

BAB 4

HASIL PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penerapan kontrol lalu lintas bersinyal dengan metode penelitian yang telah diuji memiliki kinerja terbaik, seperti telah diuraikan pada Bab 3. Pada bab ini dijelaskan tentang pemilihan skenario simulasi dan rangkuman hasil simulasi.

4.1. Skenario Simulasi

Simulasi perencanaan APILL pada LPRJ dengan arus kedatangan lewat jenuh dilakukan dengan skenario sebagai berikut:

1. Variasi Derajat Kejenuhan Total
2. Variasi Periode Pengamatan Arus Kedatangan
3. Variasi Panjang Lokasi Penyempitan Ruas Jalan
4. Variasi Kecepatan pada Lokasi Penyempitan Ruas Jalan
5. Variasi Waktu Siklus

4.1.1. Arus Jenuh

Input arus kedatangan diasumsikan selama 1 jam sibuk (3600 detik) dengan kedatangan arus lewat jenuh terjadi pada periode pertama deteksi kedatangan kendaraan. Untuk menentukan asumsi arus kedatangan lewat jenuh, maka harus ditentukan arus jenuh dari masing-masing pendekat. Penentuan arus jenuh didasarkan pada hasil penelitian Webster dan Cobbe (1966) untuk lebar lajur kurang dari 5,5 meter. Penentuan arus jenuh efektif diambil dengan asumsi faktor sebesar 0,9. Besaran arus jenuh ideal berdasarkan lebar jalan menurut Webster dan Cobbe (1966) disajikan pada Tabel 4.1. Pada penelitian ini, asumsi lebar lajur pada kedua pendekat adalah 3,5 meter dengan arus jenuh (s) 1885 smp/jam dan arus jenuh efektif (s efektif) akibat kondisi jalan adalah 1697 smp/jam.

Tabel 4.1. Arus Jenuh Berdasarkan Lebar Lajur

Lebar lajur (meter)	Arus jenuh ideal*) (smp/jam)	Arus jenuh efektif**) (smp/jam)
3	1845	1661
3.25	1860	1674
3.5	1885	1697
3.75	1915	1724
4	1965	1769
4.25	2075	1868
4.5	2210	1989
4.75	2375	2138
5	2560	2304
5.25	2760	2484

*) Sumber : Webster dan Cobbe (1966)

**) Asumsi dengan faktor pengali 0,9

Untuk mengakomodasi berbagai variasi lebar lajur, metoda penentuan arus jenuh dan nilai ekivalensi kendaraan menjadi satuan mobil penumpang (smp), pada penelitian ini digunakan variasi Derajat Kejenuhan Total (DS) yaitu penjumlahan rasio arus kedatangan terhadap arus jenuh sebagai variabel dalam variasi arus kedatangan dari kedua lajur dengan arah pergerakan berlawanan yang pada kontrol lalu lintas bersinyal dianggap sebagai pendekat. Berkaitan dengan arus jenuh dan derajat kejenuhan, skenario simulasi yang dilakukan pada penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Variasi kedatangan kendaraan merupakan variasi derajat kejenuhan total dan derajat kejenuhan masing-masing pendekat
- b. Asumsi lama waktu pengamatan kedatangan kendaraan adalah 1 jam (3600 detik), dengan arus kedatangan lewat jenuh terjadi pada 300 detik pertama.
- c. Variasi derajat kejenuhan total (DS) pada 300 detik pertama adalah:
 - $1 < DS < 1,5$ (diwakili DS=1,44)
 - $1,5 < DS < 2$ (diwakili DS=1,86)
 - $2 < DS < 2,5$ (diwakili DS=2,26)
 - $DS > 2,5$ (diwakili DS=2,76)

DS yang mewakili merupakan nilai tengah dari rentang DS, kecuali untuk rentang $1 < DS < 1,5$. Pada rentang ini tidak diwakili DS=-1,25 dengan pertimbangan pada *split* arus 50:50 masing-masing pendekat belum mengalami kejenuhan (DS masing-masing pendekat=0,625).

- d. Arus kedatangan setelah 300 detik pertama sampai akhir waktu pengamatan (detik ke 3600) adalah arus tidak jenuh, dengan asumsi besar derajat kejenuhan total (DS) sebesar 0,71.

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas, besar arus kedatangan lewat jenuh yang terjadi pada 300 detik pertama yang digunakan pada penelitian dalam satuan smp/jam disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Asumsi Arus Kedatangan pada 300 detik Pertama (smp/jam)

s efektif	Derajat Kejenuhan Total (2 pendekat) :			
	1,44	1,86	2,26	2,76
smp/jam	smp/jam	smp/jam	smp/jam	smp/jam
1.697	2.444	3.156	3.835	4.684
<i>Split 50:50</i>				
pendekat 1	1.222	1.578	1.918	2.342
pendekat 2	1.222	1.578	1.918	2.342

4.1.2. Skenario Kedatangan Kendaraan

Seperti telah dijelaskan pada sub bab 4.1.1, kedatangan kendaraan diasumsikan merupakan kedatangan lewat jenuh pada 300 detik pertama. Simulasi satuan waktu atau periode pengamatan kedatangan kendaraan adalah:

- a. Periode pengamatan 300 detik
- b. Periode pengamatan 240 detik
- c. Periode pengamatan 180 detik
- d. Periode pengamatan 120 detik

Kedatangan tersebut diukur oleh alat deteksi kendaraan, yang pada penelitian diasumsikan berjarak dalam satuan waktu dengan garis henti. Lokasi detektor pertama untuk identifikasi kedatangan kendaraan berdasarkan jarak dari garis henti untuk masing-masing periode pengamatan kedatangan kendaraan berdasarkan variasi kecepatan rata-rata kendaraan disajikan pada Tabel 4.3. Pada Tabel 4.3. terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan rata-rata kendaraan maka semakin jauh lokasi detektor pertama dari garis henti. Misalnya apabila kecepatan rata-rata kendaraan adalah 60 km/jam, maka lokasi detektor pertama adalah 5000 meter atau 5 km dari garis henti, suatu jarak yang relatif jauh dan menimbulkan bias dalam prediksi kedatangan kendaraan. Untuk mencegah bias

dalam deteksi kedatangan kendaraan, maka diperlukan pemasangan detektor kendaraan pada jarak yang lebih dekat dengan garis henti.

Tabel 4.3. Lokasi Detektor Pertama dari Garis Henti Berdasarkan Kecepatan Rata-Rata Kendaraan Pada Ruas Jalan

kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan	periode pengamatan	jarak detektor dari garis henti
km/jam	detik	meter
20	300	1667
	240	1333
	180	1000
	120	667
30	300	2500
	240	2000
	180	1500
	120	1000
40	300	3333
	240	2667
	180	2000
	120	1333
50	300	4167
	240	3333
	280	3889
	120	1667
60	300	5000
	240	4000
	180	3000
	120	2000

Akumulasi arus kedatangan lewat jenuh 300 detik pertama untuk setiap periode pengamatan berdasarkan kedatangan kendaraan untuk periode pengamatan 300 detik dan *split* arus kedatangan per pendekat sebesar 50:50 pada masing-masing pendekat disajikan pada Tabel 4.4.

Contoh perhitungan untuk masing-masing periode adalah sebagai berikut:

a. Periode pengamatan 300 detik :

- kedatangan kendaraan 300 detik pertama pada DS=1,44 adalah:
 $1,44 * 1697 * 300 / 3600 = 204$ smp.

- Bila *split* arus per pendekat adalah 50:50, maka arus kedatangan lewat jenuh untuk DS =1,44 untuk masing-masing pendekat adalah 102 smp.

b. Periode pengamatan 240 detik :

- kedatangan kendaraan 300 detik pertama pada DS=1,44 adalah:
detik 0-240 : $1,44 * 1697 * 240 / 3600 = 164$ smp.
detik 241-480 : karena arus lewat jenuh terjadi pada 300 detik pertama, maka pada detik ke 241-300 memiliki DS=1,44 dan pada detik 301-480 memiliki DS=0,71 (asumsi tidak jenuh sesuai uraian sub bab 4.1.1), sehingga DS rata-rata menjadi : $[(1,44 * (300 - 240)) + (0,71 * (480 - 300))] * 1 / 240 = 0,8925$.
Akumulasi arus kedatangan pada detik ke 241-480 adalah: $164 + (0,8925 * 1697 * 240 / 3600) = 264$ smp.
- Bila *split* arus per pendekat adalah 50:50, maka arus kedatangan lewat jenuh untuk DS =1,44 untuk masing-masing pendekat adalah:

detik 0-240 : 82 smp.
detik 241-480 : 132 smp

c. Periode pengamatan 180 detik :

- kedatangan kendaraan 300 detik pertama pada DS=1,44 adalah:
detik 0-180 : $1,44 * 1697 * 180 / 3600 = 122$ smp.
detik 181-360: karena arus lewat jenuh terjadi pada 300 detik pertama, maka pada detik ke 181-300 memiliki DS=1,44 dan pada detik 301-360 memiliki DS=0,71 (asumsi tidak jenuh sesuai uraian sub bab 4.1.1), sehingga DS rata-rata menjadi : $[(1,44 * (300 - 180)) + (0,71 * (360 - 300))] * 1 / 180 = 1,1967$.
Akumulasi arus kedatangan pada detik ke 181-360 adalah: $122 + (1,1967 * 1697 * 180 / 3600) = 224$ smp
- Bila *split* arus per pendekat adalah 50:50, maka arus kedatangan lewat jenuh untuk DS =1,44 untuk masing-masing pendekat adalah:
detik 0-180 : 61 smp.
detik 181-360 : 112 smp

d. Periode pengamatan 120 detik :

- Akumulasi kedatangan kendaraan 300 detik pertama pada DS=1,44 adalah:

detik 0-120 : $1,44 * 1697 * 120 / 3600 = 82$ smp.

detik 121-240 : $82 + (1,44 * 1697 * 120 / 3600) = 164$ smp.

detik 241-360 : karena arus lewat jenuh terjadi pada 300 detik pertama, maka pada detik ke 241-300 memiliki DS=1,44 dan pada detik 301-360 memiliki DS=0,71 (asumsi tidak jenuh sesuai uraian sub bab 4.1.1), sehingga DS rata-rata menjadi : $[(1,44 * (300-240) + \{0,71 * (360-300)\})] * 1 / 120 = 1,075$. Akumulasi arus kedatangan pada detik ke 241-360 adalah: $164 + (1,075 * 1697 * 120 / 3600) = 224$ smp

- Bila *split* arus per pendekat adalah 50:50, maka arus kedatangan lewat jenuh untuk DS =1,44 untuk masing-masing pendekat adalah:

detik 0-120 : 41 smp.

detik 121-240 : 82 smp

detik 241-360 : 112 smp

Tabel 4.4. Asumsi Akumulasi Arus Kedatangan per Periode Berdasarkan Data
Periode 300 detik-Split 50:50 (smp)

periode pengamatan (detik)	pendekat	detik ke	Derajat Kejenuhan Total (2 pendekat) :			
			1.44	1.86	2.26	2.76
300	pendekat 1	300	102	132	160	195
	pendekat 2	300	102	132	160	195
240	pendekat 1	240	82	105	128	156
		480	132	162	190	225
	pendekat 2	240	82	105	128	156
		480	132	162	190	225
180	pendekat 1	180	61	79	96	117
		360	112	142	170	205
	pendekat 2	180	61	79	96	117
		360	112	142	170	205
120	pendekat 1	120	41	53	64	78
		240	82	106	128	156
		360	112	142	170	205
	pendekat 2	120	41	53	64	78
		240	82	106	128	156
		360	112	142	170	205

4.1.3. Skenario Simulasi

Sebagai kesimpulan dari uraian variasi derajat kejenuhan total (DS) dan periode pengamatan kedatangan kendaraan, maka skenario simulasi kontrol lalu lintas bersinyal di LPRJ pada kondisi arus lewat jenuh adalah sebagai berikut:

- Asumsi lama waktu pengamatan kedatangan kendaraan adalah 1 jam (3600 detik).
- Variasi derajat kejenuhan total (DS) pada 300 detik pertama adalah: 1,44; 1,86; 2,26 dan 2,76
- Arus kedatangan lewat jenuh terjadi pada 300 detik pertama dengan berbagai variasi nilai DS. Arus kedatangan setelah 300 detik pertama sampai akhir waktu pengamatan (detik ke 3600) adalah arus tidak jenuh, dengan asumsi besar derajat kejenuhan total (DS) sebesar 0,71.
- Simulasi satuan waktu atau periode pengamatan kedatangan kendaraan adalah: 300 detik, 240 detik, 180 detik, 120 detik.

Simulasi kontrol lalu lintas bersinyal dengan variasi DS yang merupakan arus lewat jenuh pada 300 detik pertama dan variasi periode pengamatan di atas, diterapkan pada LPRJ dengan variasi panjang LPRJ (10 meter sampai 200 meter), variasi kecepatan rata-rata pada LPRJ (20 km/jam dan 30 km/jam) dan variasi panjang waktu siklus (120 detik, 150 detik, 180 detik, 210 detik, 240 detik) seperti disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Skenario Simulasi Kontrol Lalu Lintas Bersinyal pada LPRJ

Kecep. LPRJ (km/jam)	Panjang LPRJ (meter)	Waktu siklus (detik)	Kecep. LPRJ (km/am)	Panjang LPRJ (meter)	Waktu siklus (detik)
20	10	120,150,180,210,240	30	10	120,150,180,210,240
	15	120,150,180,210,240		15	120,150,180,210,240
	25	120,150,180,210,240		25	120,150,180,210,240
	50	120,150,180,210,240		50	120,150,180,210,240
	75	120,150,180,210,240		75	120,150,180,210,240
	100	120,150,180,210,240		100	120,150,180,210,240
	125	120,150,180,210,240		125	120,150,180,210,240
	150	120,150,180,210,240		150	120,150,180,210,240
	175	120,150,180,210,240		175	120,150,180,210,240
	200	120,150,180,210,240		200	120,150,180,210,240

4.2. Hasil Simulasi

4.2.1. Simulasi dengan Derajat Kejenuhan Total (DS) 1,44

Ringkasan hasil simulasi pada DS=1,44 dan *split* arus lalu lintas untuk kedua pendekatan 50:50 untuk kondisi kecepatan rata-rata pada LPRJ (S_w) 20 km/jam disajikan pada Tabel 4.6, sedangkan untuk $S_w=30$ km/jam disajikan pada Tabel 4.7. Hasil pada kedua Tabel menunjukkan bahwa untuk setiap panjang LPRJ (L_w), hasil tundaan total *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh dibandingkan dalam persentase terhadap nilai pada periode pengamatan 120 detik dan waktu siklus 120 detik.

Pada kedua kecepatan yang dimulasikan, nilai *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh sama untuk seluruh periode pengamatan arus kedatangan kendaraan (120 detik, 180 detik, 240 detik dan 300 detik). Kesamaan nilai *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh ini disebabkan oleh besar *input* arus yang sama sekalipun periode pengamatan *input* arus kedatangan tersebut berbeda. Hasil simulasi dengan DS=1,44 juga menunjukkan bahwa

panjang LPRJ (L_w) maksimum yang dapat dilayani pada $Sw=20$ km/jam adalah 125 meter, sedangkan pada $Sw=30$ km/jam adalah 200 meter.

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa pada $L_w=10$ meter, rentang periode pengamatan 120 detik sampai 240 detik, nilai tundaan total menurun sejalan dengan meningkatnya periode pengamatan, namun tundaan kembali meningkat setelah periode pengamatan 240 detik. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada $L_w=10$ meter, untuk seluruh *input* waktu siklus (c), nilai tundaan total terkecil terjadi pada periode pengamatan 240 detik. Sedangkan pada $L_w>10$ meter, pada waktu siklus 120 detik, 150 detik, 180 detik dan 210 detik, kondisi yang sama terjadi dengan $L_w=10$ meter. Kondisi berbeda terjadi pada waktu siklus 240 detik. Pada $c=240$ detik, nilai tundaan total menurun sejalan dengan meningkatnya periode pengamatan, dan tundaan total terkecil terjadi pada periode pengamatan 300 detik. Sekalipun demikian, perbedaan nilai tundaan total antara periode pengamatan 300 detik dengan 240 detik untuk setiap nilai L_w tidak signifikan, yaitu kurang dari 1%.

Sedangkan pada $Sw=30$ km/jam, pada seluruh *input* waktu siklus, tundaan total terbesar juga terjadi pada periode pengamatan 120 detik. Tabel 4.7. menunjukkan bahwa pada $L_w=10$ meter dan rentang periode pengamatan 120 detik sampai 240 detik, nilai tundaan total menurun sejalan dengan meningkatnya periode pengamatan, namun tundaan kembali meningkat setelah periode pengamatan 240 detik. Pada $L_w>10$ meter, tundaan total terkecil terjadi pada periode pengamatan 300 detik dengan perbedaan nilai tundaan total antara periode pengamatan 300 detik dengan 240 detik yang tidak signifikan, yaitu kurang dari 1%.

Tabel 4.6. Perbandingan Kinerja pada DS=1,44, Sw=20 km/jam

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				throughput rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh
		Periode pengamatan (detik)				Periode pengamatan (detik)				
		120	180	240	300	120	180	240	300	
meter	(detik)									detik
10	120	38.636	37.596	37.436	38.492	1555,58	1555,58	1555,58	1555,58	1080
	150	36.470	32.670	32.270	34.820	1583,87	1583,87	1583,87	1583,87	1050
	180	37.719	30.159	28.539	30.231	1602,72	1602,72	1602,72	1602,72	1080
	210	41.061	31.471	27.096	27.999	1616,19	1616,19	1616,19	1616,19	1050
	240	47.675	35.835	27.995	27.803	1626,29	1626,29	1626,29	1626,29	960
	120	100,00%	97,31%	96,89%	99,63%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	150	94,40%	84,56%	83,53%	90,13%	101,82%	101,82%	101,82%	101,82%	97,22%
	180	97,63%	78,06%	73,87%	78,25%	103,03%	103,03%	103,03%	103,03%	100,00%
	210	106,28%	81,46%	70,13%	72,47%	103,90%	103,90%	103,90%	103,90%	97,22%
	240	123,40%	92,75%	72,46%	71,96%	104,55%	104,55%	104,55%	104,55%	88,89%
	120	52.260	51.220	51.060	52.116	1484,88	1484,88	1484,88	1484,88	1320
	150	45.390	41.590	41.190	43.740	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1200
180	45.356	37.796	36.176	37.868	1555,58	1555,58	1555,58	1555,58	1080	
210	47.248	37.658	33.283	34.186	1575,79	1575,79	1575,79	1575,79	1050	
240	52.200	40.360	32.520	32.328	1590,94	1590,94	1590,94	1590,94	960	
120	100,00%	98,01%	97,70%	99,72%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
150	86,85%	79,58%	78,82%	83,70%	102,86%	102,86%	102,86%	102,86%	90,91%	
180	86,79%	72,32%	69,22%	72,46%	104,76%	104,76%	104,76%	104,76%	81,82%	
210	90,41%	72,06%	63,69%	65,41%	106,12%	106,12%	106,12%	106,12%	79,55%	
240	99,88%	77,23%	62,23%	61,86%	107,14%	107,14%	107,14%	107,14%	72,73%	
120	107.440	106.400	106.240	107.296	1357,60	1357,60	1357,60	1357,60	2400	
150	71.784	67.984	67.584	70.134	1425,48	1425,48	1425,48	1425,48	1800	
180	62.429	54.869	53.249	54.941	1470,73	1470,73	1470,73	1470,73	1440	
210	59.806	50.216	45.841	46.744	1503,06	1503,06	1503,06	1503,06	1260	
240	61.740	49.900	42.060	41.868	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1200	
120	100,00%	99,03%	98,88%	99,87%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
150	66,81%	63,28%	62,90%	65,28%	105,00%	105,00%	105,00%	105,00%	75,00%	
180	58,11%	51,07%	49,56%	51,14%	108,33%	108,33%	108,33%	108,33%	60,00%	
210	55,66%	46,74%	42,67%	43,51%	110,71%	110,71%	110,71%	110,71%	52,50%	
240	57,46%	46,44%	39,15%	38,97%	112,50%	112,50%	112,50%	112,50%	50,00%	
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150	143.231	139.431	139.031	141.581	1323,66	1323,66	1323,66	1323,66	3150	
180	94.828	87.268	85.648	87.340	1385,88	1385,88	1385,88	1385,88	2160	
210	80.021	70.431	66.056	66.959	1430,33	1430,33	1430,33	1430,33	1680	
240	76.225	64.385	56.545	56.353	1463,66	1463,66	1463,66	1463,66	1440	
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150	100,00%	97,35%	97,07%	98,85%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
180	66,21%	60,93%	59,80%	60,98%	104,70%	104,70%	104,70%	104,70%	68,57%	
210	55,87%	49,17%	46,12%	46,75%	108,06%	108,06%	108,06%	108,06%	53,33%	
240	53,22%	44,95%	39,48%	39,34%	110,58%	110,58%	110,58%	110,58%	45,71%	
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
210	118.667	109.077	105.605	105.605	1357,60	1357,60	1357,60	1357,60	2520	
240	99.667	87.827	79.795	79.795	1400,03	1400,03	1400,03	1400,03	1920	
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
210	100,00%	91,92%	88,99%	88,99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
240	83,99%	74,01%	67,24%	67,24%	103,13%	103,13%	103,13%	103,13%	76,19%	
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
240	144.802	132.962	125.122	124.930	1336,39	1336,39	1336,39	1336,39	2880	
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
240	100,00%	91,82%	86,41%	86,28%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

Keterangan : dibandingkan terhadap nilai kinerja pada periode pengamatan dan waktu siklus terkecil dari setiap panjang LPRJ

Tabel 4.7. Perbandingan Kinerja pada DS=1,44, Sw=30 km/jam

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				throughput rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)				
		120	180	240	300	120	180	240	300	
meter	(detik)									detik
10	120	36.345	35.305	35.145	36.201	1569,73	1569,73	1569,73	1569,73	1080
	150	34.738	30.938	30.538	33.088	1595,18	1595,18	1595,18	1595,18	1050
	180	36.192	28.632	27.012	28.704	1612,15	1612,15	1612,15	1612,15	1080
	210	39.823	30.233	25.858	27.999	1624,27	1624,27	1624,27	1616,19	1050
	240	46.770	34.930	27.090	26.898	1633,36	1633,36	1633,36	1633,36	960
	120	100%	97%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	96%	85%	84%	91%	102%	102%	102%	102%	97%
	180	100%	79%	74%	79%	103%	103%	103%	103%	100%
	210	110%	83%	71%	77%	103%	103%	103%	103%	97%
	240	129%	96%	75%	74%	104%	104%	104%	104%	89%
25	120	43.260	42.220	42.060	43.116	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1200
	150	39.935	36.135	35.735	38.285	1561,24	1561,24	1561,24	1561,24	1050
	180	40.774	33.214	31.594	33.286	1583,87	1583,87	1583,87	1583,87	1080
	210	43.536	33.946	29.571	30.474	1600,03	1600,03	1600,03	1600,03	1050
	240	49.485	37.645	29.805	29.613	1612,15	1612,15	1612,15	1612,15	960
	120	100%	98%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	92%	84%	83%	89%	102%	102%	102%	102%	88%
	180	94%	77%	73%	77%	104%	104%	104%	104%	90%
	210	101%	78%	68%	70%	105%	105%	105%	105%	88%
	240	114%	87%	69%	68%	106%	106%	106%	106%	80%
50	120	64.212	63.172	63.012	64.068	1442,45	1442,45	1442,45	1442,45	1560
	150	52.193	48.393	47.993	50.543	1493,36	1493,36	1493,36	1493,36	1350
	180	49.510	41.950	40.330	42.022	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1260
	210	49.115	39.525	35.150	36.053	1551,54	1551,54	1551,54	1551,54	1260
	240	53.255	41.415	33.575	33.383	1569,73	1569,73	1569,73	1569,73	1200
	120	148%	146%	146%	148%	94%	94%	94%	94%	130%
	150	121%	112%	111%	117%	98%	98%	98%	98%	113%
	180	114%	97%	93%	97%	100%	100%	100%	100%	105%
	210	114%	91%	81%	83%	102%	102%	102%	102%	105%
	240	123%	96%	78%	77%	103%	103%	103%	103%	100%
75	120	107.440	106.400	106.240	107.296	1357,60	1357,60	1357,60	1357,60	2400
	150	71.784	67.984	67.584	70.134	1425,48	1425,48	1425,48	1425,48	1800
	180	62.429	54.869	53.249	54.941	1470,73	1470,73	1470,73	1470,73	1440
	210	59.806	50.216	45.841	46.744	1503,06	1503,06	1503,06	1503,06	1260
	240	61.740	49.900	42.060	41.868	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1200
	120	100%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	67%	63%	63%	65%	105%	105%	105%	105%	75%
	180	58%	51%	50%	51%	108%	108%	108%	108%	60%
	210	56%	47%	43%	44%	111%	111%	111%	111%	53%
	240	57%	46%	39%	39%	113%	113%	113%	113%	50%
100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	109.570	105.770	105.370	107.920	1357,60	1357,60	1357,60	1357,60	2400
	180	81.465	73.905	72.285	73.977	1414,17	1414,17	1414,17	1414,17	1800
	210	70.518	60.928	56.553	57.456	1454,57	1454,57	1454,57	1454,57	1680
	240	70.116	58.276	50.436	50.244	1484,88	1484,88	1484,88	1484,88	1440
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	100%	97%	96%	98%	100%	100%	100%	100%	100%
125	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	113.717	106.157	104.537	106.229	1357,60	1357,60	1357,60	1357,60	2520
	210	89.906	80.316	75.941	76.844	1406,09	1406,09	1406,09	1406,09	1890
	240	82.080	70.240	62.400	62.208	1442,45	1442,45	1442,45	1442,45	1680
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	100%	93%	92%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	
210	79%	71%	67%	68%	104%	104%	104%	104%	75%	
240	72%	62%	55%	55%	106%	106%	106%	106%	67%	

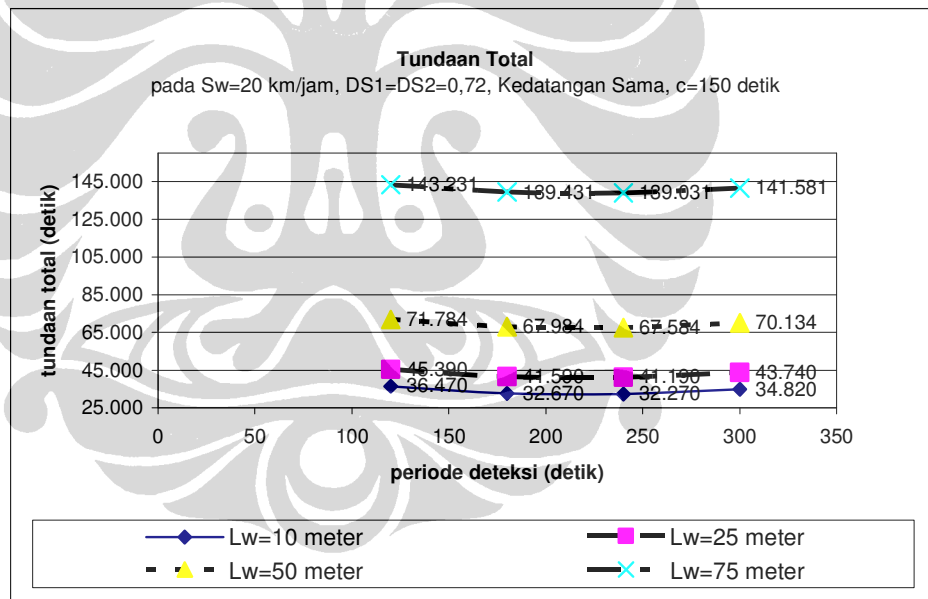
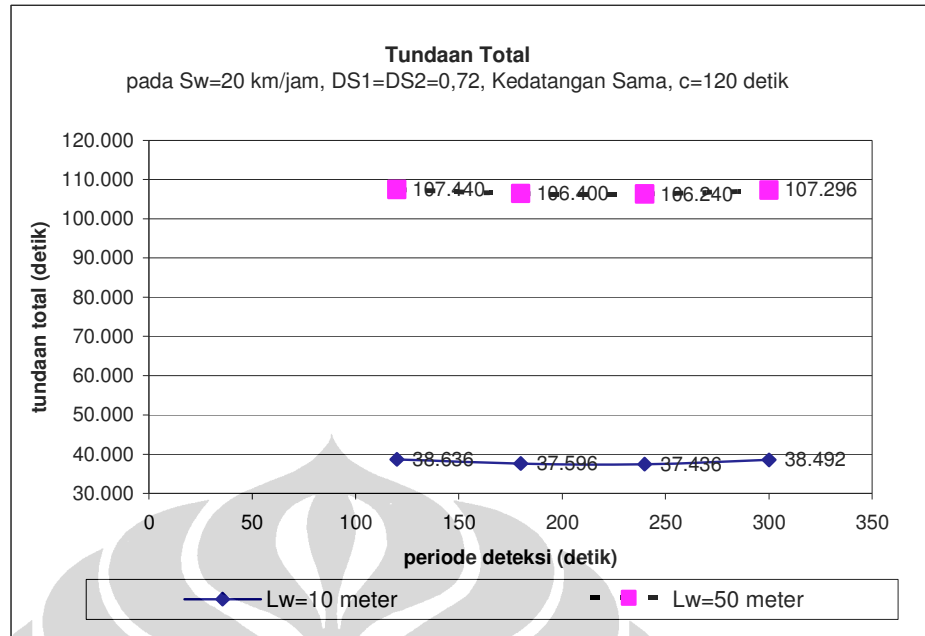
Lanjutan Tabel 4.7

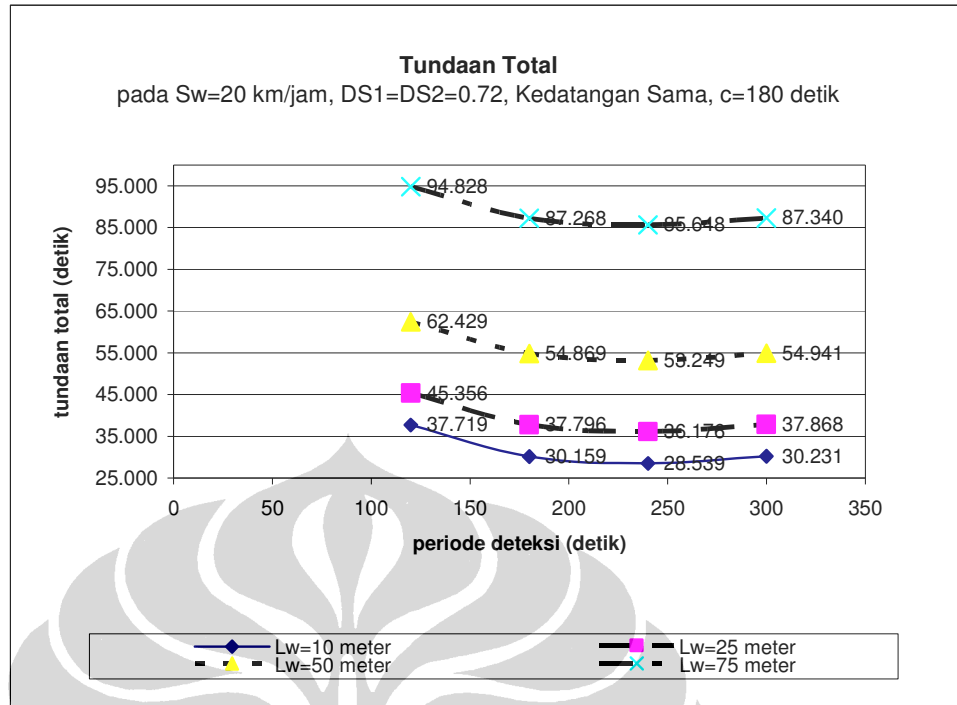
Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				throughput rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)				
		120	180	240	300	120	180	240	300	
meter	(detik)	120	180	240	300	120	180	240	300	detik
150	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	118.667	109.077	104.702	105.605	1357.60	1357.60	1357.60	1357.60	2520
	240	99.667	87.827	79.987	79.795	1400.03	1400.03	1400.03	1400.03	1920
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	100%	92%	88%	89%	100%	100%	100%	100%	100%
240	84%	74%	67%	67%	103%	103%	103%	103%	76%	
175	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	173.724	164.134	159.759	160.662	1309.11	1309.11	1309.11	1309.11	3570
	240	125.920	114.080	106.240	106.048	1357.60	1357.60	1357.60	1357.60	2400
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	100%	94%	92%	92%	100%	100%	100%	100%	100%
240	72%	66%	61%	61%	104%	104%	104%	104%	67%	
200	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	240	171.246	159.406	151.566	151.374	1315.18	1315.18	1315.18	753.59	3360
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	100%	93%	89%	88%	100%	100%	100%	57%	100%	

Keterangan : dibandingkan terhadap nilai kinerja pada periode pengamatan dan waktu siklus terkecil dari setiap panjang LPRJ

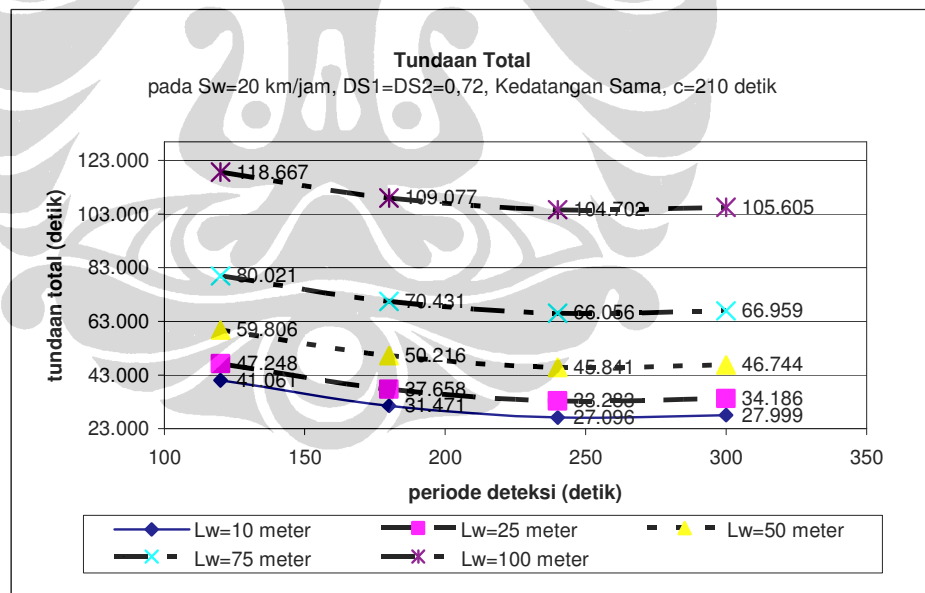
Periode Pengamatan Optimal

Hasil simulasi pada DS=1,44, *split* arus lalu lintas untuk kedua pendekatan 50:50 dan Sw=20 km/jam disajikan pada Gambar 4.1a sampai dengan Gambar 4.1e. Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada seluruh *input* waktu siklus (120 detik, 150 detik, 180 detik, 210 detik dan 240 detik), tundaan total terkecil pada periode pengamatan 240 detik. Kecenderungan yang sama juga terjadi pada Sw=30 km/jam, dimana tundaan total terkecil pada periode pengamatan 240 detik untuk seluruh *input* waktu siklus. Hasil simulasi pada Sw=30 km/jam disajikan pada Gambar 4.2a sampai Gambar 4.2e.

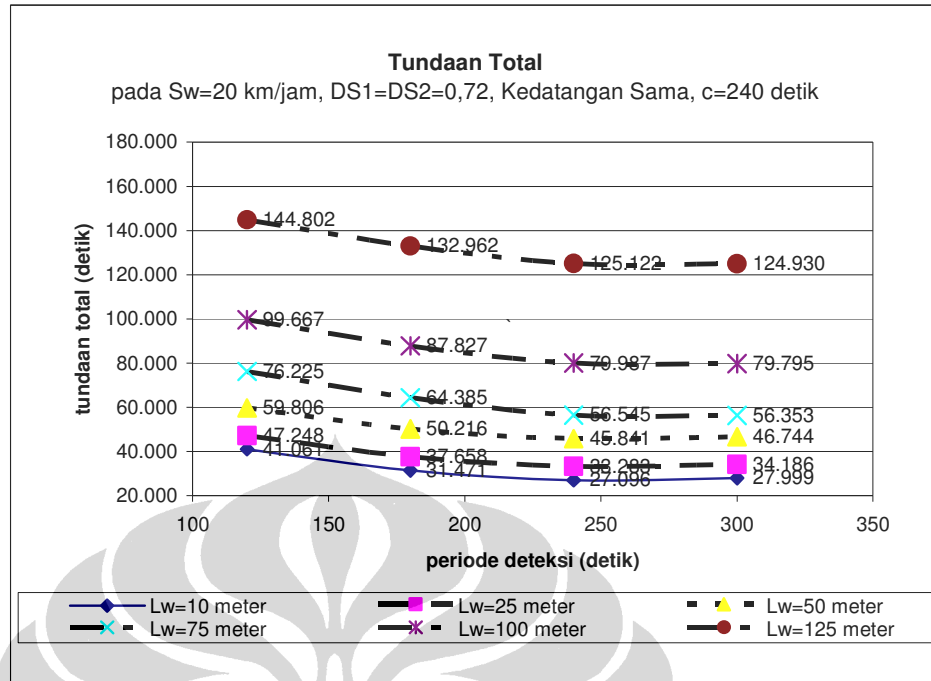




(c)

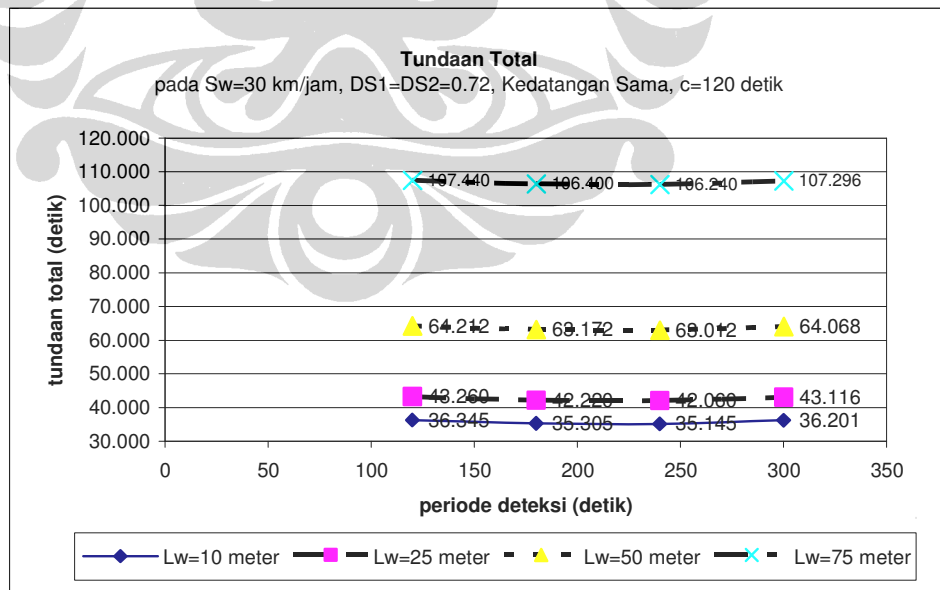


(d)

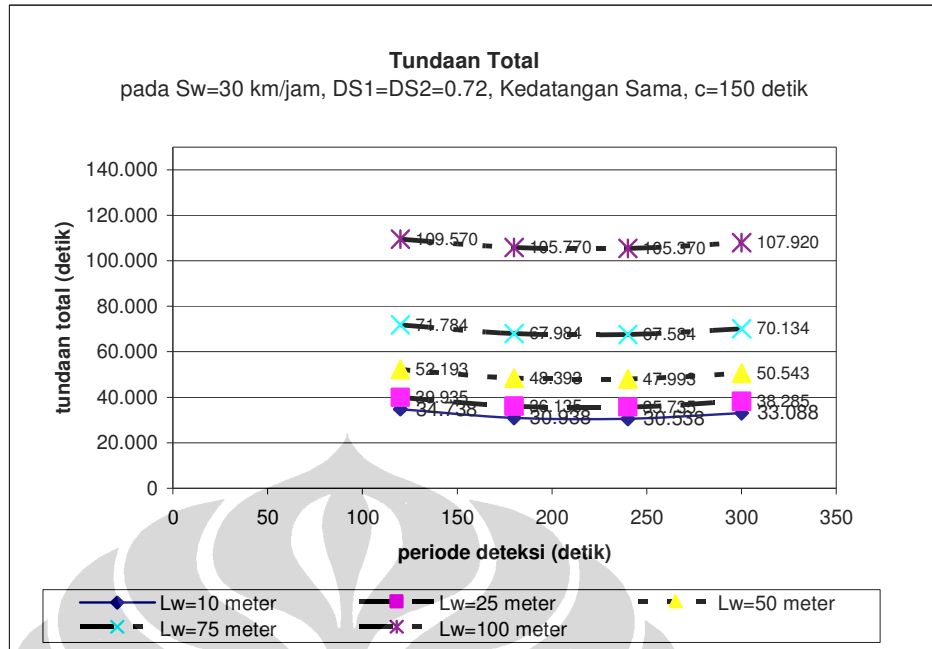


(e)

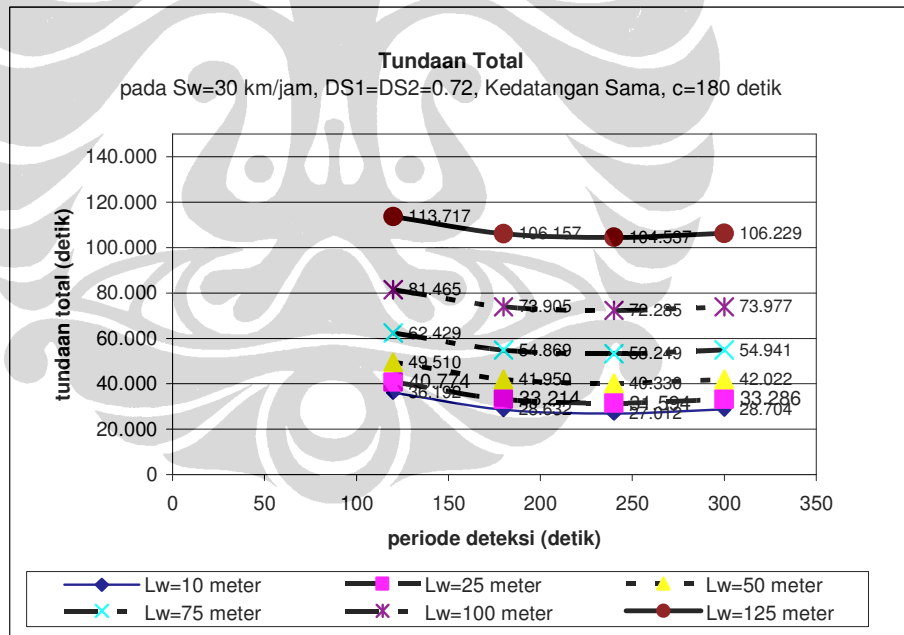
Gambar 4.1. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada DS = 1,44 dan Sw=20 km/jam Terhadap Variasi Periode Pengamatan dan Waktu Siklus



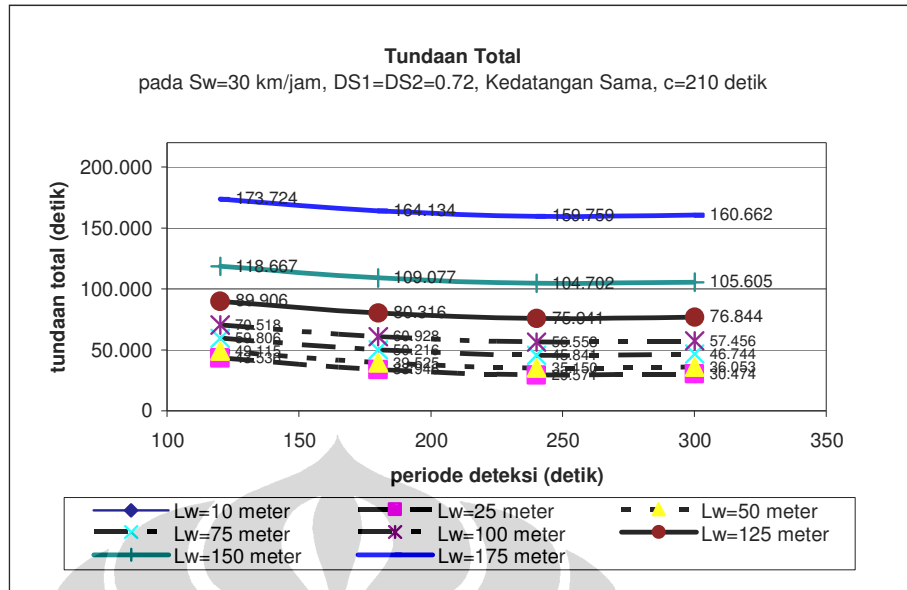
(a)



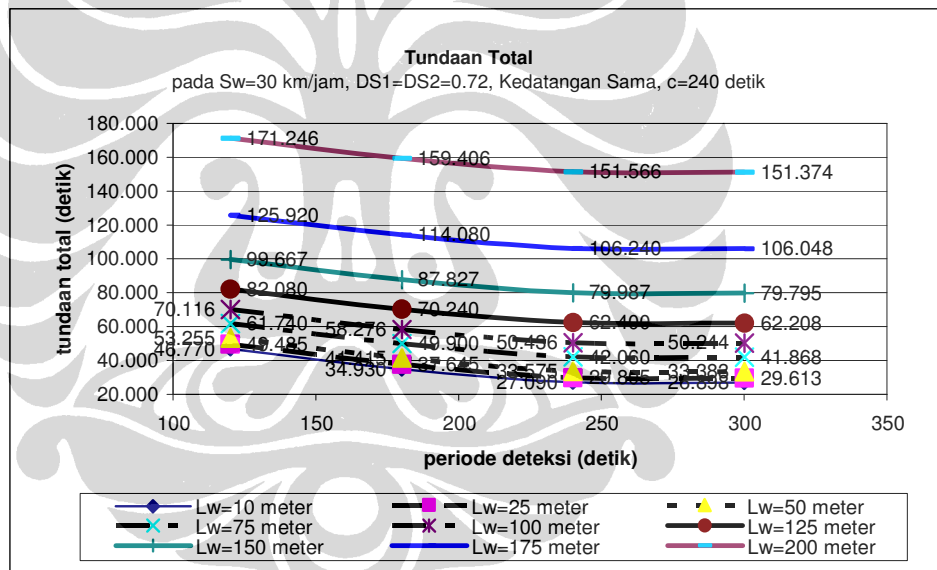
(b)



(c)



(d)

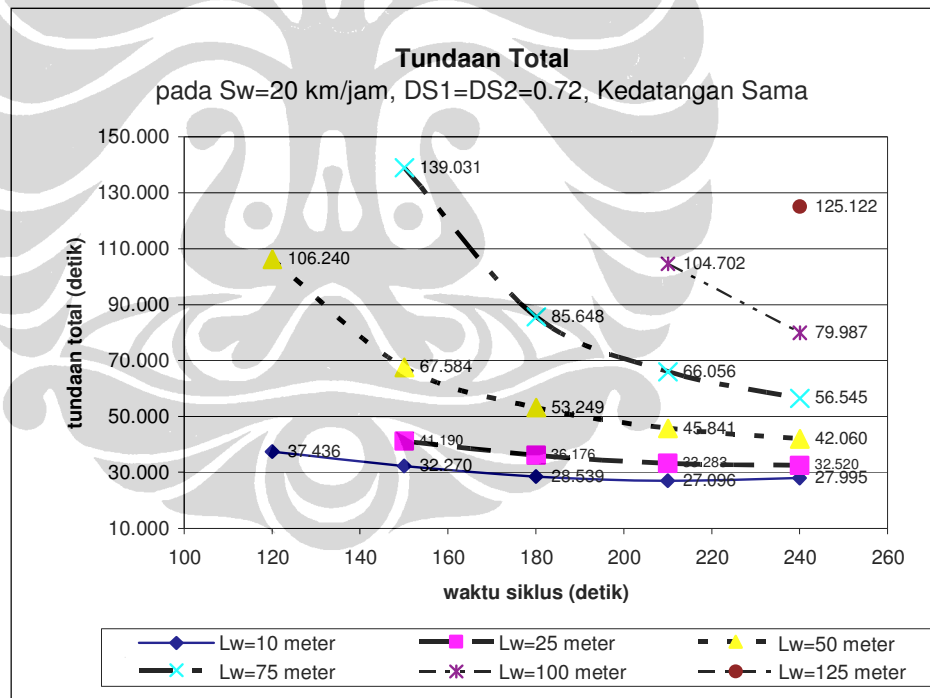


(e)

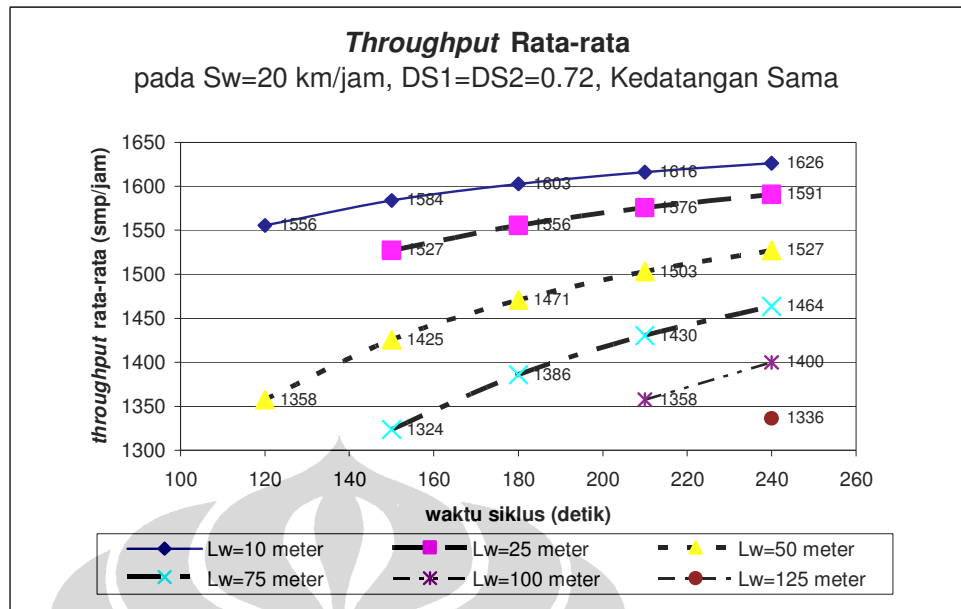
Gambar 4.2. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada DS = 1,44 dan Sw=30 km/jam Terhadap Variasi Periode Pengamatan dan Waktu Siklus

Waktu Siklus Optimal

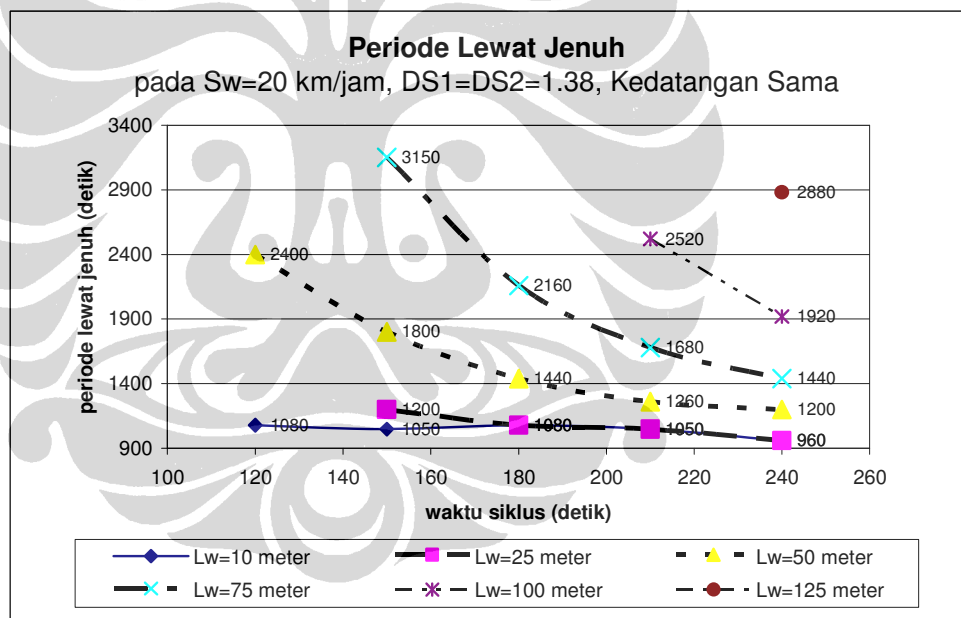
Rangkuman kinerja kontrol lalu lintas bersinyal pada variasi waktu siklus 120 detik, 150 detik, 180 detik, 210 detik dan 240 detik berupa tundaan total, *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh untuk $DS=1,44$, periode pengamatan arus kedatangan 240 detik pada $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam disajikan pada Gambar 4.3a sampai Gambar 4.3c dan Gambar 4.4a sampai Gambar 4.4c. Kedua Gambar menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu siklus menimbulkan hasil semakin kecil tundaan total, semakin besar *throughput* rata-rata dan semakin menurunnya lama periode lewat jenuh. Seperti telah disajikan pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7, untuk setiap Lw , perbedaan kinerja pada waktu siklus 240 detik dibandingkan dengan waktu siklus 120 detik berada pada rentang 20%-30% untuk tundaan total, 3%-12% untuk *throughput* rata-rata dan 10%-50% untuk lama periode lewat jenuh.



(a)

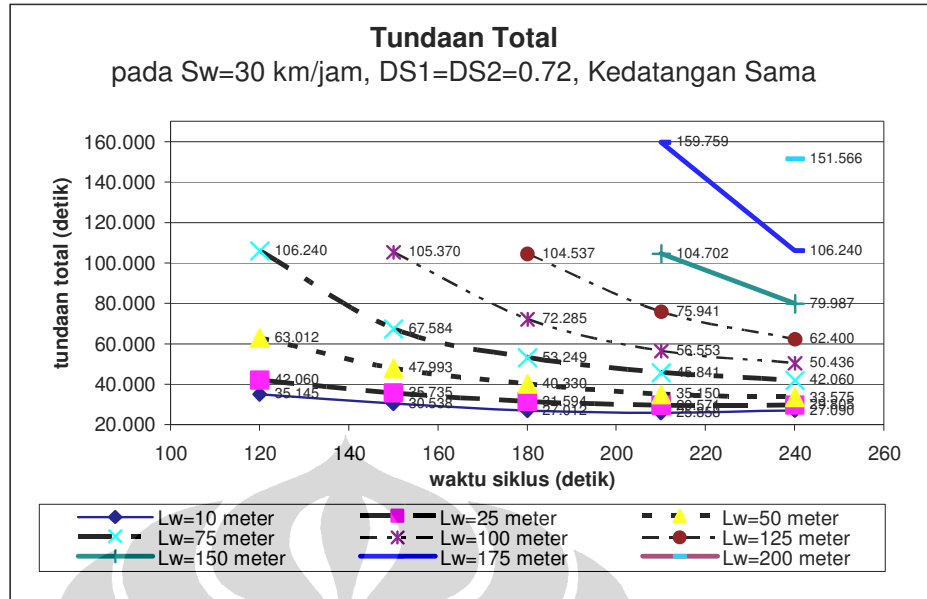


(b)

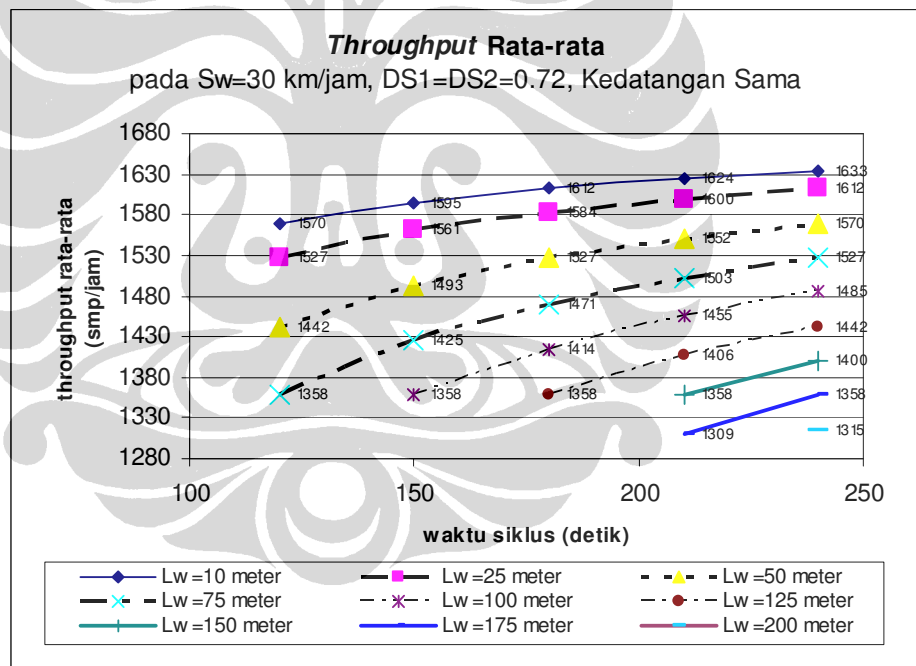


(c)

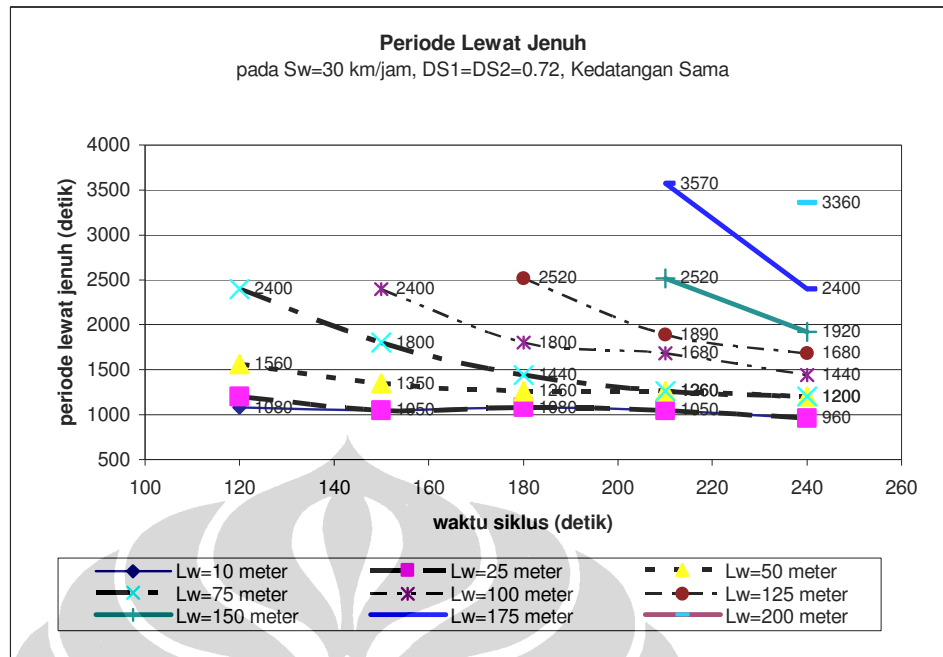
Gambar 4.3. Kontrol Lalu Lintas di LPRJ Pada Periode Pengamatan 240 detik, $DS=1,44$ dan $Sw=20$ km/jam Terhadap Waktu Siklus



a)



b)



(c)

Gambar 4.4. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada Periode Pengamatan 240 detik, $DS=1,44$ dan $Sw=30$ km/jam Terhadap Waktu Siklus

Pada Tabel 4.8 disajikan persentase perbedaan kinerja antar waktu siklus pada $DS=1,44$, periode pengamatan 240 detik. Persentase perbedaan ini dibandingkan terhadap nilai tundaan total, *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh pada $c=120$ detik. Bila dibandingkan dengan kinerja pada $c=120$ detik, nilai tundaan total pada $c=240$ detik menurunkan tundaan total 40%-60%, meningkatkan *throughput* rata-rata 3%-11% dan menurunkan lama periode lewat jenuh 10%-30%.

Perbedaan kinerja antara simulasi pada $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam dengan $DS=1,44$, periode pengamatan 240 detik disajikan pada Tabel 4.9. Pada Tabel ini terlihat bahwa peningkatan kecepatan rata-rata pada LPRJ dari 20 km/jam menjadi 30 km/jam menimbulkan peningkatan kinerja yang cukup signifikan.

Tabel 4.8. Persentase Perbedaan Kinerja Antar Waktu Siklus Pada $DS=1,44$ -
Periode Pengamatan 240 Detik

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
meter	detik	detik	smp/jam	detik	detik	smp/jam	detik
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam		
10	120	37.436	1555,58	1080	35.145	1.570	1.080
	150	32.270	1583,87	1050	30.538	1.595	1.050
	180	28.539	1602,72	1080	27.012	1.612	1.080
	210	27.096	1616,19	1050	25.858	1.624	1.050
	240	27.995	1626,29	960	27.090	1.633	960
	120	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	86%	102%	97%	87%	102%	97%
	180	76%	103%	100%	77%	103%	100%
	210	72%	104%	97%	74%	103%	97%
	240	75%	105%	89%	77%	104%	89%
25	120	51.060	1484,88	1320	42.060	1.527	1.200
	150	41.190	1527,30	1200	35.735	1.561	1.050
	180	36.176	1555,58	1080	31.594	1.584	1.080
	210	33.283	1575,79	1050	29.571	1.600	1.050
	240	32.520	1590,94	960	29.805	1.612	960
	120	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	81%	103%	91%	85%	102%	88%
	180	71%	105%	82%	75%	104%	90%
	210	65%	106%	80%	70%	105%	88%
	240	64%	107%	73%	71%	106%	80%
50	120	106.240	1357,60	2400	63.012	1.442	1.560
	150	67.584	1425,48	1800	47.993	1.493	1.350
	180	53.249	1470,73	1440	40.330	1.527	1.260
	210	45.841	1503,06	1260	35.150	1.552	1.260
	240	42.060	1527,30	1200	33.575	1.570	1.200
	120	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	64%	105%	75%	76%	104%	87%
	180	50%	108%	60%	64%	106%	81%
	210	43%	111%	53%	56%	108%	81%
	240	40%	113%	50%	53%	109%	77%
75	120	-	-	-	106.240	1.358	2.400
	150	139.031	1323,66	3150	67.584	1.425	1.800
	180	85.648	1385,88	2160	53.249	1.471	1.440
	210	66.056	1430,33	1680	45.841	1.503	1.260
	240	56.545	1463,66	1440	42.060	1.527	1.200
	120	-	-	-	99%	100%	100%
	150	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	180	62%	105%	69%	79%	103%	80%
	210	48%	108%	53%	68%	105%	70%
	240	41%	111%	46%	62%	107%	67%

Lanjutan Tabel 4.8.

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
meter	detik	detik	smp/jam	detik	detik	smp/jam	detik
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam		
100	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	105.370	1.358	2.400
	180	-	-	-	72.285	1.414	1.800
	210	105.605	1357.60	2520	56.553	1.455	1.680
	240	79.795	1400,03	1920	50.436	1.485	1.440
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	96%	100%	100%
	180	-	-	-	66%	104%	75%
	210	100%	100%	100%	100%	100%	100%
240	76%	103%	76%	89%	102%	86%	
125	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	104.537	1.358	2.520
	210	-	-	-	75.941	1.406	1.890
	240	125.122	1336,39	2880	62.400	1.442	1.680
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	100%	100%	100%
	210	-	-	-	73%	104%	75%
240	100%	100%	100%	60%	106%	67%	
150	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	104.702	1.358	2.520
	240	-	-	-	79.987	1.400	1.920
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	100%	100%	100%
240	-	-	-	76%	103%	76%	
175	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	159.759	1.309	3.570
	240	-	-	-	106.240	1.358	2.400
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	100%	100%	100%
240	-	-	-	67%	104%	67%	
200	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-
	240	-	-	-	151.566	1.315	3.360
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	100%	100%	100%	

Tabel 4.9. Persentase Perbedaan Kinerja Antara Sw=20 km/jam Dengan Sw=30 km/jam, DS=1,44 – Periode Pengamatan 240 Detik

Lw	c	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam			perbedaan		
10	120	37.436	1555,58	1080	35.145	1.570	1.080	6%	1%	0%
	150	32.270	1583,87	1050	30.538	1.595	1.050	5%	1%	0%
	180	28.539	1602,72	1080	27.012	1.612	1.080	5%	1%	0%
	210	27.096	1616,19	1050	25.858	1.624	1.050	5%	0%	0%
	240	27.995	1626,29	960	27.090	1.633	960	3%	0%	0%
25	120	51.060	1484,88	1320	42.060	1.527	1.200	18%	3%	9%
	150	41.190	1527,30	1200	35.735	1.561	1.050	13%	2%	13%
	180	36.176	1555,58	1080	31.594	1.584	1.080	13%	2%	0%
	210	33.283	1575,79	1050	29.571	1.600	1.050	11%	2%	0%
	240	32.520	1590,94	960	29.805	1.612	960	8%	1%	0%
50	120	106.240	1357,60	2400	63.012	1.442	1.560	41%	6%	35%
	150	67.584	1425,48	1800	47.993	1.493	1.350	29%	5%	25%
	180	53.249	1470,73	1440	40.330	1.527	1.260	24%	4%	13%
	210	45.841	1503,06	1260	35.150	1.552	1.260	23%	3%	0%
	240	42.060	1527,30	1200	33.575	1.570	1.200	20%	3%	0%
75	120	-	-	-	106.240	1.358	2.400	-	-	-
	150	139.031	1323,66	3150	67.584	1.425	1.800	51%	8%	43%
	180	85.648	1385,88	2160	53.249	1.471	1.440	38%	6%	33%
	210	66.056	1430,33	1680	45.841	1.503	1.260	31%	5%	25%
	240	56.545	1463,66	1440	42.060	1.527	1.200	26%	4%	17%
100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	105.370	1.358	2.400	-	-	-
	180	-	-	-	72.285	1.414	1.800	-	-	-
	210	105.605	1357,60	2520	56.553	1.455	1.680	46%	7%	33%
	240	79.795	1400,03	1920	50.436	1.485	1.440	37%	6%	25%
125	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	104.537	1.358	2.520	-	-	-
	210	-	-	-	75.941	1.406	1.890	-	-	-
	240	125.122	1336,39	2880	62.400	1.442	1.680	50%	8%	42%

4.2.2. Simulasi dengan Derajat Kejenuhan Total (DS) 1,86

Ringkasan hasil simulasi pada DS=1,86 dan *split* arus lalu lintas untuk kedua pendekat 50:50 untuk kondisi kecepatan rata-rata pada LPRJ (Sw) 20 km/jam dan 30 km/jam disajikan pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11. Seperti pada analisis untuk DS=1,44, untuk setiap panjang LPRJ (Lw), hasil tundaan total *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh dibandingkan dalam persentase terhadap nilai pada periode pengamatan 120 detik dan waktu siklus 120 detik. Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 menunjukkan bahwa pada periode pengamatan 120 detik sampai 240 detik, nilai tundaan total menurun sejalan dengan meningkatnya periode pengamatan, namun tundaan kembali meningkat

setelah periode pengamatan 240 detik. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada seluruh Lw, untuk seluruh *input* waktu siklus (c), nilai tundaan total terkecil terjadi pada periode pengamatan 240 detik.

Pada kedua kecepatan yang disimulasikan, nilai *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh sama untuk seluruh periode pengamatan arus kedatangan kendaraan (120 detik, 180 detik, 240 detik dan 300 detik). Hasil simulasi dengan DS=1,86 juga menunjukkan bahwa panjang LPRJ (Lw) maksimum yang dapat dilayani pada Sw=20 km/jam adalah 100 meter, sedangkan pada Sw=30 km/jam adalah 125 meter.

Tabel 4.10. Perbandingan Kinerja Pada DS=1,86, Sw=20 km/jam

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				<i>throughput</i> rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)				
		120	180	240	300	120	180	240	300	
meter	(detik)									detik
10	120	110.691	109.171	108.291	110.547	1555,58	1555,58	1555,58	1555,58	1680
	150	102.500	97.500	96.275	100.850	1583,87	1583,87	1583,87	1583,87	1650
	180	101.968	92.248	89.098	92.320	1602,72	1602,72	1602,72	1602,72	1620
	210	105.461	92.931	86.613	88.619	1616,19	1616,19	1616,19	1616,19	1470
	240	111.468	95.788	85.548	85.836	1626,29	1626,29	1626,29	1626,29	1440
	120	100,00%	98,63%	97,83%	99,87%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	150	92,60%	88,08%	86,98%	91,11%	101,82%	101,82%	101,82%	101,82%	98,21%
	180	92,12%	83,34%	80,49%	83,40%	103,03%	103,03%	103,03%	103,03%	96,43%
	210	95,27%	83,95%	78,25%	80,06%	103,90%	103,90%	103,90%	103,90%	87,50%
	240	100,70%	86,54%	77,29%	77,55%	104,55%	104,55%	104,55%	104,55%	85,71%
25	120	144.201	142.681	141.801	144.057	1484,88	1484,88	1484,88	1484,88	2160
	150	123.995	118.995	117.770	122.345	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1950
	180	118.268	108.548	105.398	108.620	1555,58	1555,58	1555,58	1555,58	1800
	210	117.502	104.972	98.655	100.660	1575,79	1575,79	1575,79	1575,79	1680
	240	120.353	104.673	94.433	94.721	1590,94	1590,94	1590,94	1590,94	1680
	120	100,00%	98,95%	98,34%	99,90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	150	85,99%	82,52%	81,67%	84,84%	102,86%	102,86%	102,86%	102,86%	90,28%
	180	82,02%	75,28%	73,09%	75,33%	104,76%	104,76%	104,76%	104,76%	83,33%
	210	81,48%	72,80%	68,41%	69,81%	106,12%	106,12%	106,12%	106,12%	77,78%
	240	83,46%	72,59%	65,49%	65,69%	107,14%	107,14%	107,14%	107,14%	77,78%

Lanjutan Tabel 4.10

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				throughput rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)				
		120	180	240	300	120	180	240	300	
meter	(detik)	120	180	240	300	120	180	240	300	detik
50	120	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	150	191.552	186.552	185.327	189.902	1425,48	1425,48	1425,48	1425,48	2700
	180	160.947	151.227	148.077	151.299	1470,73	1470,73	1470,73	1470,73	2340
	210	148.068	135.538	129.220	131.226	1503,06	1503,06	1503,06	1503,06	2100
	240	145.382	129.702	119.462	119.750	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1920
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	100,00%	97,39%	96,75%	99,14%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	180	84,02%	78,95%	77,30%	78,99%	103,17%	103,17%	103,17%	103,17%	86,67%
75	210	77,30%	70,76%	67,46%	68,51%	105,44%	105,44%	105,44%	105,44%	77,78%
	240	75,90%	67,71%	62,37%	62,52%	107,14%	107,14%	107,14%	107,14%	71,11%
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	243.422	233.702	230.552	233.774	1385,88	1385,88	1385,88	1385,88	3240
	210	198.591	186.061	179.744	181.749	1430,33	1430,33	1430,33	1430,33	2730
	240	180.750	165.070	154.830	155.118	1463,66	1463,66	1463,66	1463,66	2400
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	240	239.326	223.646	213.406	213.694	1400,03	1400,03	1400,03	1400,03	3120
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	100,00%	93,45%	89,17%	89,29%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

Keterangan : dibandingkan terhadap nilai kinerja pada periode pengamatan dan waktu siklus terkecil dari setiap panjang LPRJ

Tabel 4.11. Perbandingan Kinerja Pada DS=1,86, Sw=30 km/jam

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				throughput rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)				
		120	180	240	300	120	180	240	300	
meter	(detik)	120	180	240	300	120	180	240	300	detik
10	120	105.148	103.628	102.748	105.004	1569,73	1569,73	1569,73	1569,73	1680
	150	99.556	94.556	93.331	97.906	1595,18	1595,18	1595,18	1595,18	1500
	180	100.541	90.821	87.671	90.893	1612,15	1612,15	1612,15	1612,15	1440
	210	103.036	90.506	84.188	86.194	1624,27	1624,27	1624,27	1624,27	1470
	240	109.432	93.752	83.512	83.800	1633,36	1633,36	1633,36	1633,36	1440
	120	100,00%	98,55%	97,72%	99,86%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	150	94,68%	89,93%	88,76%	93,11%	101,62%	101,62%	101,62%	101,62%	89,29%
	180	95,62%	86,37%	83,38%	86,44%	102,70%	102,70%	102,70%	102,70%	85,71%
25	210	97,99%	86,07%	80,07%	81,97%	103,47%	103,47%	103,47%	103,47%	87,50%
	240	104,07%	89,16%	79,42%	79,70%	104,05%	104,05%	104,05%	104,05%	85,71%
	120	121.862	120.342	119.462	121.718	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1920
	150	111.056	106.056	104.831	109.406	1561,24	1561,24	1561,24	1561,24	1650
	180	108.841	99.121	95.971	99.193	1583,87	1583,87	1583,87	1583,87	1620
	210	107.999	95.469	89.151	91.157	1600,03	1600,03	1600,03	1600,03	1680
	240	115.541	99.861	89.621	89.909	1612,15	1612,15	1612,15	1612,15	1440
	120	100,00%	98,75%	98,03%	99,88%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
25	150	91,13%	87,03%	86,02%	89,78%	102,22%	102,22%	102,22%	102,22%	85,94%
	180	89,31%	81,34%	78,75%	81,40%	103,70%	103,70%	103,70%	103,70%	84,38%
	210	88,62%	78,34%	73,16%	74,80%	104,76%	104,76%	104,76%	104,76%	87,50%
	240	94,81%	81,95%	73,54%	73,78%	105,56%	105,56%	105,56%	105,56%	75,00%

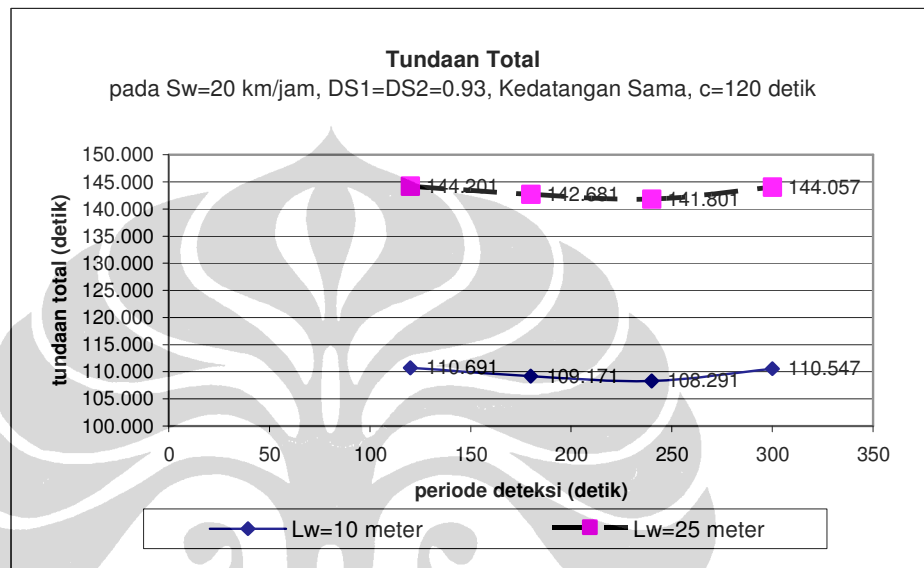
Lanjutan Tabel 4. 11

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				throughput rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)				
		120	180	240	300	120	180	240	300	
meter	(detik)									detik
50	120	173.999	172.479	171.599	173.855	1442,45	1442,45	1442,45	1442,45	2520
	150	141.767	136.767	135.542	140.117	1493,36	1493,36	1493,36	1493,36	2100
	180	129.585	119.865	116.715	119.937	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1980
	210	127.005	114.475	108.158	110.163	1551,54	1551,54	1551,54	1551,54	1680
	240	128.668	112.988	102.748	103.036	1569,73	1569,73	1569,73	1569,73	1680
	120	100,00%	99,13%	98,62%	99,92%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	150	81,48%	78,60%	77,90%	80,53%	103,53%	103,53%	103,53%	103,53%	83,33%
	180	74,47%	68,89%	67,08%	68,93%	105,88%	105,88%	105,88%	105,88%	78,57%
210	72,99%	65,79%	62,16%	63,31%	107,56%	107,56%	107,56%	107,56%	66,67%	
240	73,95%	64,94%	59,05%	59,22%	108,82%	108,82%	108,82%	108,82%	66,67%	
75	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	191.552	186.552	185.327	189.902	1425,48	1425,48	1425,48	1425,48	2700
	180	160.947	151.227	148.077	151.299	1470,73	1470,73	1470,73	1470,73	2340
	210	148.068	135.538	129.220	131.226	1503,06	1503,06	1503,06	1503,06	2100
	240	145.382	129.702	119.462	119.750	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	1920
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	100,00%	97,39%	96,75%	99,14%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	180	84,02%	78,95%	77,30%	78,99%	103,17%	103,17%	103,17%	103,17%	86,67%
210	77,30%	70,76%	67,46%	68,51%	105,44%	105,44%	105,44%	105,44%	77,78%	
240	75,90%	67,71%	62,37%	62,52%	107,14%	107,14%	107,14%	107,14%	71,11%	
100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	208.680	198.960	195.810	199.032	1414,17	1414,17	1414,17	1414,17	2880
	210	178.038	165.508	159.191	161.196	1454,57	1454,57	1454,57	1454,57	2520
	240	167.721	152.041	141.801	142.089	1484,88	1484,88	1484,88	1484,88	2160
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	100,00%	95,34%	93,83%	95,38%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
210	85,32%	79,31%	76,28%	77,25%	102,86%	102,86%	102,86%	102,86%	87,50%	
240	80,37%	72,86%	67,95%	68,09%	105,00%	105,00%	105,00%	105,00%	75,00%	
125	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	224.044	211.514	205.197	207.202	1406,09	1406,09	1406,09	1406,09	2940
	240	196.348	180.668	170.428	170.716	1442,45	1442,45	1442,45	1442,45	2640
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	100,00%	94,41%	91,59%	92,48%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
240	87,64%	80,64%	76,07%	76,20%	102,59%	102,59%	102,59%	102,59%	89,80%	
150	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	240	239.326	223.646	213.406	213.694	1400,03	1400,03	1400,03	1400,03	3120
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
240	100,00%	93,45%	89,17%	89,29%	0,58%	0,58%	0,58%	0,58%	1,30%	

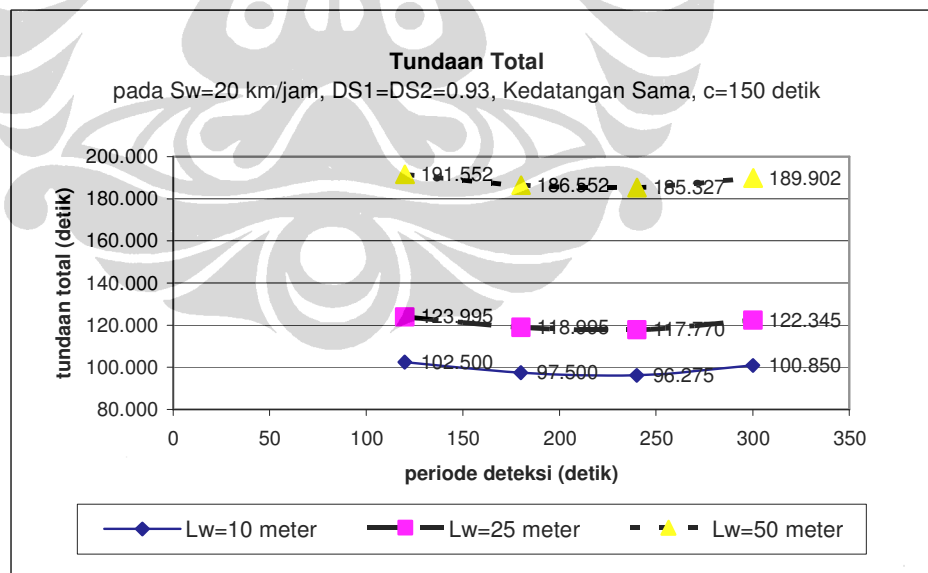
Keterangan : dibandingkan terhadap nilai kinerja pada periode pengamatan dan waktu siklus terkecil dari setiap panjang LPRJ

Periode Pengamatan Optimal

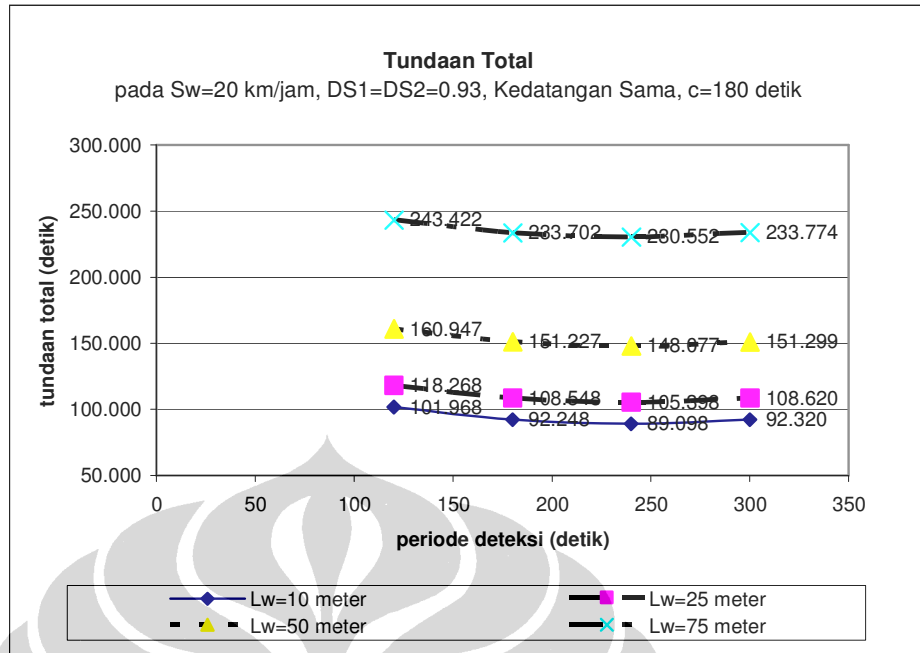
Hasil simulasi pada $DS=1,86$, *split* arus lalu lintas untuk kedua pendekat 50:50 dan $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam disajikan pada Gambar 4.5a sampai Gambar 4.5e dan Gambar 4.6a sampai Gambar 4.6e. Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa pada seluruh *input* waktu siklus (120 detik, 150 detik, 180 detik, 210 detik, 240 detik), tundaan total terkecil terjadi pada periode pengamatan 240 detik.



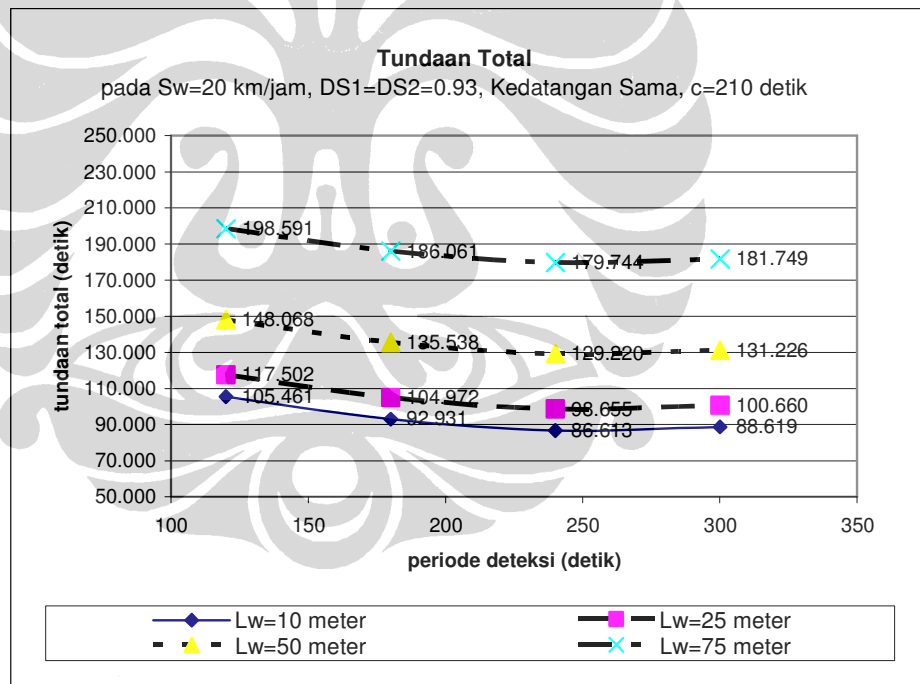
(a)



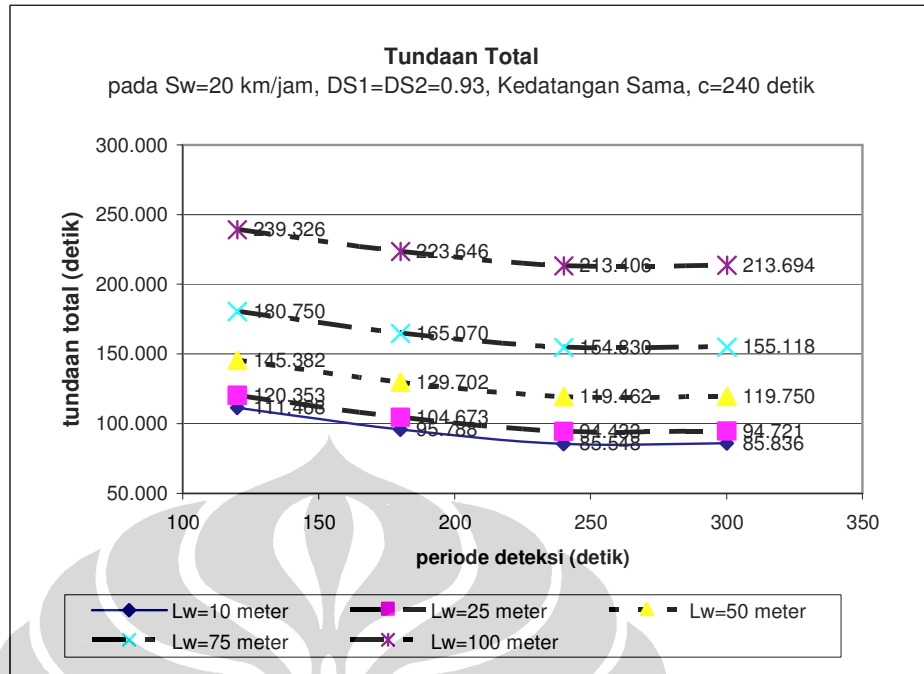
(b)



(c)

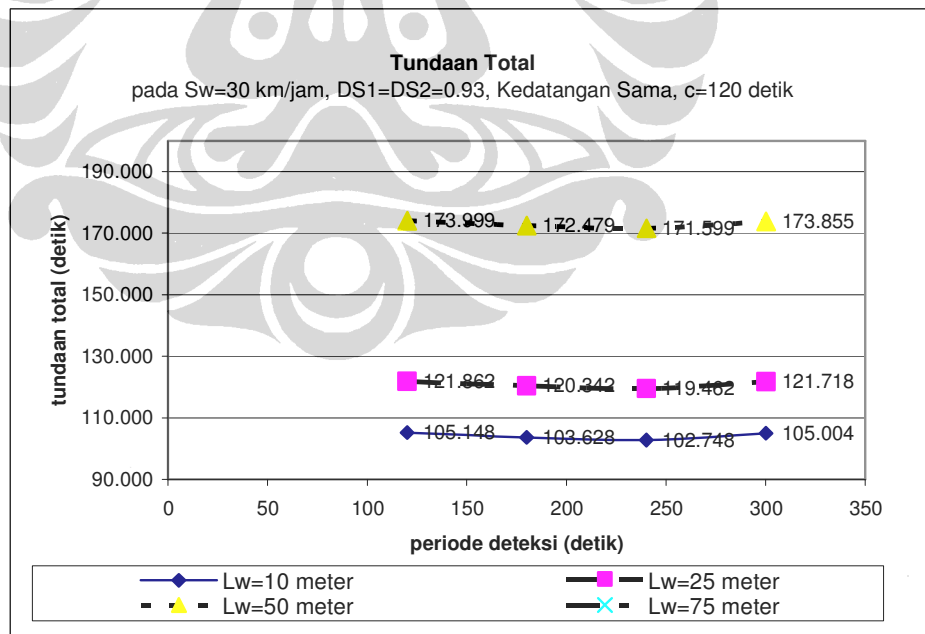


(d)

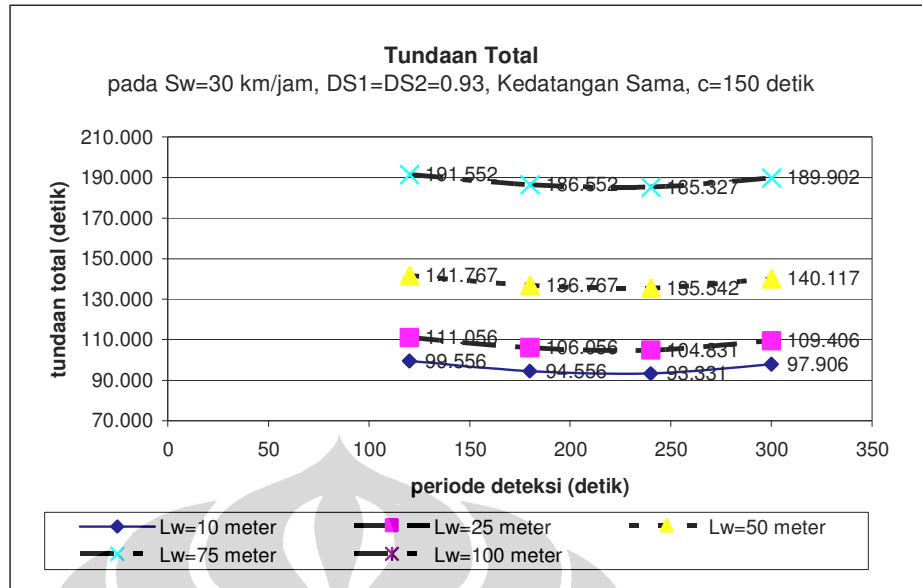


(e)

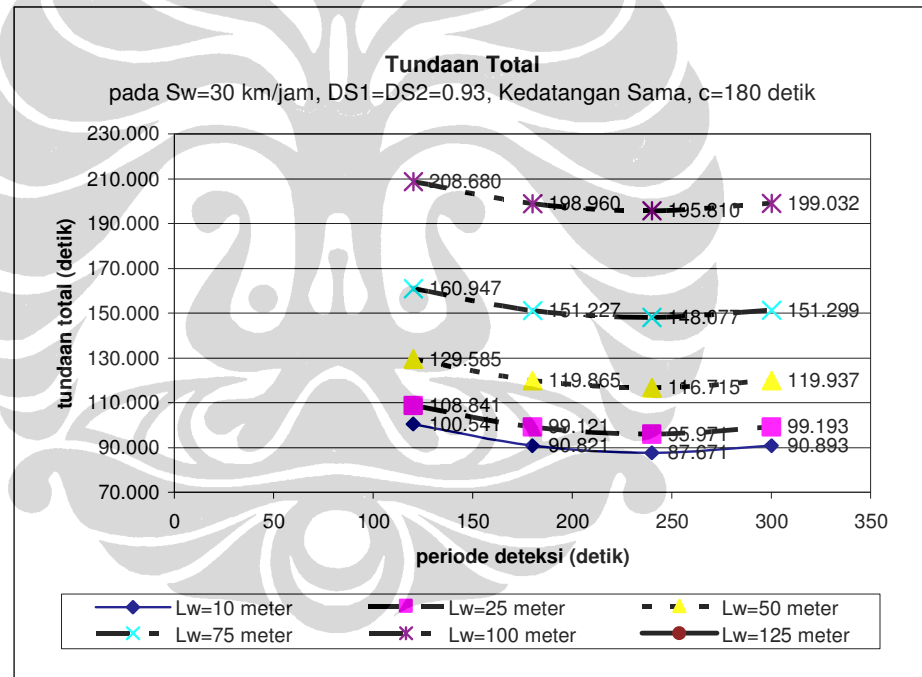
Gambar 4.5. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada DS = 1,86 dan Sw=20 km/jam Terhadap Variasi Periode Pengamatan dan Waktu Siklus



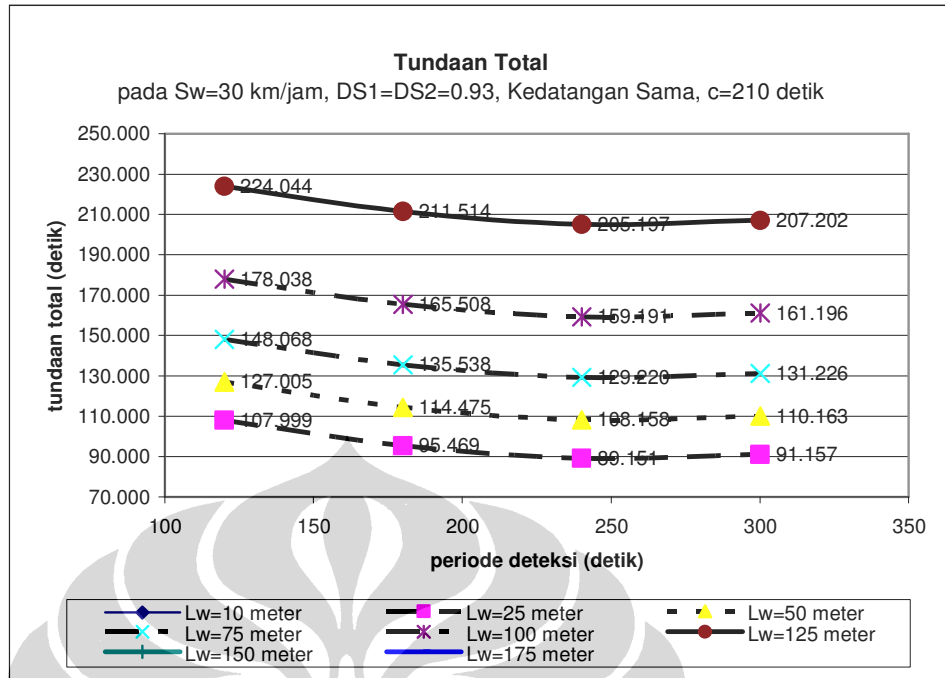
(a)



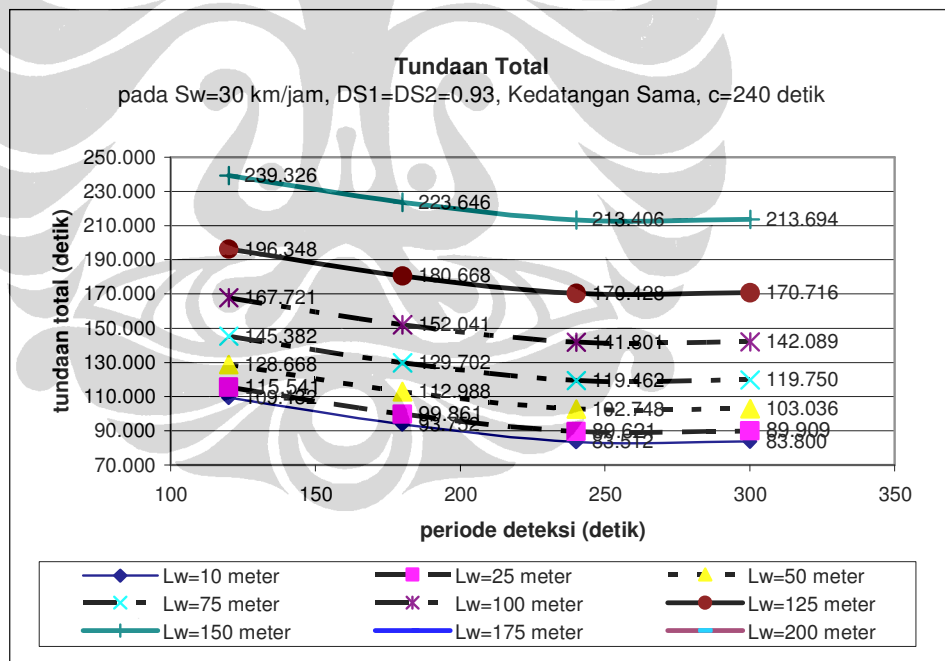
(b)



(c)



(d)

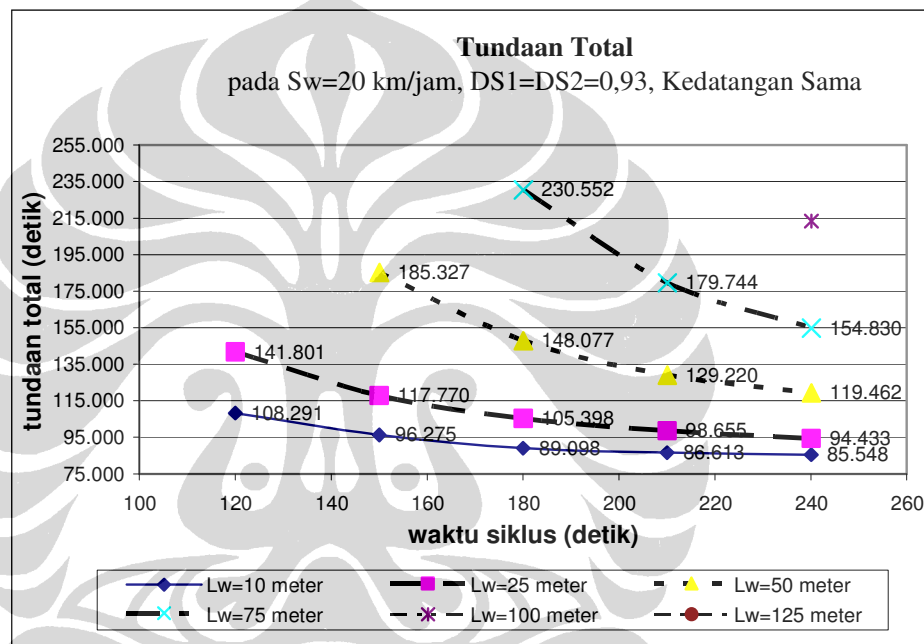


(e)

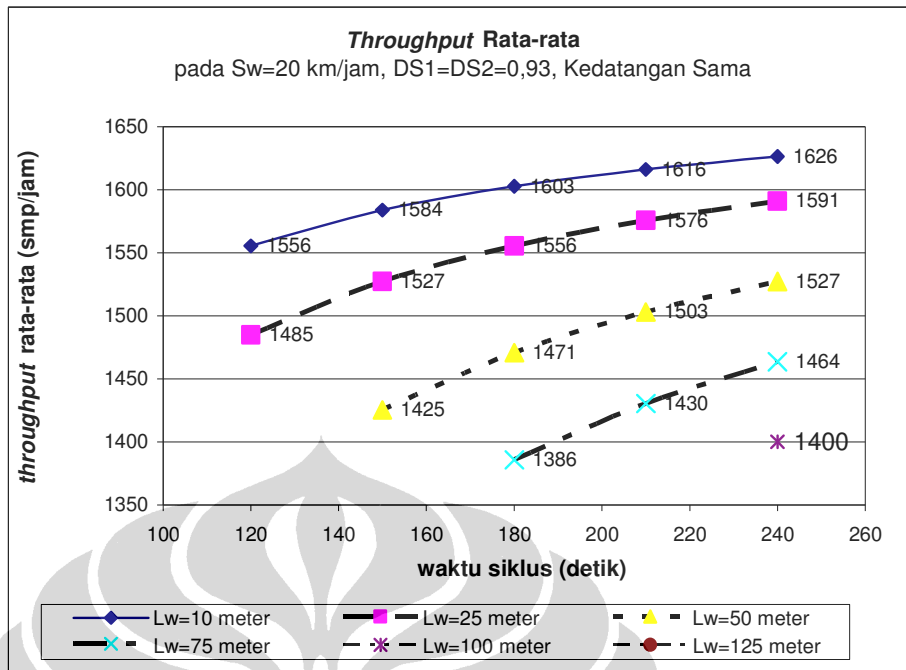
Gambar 4.6. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada $DS = 1,86$ dan $Sw=30$ km/jam Terhadap Variasi Periode Pengamatan dan Waktu Siklus

Waktu Siklus Optimal

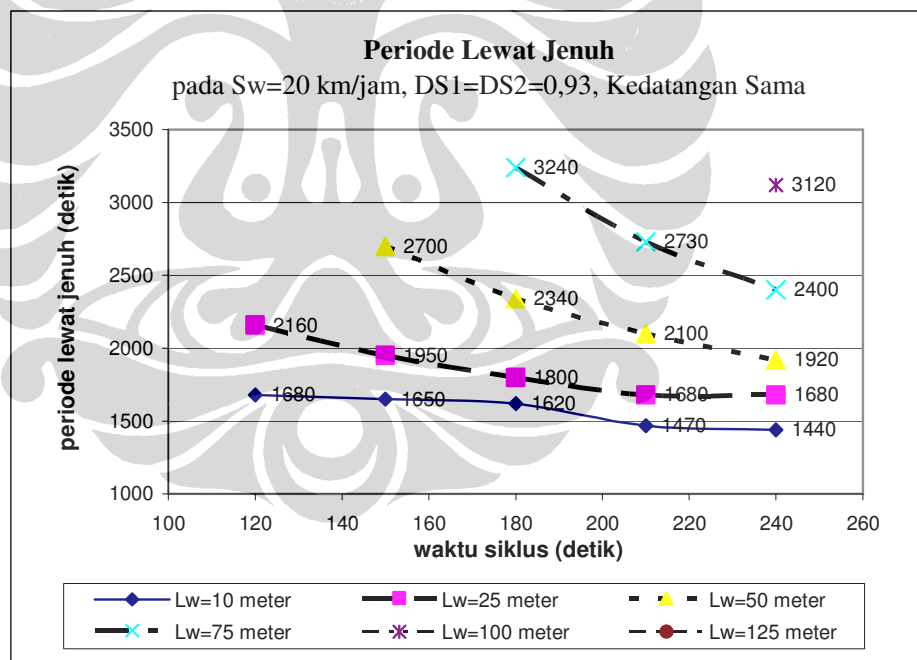
Rangkuman kinerja kontrol lalu lintas bersinyal pada variasi waktu siklus 120 detik, 150 detik, 180 detik, 210 detik dan 240 detik berupa tundaan total, *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh untuk $DS=1,86$, periode pengamatan arus kedatangan 240 detik pada $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam disajikan pada Gambar 4.7a sampai Gambar 4.7c dan Gambar 4.8a sampai Gambar 4.8c. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tundaan total terkecil, *throughput* rata-rata terbesar dan lama periode lewat jenuh terkecil terjadi pada $c=240$ detik.



(a)

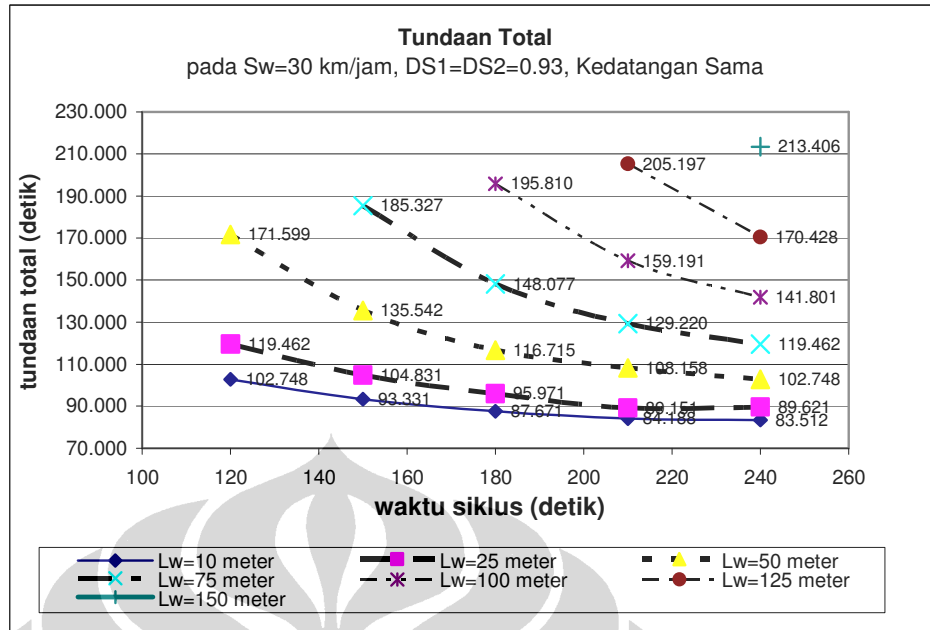


(b)

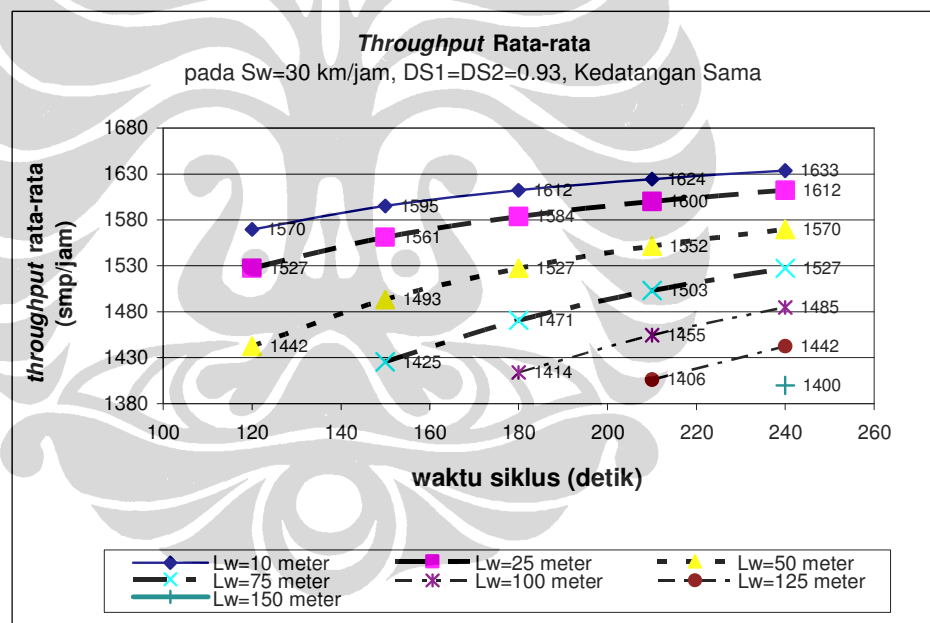


(c)

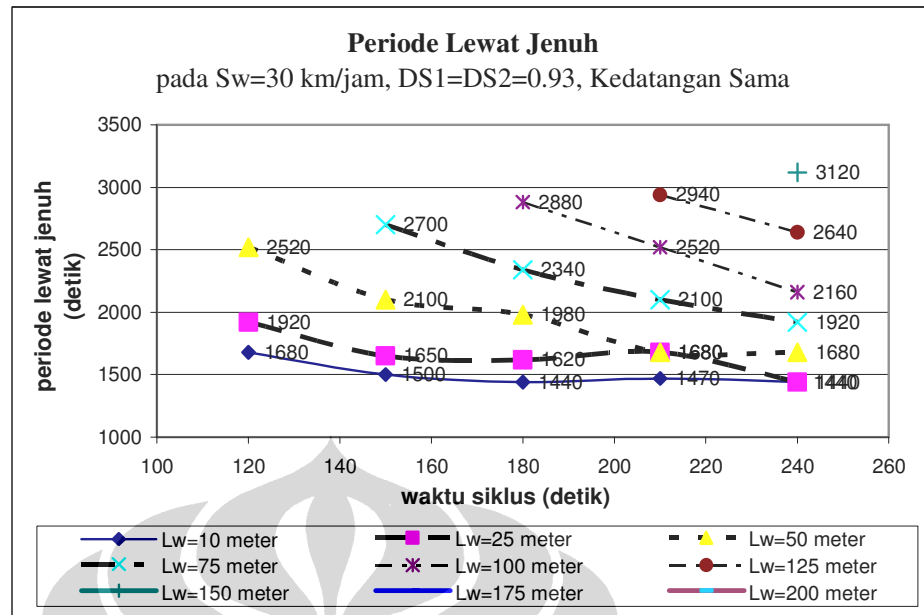
Gambar 4.7. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada Periode Pengamatan 240 detik, $DS=1,86$ dan $Sw=20$ km/jam Terhadap Waktu Siklus



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.8. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada Periode Pengamatan 240 detik, $DS=1,86$ dan $Sw=30$ km/jam Terhadap Waktu Siklus

Persentase perbedaan kinerja antar waktu siklus pada $DS=1,86$, periode pengamatan 240 detik disajikan pada Tabel 4.12. Persentase perbedaan ini dibandingkan terhadap nilai tundaan total, *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh pada $c=120$ detik.

Bila dibandingkan dengan kinerja pada $c=120$ detik, nilai tundaan total pada $c=240$ detik menurunkan tundaan total 19%-40%, meningkatkan *throughput* rata-rata 3%-9% dan menurunkan lama periode lewat jenuh 10%-30%.

Perbedaan kinerja antara simulasi pada $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam dengan $DS=1,86$, periode pengamatan 240 detik disajikan pada Tabel 4.13. Pada Tabel ini terlihat bahwa peningkatan kecepatan rata-rata pada LPRJ dari 20 km/jam menjadi 30 km/jam menimbulkan peningkatan kinerja yang cukup signifikan, yaitu tundaan total menurun 21%-36%, *throughput* rata-rata meningkat 1%-6% dan lama periode lewat jenuh menurun 1%-31%.

Hasil simulasi peningkatan kecepatan rata-rata pada LPRJ dari 20 km/jam menjadi 30 km/jam pada DS=1,86 ini juga menunjukkan bahwa semakin panjang LPRJ, semakin tinggi persentase peningkatan kinerjanya.

Tabel 4.12. Persentase Perbedaan Kinerja antar Waktu Siklus pada DS=1,86-
Periode Pengamatan 240 Detik

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
meter	detik	detik	smp/jam	detik	detik	smp/jam	detik
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam		
10	120	108.291	1555,58	1680	102.748	1.570	1.680
	150	96.275	1583,87	1650	93.331	1.595	1.500
	180	89.098	1602,72	1620	87.671	1.612	1.440
	210	86.613	1616,19	1470	84.188	1.624	1.470
	240	85.548	1626,29	1440	83.512	1.633	1.440
	120	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	89%	102%	98%	91%	102%	89%
	180	82%	103%	96%	85%	103%	86%
	210	80%	104%	88%	82%	103%	88%
25	120	141.801	1484,88	2160	119.462	1.527	1.920
	150	117.770	1527,30	1950	104.831	1.561	1.650
	180	105.398	1555,58	1800	95.971	1.584	1.620
	210	98.655	1575,79	1680	89.151	1.600	1.680
	240	94.433	1590,94	1680	89.621	1.612	1.440
	120	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	83%	103%	90%	88%	102%	86%
	180	74%	105%	83%	80%	104%	84%
	210	70%	106%	78%	75%	105%	88%
50	240	67%	107%	78%	75%	106%	75%
	120	-	-	-	171.599	1.442	2.520
	150	185.327	1425,48	2700	135.542	1.493	2.100
	180	148.077	1470,73	2340	116.715	1.527	1.980
	210	129.220	1503,06	2100	108.158	1.552	1.680
	240	119.462	1527,30	1920	102.748	1.570	1.680
	120	-	-	-	100%	100%	100%
	150	100%	100%	100%	79%	104%	83%
	180	80%	103%	87%	68%	106%	79%
210	70%	105%	78%	63%	108%	67%	
240	64%	107%	71%	60%	109%	67%	

Lanjutan Tabel 4.12

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
meter	detik	detik	smp/jam	detik	detik	smp/jam	detik
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam		
75	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	185.327	1.425	2.700
	180	230.552	1385,88	3240	148.077	1.471	2.340
	210	179.744	1430,33	2730	129.220	1.503	2.100
	240	154.830	1463,66	2400	119.462	1.527	1.920
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	100%	100%	100%
	180	100%	100%	100%	80%	103%	87%
	210	78%	103%	84%	70%	105%	78%
240	67%	106%	74%	64%	107%	71%	
100	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	195.810	1.414	2.880
	210	-	-	-	159.191	1.455	2.520
	240	213.406	1400,03	3120	141.801	1.485	2.160
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	100%	100%	100%
	210	-	-	-	81%	103%	88%
240	100%	100%	100%	72%	105%	75%	
125	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	205.197	1.406	2.940
	240	-	-	-	170.428	1.442	2.640
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	100%	100%	100%
240	-	-	-	83%	103%	90%	
150	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-
	240	-	-	-	213.406	1.400	3.120
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	100%	100%	100%	

Tabel 4.13. Persentase Perbedaan Kinerja Antara Sw=20 km/jam Dengan Sw=30 km/jam, DS=1,86 – Periode Pengamatan 240 Detik

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
meter	detik	detik	smp/jam	detik	detik	smp/jam	detik			
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam			perbedaan		
10	120	108.291	1555.58	1680	102.748	1.570	1.680	5%	1%	0%
	150	96.275	1583.87	1650	93.331	1.595	1.500	3%	1%	9%
	180	89.098	1602.72	1620	87.671	1.612	1.440	2%	1%	11%
	210	86.613	1616.19	1470	84.188	1.624	1.470	3%	1%	0%
	240	85.548	1626.29	1440	83.512	1.633	1.440	2%	0%	0%
25	120	141.801	1484.88	2160	119.462	1.527	1.920	16%	3%	11%
	150	117.770	1527.30	1950	104.831	1.561	1.650	11%	2%	15%
	180	105.398	1555.58	1800	95.971	1.584	1.620	9%	2%	10%
	210	98.655	1575.79	1680	89.151	1.600	1.680	10%	2%	0%
	240	94.433	1590.94	1680	89.621	1.612	1.440	5%	1%	14%
50	120	-	-	-	171.599	1.442	2.520	-	-	-
	150	185.327	1425.48	2700	135.542	1.493	2.100	27%	5%	22%
	180	148.077	1470.73	2340	116.715	1.527	1.980	21%	4%	15%
	210	129.220	1503.06	2100	108.158	1.552	1.680	16%	3%	20%
	240	119.462	1527.30	1920	102.748	1.570	1.680	14%	3%	13%
75	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	185.327	1.425	2.700	-	-	-
	180	230.552	1385.88	3240	148.077	1.471	2.340	36%	6%	28%
	210	179.744	1430.33	2730	129.220	1.503	2.100	28%	5%	23%
	240	154.830	1463.66	2400	119.462	1.527	1.920	23%	4%	20%
100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	195.810	1.414	2.880	-	-	-
	210	-	-	-	159.191	1.455	2.520	-	-	-
	240	213.406	1400.03	3120	141.801	1.485	2.160	34%	6%	31%

4.2.3. Simulasi dengan Derajat Kejenuhan Total (DS) 2,26

Ringkasan hasil simulasi pada DS=2,26 dan *split* arus lalu lintas untuk kedua pendekat 50:50 untuk kondisi kecepatan rata-rata pada LPRJ (Sw) 20 km/jam dan 30 km/jam disajikan pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15. Seperti pada analisis untuk DS=1,44, untuk setiap panjang LPRJ (Lw), hasil tundaan total *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh dibandingkan dalam persentase terhadap nilai pada periode pengamatan 120 detik dan waktu siklus 120 detik. Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 menunjukkan bahwa pada periode pengamatan 120 detik sampai 300 detik, nilai tundaan total menurun sejalan dengan meningkatnya periode pengamatan dengan nilai tundaan total yang antara

periode pengamatan 240 detik dan 300 detik. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada seluruh Lw, untuk seluruh *input* waktu siklus (c), nilai tundaan total terkecil terjadi pada periode pengamatan 240 detik dan 300 detik.

Simulasi pada DS=2,26 menunjukkan bahwa pada kedua kecepatan yang disimulasikan, nilai *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh sama untuk seluruh periode pengamatan arus kedatangan kendaraan (120 detik, 180 detik, 240 detik dan 300 detik). Hasil simulasi dengan DS=2,26 menunjukkan bahwa panjang LPRJ (Lw) maksimum yang dapat dilayani pada Sw=20 km/jam adalah 75 meter, sedangkan pada Sw=30 km/jam adalah 125 meter.

Tabel 4.14. Perbandingan Kinerja Pada DS=2,26, Sw=20 km/jam

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				<i>throughput</i> rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh	
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)					
		120	180	240	300	120	180	240	300		
meter	(detik)									detik	
10	120	210.549	208.789	207.909	210.549	1555,58	1555,58	1555,58	1555,58	2280	
	150	195.382	189.482	188.107	193.882	1583,87	1583,87	1583,87	1583,87	2100	
	180	192.198	180.678	176.718	180.678	1602,72	1602,72	1602,72	1602,72	1980	
	210	190.283	175.303	167.813	170.123	1616,19	1616,19	1616,19	1616,19	2100	
	240	197.899	179.019	167.179	167.179	1626,29	1626,29	1626,29	1626,29	1920	
	120	100,00%	99,16%	98,75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
	150	92,80%	89,99%	89,34%	92,08%	101,82%	101,82%	101,82%	101,82%	92,11%	
	180	91,28%	85,81%	83,93%	85,81%	103,03%	103,03%	103,03%	103,03%	86,84%	
	210	90,37%	83,26%	79,70%	80,80%	103,90%	103,90%	103,90%	103,90%	92,11%	
	240	93,99%	85,02%	79,40%	79,40%	104,55%	104,55%	104,55%	104,55%	84,21%	
	25	120	271.104	269.344	268.464	271.104	1484,88	1484,88	1484,88	1484,88	2880
		150	233.907	228.007	226.632	232.407	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	2550
180		220.259	208.739	204.779	208.739	1555,58	1555,58	1555,58	1555,58	2340	
210		212.896	197.916	190.426	192.736	1575,79	1575,79	1575,79	1575,79	2310	
240		215.633	196.753	184.913	184.913	1590,94	1590,94	1590,94	1590,94	2160	
120		100,00%	99,35%	99,03%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
150		86,28%	84,10%	83,60%	85,73%	102,86%	102,86%	102,86%	102,86%	88,54%	
180		81,25%	77,00%	75,54%	77,00%	104,76%	104,76%	104,76%	104,76%	81,25%	
50	120	354.636	348.736	347.361	353.136	1425,48	1425,48	1425,48	1425,48	3600	
	180	296.991	285.471	281.511	285.471	1470,73	1470,73	1470,73	1470,73	3060	
	210	270.098	255.118	247.628	249.938	1503,06	1503,06	1503,06	1503,06	2730	
	240	257.734	238.854	227.014	227.014	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	2640	
75	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	210	360.890	345.910	338.420	340.730	1430,33	1430,33	1430,33	1430,33	3570	
	240	323.688	304.808	292.968	292.968	1463,66	1463,66	1463,66	1463,66	3120	
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
210	100,00%	95,85%	93,77%	94,41%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%		
240	89,69%	84,46%	81,18%	81,18%	102,33%	102,33%	102,33%	102,33%	87,39%		

Keterangan : dibandingkan terhadap nilai kinerja pada periode pengamatan dan waktu siklus terkecil dari setiap panjang LPRJ

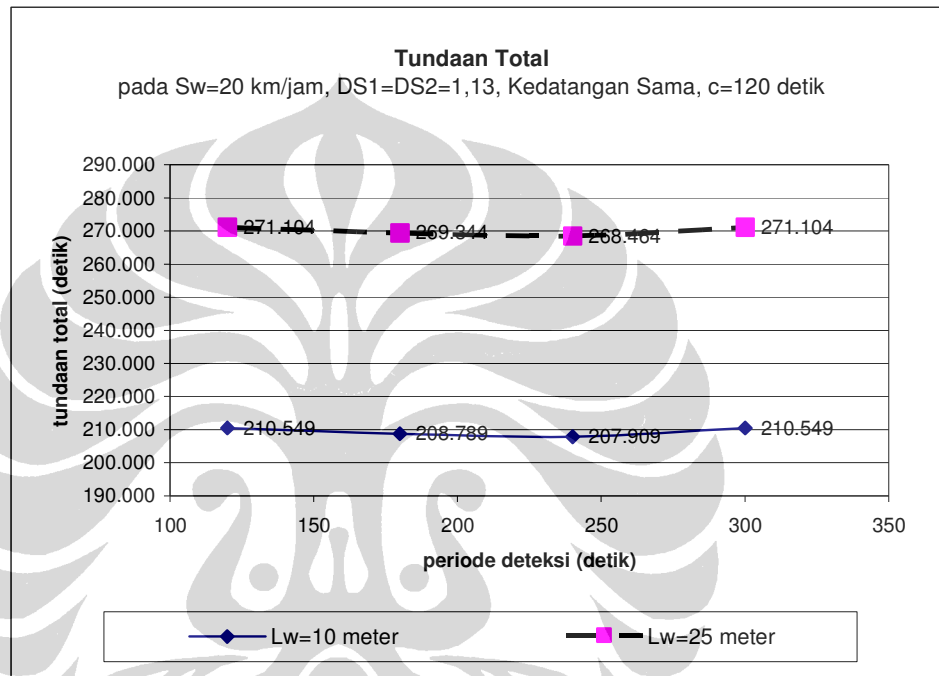
Tabel 4.15. Perbandingan Kinerja Pada DS=2,26, Sw=30 km/jam

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				throughput rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh	
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)					
		120	180	240	300	120	180	240	300		
10	120	201.298	199.538	198.658	201.298	1569,73	1569,73	1569,73	1569,73	2160	
	150	188.452	182.552	181.177	186.952	1595,18	1595,18	1595,18	1595,18	2100	
	180	187.064	175.544	171.584	175.544	1612,15	1612,15	1612,15	1612,15	1980	
	210	188.508	173.528	166.038	168.348	1624,27	1624,27	1624,27	1624,27	1890	
	240	194.278	175.398	163.558	163.558	1633,36	1633,36	1633,36	1633,36	1920	
	120	100,00%	99,13%	98,69%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
	150	93,62%	90,69%	90,00%	92,87%	101,62%	101,62%	101,62%	101,62%	97,22%	
	180	92,93%	87,21%	85,24%	87,21%	102,70%	102,70%	102,70%	102,70%	91,67%	
	210	93,65%	86,20%	82,48%	83,63%	103,47%	103,47%	103,47%	103,47%	87,50%	
	240	96,51%	87,13%	81,25%	81,25%	104,05%	104,05%	104,05%	104,05%	88,89%	
	25	120	231.401	229.641	228.761	231.401	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	2520
		150	209.503	203.603	202.228	208.003	1561,24	1561,24	1561,24	1561,24	2250
180		202.334	190.814	186.854	190.814	1583,87	1583,87	1583,87	1583,87	2160	
210		200.183	185.203	177.713	180.023	1600,03	1600,03	1600,03	1600,03	2100	
240		201.887	183.007	171.167	171.167	1612,15	1612,15	1612,15	1612,15	2160	
120		100,00%	99,24%	98,86%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
150		90,54%	87,99%	87,39%	89,89%	102,22%	102,22%	102,22%	102,22%	89,29%	
180		87,44%	82,46%	80,75%	82,46%	103,70%	103,70%	103,70%	103,70%	85,71%	
210		86,51%	80,04%	76,80%	77,80%	104,76%	104,76%	104,76%	104,76%	83,33%	
240		87,25%	79,09%	73,97%	73,97%	105,56%	105,56%	105,56%	105,56%	85,71%	
50		120	324.718	322.958	322.078	324.718	1442,45	1442,45	1442,45	1442,45	3360
		150	265.473	259.573	258.198	263.973	1493,36	1493,36	1493,36	1493,36	2700
	180	241.601	230.081	226.121	230.081	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	2520	
	210	230.863	215.883	208.393	210.703	1551,54	1551,54	1551,54	1551,54	2310	
	240	229.378	210.498	198.658	198.658	1569,73	1569,73	1569,73	1569,73	2160	
	120	100,00%	99,46%	99,19%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
	150	81,75%	79,94%	79,51%	81,29%	103,53%	103,53%	103,53%	103,53%	80,36%	
	180	74,40%	70,86%	69,64%	70,86%	105,88%	105,88%	105,88%	105,88%	75,00%	
	210	71,10%	66,48%	64,18%	64,89%	107,56%	107,56%	107,56%	107,56%	68,75%	
	240	70,64%	64,82%	61,18%	61,18%	108,82%	108,82%	108,82%	108,82%	64,29%	
	75	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		150	354.636	348.736	347.361	353.136	1425,48	1425,48	1425,48	1425,48	3600
180		296.991	285.471	281.511	285.471	1470,73	1470,73	1470,73	1470,73	3060	
210		270.098	255.118	247.628	249.938	1503,06	1503,06	1503,06	1503,06	2730	
240		257.734	238.854	227.014	227.014	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	2640	
120		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150		100,00%	98,34%	97,95%	99,58%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
180		83,75%	80,50%	79,38%	80,50%	103,17%	103,17%	103,17%	103,17%	85,00%	
210		76,16%	71,94%	69,83%	70,48%	105,44%	105,44%	105,44%	105,44%	75,83%	
240		72,68%	67,35%	64,01%	64,01%	107,14%	107,14%	107,14%	107,14%	73,33%	
100		120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	210	325.369	310.389	302.899	305.209	1454,57	1454,57	1454,57	1454,57	3150	
	240	299.184	280.304	268.464	268.464	1484,88	1484,88	1484,88	1484,88	2880	
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	210	100,00%	95,40%	93,09%	93,80%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
	240	91,95%	86,15%	82,51%	82,51%	102,08%	102,08%	102,08%	102,08%	91,43%	
	125	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
210		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
240		352.798	333.918	322.078	322.078	1442,45	1442,45	1442,45	1442,45	3360	
120		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
180		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
210		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
240		100,00%	94,65%	91,29%	91,29%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	

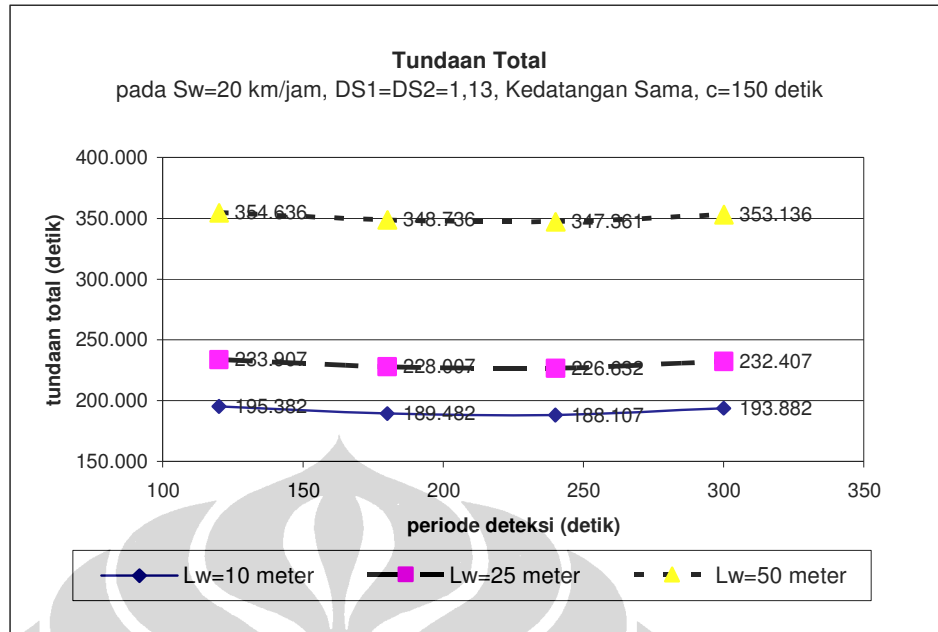
Keterangan : dibandingkan terhadap nilai kinerja pada periode pengamatan dan waktu siklus terkecil dari setiap panjang LPRJ

Periode Pengamatan Optimal

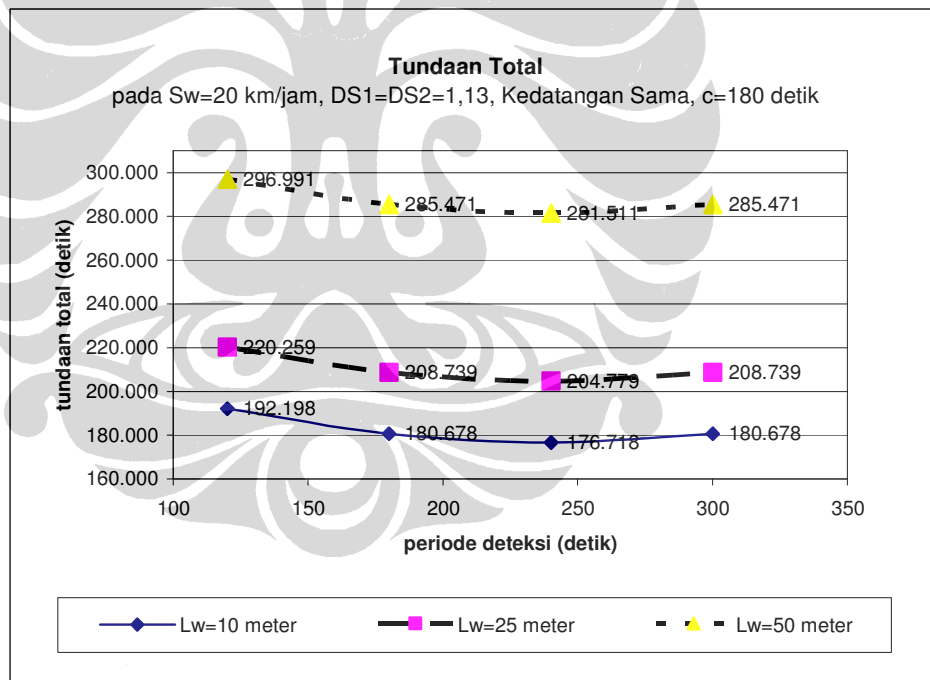
Hasil simulasi pada $DS=2,26$, *split* arus lalu lintas untuk kedua pendekat 50:50 dan $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam disajikan pada Gambar 4.9a sampai Gambar 4.9e dan Gambar 4.10a sampai Gambar 4.10e, dimana keduanya menunjukkan bahwa pada seluruh *input* waktu siklus (120 detik, 150 detik, 180 detik, 210 detik, 240 detik), tundaan total terkecil terjadi pada periode pengamatan 240 detik.



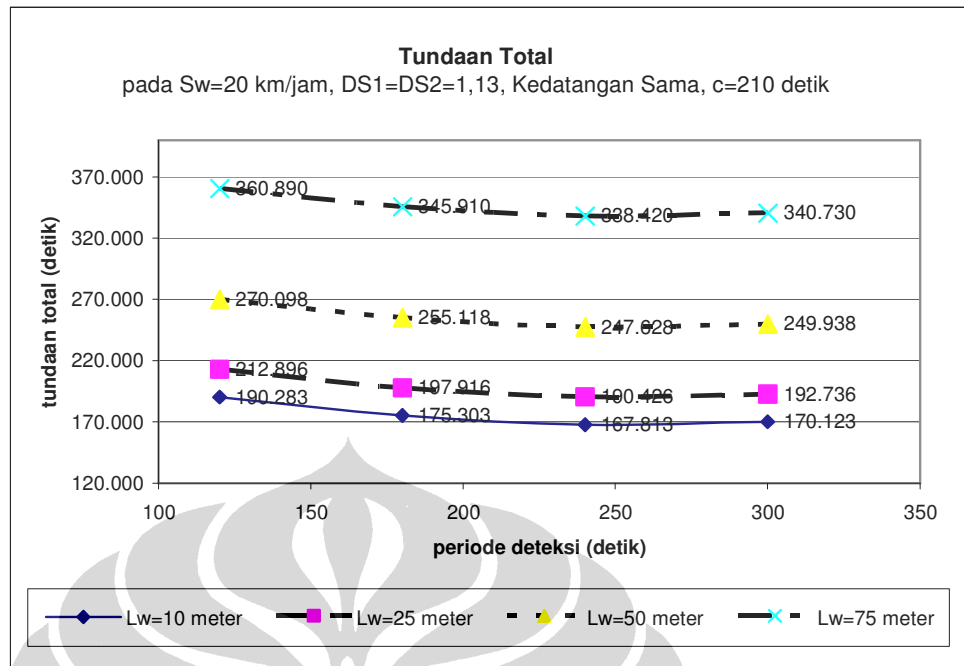
(a)



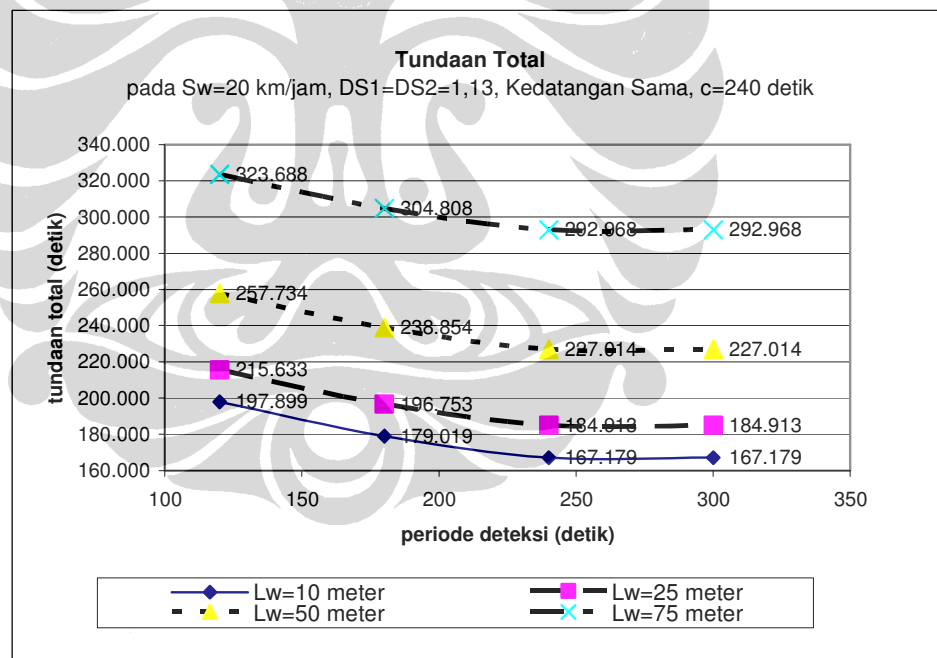
(b)



(c)

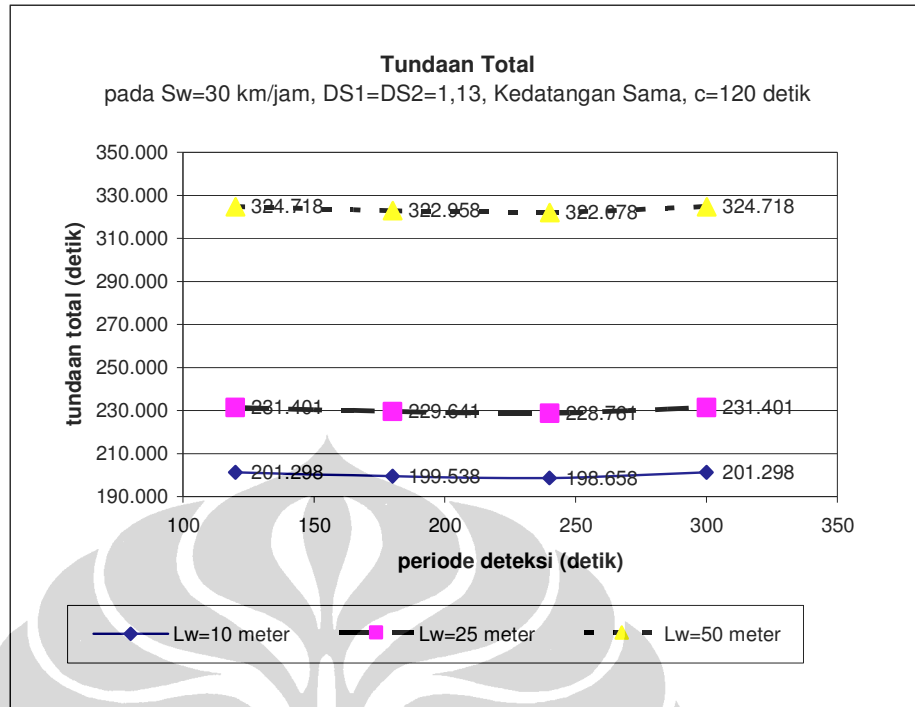


(d)

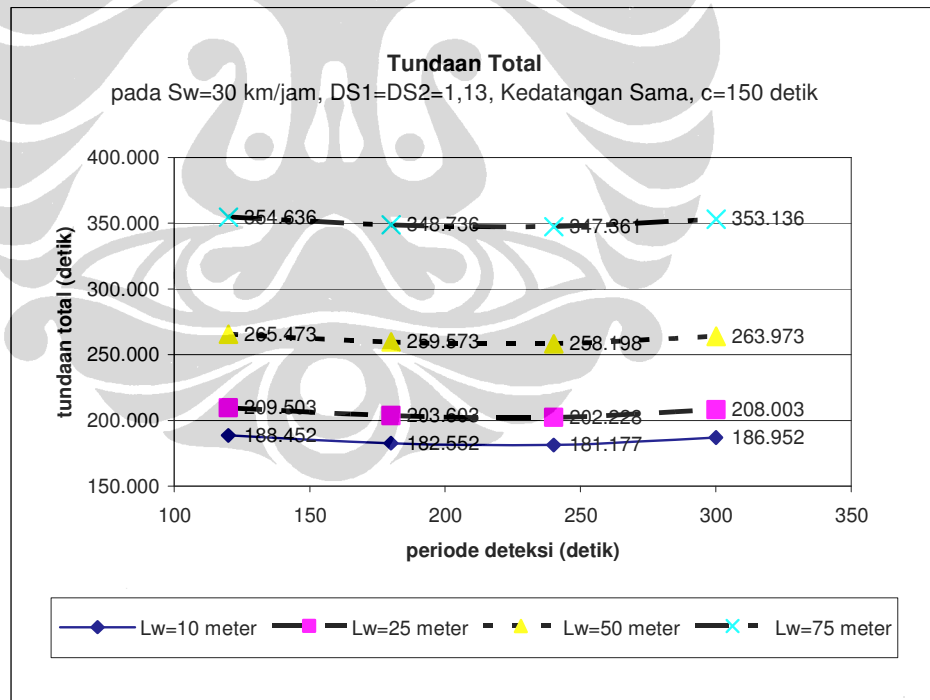


(e)

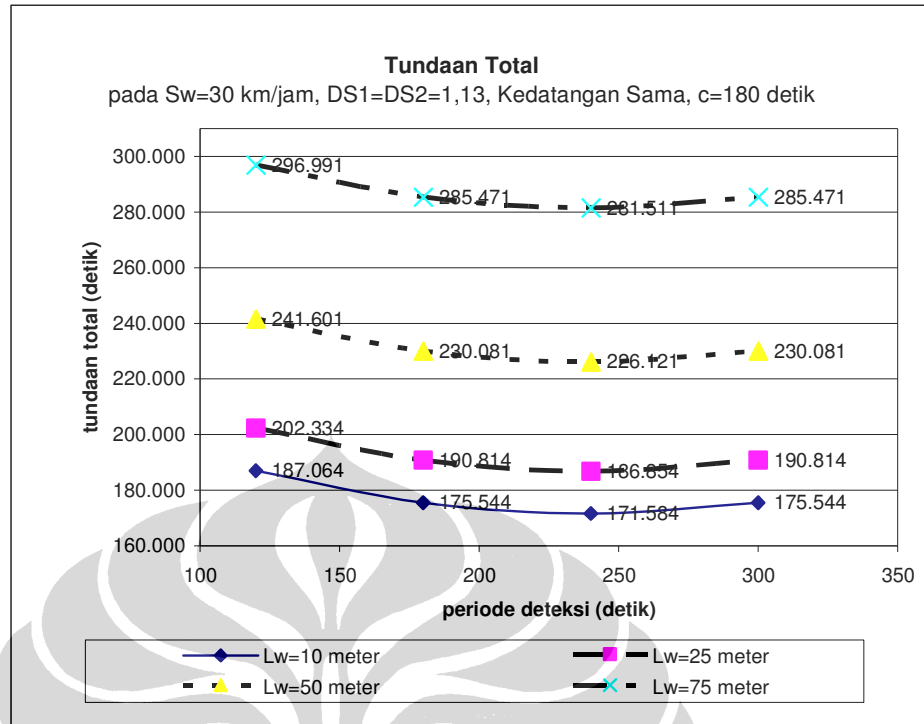
Gambar 4.9. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada $DS = 2,26$ dan $Sw=20$ km/jam Terhadap Variasi Periode Pengamatan dan Waktu Siklus



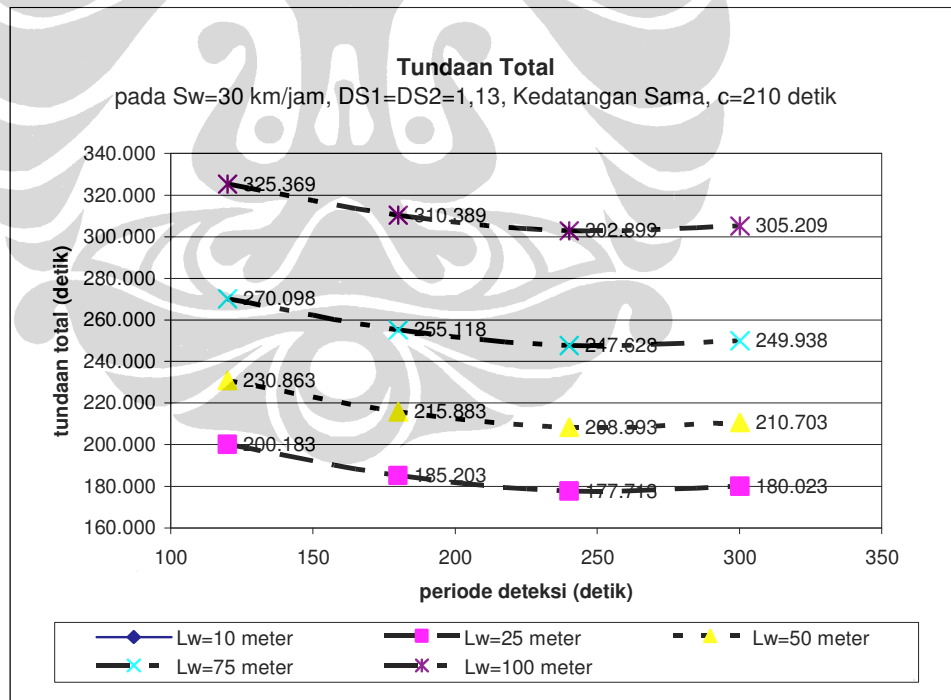
(a)



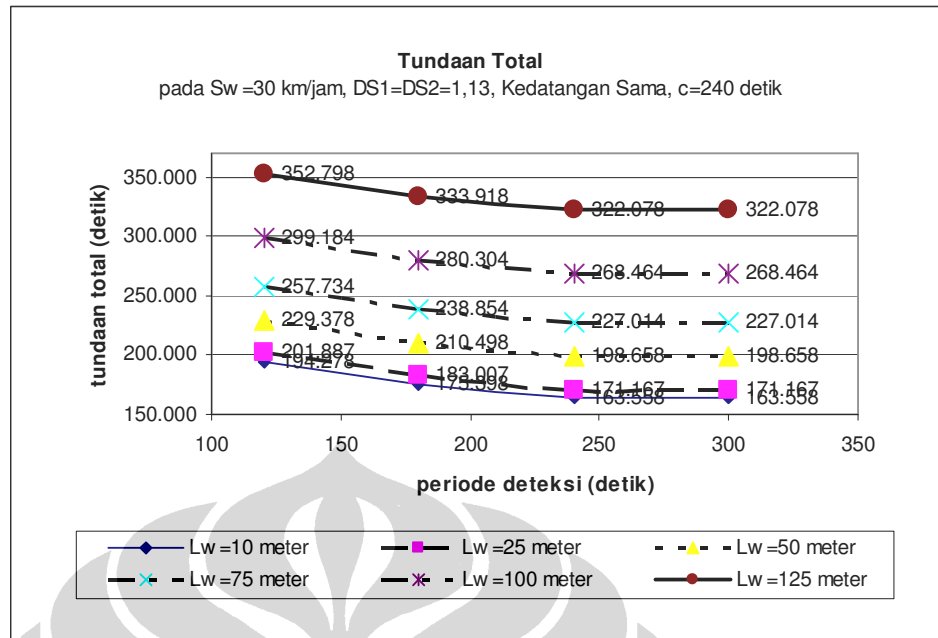
(b)



(c)



(d)

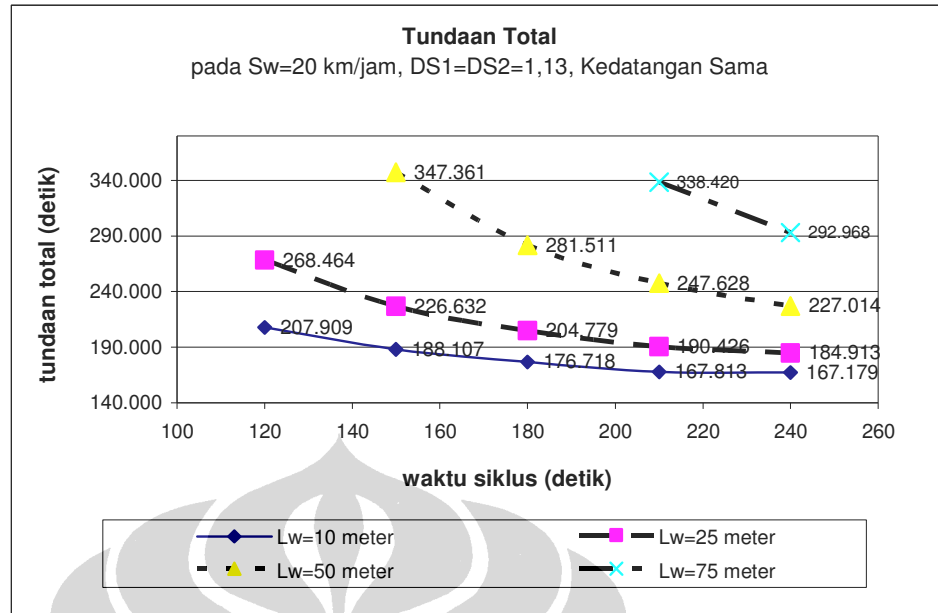


(e)

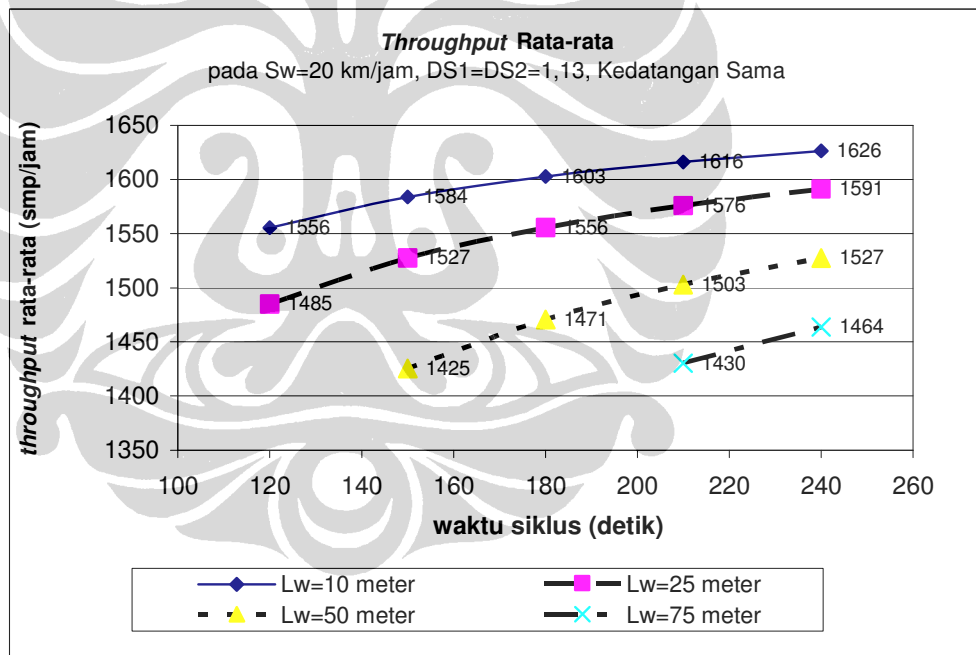
Gambar 4.10. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada $DS = 2,26$ dan $Sw=30$ km/jam Terhadap Variasi Periode Pengamatan dan Waktu Siklus

Waktu Siklus Optimal

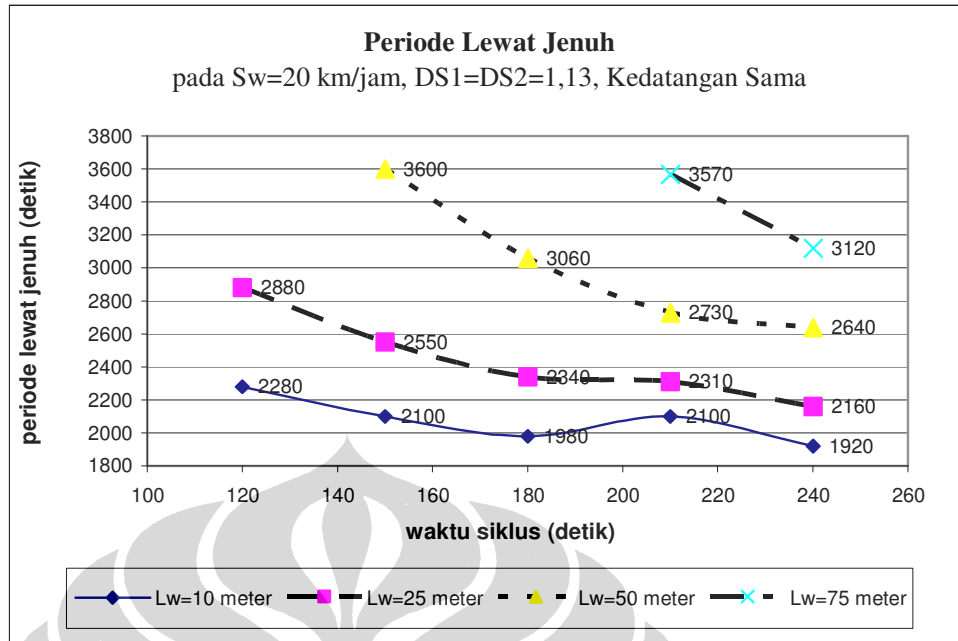
Kinerja hasil simulasi pada $DS=2,26$ dengan variasi waktu siklus 120 detik, 150 detik, 180 detik, 210 detik dan 240 detik, periode pengamatan arus kedatangan 240 detik pada $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam, berupa tundaan total, *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh, disajikan pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12. Hasil simulasi pada $DS=2,26$ menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu siklus menghasilkan semakin kecil tundaan total, semakin besar *throughput* rata-rata dan semakin menurunnya lama periode lewat jenuh dengan kinerja terbaik terjadi pada $c=240$ detik.



(a)

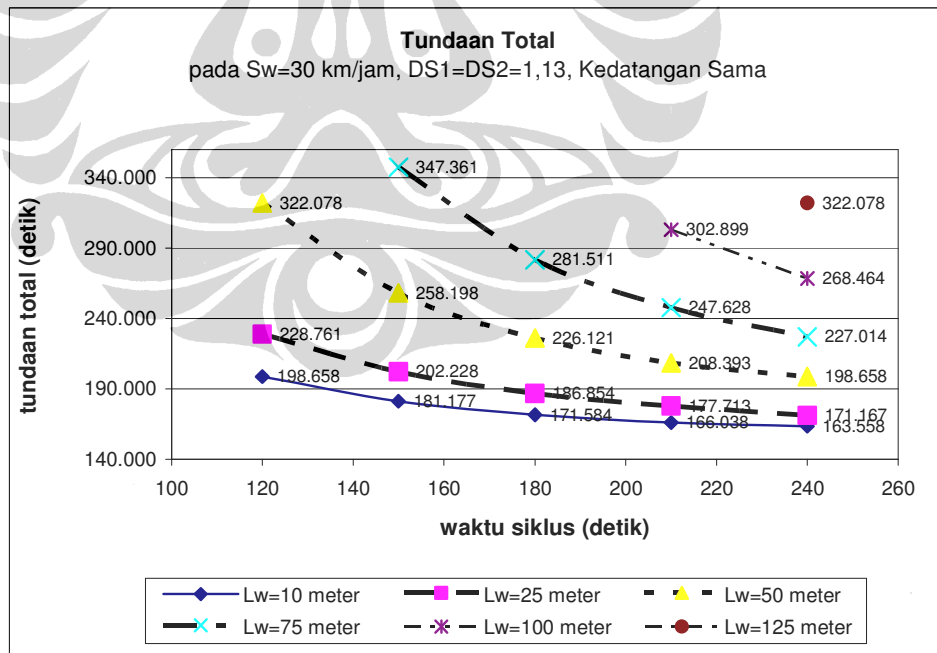


(b)

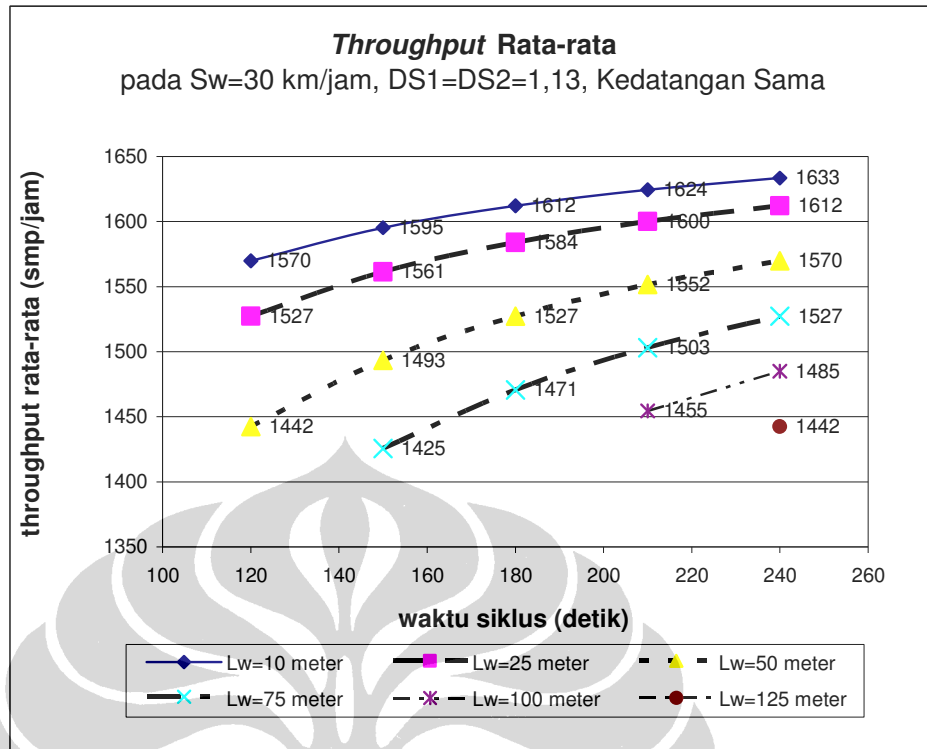


(c)

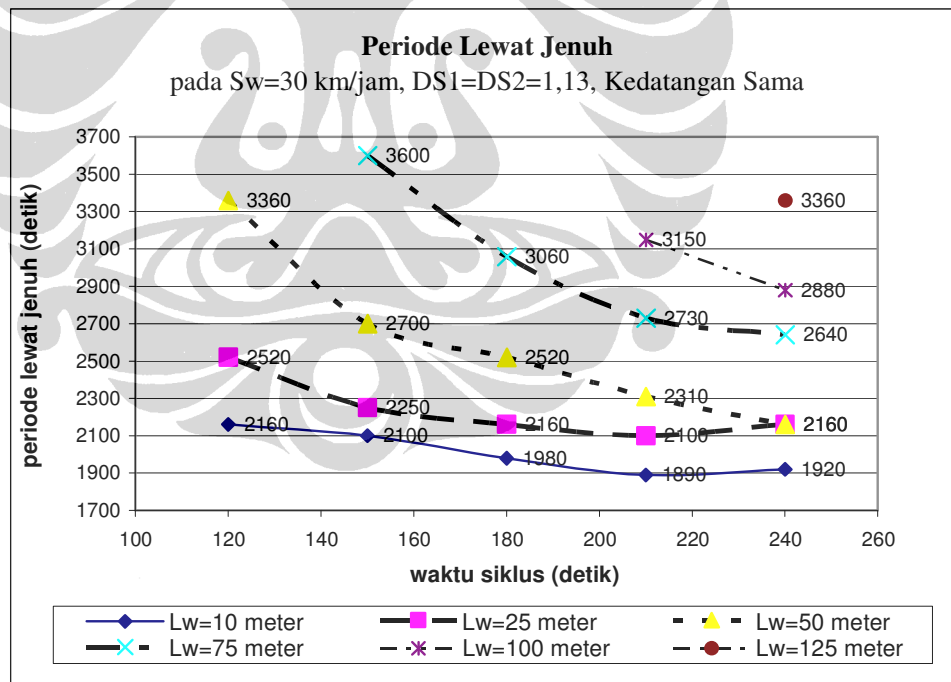
Gambar 4.11. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada Periode Pengamatan 240 detik, DS=2,26 dan Sw=20 km/jam Terhadap Waktu Siklus



a)



(b)



(c)

Gambar 4.12. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada Periode Pengamatan 240 detik, DS=2,26 dan Sw=30 km/jam Terhadap Waktu Siklus

Pada Tabel 4.16 disajikan persentase perbedaan kinerja antar waktu siklus pada DS=2,26, periode pengamatan 240 detik. Bila dibandingkan dengan kinerja pada c=120 detik, nilai tundaan total pada c=240 detik menurunkan tundaan total 18%-38%, meningkatkan *throughput* rata-rata 4%-9% dan menurunkan lama periode lewat jenuh 14%-36%.

Persentase perbedaan kinerja antara simulasi pada Sw=20 km/jam dan Sw=30 km/jam dengan DS=2,26 dan periode pengamatan 240 detik disajikan pada Tabel 4.17. Tabel 4.17 menunjukkan peningkatan kecepatan rata-rata pada LPRJ dari 20 km/jam menjadi 30 km/jam, menimbulkan penurunan tundaan total 2%-23%, peningkatan *throughput* rata-rata 1%-4% dan penurunan lama periode lewat jenuh 1%-15%. Hasil simulasi peningkatan kecepatan rata-rata pada LPRJ dari 20 km/jam menjadi 30 km/jam pada DS=2,26 ini juga menunjukkan bahwa semakin panjang LPRJ, semakin tinggi persentase peningkatan kinerjanya.

Tabel 4.16. Persentase Perbedaan Kinerja antar Waktu Siklus pada DS=2,26 – Periode Pengamatan 240 Detik

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	<i>throughput</i> rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	<i>throughput</i> rata-rata	periode lewat jenuh
meter	detik	detik	smp/jam	detik	detik	smp/jam	detik
			Sw=20 km/jam		Sw=30 km/jam		
10	120	207.909	1555,58	2280	198.658	1.570	2.160
	150	188.107	1583,87	2100	181.177	1.595	2.100
	180	176.718	1602,72	1980	171.584	1.612	1.980
	210	167.813	1616,19	2100	166.038	1.624	1.890
	240	167.179	1626,29	1920	163.558	1.633	1.920
	120	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	90%	102%	92%	91%	102%	97%
	180	85%	103%	87%	86%	103%	92%
	210	81%	104%	92%	84%	103%	88%
	240	80%	105%	84%	82%	104%	89%
25	120	268.464	1484,88	2880	228.761	1.527	2.520
	150	226.632	1527,30	2550	202.228	1.561	2.250
	180	204.779	1555,58	2340	186.854	1.584	2.160
	210	190.426	1575,79	2310	177.713	1.600	2.100
	240	184.913	1590,94	2160	171.167	1.612	2.160
	120	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	84%	103%	89%	88%	102%	89%
	180	76%	105%	81%	82%	104%	86%
	210	71%	106%	80%	78%	105%	83%
240	69%	107%	75%	75%	106%	86%	

Lanjutan Tabel 4.16

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
meter	detik	detik	smp/jam	detik	detik	smp/jam	detik
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam		
50	120	-	-	-	322.078	1.442	3.360
	150	347.361	1425,48	3600	258.198	1.493	2.700
	180	281.511	1470,73	3060	226.121	1.527	2.520
	210	247.628	1503,06	2730	208.393	1.552	2.310
	240	227.014	1527,30	2640	198.658	1.570	2.160
	120	-	-	-	100%	100%	100%
	150	100%	100%	100%	80%	104%	80%
	180	81%	103%	85%	70%	106%	75%
	210	71%	105%	76%	65%	108%	69%
240	65%	107%	73%	62%	109%	64%	
75	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	347.361	1.425	3.600
	180	-	-	-	281.511	1.471	3.060
	210	338.420	1430,33	3570	247.628	1.503	2.730
	240	292.968	1463,66	3120	227.014	1.527	2.640
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	100%	100%	100%
	180	-	-	-	81%	103%	85%
	210	100%	100%	100%	71%	105%	76%
240	87%	102%	87%	65%	107%	73%	
100	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	302.899	1.455	3.150
	240	-	-	-	268.464	1.485	2.880
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	100%	100%	100%
240	-	-	-	89%	102%	91%	
125	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-
	240	-	-	-	322.078	1.442	3.360
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	100%	100%	100%	

Tabel 4.17. Persentase Perbedaan Kinerja antara $Sw=20$ km/jam dengan $Sw=30$ km/jam, $DS=2,26$ – Periode Pengamatan 240 Detik

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	Tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
meter	detik	detik	smp/jam	detik	Detik	smp/jam	detik			
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam			perbedaan		
10	120	207.909	1555,58	2280	198.658	1.570	2.160	4%	1%	5%
	150	188.107	1583,87	2100	181.177	1.595	2.100	4%	1%	0%
	180	176.718	1602,72	1980	171.584	1.612	1.980	3%	1%	0%
	210	167.813	1616,19	2100	166.038	1.624	1.890	1%	0%	10%
	240	167.179	1626,29	1920	163.558	1.633	1.920	2%	0%	0%
25	120	268.464	1484,88	2880	228.761	1.527	2.520	15%	3%	13%
	150	226.632	1527,30	2550	202.228	1.561	2.250	11%	2%	12%
	180	204.779	1555,58	2340	186.854	1.584	2.160	9%	2%	8%
	210	190.426	1575,79	2310	177.713	1.600	2.100	7%	2%	9%
	240	184.913	1590,94	2160	171.167	1.612	2.160	7%	1%	0%
50	120	-	-	-	322.078	1.442	3.360	-	-	-
	150	347.361	1425,48	3600	258.198	1.493	2.700	26%	5%	25%
	180	281.511	1470,73	3060	226.121	1.527	2.520	20%	4%	18%
	210	247.628	1503,06	2730	208.393	1.552	2.310	16%	3%	15%
	240	227.014	1527,30	2640	198.658	1.570	2.160	12%	3%	18%
75	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	347.361	1.425	3.600	-	-	-
	180	-	-	-	281.511	1.471	3.060	-	-	-
	210	338.420	1430,33	3570	247.628	1.503	2.730	27%	5%	24%
	240	292.968	1463,66	3120	227.014	1.527	2.640	23%	4%	15%

4.2.4. Simulasi dengan Derajat Kejenuhan Total (DS) 2,76

Ringkasan hasil simulasi pada $DS=2,76$ dan *split* arus lalu lintas untuk kedua pendekat 50:50 untuk kondisi kecepatan rata-rata pada LPRJ (Sw) 20 km/jam dan 30 km/jam disajikan pada Tabel 4.18 dan Tabel 4.19. Seperti pada analisis untuk DS sebelumnya, untuk setiap panjang LPRJ (Lw), hasil tundaan total *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh dibandingkan dalam persentase terhadap nilai pada periode pengamatan 120 detik dan waktu siklus 120 detik. Hasil simulasi pada $DS=2,76$ dan $DS=2,26$ memiliki hasil yang serupa, dimana pada periode pengamatan 120 detik sampai 300 detik, nilai tundaan total menurun sejalan dengan meningkatnya periode pengamatan dengan nilai tundaan total yang antara periode pengamatan 240 detik dan 300 detik, sehingga nilai tundaan total terkecil terjadi pada periode pengamatan 240 detik dan 300 detik.

Hasil simulasi pada DS=2,76 juga menunjukkan bahwa pada kedua Sw yang disimulasikan, nilai *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh sama untuk seluruh periode pengamatan arus kedatangan kendaraan (120 detik, 180 detik, 240 detik dan 300 detik). Hasil simulasi dengan DS=2,76 menunjukkan bahwa panjang LPRJ (Lw) maksimum yang dapat dilayani pada Sw=20 km/jam adalah 50 meter, sedangkan pada Sw=30 km/jam adalah 75 meter.

Tabel 4.18. Perbandingan Kinerja pada DS=2,76 Sw=20 km/jam

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				<i>throughput</i> rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)				
		120	180	240	300	120	180	240	300	
meter	(detik)									detik
10	120	380.281	377.961	376.801	379.121	1555,58	1555,58	1555,58	1555,58	3000
	150	351.450	344.150	342.338	349.950	1583,87	1583,87	1583,87	1583,87	2850
	180	342.304	328.264	323.044	328.264	1602,72	1602,72	1602,72	1602,72	2700
	210	339.570	321.160	311.955	315.000	1616,19	1616,19	1616,19	1616,19	2520
	240	341.670	318.310	304.230	304.230	1626,29	1626,29	1626,29	1626,29	2640
	120	100,00%	99,39%	99,08%	99,69%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	150	92,42%	90,50%	90,02%	92,02%	101,82%	101,82%	101,82%	101,82%	95,00%
	180	90,01%	86,32%	84,95%	86,32%	103,03%	103,03%	103,03%	103,03%	90,00%
25	210	89,29%	84,45%	82,03%	82,83%	103,90%	103,90%	103,90%	103,90%	84,00%
	240	89,85%	83,70%	80,00%	80,00%	104,55%	104,55%	104,55%	104,55%	88,00%
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	419.959	412.659	410.846	418.459	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	3300
	180	392.024	377.984	372.764	377.984	1555,58	1555,58	1555,58	1555,58	3060
	210	377.319	358.909	349.704	352.749	1575,79	1575,79	1575,79	1575,79	2940
	240	373.560	350.200	336.120	336.120	1590,94	1590,94	1590,94	1590,94	2880
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	150	100,00%	98,26%	97,83%	99,64%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	180	93,35%	90,01%	88,76%	90,01%	101,85%	101,85%	101,85%	101,85%	92,73%
	210	89,85%	85,46%	83,27%	84,00%	103,17%	103,17%	103,17%	103,17%	89,09%
	240	88,95%	83,39%	80,04%	80,04%	104,17%	104,17%	104,17%	104,17%	87,27%
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	474.701	456.291	447.086	450.131	1503,06	1503,06	1503,06	1503,06	3570
240	449.914	426.554	412.474	412.474	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	3360	
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
210	100,00%	96,12%	94,18%	94,82%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
240	94,78%	89,86%	86,89%	86,89%	101,61%	101,61%	101,61%	101,61%	94,12%	

Keterangan : dibandingkan terhadap nilai kinerja pada periode pengamatan dan waktu siklus terkecil dari setiap panjang LPRJ

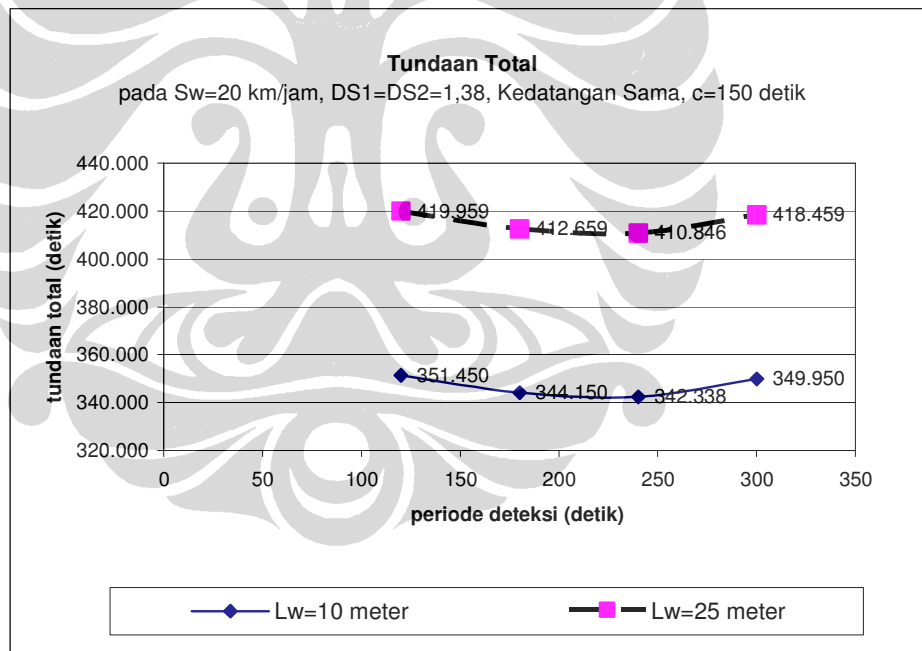
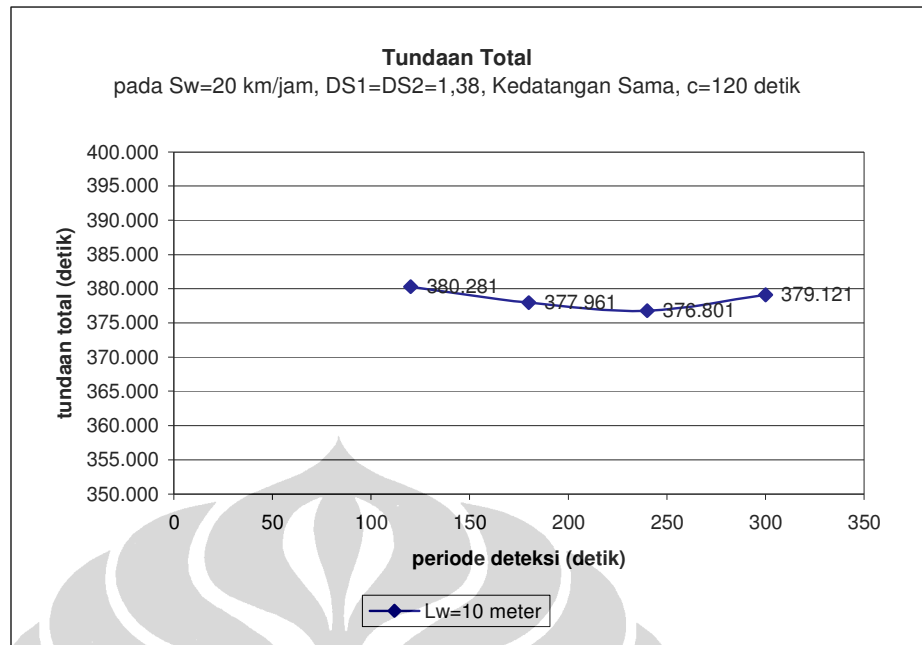
Tabel 4.19. Perbandingan Kinerja pada DS=2,76 Sw=30 km/jam

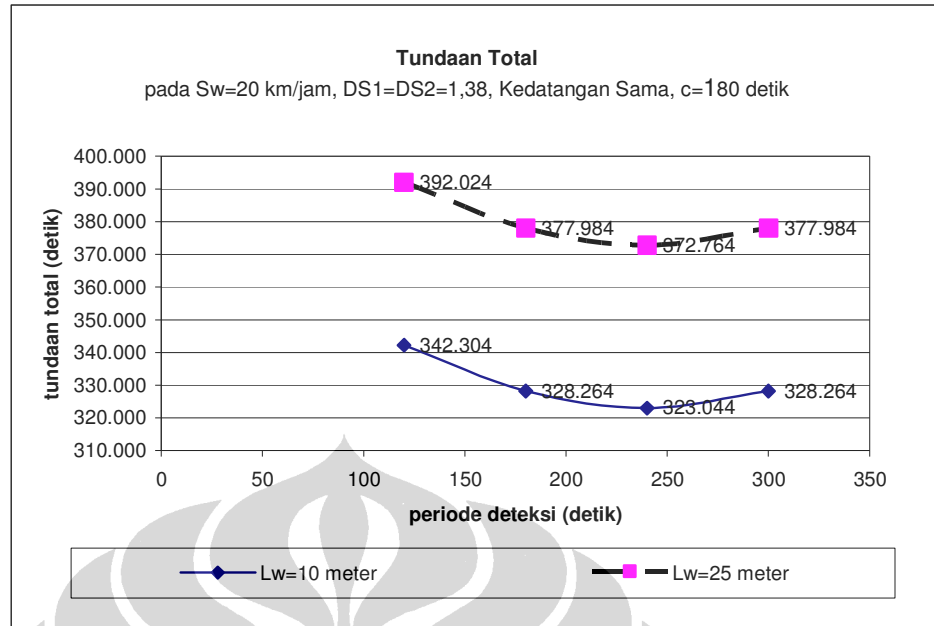
Panjang LPRJ	Waktu Siklus	total tundaan (detik)				throughput rata-rata (smp/jam)				periode lewat jenuh
		Periode Pengamatan (detik)				Periode Pengamatan (detik)				
		120	180	240	300	120	180	240	300	
meter	(detik)									detik
10	120	364.037	361.717	360.557	364.037	1569,73	1569,73	1569,73	1569,73	2880
	150	340.880	333.580	331.768	339.380	1595,18	1595,18	1595,18	1595,18	2700
	180	332.758	318.718	313.498	318.718	1612,15	1612,15	1612,15	1612,15	2700
	210	332.443	314.033	304.828	307.873	1624,27	1624,27	1624,27	1624,27	2520
	240	334.825	311.465	297.385	297.385	1633,36	1633,36	1633,36	1633,36	2400
	120	100,00%	99,36%	99,04%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	150	93,64%	91,63%	91,14%	93,23%	101,62%	101,62%	101,62%	101,62%	93,75%
	180	91,41%	87,55%	86,12%	87,55%	102,70%	102,70%	102,70%	102,70%	93,75%
25	210	91,32%	86,26%	83,74%	84,57%	103,47%	103,47%	103,47%	103,47%	87,50%
	240	91,98%	85,56%	81,69%	81,69%	104,05%	104,05%	104,05%	104,05%	83,33%
	120	417.157	414.837	415.417	417.157	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	3240
	150	376.450	369.150	367.338	374.950	1561,24	1561,24	1561,24	1561,24	3000
	180	360.046	346.006	340.786	346.006	1583,87	1583,87	1583,87	1583,87	2880
	210	353.470	335.060	325.855	328.900	1600,03	1600,03	1600,03	1600,03	2730
	240	355.359	331.999	317.919	317.919	1612,15	1612,15	1612,15	1612,15	2640
	120	100,00%	99,44%	99,58%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
50	150	90,24%	88,49%	88,06%	89,88%	102,22%	102,22%	102,22%	102,22%	92,59%
	180	86,31%	82,94%	81,69%	82,94%	103,70%	103,70%	103,70%	103,70%	88,89%
	210	84,73%	80,32%	78,11%	78,84%	104,76%	104,76%	104,76%	104,76%	84,26%
	240	85,19%	79,59%	76,21%	76,21%	105,56%	105,56%	105,56%	105,56%	81,48%
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	473.952	466.652	464.840	472.452	1493,36	1493,36	1493,36	1493,36	3600
	180	429.457	415.417	410.197	415.417	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	3240
	210	404.880	386.470	377.265	380.310	1551,54	1551,54	1551,54	1551,54	3150
75	240	397.997	374.637	360.557	360.557	1569,73	1569,73	1569,73	1569,73	2880
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	100,00%	98,46%	98,08%	99,68%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	180	90,61%	87,65%	86,55%	87,65%	102,27%	102,27%	102,27%	102,27%	90,00%
	210	85,43%	81,54%	79,60%	80,24%	103,90%	103,90%	103,90%	103,90%	87,50%
	240	83,97%	79,05%	76,07%	76,07%	105,11%	105,11%	105,11%	105,11%	80,00%
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	474.701	456.291	447.086	450.131	1503,06	1503,06	1503,06	1503,06	3570
	240	449.914	426.554	412.474	412.474	1527,30	1527,30	1527,30	1527,30	3360
	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	210	100,00%	96,12%	94,18%	94,82%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	240	94,78%	89,86%	86,89%	86,89%	101,61%	101,61%	101,61%	101,61%	94,12%

Keterangan : dibandingkan terhadap nilai kinerja pada periode pengamatan dan waktu siklus terkecil dari setiap panjang LPRJ

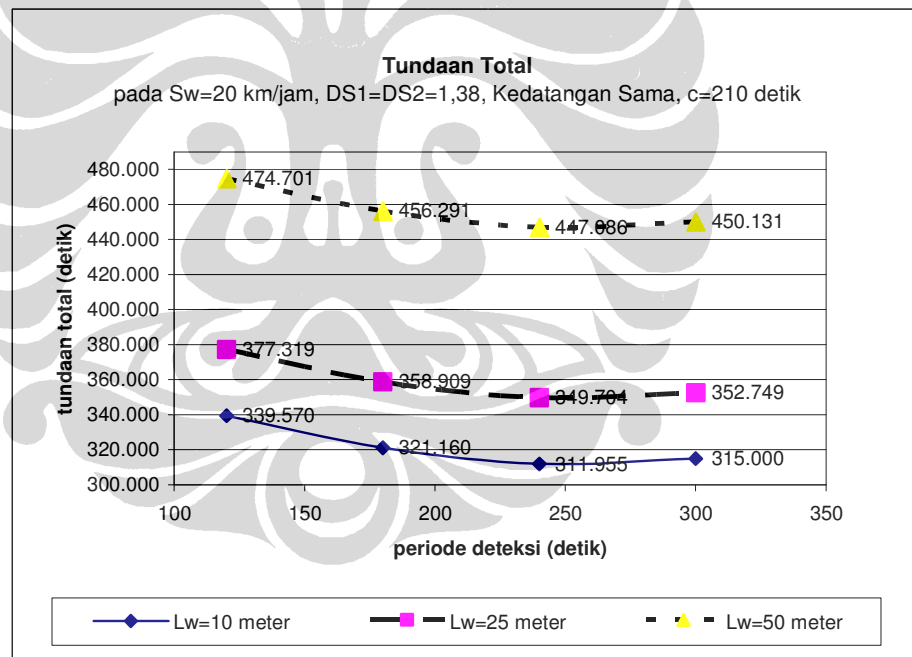
Periode Pengamatan Optimal

Hasil simulasi pada DS=2,76, split arus lalu lintas untuk kedua pendekat 50:50 dan Sw=20 km/jam yang disajikan pada Gambar 4.13a sampai Gambar 4.13e dan Gambar 4.14a sampai Gambar 4.14e menunjukkan bahwa pada seluruh input waktu siklus, tundaan total terkecil pada periode pengamatan 240 detik.

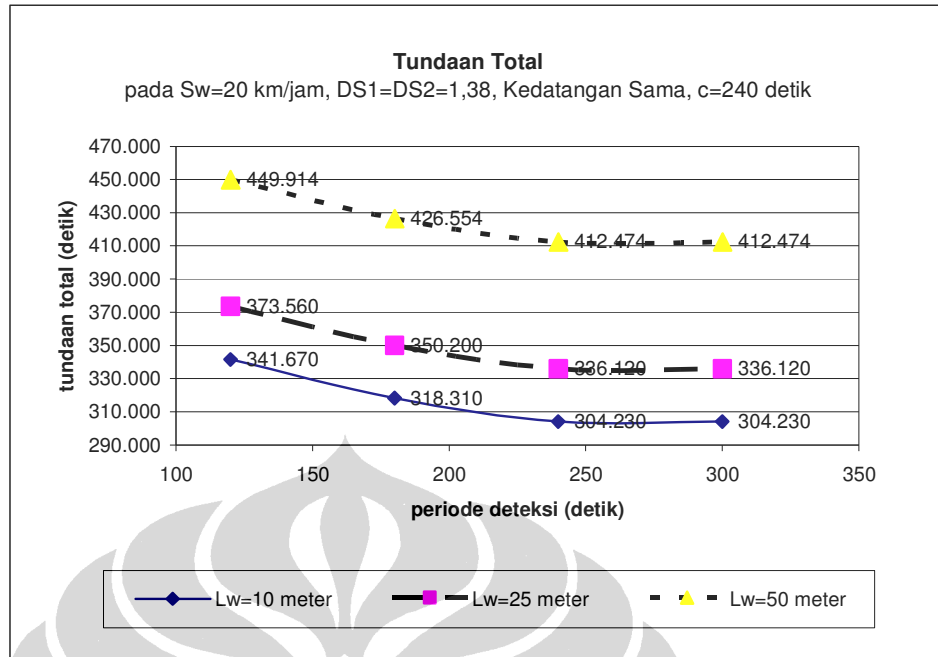




(c)

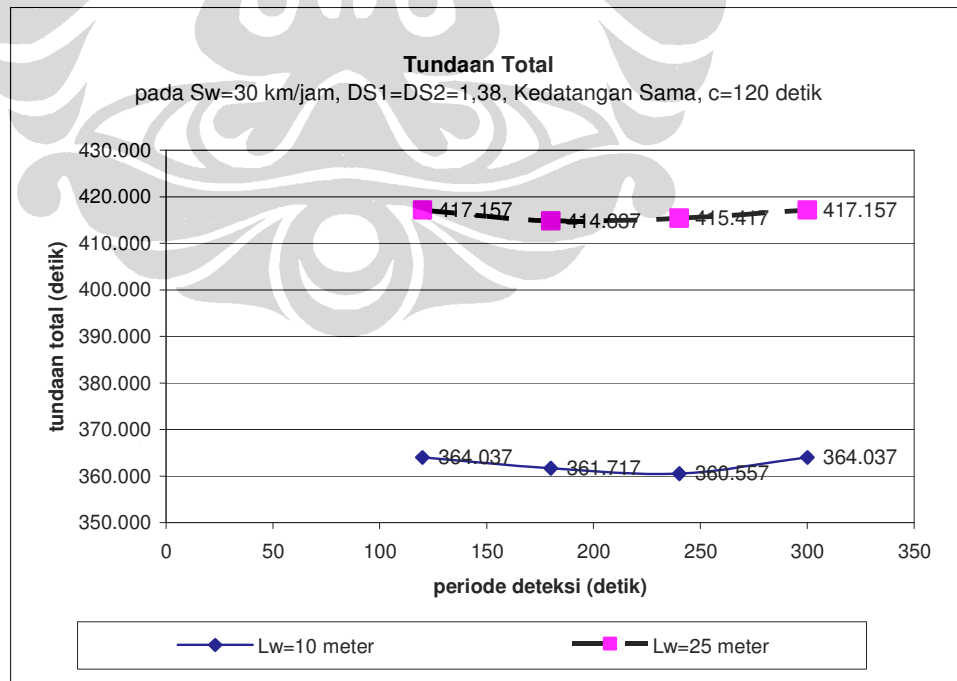


(d)

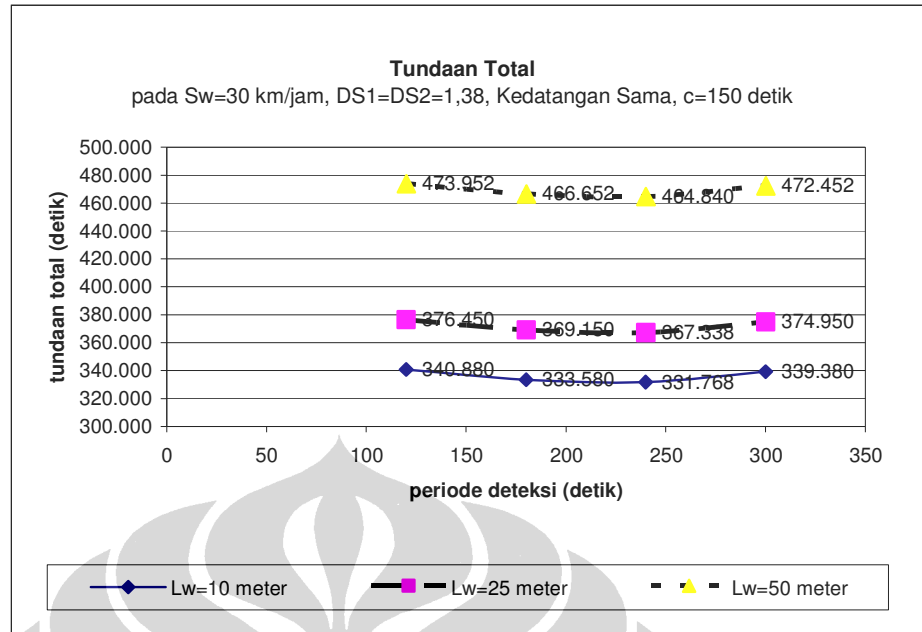


(e)

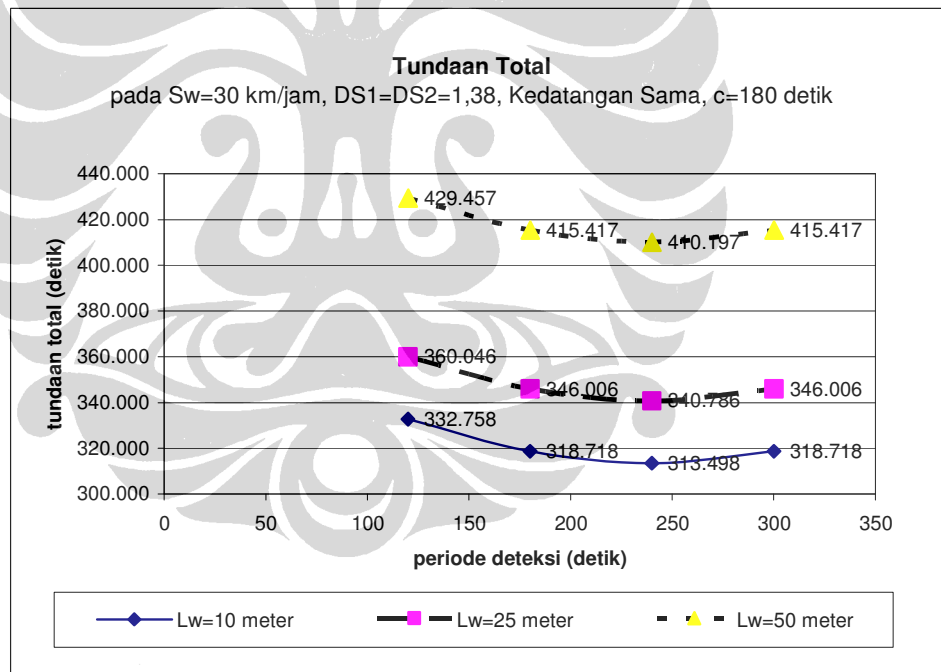
Gambar 4.13. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada $DS = 2,76$ dan $Sw=20$ km/jam Terhadap Variasi Periode Pengamatan dan Waktu Siklus



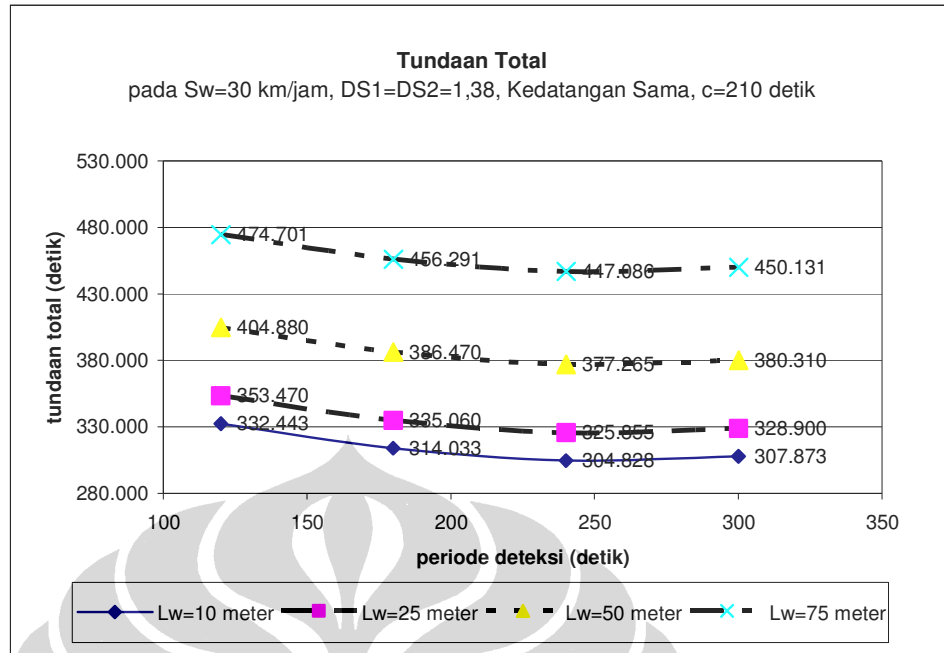
(a)



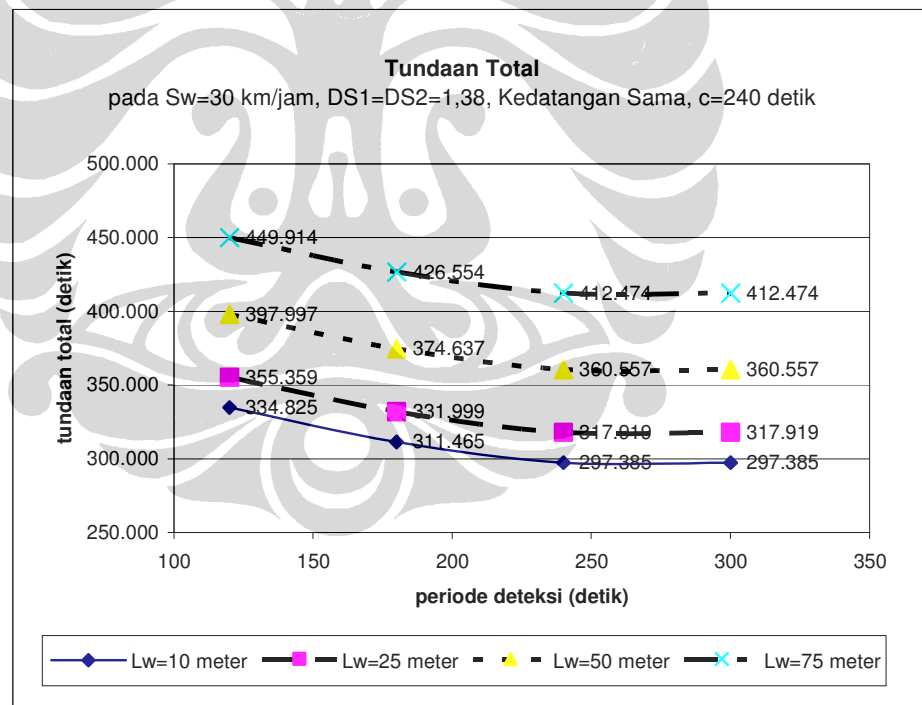
(b)



(c)



(d)

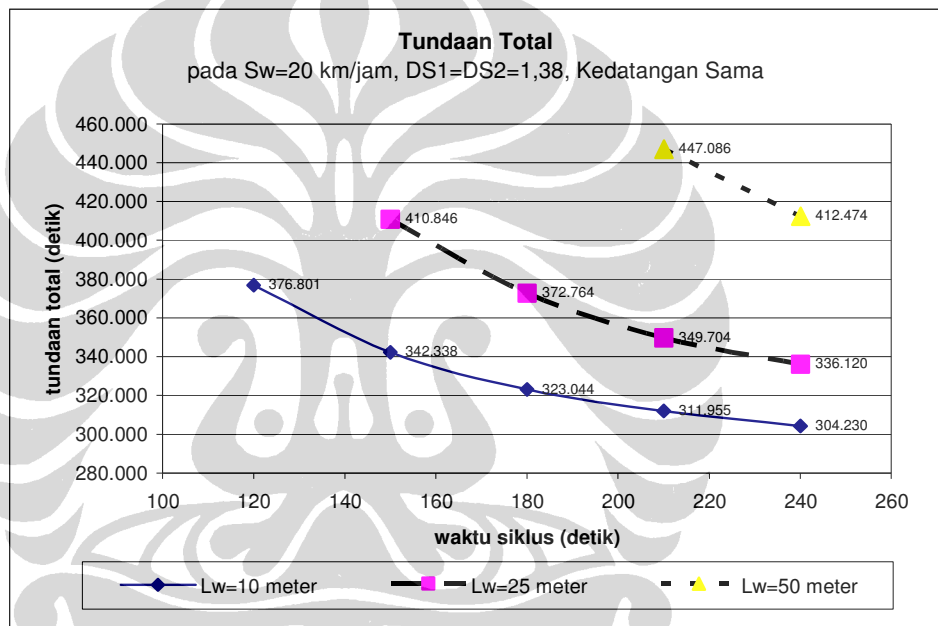


(e)

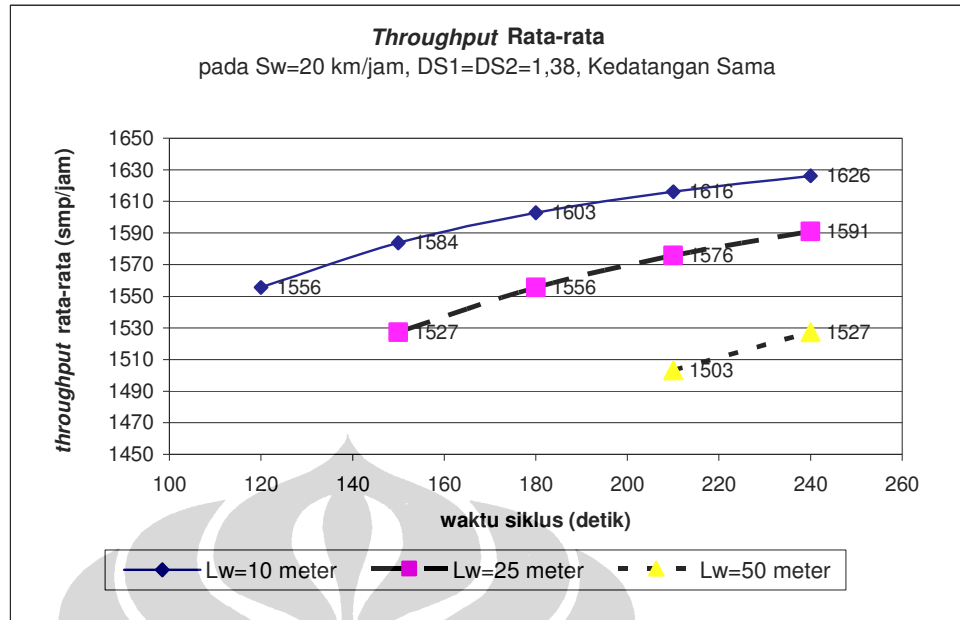
Gambar 4.14. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada $DS = 2,76$ dan $Sw=30$ km/jam Terhadap Variasi Periode Pengamatan dan Waktu Siklus

Waktu Siklus Optimal

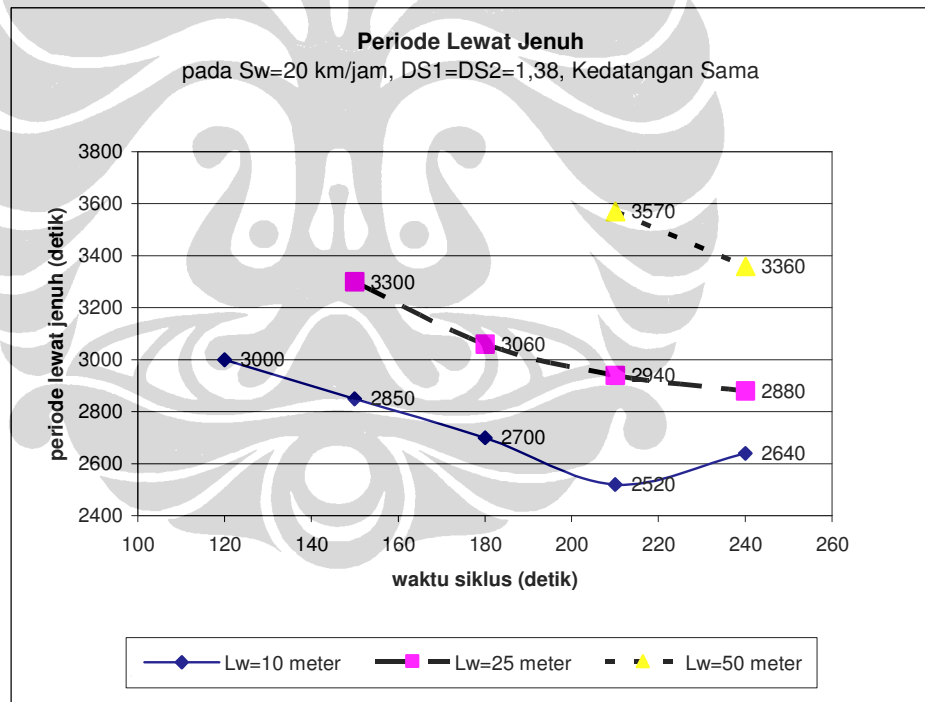
Kinerja hasil simulasi pada $DS=2,76$ dengan variasi waktu siklus 120 detik, 150 detik, 180 detik, 210 detik dan 240 detik, periode pengamatan arus kedatangan 240 detik pada $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam, berupa tundaan total, *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh, disajikan pada Gambar 4.15a sampai Gambar 4.15c dan Gambar 4.16a sampai Gambar 4.16c. Hasil simulasi pada $DS=2,76$ menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu siklus menimbulkan hasil semakin kecil tundaan total, semakin besar *throughput* rata-rata dan semakin menurunnya lama periode lewat jenuh dengan kinerja terbaik terjadi pada $c=240$ detik.



(a)

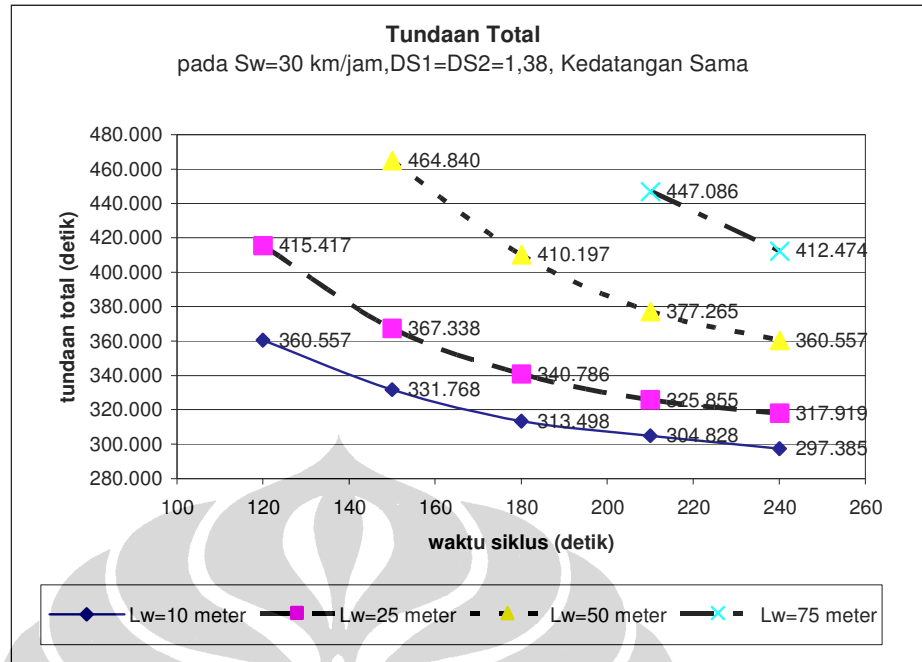


(b)

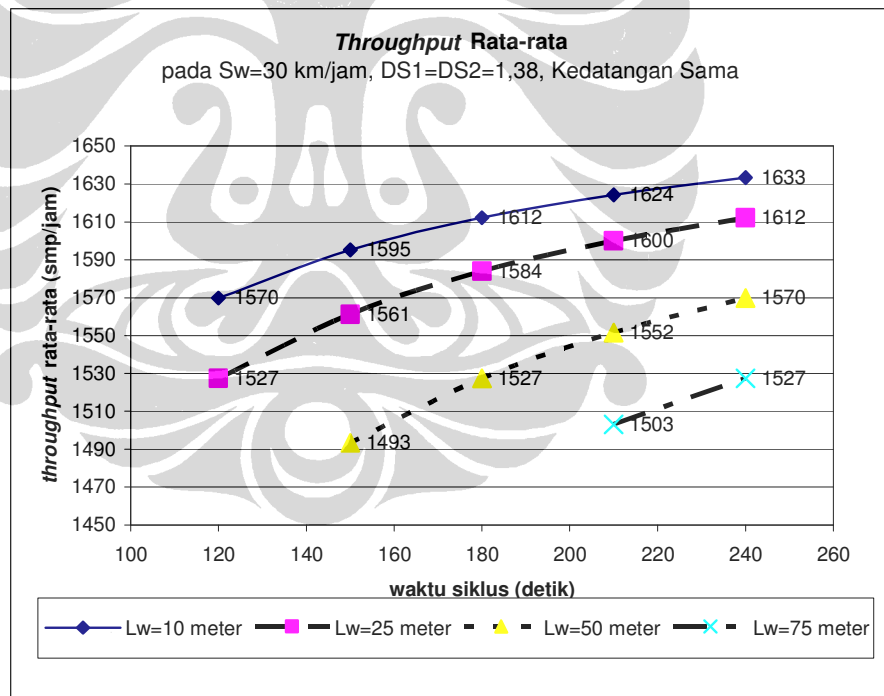


(c)

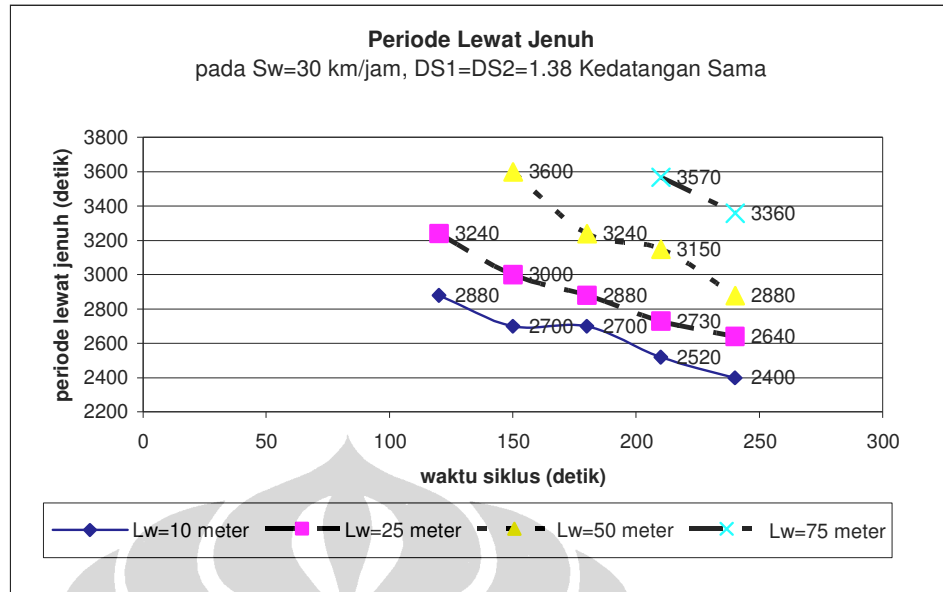
Gambar 4.15. Kinerja Kontrol Lalu Lintas di LPRJ pada Periode Pengamatan 240 detik, $DS=2,76$ dan $Sw=20$ km/jam Terhadap Waktu Siklus



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.16. Kinerja Kontrol Lalu Lintas Bersinyal di LPRJ pada Periode Pengamatan 240 detik, $DS=2,76$ dan $Sw=30$ km/jam Terhadap Waktu Siklus

Persentase perbedaan kinerja antar waktu siklus pada $DS=2,76$, periode pengamatan 240 detik, disajikan pada Tabel 4.20, dimana persentase perbedaan ini dibandingkan terhadap nilai tundaan total, *throughput* rata-rata dan lama periode lewat jenuh pada $c=120$ detik. Bila dibandingkan dengan kinerja pada $c=120$ detik, nilai tundaan total pada $c=240$ detik menurunkan tundaan total 18%-23%, meningkatkan *throughput* rata-rata 2%-6% dan menurunkan lama periode lewat jenuh 17%-20%.

Persentase perbedaan kinerja antara simulasi pada $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam dengan $DS=2,76$, periode pengamatan 240 detik, disajikan pada Tabel 4.21. Pada $DS=2,76$, peningkatan kecepatan rata-rata pada LPRJ dari 20 km/jam menjadi 30 km/jam, menimbulkan penurunan tundaan total 2%-13%, peningkatan *throughput* rata-rata 1%-3% dan penurunan lama periode lewat jenuh 8%-14%.

Tabel 4.20. Persentase Perbedaan Kinerja antar Waktu Siklus pada $DS=2,76$ –
Periode Pengamatan 240 Detik

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
Meter	detik	detik	smp/jam	detik	detik	smp/jam	detik
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam		
10	120	376.801	1555,58	3000	360.557	1.570	2.880
	150	342.338	1583,87	2850	331.768	1.595	2.700
	180	323.044	1602,72	2700	313.498	1.612	2.700
	210	311.955	1616,19	2520	304.828	1.624	2.520
	240	304.230	1626,29	2640	297.385	1.633	2.400
	120	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	150	91%	102%	95%	92%	102%	94%
	180	86%	103%	90%	87%	103%	94%
	210	83%	104%	84%	85%	103%	88%
240	81%	105%	88%	82%	104%	83%	
25	120	-	-	-	415.417	1.527	3.240
	150	410.846	1527,30	3300	367.338	1.561	3.000
	180	372.764	1555,58	3060	340.786	1.584	2.880
	210	349.704	1575,79	2940	325.855	1.600	2.730
	240	336.120	1590,94	2880	317.919	1.612	2.640
	120	-	-	-	100%	100%	100%
	150	100%	100%	100%	88%	102%	93%
	180	91%	102%	93%	82%	104%	89%
	210	85%	103%	89%	78%	105%	84%
240	82%	104%	87%	77%	106%	81%	
50	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	464.840	1.493	3.600
	180	-	-	-	410.197	1.527	3.240
	210	447.086	1503,06	3570	377.265	1.552	3.150
	240	412.474	1527,30	3360	360.557	1.570	2.880
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	100%	100%	100%
	180	-	-	-	88%	102%	90%
	210	100%	100%	100%	81%	104%	88%
240	92%	102%	94%	78%	105%	80%	
75	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	447.086	1.503	3.570
	240	-	-	-	412.474	1.527	3.360
	120	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-
	180	-	-	-	-	-	-
	210	-	-	-	100%	100%	100%
240	-	-	-	92%	102%	94%	

Tabel 4.21. Persentase Perbedaan Kinerja Antara $Sw=20$ km/jam Dengan $Sw=30$ km/jam, $DS=2,76$ – Periode Pengamatan 240 Detik

Panjang LPRJ	Waktu Siklus	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh	tundaan total	throughput rata-rata	periode lewat jenuh
meter	detik	detik	smp/jam	detik	detik	smp/jam	detik			
		Sw=20 km/jam			Sw=30 km/jam			perbedaan		
10	120	376.801	1555,58	3000	360.557	1.570	2.880	4%	1%	4%
	150	342.338	1583,87	2850	331.768	1.595	2.700	3%	1%	5%
	180	323.044	1602,72	2700	313.498	1.612	2.700	3%	1%	0%
	210	311.955	1616,19	2520	304.828	1.624	2.520	2%	0%	0%
	240	304.230	1626,29	2640	297.385	1.633	2.400	2%	0%	9%
25	120	-	-	-	415.417	1.527	3.240	-	-	-
	150	410.846	1527,30	3300	367.338	1.561	3.000	11%	2%	9%
	180	372.764	1555,58	3060	340.786	1.584	2.880	9%	2%	6%
	210	349.704	1575,79	2940	325.855	1.600	2.730	7%	2%	7%
	240	336.120	1590,94	2880	317.919	1.612	2.640	5%	1%	8%
50	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	464.840	1.493	3.600	-	-	-
	180	-	-	-	410.197	1.527	3.240	-	-	-
	210	447.086	1503,06	3570	377.265	1.552	3.150	16%	3%	12%
	240	412.474	1527,30	3360	360.557	1.570	2.880	13%	3%	14%

4.2.5. Proporsi Arus Kedatangan Kendaraan

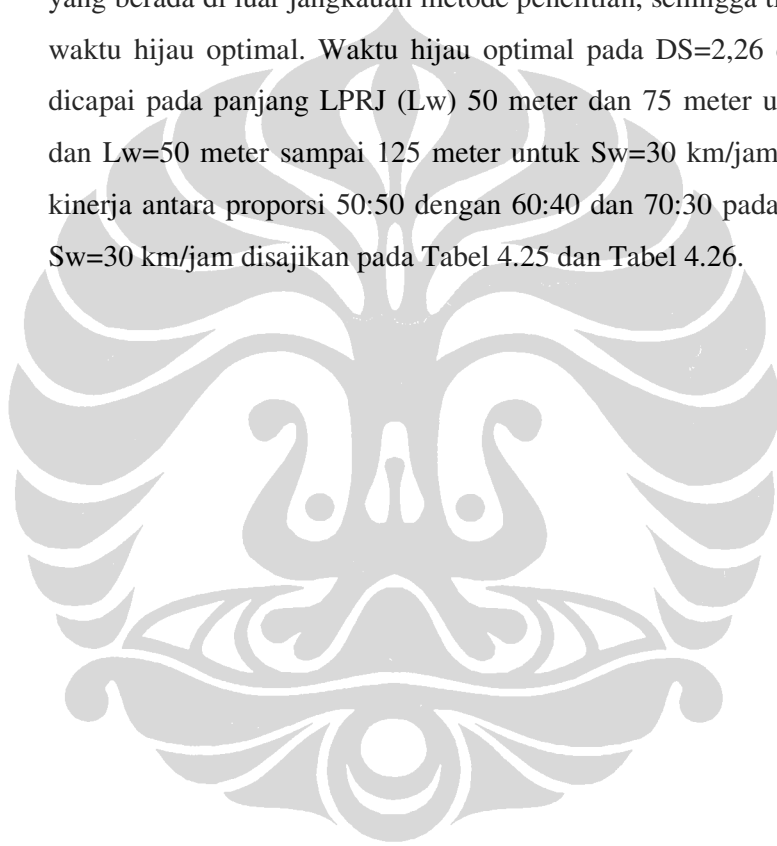
Hasil simulasi yang diuraikan pada sub bab 4.2. adalah simulasi untuk proporsi arus kedatangan kendaraan dari masing-masing pendekat yang seimbang, yaitu 50:50. Dengan nilai Derajat Kejenuhan Total (DS) yang sama ($DS=1,44$; 1,86, 2,26 dan 2,76) dan periode pengamatan 240 detik, dilakukan simulasi untuk proporsi arus kedatangan kendaraan 60:40 dan 70:30. Rangkuman hasil simulasi untuk proporsi arus kedatangan kendaraan 60:40 untuk $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam disajikan pada Tabel 4.22 dan Tabel 4.23.

Proporsi arus kedatangan 60:40 dapat diselesaikan dengan metode penelitian pada $DS \geq 1,86$. Pada $DS=1,44$, terjadi kondisi arus tidak jenuh pada salah satu pendekat (DS pendekat 1 dan 2=0,86 & 0,58) yang berada di luar jangkauan metode penelitian, sehingga tidak didapatkan hasil waktu hijau optimal. Waktu hijau optimal pada $DS=1,44$ dengan $c=240$ detik, dicapai pada panjang LPRJ (Lw) 100 meter dan 125 meter untuk $Sw=20$ km/jam dan $Lw=150$ meter, 175 meter dan 200 meter untuk $Sw=30$ km/jam. Pada $DS \geq 1,86$ dan $c=240$ detik, simulasi memberikan hasil waktu hijau optimal yang berbeda antara proporsi arus kedatangan kendaraan 50:50 dengan 60:40, namun memberikan hasil yang sama besar pada lama periode arus jenuh, tundaan total dan

throughput rata-rata. Hal ini terjadi karena total jumlah kendaraan yang harus dilayani APILL sama, walaupun proporsi berbeda.

Proporsi arus kedatangan 70:30 baru dapat diselesaikan dengan metode penelitian pada $DS \geq 2,76$. Rangkuman hasil simulasi untuk proporsi arus kedatangan kendaraan 60:40 untuk $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam disajikan pada Tabel 4.24.

Pada DS yang paling dekat dibawahnya yaitu 2,26, masih terjadi kondisi arus tidak jenuh pada salah satu pendekat (DS pendekat 1 dan 2=1,58 & 0,68) yang berada di luar jangkauan metode penelitian, sehingga tidak didapatkan hasil waktu hijau optimal. Waktu hijau optimal pada $DS=2,26$ dengan $c=240$ detik, dicapai pada panjang LPRJ (Lw) 50 meter dan 75 meter untuk $Sw=20$ km/jam dan $Lw=50$ meter sampai 125 meter untuk $Sw=30$ km/jam. Perbandingan hasil kinerja antara proporsi 50:50 dengan 60:40 dan 70:30 pada $Sw=20$ km/jam dan $Sw=30$ km/jam disajikan pada Tabel 4.25 dan Tabel 4.26.



Tabel 4.22. Kontrol Lalu Lintas Bersinyal Pada LPRJ Dengan Periode Pengamatan 240 Detik, Kecepatan Rata-Rata Pada LPRJ = 20 km/jam, Split Arus Kedatangan 60:40

derajat kejenuhan		Panjang LPRJ	Waktu Siklus	waktu hijau 1 (detik)		waktu hijau 2 (detik)		periode lewat jenuh	total tundaan (detik)			throughput rata-rata (kend/jam)		
1	2	meter	(detik)	1	2	1	2	detik	1	2	total	1	2	total
0,86	0,58	50	120	61	35	54	42	2400	44.165	62.075	106.240	813,15	544,45	1357,60
0,86	0,58	75	180	86	61	92	55	2160	57.655	27.993	85.648	834,36	551,53	1385,88
0,86	0,58	100	240	118	80	120	78	1920	49.716	30.271	79.987	837,89	562,13	1400,03
0,86	0,58	125	240	114	75	111	78	2880	71.797	53.325	125.122	799,00	537,38	1336,39
1,12	0,74	10	240	140	90	119	111	1440	48.012	37.536	85.548	965,17	661,12	1626,29
1,12	0,74	25	240	114	111	154	71	1680	78.136	16.297	94.433	967,69	623,24	1590,94
1,12	0,74	50	240	142	74	105	111	1920	44.999	74.464	119.462	905,95	621,35	1527,30
1,12	0,74	75	240	140	67	106	101	2400	50.788	104.042	154.830	869,71	593,95	1463,66
1,12	0,74	100	240	123	75	110	88	3120	105.173	108.233	213.406	834,36	565,67	1400,03
1,36	0,90	10	240	148	82	104	126	1920	74.156	93.022	167.179	968,70	657,59	1626,29
1,36	0,90	25	240	99	126	155	70	2160	161.954	22.959	184.913	963,99	626,95	1590,94
1,36	0,90	50	240	146	70	105	111	2640	82.034	144.980	227.014	900,57	626,73	1527,30
1,36	0,90	75	240	118	89	135	72	3120	211.107	81.862	292.968	880,59	583,07	1463,66
1,66	1,10	10	240	140	90	116	114	2640	174.231	129.999	304.230	959,06	667,23	1626,29
1,66	1,10	25	240	139	86	116	109	2880	180.751	155.369	336.120	942,19	648,75	1590,94
1,66	1,10	50	240	134	82	114	102	3360	216.754	195.719	412.474	907,09	620,21	1527,30

Tabel 4. 23. Kontrol Lalu Lintas Bersinyal Pada LPRJ Dengan Periode Pengamatan 240 Detik, Kecepatan Rata-Rata Pada LPRJ = 30 km/jam, Split Arus Kedatangan 60:40

derajat kejenuhan		Panjang LPRJ	Waktu Siklus	waktu hijau 1 (detik)		waktu hijau 2 (detik)		periode lewat jenuh	total tundaan (detik)			throughput rata-rata (kend/jam)		
1	2	meter	(detik)	1	2	1	2	detik	1	2	total	1,00	2,00	total
0,86	0,58	75	120	61	35	54	42	2400	44.165	62.075	106.240	813,15	544,45	1357,60
0,86	0,58	100	180	95	55	82	68	1800	30.317	41.968	72.285	846,61	567,55	1414,17
0,86	0,58	125	210	106	68	100	74	1890	41.119	34.822	75.941	840,42	565,67	1406,09
0,86	0,58	150	240	118	80	120	78	1920	49.716	30.271	79.987	837,89	562,13	1400,03
0,86	0,58	175	240	122	70	108	84	2400	44.165	62.075	106.240	813,15	544,45	1357,60
0,86	0,58	200	240	110	76	114	72	3360	99.237	52.329	151.566	789,91	525,26	1315,18
1,12	0,74	10	240	140	91	119	112	1440	48.012	35.500	83.512	965,17	668,19	1633,36
1,12	0,74	25	240	142	86	109	119	1440	44.618	45.003	89.621	965,17	646,98	1612,15
1,12	0,74	50	240	140	82	111	111	1680	48.834	53.913	102.748	931,33	638,40	1569,73
1,12	0,74	75	240	142	74	105	111	1920	44.999	74.464	119.462	905,95	621,35	1527,30
1,12	0,74	100	240	140	70	107	103	2160	50.081	91.720	141.801	886,21	598,66	1484,88
1,12	0,74	125	240	134	70	105	99	2640	62.959	107.470	170.428	854,29	588,16	1442,45
1,12	0,74	150	240	123	75	110	88	3120	105.173	108.233	213.406	834,36	565,67	1400,03
1,36	0,90	10	240	156	75	105	126	1920	61.203	102.356	163.558	967,82	665,54	1.633,36
1,36	0,90	25	240	150	78	114	114	1920	75.288	99.132	174.419	965,17	646,98	1612,15
1,36	0,90	50	240	148	74	103	119	2160	74.388	124.270	198.658	940,42	629,30	1.569,73
1,36	0,90	75	240	146	70	105	111	2640	82.034	144.980	227.014	900,57	626,73	1.527,30
1,36	0,90	100	240	140	70	105	105	2880	96.632	171.832	268.464	886,80	598,07	1.484,88
1,36	0,90	125	240	126	78	112	92	3360	166.101	155.978	322.078	862,64	579,81	1.442,45
1,66	1,10	10	240	156	75	112	119	2400	121.703	178.887	300.590	978,60	654,76	1633,36
1,66	1,10	25	240	158	70	109	119	2640	114.893	203.026	317.919	959,70	652,45	1612,15
1,66	1,10	50	240	140	82	111	111	2880	175.660	184.897	360.557	938,65	631,07	1569,73
1,66	1,10	75	240	134	82	114	102	3360	216.754	195.719	412.474	907,09	620,21	1527,30

Tabel 4.24. Kontrol Lalu Lintas Bersinyal Pada LPRJ Dengan Periode Pengamatan 240 Detik, Split Arus Kedatangan 70:30

derajat kejenuhan		Panjang LPRJ	Kecepatan LPRJ	Waktu Siklus	waktu hijau 1 (detik)		waktu hijau 2 (detik)		periode lewat jenuh	total tundaan (detik)			throughput rata-rata (kend/jam)		
1	2	meter	km/jam	(detik)	1	2	1	2	detik	1	2	total	1	2	total
1,58	0,68	10	20	120	78	32	72	38	2280	137.993	69.916	207.909	1085,19	470,40	1555,58
1,58	0,68	25	20	210	140	55	123	72	2310	119.862	70.564	190.426	1093,87	481,92	1575,79
1,58	0,68	50	20	240	156	60	132	84	2640	138.226	88.788	227.014	1056,77	470,53	1527,30
1,58	0,68	75	20	240	146	61	138	69	3120	198.587	94.381	292.968	1019,29	444,37	1463,66
1,93	0,83	10	20	240	164	66	148	82	2640	200.477	103.753	304.230	1128,76	497,53	1626,29
1,93	0,83	25	20	240	156	69	164	61	2880	243.334	92.786	336.120	1117,19	473,75	1590,94
1,93	0,83	50	20	240	156	60	134	82	3360	255.329	157.145	412.474	1058,60	468,70	1527,30
1,58	0,68	10	30	120	78	33	76	35	2160	136.773	61.886	198.658	1098,34	471,39	1569,73
1,58	0,68	25	30	150	99	39	88	50	2250	128.646	73.582	202.228	1086,83	474,41	1561,24
1,58	0,68	50	30	240	156	66	148	74	2160	136.716	61.942	198.658	1096,76	472,96	1569,73
1,58	0,68	75	30	240	156	60	132	84	2640	138.226	88.788	227.014	1056,77	470,53	1527,30
1,58	0,68	100	30	240	147	63	142	68	2880	189.008	79.456	268.464	1033,52	451,35	1484,88
1,58	0,68	125	30	240	142	62	144	60	3360	232.466	89.612	322.078	1008,10	434,35	1442,45
1,93	0,83	10	30	240	164	67	153	78	2640	197.931	99.454	297.385	1138,40	494,96	1633,36
1,93	0,83	25	30	240	164	64	142	86	2640	203.531	114.388	317.919	1117,19	494,96	1612,15
1,93	0,83	50	30	240	155	67	154	68	2880	255.778	104.779	360.557	1094,80	474,92	1569,73
1,93	0,83	75	30	240	156	60	134	82	3360	255.329	157.145	412.474	1058,60	468,70	1527,30

Tabel 4.25. Perbandingan Kinerja Antar Proporsi Arus Kedatangan Kendaraan, $S_w = 20$ km/jam, $c = 240$ Detik

DS	Panjang LPRJ meter	50:50				60:40				70:30				periode lewat jenuh detik	tundaan total (detik)	throughput rata-rata (smp/jam)
		waktu hijau 1 (detik)		waktu hijau 2 (detik)		waktu hijau 1 (detik)		waktu hijau 2 (detik)		waktu hijau 1 (detik)		waktu hijau 2 (detik)				
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
1,44	10	94	136	138	92	-	-	-	-	-	-	-	-	960	27.995	1626,29
1,44	25	138	87	87	138	-	-	-	-	-	-	-	-	960	32.520	1590,94
1,44	50	110	106	95	121	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	42.060	1527,30
1,44	75	105	102	95	112	-	-	-	-	-	-	-	-	1440	56.545	1463,66
1,44	100	116	82	89	109	118	80	120	78	-	-	-	-	1920	79.987	1400,03
1,44	125	103	86	88	101	114	75	111	78	-	-	-	-	2880	125.122	1336,39
1,86	10	140	90	88	142	140	90	119	111	-	-	-	-	1440	85.548	1626,29
1,86	25	89	136	134	91	114	111	154	71	-	-	-	-	1680	94.433	1590,94
1,86	50	118	98	88	128	142	74	105	111	-	-	-	-	1920	119.462	1527,30
1,86	75	117	90	88	119	140	67	106	101	-	-	-	-	2400	154.830	1463,66
1,86	100	122	76	88	110	123	75	110	88	-	-	-	-	3120	213.406	1400,03
2,26	10	156	74	89	141	148	82	104	126	-	-	-	-	1920	167.179	1626,29
2,26	25	142	83	86	139	99	126	155	70	-	-	-	-	2160	184.913	1590,94
2,26	50	114	102	94	122	146	70	105	111	156	60	132	84	2640	227.014	1527,30
2,26	75	125	82	89	118	118	89	135	72	146	61	138	69	3120	292.968	1463,66
2,76	10	140	90	91	139	140	90	116	114	164	66	148	82	2640	304.230	1626,29
2,76	25	134	91	87	138	139	86	116	109	156	69	164	61	2880	336.120	1590,94
2,76	50	125	91	89	127	134	82	114	102	156	60	134	82	3360	412.474	1527,30

Tabel 4.26. Perbandingan Kinerja Antar Proporsi Arus Kedatangan Kendaraan, Sw= 30 km/jam, c=240 Detik

DS	Panjang LPRJ meter	50:50				60:40				70:30				periode lewat jenuh detik	tundaan total (detik) total	throughput rata-rata (smp/jam) total
		waktu hijau 1 (detik)		waktu hijau 2 (detik)		waktu hijau 1 (detik)		waktu hijau 2 (detik)		waktu hijau 1 (detik)		waktu hijau 2 (detik)				
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2			
1,44	10	166	65	95	136	-	-	-	-	-	-	-	-	960	27.090	1633,36
1,44	25	138	90	87	141	-	-	-	-	-	-	-	-	960	29.805	1612,15
1,44	50	136	86	88	134	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	33.575	1569,73
1,44	75	110	106	95	121	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	42.060	1527,30
1,44	100	136	74	87	123	-	-	-	-	-	-	-	-	1440	50.436	1484,88
1,44	125	110	94	89	115	-	-	-	-	-	-	-	-	1680	62.400	1442,45
1,44	150	116	82	89	109	118	80	120	78	-	-	-	-	1920	79.987	1400,03
1,44	175	102	90	90	102	122	70	108	84	-	-	-	-	2400	106.240	1357,60
1,44	200	97	89	89	97	110	76	114	72	-	-	-	-	3360	151.566	1315,18
1,86	10	164	67	89	142	140	91	119	112	-	-	-	-	1440	83.512	1633,36
1,86	25	142	86	86	142	142	86	109	119	-	-	-	-	1440	89.621	1612,15
1,86	50	140	82	87	135	140	82	111	111	-	-	-	-	1680	102.748	1569,73
1,86	75	118	98	88	128	142	74	105	111	-	-	-	-	1920	119.462	1527,30
1,86	100	116	94	90	120	140	70	107	103	-	-	-	-	2160	141.801	1484,88
1,86	125	114	90	90	114	134	70	105	99	-	-	-	-	2640	170.428	1442,45
1,86	150	122	76	88	110	123	75	110	88	-	-	-	-	3120	213.406	1400,03
2,26	10	156	75	89	142	156	75	105	126	-	-	-	-	1920	163.558	1633,36
2,26	25	142	86	86	142	150	78	114	114	-	-	-	-	2160	171.167	1612,15
2,26	50	140	82	88	134	148	74	103	119	156	66	148	74	2160	198.658	1569,73
2,26	75	114	102	94	122	146	70	105	111	156	60	132	84	2640	227.014	1527,30
2,26	100	137	73	88	122	140	70	105	105	147	63	142	68	2880	268.464	1484,88
2,26	125	110	94	91	113	126	78	112	92	142	62	144	60	3360	322.078	1442,45
2,76	10	140	91	91	140	156	75	112	119	164	67	153	78	2400	297.385	1633,36
2,76	25	134	94	88	140	158	70	109	119	164	64	142	86	2640	317.919	1612,15
2,76	50	123	99	93	129	140	82	111	111	155	67	154	68	2880	360.557	1569,73
2,76	75	125	91	89	127	134	82	114	102	156	60	134	82	3360	412.474	1527,30