan melakukan modelling keempat simpang dengan Transyt yang kemudian dilakukan pengaturan pada fase lampu lalu lintas pada simpang bersinyal untuk mendapatkan kinerja simpang yang lebih baik, ketiga persimpangan tersebut yang masing-masing diatur dengan pengaturan 2 fase untuk Simpang Alun-alun, Simpang Dr. Cipto dan Simpang Cempaka. Berikut merupakan data pengaturan dan kinerja hasil koordinasi simpang menggunakan *software* Transyt 14.1, koordinasi simpang ini dilakukan dengan menyamakan waktu siklus dari persimpangan agar terciptanya gelombang hijau (*Green Wave*) atau gelombang waktu hijau antar persimpangan.

5.5.1. Sistem Koordinasi Waktu Puncak Pagi

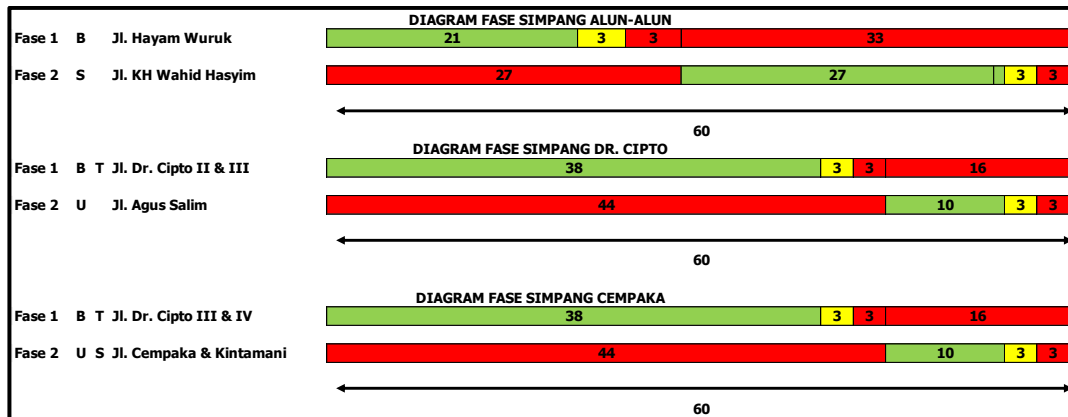
Berikut merupakan data waktu siklus koordinasi yang baru, penentuan waktu siklus ini dilakukan dengan menentukan waktu fase hijau tiap pendekatan dari masing-masing simpang pada waktu puncak pagi setelah dilakukan optimalisasi dan koordinasi simpang dengan menggunakan TRANSYT.

Tabel V. 28 Data Pengaturan Waktu APILL Koordinasi Waktu Puncak Pagi

SIMPANG ALUN-ALUN							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	-	-	60	-	3	3	12
S	2	27		0,45			
T	-	-		-			
B	1	21		0,35			
SIMPANG DR. CIPTO							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	10	60	0,17	3	3	12
T	1	38		0,63			
B	1	38		0,63			
SIMPANG CEMPAKA							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	10	60	0,17	3	3	12
S	2	10		0,17			
T	1	38		0,63			
B	1	38		0,63			

Sumber : Analisis 2023

Berdasarkan data pada tabel V.29 menunjukkan data pengaturan waktu koordinasi terbaru pada saat waktu sibuk pagi dijelaskan bahwa simpang Alun-alun, Simpang Dr. Cipto dan Simpang Cempaka pada waktu sibuk pagi diatur dengan waktu siklus yang sama yaitu 60 detik dengan pengaturan 2 fase. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau masing-masing pendekat disesuaikan berdasarkan volume lalu lintas pada kondisi terkait.



Gambar V. 5 Diagram Waktu Koordinasi Peak Pagi

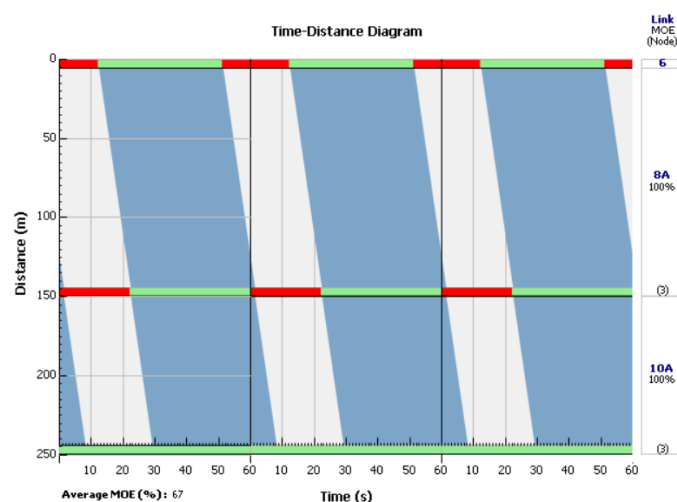
Berdasarkan pengaturan waktu siklus koordinasi yang baru maka selanjutnya diperoleh data kinerja masing-masing simpang setelah dikoordinasikan dengan pengaturan waktu yang baru seperti tabel berikut:

Tabel V. 29 Data Kinerja Simpang Terkoordinasi Waktu Puncak Pagi

SIMPANG ALUN-ALUN			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
U	-	-	-
S	0,28	13,57	10,04
T			
B	0,39	16,02	14,75
SIMPANG NUSANTARA			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
S	-	-	-
T	0,23	0,04	0,33
B	0,15	0,02	0,02

SIMPANG DR. CIPTO			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
U	0,32	20,68	23,57
T	0,46	12,32	4,67
B	0,52	24,48	6,12
SIMPANG CEMPAKA			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
U	0,33	8,53	24,78
S	0,42	12,24	27,35
T	0,26	18,56	5,51
B	0,37	17,72	5,24

Tabel V.30 menunjukkan data kinerja Simpang Alun-alun Simpang, Simpang Nusantara, Dr. Cipto dan Simpang Cempaka setelah diterapkannya sistem pengaturan waktu siklus yang baru sehingga diperoleh data kinerja masing-masing simpang yang baru seperti yang ada pada tabel di atas. Berdasarkan pengaturan waktu siklus yang baru yang terkoordinasi dengan tujuan penerapan sistem *Greenwave* maka dihasilkan diagram koordinasi atau *Time Distance Diagram* (TDD) sebagai berikut.



Gambar V. 6 Diagram Koordinasi Waktu Puncak Pagi

Dapat dilihat pada Gambar V.5 yang menunjukkan visualisasi Pergerakan kendaraan pada 2 persimpangan yaitu simpang Dr. Cipto dan Cempaka, dapat dijelaskan bahwa peleton kendaraan atau kelompok atau iring-iringan kendaraan yang mendapatkan fase hijau pada simpang pertama dan ketika berjalan kembali akan mendapatkan fase hijau pada simpang selanjutnya sehingga kondisi tersebut dapat mengurangi nilai tundaan dan antrian kendaraan pada persimpangan serta mempercepat laju kecepatan lalu lintas pada ruas jalan yang terkoordinasi tersebut.

5.5.2. Sistem Koordinasi Waktu Puncak Siang

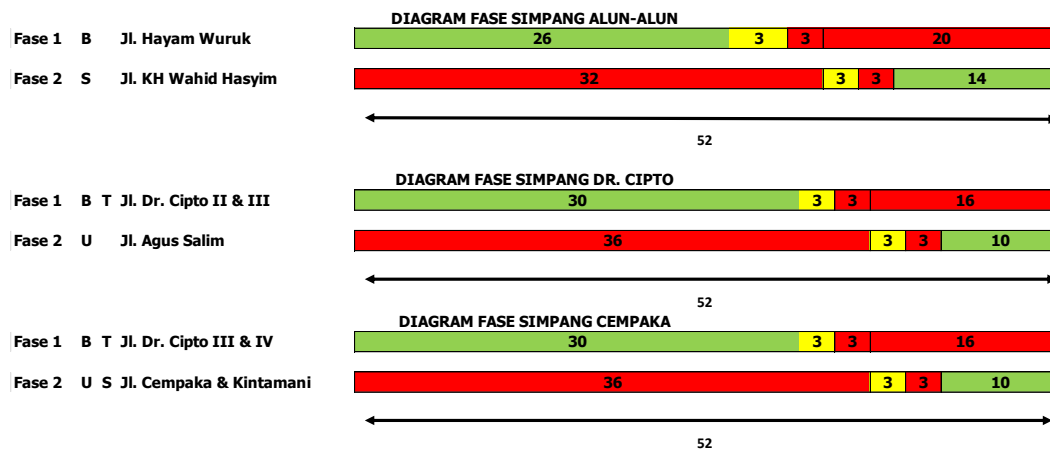
Berikut merupakan data waktu siklus koordinasi yang baru dan waktu fase hijau tiap pendekat dari masing-masing simpang pada waktu puncak siang setelah dilakukan optimalisasi dan koordinasi simpang dengan menggunakan TRANSYT.

Tabel V. 30 Data Pengaturan Waktu APILL Koordinasi Waktu Puncak Siang

SIMPANG ALUN-ALUN							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	-	-	52	-	3	3	12
S	2	25		0,48			
T	-	-		-			
B	1	15		0,29			
SIMPANG DR. CIPTO							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	10	52	0,19	3	3	12
T	1	30		0,57			
B	1	30		0,57			
SIMPANG CEMPAKA							

Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	10	52	0,19	3	3	12
S	2	10		0,19			
T	1	30		0,57			
B	1	30		0,57			

Berdasarkan data pada tabel V.31 menunjukkan data pengaturan waktu koordinasi terbaru pada saat waktu puncak siang pada simpang Bumi Alun-alun, Simpang Dr. Cipto dan Simpang Cempaka diatur dengan waktu siklus selama 60 detik dengan pengaturan 2 fase. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau masing-masing pendekat disesuaikan berdasarkan volume lalu lintas pada kondisi terkait.



Gambar V. 7 Diagram Waktu Koordinasi Peak Siang

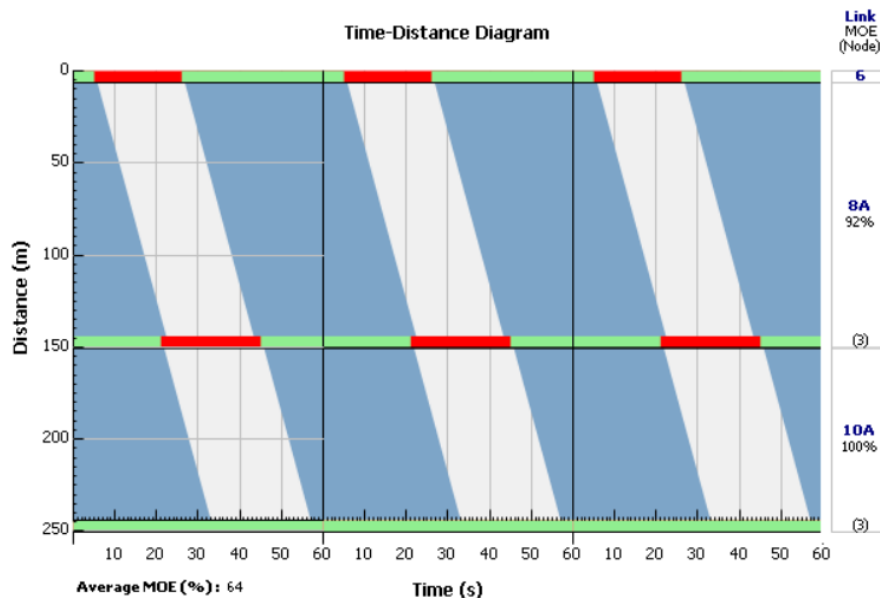
Berdasarkan pengaturan waktu siklus koordinasi yang baru maka selanjutnya diperoleh data kinerja masing-masing simpang setelah dikoordinasikan dengan pengaturan waktu yang baru seperti tabel berikut:

Tabel V. 31 Data Kinerja Simpang Terkoordinasi Waktu Puncak Siang

SIMPANG ALUN-ALUN			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
U	-	-	-
S	0,17	8,10	7,27
T	-	-	-
B	0,32	8,62	14,43
SIMPANG NUSANTARA			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
S	-	-	-
T	0,13	0,02	0,12
B	0,10	0,02	0,03
SIMPANG DR. CIPTO			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
U	0,16	5,05	13,69
T	0,30	14,48	12,47
B	0,46	20,56	7,47
SIMPANG CEMPAKA			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
U	0,23	7,27	14,73
S	0,28	9,68	15,42
T	0,47	11,14	9,74
B	0,45	11,44	8,63

Tabel V.32 di atas menunjukkan data kinerja keempat simpang setelah diterapkannya sistem pengaturan waktu siklus yang baru sehingga diperoleh data kinerja masing-masing simpang yang baru seperti yang ada pada tabel di atas. Berdasarkan pengaturan waktu siklus yang baru yang

terkoordinasi dengan tujuan penerapan sistem *Greenwave* maka dihasilkan diagram koordinasi atau *Time Distance Diagram* (TDD) sebagai berikut.



Gambar V. 8 Diagram Koordinasi Waktu Puncak Siang

Dapat dilihat pada Gambar V.8 yang menunjukkan visualisasi pergerakan kendaraan pada 2 persimpangan tersebut yang mana dapat dijelaskan bahwa peleton kendaraan atau kelompok atau iring-iringan kendaraan yang mendapatkan fase hijau pada simpang pertama dan ketika berjalan kembali akan mendapatkan fase hijau pada simpang selanjutnya sehingga kondisi tersebut dapat mengurangi nilai tundaan dan antrian kendaraan pada persimpangan serta mempercepat laju kecepatan lalu lintas pada ruas jalan yang terkoordinasi tersebut.

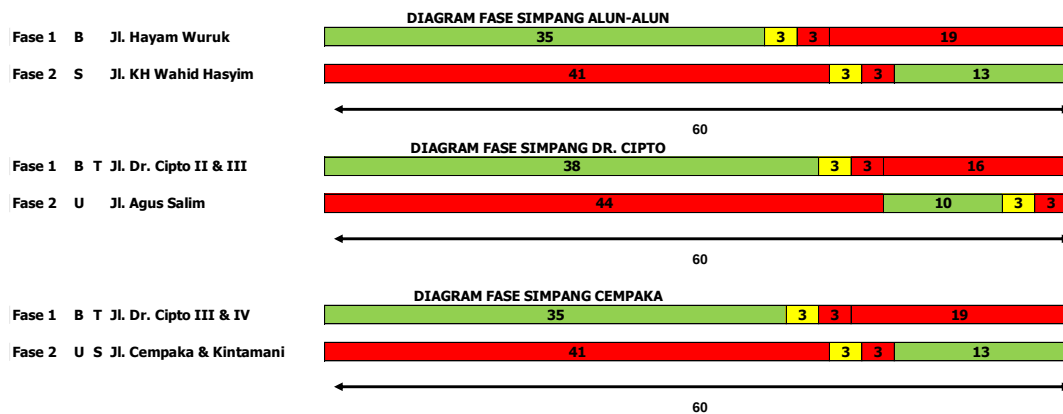
5.5.3. Sistem Koordinasi Waktu Puncak Sore

Berikut merupakan data waktu siklus koordinasi yang baru dan waktu fase hijau tiap pendekat dari masing-masing simpang pada waktu puncak sore setelah dilakukan optimalisasi dan koordinasi simpang dengan menggunakan TRANSYT.

Tabel V. 32 Data Pengaturan Waktu APILL Koordinasi Waktu Puncak Sore

SIMPANG ALUN-ALUN							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	-	-	60	-	3	3	12
S	2	13		0,22			
T	-	-		-			
B	1	35		0,58			
SIMPANG DR. CIPTO							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	10	60	0,17	3	3	12
T	1	38		0,63			
B	1	38		0,63			
SIMPANG CEMPAKA							
Pendekat	Waktu Hijau dalam Fase No.	Waktu Hijau	Waktu Siklus	Rasio Hijau (GR)	All Red	Amber (Kuning)	Waktu Hilang (LT)
		(Detik)	(Detik)	g/c	(Detik)	(Detik)	(Detik)
U	2	13	60	0,22	3	3	12
S	2	13		0,22			
T	1	35		0,58			
B	1	35		0,58			

Berdasarkan data pada tabel V.33 menunjukkan data pengaturan waktu koordinasi terbaru pada saat waktu puncak siang pada simpang Bumi Alun-alun, Simpang Dr. Cipto dan Simpang Cempaka diatur dengan waktu siklus selama 60 detik dengan pengaturan 2 fase. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau masing-masing pendekat disesuaikan berdasarkan volume lalu lintas pada kondisi terkait.



Gambar V. 9 Diagram Waktu Koordinasi Peak Sore

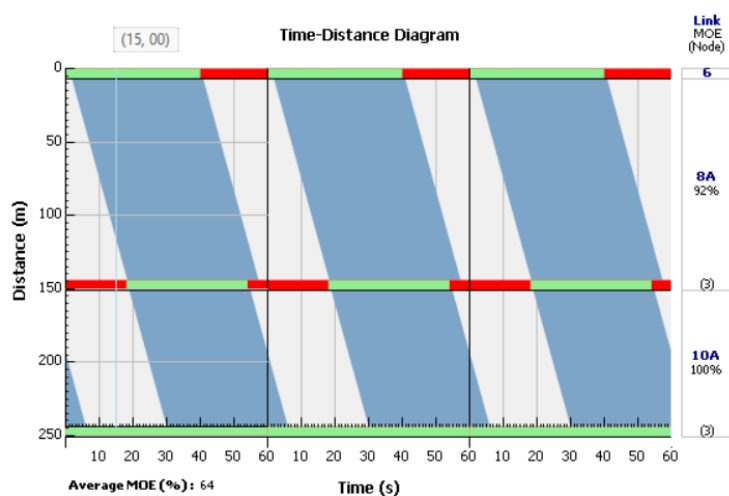
Berdasarkan pengaturan waktu siklus koordinasi yang baru maka selanjutnya diperoleh data kinerja masing-masing simpang setelah dikoordinasikan dengan pengaturan waktu yang baru seperti tabel berikut:

Tabel V. 33 Data Kinerja Simpang Terkoordinasi Waktu Puncak Sore

SIMPANG ALUN-ALUN			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
U	-	-	-
S	0,39	14,00	20,17
T			
B	0,31	13,56	6,20
SIMPANG DR. CIPTO			
PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
U	0,57	17,25	28,92
T	0,44	20,60	5,94
B	0,65	49,44	12,29
SIMPANG CEMPAKA			

PENDEKAT	DERAJAT KEJENUHAN	ANTRIAN	TUNDAAN
U	0,72	29,13	34,87
S	0,41	11,87	23,75
T	0,55	16,64	8,65
B	0,58	23,72	10,33

Tabel V.23 di atas menunjukkan data kinerja Simpang Alun-alun Simpang Dr. Cipto dan Simpang Cempaka setelah diterapkannya sistem pengaturan waktu siklus yang baru sehingga diperoleh data kinerja masing-masing simpang yang baru seperti yang ada pada tabel di atas. Berdasarkan pengaturan waktu siklus yang baru yang terkoordinasi dengan tujuan penerapan sistem *Greenwave* maka dihasilkan diagram koordinasi atau *Time Distance Diagram* (TDD) sebagai berikut.



Gambar V. 10 Diagram Koordinasi Waktu Puncak Sore

Dapat dilihat pada Gambar V.9 yang menunjukkan visualisasi pergerakan kendaraan pada 4 persimpangan tersebut yang mana dapat dijelaskan bahwa peleton kendaraan atau kelompok atau iring-iringan kendaraan yang mendapatkan fase hijau pada simpang pertama dan ketika berjalan kembali akan mendapatkan fase hijau pada simpang selanjutnya sehingga kondisi tersebut dapat mengurangi nilai tundaan dan antrian

kendaraan pada persimpangan serta mempercepat laju kecepatan lalu lintas pada ruas jalan yang terkoordinasi tersebut.

5.6. Perbandingan Kinerja Eksisting, Optimalisasi dan Koordinasi

Setelah didapatkan kinerja persimpangan setelah dilakukan koordinasi, dilakukan perbandingan kinerja eksisting dan koordinasi untuk melihat peningkatan setelah dilakukannya penanganan.

5.6.1. Perbandingan Kinerja Simpang

Perbandingan kinerja simpang dilakukan dengan melihat 3 indikator yang meliputi derajat kejenuhan, antrian dan tundaan kendaraan.

Tabel V. 34 Perbandingan Kinerja Waktu Puncak Pagi

NAMA SIMPANG	KAKI PENDEKAT		DS			ANTRIAN (m)			TUNDAAN (det/smp)		
			EKS	OPT	KOORD	EKS	OPT	KOORD	EKS	OPT	KOORD
ALUN-ALUN	U	Jl. Hasanudin	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	Jl. K.H.W. Hasyim	0.36	0.42	0.28	27.13	15.83	13.57	23.71	12.64	10.04
	B	Jl. Hayam Wuruk	0.33	0.45	0.39	24.44	14	16.02	12.96	11.28	14.75
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NUSANTARA	S	Jl. Nusantara	0.5	-	-	11-25%	-	-	3.8	-	-
	B	Jl. Dr. Cipto Segmen II		-	0.15		-	0.04		-	0.05
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen III		-	0.23		-	10.28		-	0.33
DR. CIPTO	U	Jl. Agus Salim	0.19	0.23	0.32	15.45	10	20.68	34.63	13.5	23.57
	B	Jl. Dr. Cipto Segmen II	0.55	0.69	0.52	30.16	36	24.48	13.44	1.86	6.12
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen III	0.32	0.39	0.46	63.8	20	12.32	14.72	2.85	4.67
CEMPAKA	U	Jl. Cempaka	0.17	0.26	0.33	10.87	6.67	8.53	23.75	13.22	24.78
	S	Jl. Kintamani	0.22	0.33	0.42	15.12	16	12.24	24.56	15.77	27.35
	B	Jl. Dr. Cipto Segmen III	0.44	0.65	0.37	57.56	11	17.72	14.27	12.74	5.24
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen IV	0.58	0.5	0.26	20.24	8	18.56	16.7	10.52	5.51

Sumber : Hasil Analisis 2023

Tabel V. 35 Perbandingan Kinerja Waktu Puncak Siang

NAMA SIMPANG	KAKI PENDEKAT		DS			ANTRIAN (m)			TUNDAAN (det/smp)		
			EKS	OPT	KOORD	EKS	OPT	KOORD	EKS	OPT	KOORD
ALUN-ALUN	U	Jl. Hasanudin	-		-	-		-	-		-
	S	Jl. K.H.W. Hasyim	0.25	0.28	0.17	21.3	13.33	8.1	22.47	11.68	7.27
	B	Jl. Hayam Wuruk	0.18	0.31	0.32	22.94	10	8.62	11.62	10.7	14.43
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NUSANTARA	S	Jl. Nusantara	0.27	-	-	4-12%	-	-	2.06	-	-
	B	Jl. Dr. Cipto Segmen II		-	0.1		-	0.04		-	0.03
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen III		-	0.13		-	10.28		-	0.12
DR. CIPTO	U	Jl. Agus Salim	0.16	0.19	0.16	13.15	10	5.05	34.8	12.45	13.69
	B	Jl. Dr. Cipto Segmen II	0.15	0.53	0.46	36	16	20.56	12.62	10.19	7.47
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen III	0.31	0.35	0.3	12.76	12	14.48	10	10.53	12.47
CEMPAKA	U	Jl. Cempaka	0.2	0.27	0.23	13.13	16.67	13.13	24.6	11	14.73
	S	Jl. Kintamani	0.24	0.32	0.28	17.2	24	17.20	28.34	13.74	15.42
	B	Jl. Dr. Cipto Segmen III	0.41	0.53	0.45	19.82	24	35.24	17.72	11.56	8.63
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen IV	0.43	0.56	0.47	17.62	28	39.64	18.49	12.11	9.74

Sumber : Hasil Analisis 2023

Tabel V. 36 Perbandingan Kinerja Waktu Puncak Sore

NAMA SIMPANG	KAKI PENDEKAT		DS			ANTRIAN (m)			TUNDAAN (det/smp)		
			EKS	OPT	KOORD	EKS	OPT	KOORD	EKS	OPT	KOORD
ALUN-ALUN	U	Jl. Hasanudin	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	Jl. K.H.W. Hasyim	0.25	0.32	0.39	21.3	12.5	14	22.55	13.51	20.17
	B	Jl. Hayam Wuruk	0.34	0.38	0.31	22.94	16	13.56	13.07	10.71	6.2
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NUSANTARA	S	Jl. Nusantara	0.67	-	-	19-38%	-	-	5.25	-	-
	B	Jl. Dr. Cipto Segmen II		-	0.18		-	0.08		-	0.07
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen III		-	0.23		-	0.12		-	0.24
DR. CIPTO	U	Jl. Agus Salim	0.34	0.53	0.57	29.6	25	17.25	37.59	20.75	28.92
	B	Jl. Dr. Cipto Segmen II	0.15	0.73	0.65	95.28	60	49.44	20.48	12.17	12.29
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen III	0.31	0.51	0.44	62.88	38	20.6	15.13	9.77	5.94
CEMPAKA	U	Jl. Cempaka	0.47	0.69	0.72	34.47	33.33	34.47	24.6	22.18	34.87
	S	Jl. Kintamani	0.27	0.41	0.41	15.87	32	15.87	28.34	18.07	23.75
	B	Jl. Dr. Cipto Segmen III	0.61	0.69	0.58	33.04	56	64.08	18.49	14.38	10.33
	T	Jl. Dr. Cipto Segmen IV	0.64	0.65	0.55	32.04	52	66.08	17.72	13.67	8.65

Sumber : Hasil Analisis 2023

Setelah dilakukannya perbandingan terhadap kinerja simpang pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan optimalisasi dengan sistem koordinasi dan pengaturan waktu yang baru pada masing-masing simpang tersebut maka dapat dilihat terjadi peningkatan kinerja simpang menjadi lebih baik, hal tersebut dapat dilihat terutama dari indikator kinerja persimpangan yaitu antrian dan tundaan pada simpang, setelah dilakukannya optimalisasi dengan isolated dan koordinas, adanya perubahan dari waktu siklus dan pengaturan fase yang baru pada persimpangan mengurangi antrian dan tundaan pada masing-masing simpang sehingga memiliki kinerja yang lebih baik dari kondisi sebelumnya. Maka dapat disimpulkan setelah dilakukannya penelitian terkait optimalisasi kinerja pada ketiga persimpangan tersebut mampu menjawab tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan kinerja lalu lintas persimpangan menjadi lebih baik.