

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Formulir Data Geometrik dan Arus Lalu Lintas

Formulir Data geometrik dan Arus Lalu Lintas merupakan formulir yang digunakan untuk rekapitulasi jumlah total seluruh arus volume kendaraan jam puncak (*peak hour*). Setiap jenis kendaraan memiliki nilai ekivalen kendaraan ringan masing-masing. Berikut tabel 4.1 formulir data geometrik dan arus lalu lintas simpang.

Tabel 4.1 Formulir Data Geometrik dan Arus Lalu Lintas Simpang

SIMPANG		Tanggal: 06/11/2023		Ditangani oleh:							
LANGKAH A: MENETAPKAN DATA MASUKAN A.1. DATA GEOMETRIK A.2. DATA ARUS LALU LINTAS		Kota: Gresik		Provinsi: Jawa Timur							
		Jalan Mayor: Jalan B-D									
		Jalan Minor: Jalan A-C									
		Periode: Jam Sibuk pagi, 06.15-07.15									
Data Geometrik Simpang			Data Arus Lalu Lintas								
Median pada Jalan utama:		Sempit	Lebar								
Komposisi Lalu lintas (%):		KR=	KS=	SM=	Faktor skr:	Faktor k:					
Arus Lalu lintas		KR, ekr = 1,0		KS, ekr = 1,3		SM, ekr = 0,5		Q _{KB} Total		Q _{KT_B}	
		kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	R _B	kend/jam
Jalan Minor dari Pendekat A	Q _{BKI}	0	0	0	0	126	63	126	63	0,4375	3
	Q _{LRS}	0	0	0	0	81	40,5	81	40,5		1
	Q _{BKa}	0	0	0	0	81	40,5	81	40,5	0,2813	0
	Q _{Total}	0	0	0	0	288	144	288	144		4
Jalan Minor dari Pendekat C	Q _{BKI}	166	166	22	28,6	1160	580	1348	774,6	0,588	2
	Q _{LRS}	8	8	2	2,6	277	138,5	287	149,1		1
	Q _{BKa}	72	72	2	2,6	638	319	712	393,6	0,2988	2
	Q _{Total}	246	246	26	33,8	2075	1037,5	2347	1317,3		5
Total jalan Minor, q_{mi}		246	246	26	33,8	2363	1181,5	2635	1461,3		9
Jalan Mayor dari Pendekat B	Q _{BKI}	143	143	17	22,1	307	153,5	467	318,6	0,2592	2
	Q _{LRS}	262	262	16	20,8	1106	553	1384	835,8		1
	Q _{BKa}	0	0	0	0	150	75	150	75	0,061	0
	Q _{Total}	405	405	33	42,9	1563	781,5	2001	1229,4		3
Jalan Mayor dari Pendekat D	Q _{BKI}	3	3	0	0	262	131	265	134	0,0893	0
	Q _{LRS}	265	265	17	22,1	812	406	1094	693,1		2
	Q _{BKa}	145	145	10	13	1031	515,5	1186	673,5	0,4488	1
	Q _{Total}	413	413	27	35,1	2105	1052,5	2545	1500,6		3
Total jalan Minor, q_{ma}		818	818	60	78	3668	2234	4546	2730		6
Total dari jalan Minor dan jalan Mayor	Q _{T.BKI}	312	312	39	50,7	1855	927,5	2206	1290,2	0,3078	7
	Q _{T.LRS}	535	535	35	45,5	2276	1138	2846	1718,5		5
	Q _{T.BKa}	217	217	12	15,6	1900	950	2129	1182,6	0,2822	3
q_{TOT} = q_{mi} + q_{ma} =		1064	1064	86	111,8	6031	3415,5	7181	4191,3		15
										R_{mi} = q_{mi}/q_{TOT} = 0,348650777	
										R_{KT_B} = q_{KT_B}/q_{KB} = 0,003578842	

4.2. Perhitungan Total Arus Jalan Minor (q_{mi})

Total arus jalan minor merupakan seluruh jumlah total arus yang berada pada jalan minor. Jalan minor yang ditetapkan pada penelitian ini adalah Jalan pendekat A dan C. Untuk mendapatkan nilai q_{mi} , diperlukan data dan perhitungan arus lalu lintas dari pendekat A dan C.

4.2.1. Jalan Minor Pendekat A

Untuk menentukan q_{total} dari jalan minor pendekat A, dilakukan dengan menjumlahkan seluruh data arus lalu lintas KR, KS dan SM. Setelah itu total dari q_{total} KR, KS dan SM dijumlahkan sehingga didapatkan q_{KB} .

$$\begin{aligned}q_{total} &= q_{BKI} + q_{LRS} + q_{BKA} \\ &= 126 + 81 + 81 \\ &= 288\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_{KB} &= q_{total\ KR\ A} + q_{total\ KS\ A} + q_{total\ SM\ A} \\ &= 0 + 0 + 288 \\ &= 288\end{aligned}$$

Setelah itu, seluruh hasil perhitungan dikalikan dengan masing-masing ekivalen kendaraan yaitu $ekr\ KR = 1,0$; $ekr\ KS = 1,3$; $ekr\ SM = 0,5$.

4.2.2. Jalan Minor pendekat C

Untuk menentukan q_{total} dari jalan minor pendekat C, dilakukan dengan menjumlahkan seluruh data arus lalu lintas KR, KS dan SM. Setelah itu total dari q_{total} KR, KS dan SM dijumlahkan sehingga didapatkan q_{KB} .

$$\begin{aligned}q_{total} &= q_{BKI} + q_{LRS} + q_{BKA} \\ &= 1348 + 287 + 712 \\ &= 2347\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_{KB} &= q_{total\ KR\ C} + q_{total\ KS\ C} + q_{total\ SM\ C} \\ &= 246 + 26 + 2075 \\ &= 2347\end{aligned}$$

Setelah itu, seluruh hasil perhitungan dikalikan dengan masing-masing ekivalen kendaraan yaitu $ekr\ KR = 1,0$; $ekr\ KS = 1,3$; $ekr\ SM = 0,5$.

4.3. Perhitungan Total Arus Jalan Mayor (q_{ma})

Total arus jalan mayor merupakan seluruh jumlah total arus yang berada pada jalan mayor. Jalan mayor yang ditetapkan pada penelitian ini adalah Jalan pendekat B dan D. Untuk mendapatkan nilai q_{ma} , diperlukan data dan perhitungan arus lalu lintas dari pendekat B dan D.

4.3.1. Jalan Mayor Pendekat B

Untuk menentukan q_{total} dari jalan mayor pendekat B, dilakukan dengan menjumlahkan seluruh data arus lalu lintas KR, KS dan SM. Setelah itu total dari q_{total} KR, KS dan SM dijumlahkan sehingga didapatkan q_{KB} .

$$\begin{aligned}q_{total} &= q_{BKI} + q_{LRS} + q_{BKA} \\ &= 467 + 1384 + 150 \\ &= 2001\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_{KB} &= q_{total\ KR\ B} + q_{total\ KS\ B} + q_{total\ SM\ B} \\ &= 405 + 33 + 1563 \\ &= 2001\end{aligned}$$

Setelah itu, seluruh hasil perhitungan dikalikan dengan masing-masing ekivalen kendaraan yaitu $ekr\ KR = 1,0$; $ekr\ KS = 1,3$; $ekr\ SM = 0,5$.

4.3.2. Jalan Mayor pendekat D

Untuk menentukan q_{total} dari jalan mayor pendekat D, dilakukan dengan menjumlahkan seluruh data arus lalu lintas KR, KS dan SM. Setelah itu total dari q_{total} KR, KS dan SM dijumlahkan sehingga didapatkan q_{KB} .

$$\begin{aligned}q_{total} &= q_{BKI} + q_{LRS} + q_{BKA} \\ &= 265 + 1094 + 1186 \\ &= 2545\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_{KB} &= q_{total\ KR\ D} + q_{total\ KS\ D} + q_{total\ SM\ D} \\ &= 413 + 27 + 2105 \\ &= 2545\end{aligned}$$

Setelah itu, seluruh hasil perhitungan dikalikan dengan masing-masing ekivalen kendaraan yaitu $ekr\ KR = 1,0$; $ekr\ KS = 1,3$; $ekr\ SM = 0,5$.

4.4. Perhitungan Total Arus Jalan Minor dan Jalan Mayor (q_{TOT})

Total arus jalan minor dan jalan mayor (q_{TOT}) didapatkan dengan menjumlah arus jalan minor (q_{mi}) dan arus jalan mayor (q_{ma}) yang telah didapatkan.

$$\begin{aligned}q_{TOT} &= q_{mi} + q_{ma} \\ &= 2635 + 4546 \\ &= 7181\end{aligned}$$

Setelah itu, seluruh hasil perhitungan dikalikan dengan masing-masing ekivalen kendaraan yaitu ekr KR = 1,0 ; ekr KS = 1,3 ; ekr SM = 0,5.

4.5. Perhitungan Rasio Belok (R_B)

Rasio belok merupakan nilai rasio arus volume kendaraan yang belok kiri dan belok kanan. Sesuai dengan namanya, untuk kendaraan yang arahnya lurus tidak dihitung karena perhitungan rasio belok hanya untuk arus volume kendaraan yang belok kiri dan kanan. Berikut perhitungan Rasio Belok (R_B).

$$\begin{aligned}R_{BKI} &= q_{BKI} / q_{TOTAL} \\ &= 1290,2 / 4191,3 \\ &= 0,3078\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{BKA} &= q_{BKA} / q_{TOTAL} \\ &= 1182,6 / 4191,3 \\ &= 0,2822\end{aligned}$$

4.6. Rasio Minor (R_{mi})

Rasio minor merupakan nilai rasio dari jumlah arus lalu lintas pada jalan minor dibagi dengan total jumlah seluruh arus volume kendaraan dari jalan mayor dan jalan minor (q_{TOT}).

$$\begin{aligned}R_{mi} &= q_{mi} / q_{TOT} \\ &= 1461,3 / 4191,3 \\ &= 0,3487\end{aligned}$$

4.7. Rasio Kendaraan Tak Bermotor (R_{KTB})

Rasio kendaraan tak bermotor merupakan nilai rasio arus volume kendaraan tak bermotor yang melewati simpang. Nilai R_{KTB} didapatkan dengan membagi jumlah arus kendaraan tak bermotor (q_{KTB}) dengan total jumlah seluruh arus volume kendaraan dari jalan mayor dan jalan minor (q_{TOT}).

$$\begin{aligned} R_{KTB} &= q_{KTB} / q_{TOT} \\ &= 15 / 4191,3 \\ &= 0,0036 \end{aligned}$$

4.8. Formulir Perhitungan Kapasitas dan Kinerja Simpang

Formulir ini merupakan formulir yang digunakan untuk menghitung volume kapasitas dan kinerja dari simpang. Dalam perhitungan kapasitas, diperlukan data geometrik simpang meliputi Lebar lajur pendekat A (L_A), Lebar lajur pendekat B (L_B), Lebar lajur pendekat C (L_C) dan Lebar lajur pendekat D (L_D). Tipe simpang yang digunakan adalah 422 karena simpang tersebut memiliki 4 lengan, 2 lajur dan 2 jalur.

Dalam perhitungan kinerja simpang, diperlukan data kapasitas dan total arus volume kendaraan yang melewati simpang sehingga akan didapatkan nilai Derajat Kejenuhan (D_J). Berdasarkan nilai D_J , akan didapatkan angka Tundaan (T) dan Peluang Antrian (P_A). Setelah mendapatkan semua data dan hasil perhitungan, maka akan diketahui volume kapasitas Simpang dan Kinerja dari simpang empat tak bersinyal jalan raya Menganti - jalan raya Darkun. Berikut tabel 4.2 formulir perhitungan kapasitas dan kinerja simpang.

4.9. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

Data geometrik yang dibutuhkan dalam perhitungan kapasitas adalah lebar pendekat dan tipe simpang. Untuk tipe simpang adalah 422 yaitu memiliki 4 lengan, 2 lajur dan 2 jalur. Berikut data tiap pendekat berdasarkan tabel 4.2 formulir perhitungan kapasitas dan kinerja simpang.

$$\begin{aligned} L_A &= A/2 = 6,9 / 2 = 3,45 \\ L_B &= B/2 = 7,4 / 2 = 3,7 \\ L_C &= C/2 = 6,75 / 2 = 3,375 \\ L_D &= D/2 = 8,55 / 2 = 4,275 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 formulir perhitungan kapasitas dan kinerja simpang

SIMPANG		Tanggal : 06/11/2023						Ditangani oleh :				
LANGKAH B: MENGHITUNG KAPASITAS		Kota : Gresik						Provinsi : Jawa Timur				
LANGKAH C: MENETAPKAN KINERJA		Jalan Mayor: Jalan B-D										
		Jalan Minor: Jalan A-C										
		Periode: Jam sibuk pagi, 06.15-07.15										
1. Lebar pendekat dan Tipe Simpang												
Pilihan	Jumlah lengan Simpang (1)	Lebar Pendekat, m							Jumlah Lajur		Tipe Simpang (11)	
		Jalan Minor			Jalan Mayor				L _{RP}	Jalan Minor (9)		Jalan Mayor (10)
		L _A (2)	L _C (3)	L _{AC} (4)	L _B (5)	L _D (6)	L _{BD} (7)					
1	4	3,45	3,375	3,4125	3,7	4,275	3,9875	3,7	2	2	422	
2	4	4,95	4,875	4,9125	5,2	5,775	5,4875	5,2	2	2	422	
3	4	5,2	5,125	5,1625	5,45	6,025	5,7375	5,45	2	2	422	
4	4	5,2	5,125	5,1625	5,45	6,025	5,7375	5,45	2	2	422	
5	4	5,45	5,375	5,4125	5,7	6,275	5,9875	5,7	2	2	422	
2. Menghitung Kapasitas: $C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKl} \times F_{BKk} \times F_{Rmi}$												
Pilihan	Kapasitas Dasar C_0 skr/jam (12)	Faktor koreksi kapasitas							Kapasitas C skr/jam (20)	Catatan		
	Lebar rata-rata pendekat (13)	Median Jalan Mayor (14)	Ukuran Kota (15)	Hambatan Sampang (16)	Belok Kiri (17)	Belok Kanan (18)	Rasio minor/Total (19)					
	F_{LP}	F_M	F_{UK}	F_{HS}	F_{BKl}	F_{BKk}	F_{Rmi}					
1	2900	1,02042	1	1	0,95	1,335603	1	0,919759	3453,441			
2	2900	1,15032	1	1	0,95	1,335603	1	0,919759	3893,065			
3	2900	1,17197	1,2	1	0,95	1,335603	1	0,919759	4759,604			
4	2900	1,17197	1,2	1	0,95	1,328175	1	0,928746	4779,38			
5	2900	1,19362	1,2	1	0,95	1,328175	1	0,928746	4867,67			
3. Menetapkan kinerja lalu lintas: D_p, T, dan P_A												
Pilihan	Arus lalu lintas total Q_{TOT} skr/jam (21)	Kinerja lalu lintas							Sasaran (29)	Catatan		
	Derajat kejenuhan	Tundaan lalu lintas Simpang	Tundaan lalu lintas jalan mayor	Tundaan lalu lintas jalan minor	Tundaan Geometri Simpang	Tundaan Simpang	Peluang Antrian					
	D_j (22)	T_{LL} (23)	T_{LLma} (24)	T_{LLmi} (25)	T_G (26)	$T = T_{LL} + T_G$ (27)	P_A (28)					
1	4191,3	1,213659	39,78629	22,06499	72,89319	4	43,78629	65-104	0,85 ≥ Dj	kondisi existing		
2	4191,3	1,076607	19,31825	12,12739	32,75222	4	23,31825	46-81	0,85 ≥ Dj	Maj&min 3m		
3	4191,3	0,880599	11,11501	8,096401	16,75437	4	15,11501	31-55	0,85 ≥ Dj	Maj&min 3,5m, fm 1,2		
4	4047,3	0,846825	10,34796	7,594359	16,05459	4	14,34796	28-51	0,85 ≥ Dj	Maj&min 3,5m, fm 1,2		
5	4047,3	0,831466	10,03148	7,383741	15,51871	4	14,03148	27-49	0,85 ≥ Dj	Maj&min 4m, fm 1,3		
Catatan mengenai perbandingan kinerja dengan sasaran:												
Pilihan 4. Jalan mayor & minor diperlebar 3,5m, fm 1,2, SM pendekat A = 0 (diberlakukan sistem satu arah yaitu dari arah simpang menuju ke pendekat A)												
Pilihan 5. Jalan mayor & minor diperlebar 4m, fm 1,2, SM pendekat A = 0 (diberlakukan sistem satu arah yaitu dari arah simpang menuju ke pendekat A)												

4.10. Perhitungan Kapasitas

Perhitungan kapasitas akan menghitung seluruh faktor dalam menentukan total volume kapasitas simpang. Faktor – faktor yang diperlukan adalah Kapasitas Dasar (C_0), Faktor Lebar Rata – Rata Pendekat (F_{LP}), Faktor Median (F_M), Faktor Ukuran Kota (F_K), Faktor Hambatan Sampang (F_{HS}), Faktor Rasio Arus Belok Kiri (F_{BKl}), Faktor Rasio Arus Belok Kanan (F_{BKk}) dan Faktor Rasio Arus Minor Total (F_{Rmi}).

4.10.1. Kapasitas Dasar (C_0)

Nilai C_0 ditetapkan berdasarkan tipe simpang yang digunakan. Untuk tipe simpang pada simpang empat tak bersinyal jalan raya Menganti - jalan raya Darkun adalah 422 yaitu memiliki 4 lengan, 2 lajur dan 2 jalur. berikut Tabel 4.3 kapasitas dasar simpang.

Tabel 4.3 Kapasitas Dasar Simpang

Tipe Simpang	C_0 skr/jam
422	2900
424 atau 444	3400

(Sumber: PKJI,2014)

4.10.2. Penetapan Tipe Simpang

Tipe Simpang ditetapkan berdasarkan jumlah lengan Simpang dan jumlah lajur pada jalan mayor dan jalan minor dengan kode tiga angka seperti pada Tabel 4.4. Jumlah lengan adalah jumlah lengan untuk lalu lintas masuk atau keluar atau keduanya.

Tabel 4.4 Kode Tipe Simpang

Kode Tipe Simpang	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Mayor
322	3	2	2
324	3	2	4
422	4	2	2
424	4	2	4

(Sumber: PKJI,2014)

Tipe Simpang adalah 422, yaitu Simpang memiliki 4 lengan dengan 2 Jalur dan 2 Lajur.

4.10.3. Penetapan Lebar Rata-rata Pendekat (LRP)

Nilai C_o tergantung dari Tipe Simpang dan penetapannya harus berdasarkan data geometrik. Data geometrik yang diperlukan untuk penetapan Tipe Simpang adalah jumlah lengan Simpang dan jumlah lajur pada setiap pendekat. Pertama, harus dihitung lebar rata-rata pendekat jalan mayor ($L_{RP\ BD}$) dan lebar rata-rata pendekat jalan minor ($L_{RP\ AC}$) yaitu rata-rata lebar pendekat dari setiap kaki Simpangnya. Berdasarkan lebar rata-rata pendekat, tetapkan jumlah lajur pendekat sehingga tipe Simpang dapat ditetapkan.

$$L_A = A/2 = 6,9 / 2 = 3,45$$

$$L_B = B/2 = 7,4/2 = 3,7$$

$$L_C = C/2 = 6,75/2 = 3,375$$

$$L_D = D/2 = 8,55/2 = 4,275$$

$$L_{AC} = \frac{A + C}{2}$$

$$L_{BD} = \frac{B + D}{2}$$

$$L_{RP\ BD} = \frac{(b + \frac{d}{2})}{2}$$

$$= 7,975 / 2$$

$$= 3,9875$$

$$L_{RP\ AC} = \frac{a}{2} + \frac{c}{2}$$

$$= 6,825 / 2$$

$$= 3,4125$$

$$L_{RP} = \frac{L_{RP\ BD} + L_{RP\ AC}}{2}$$

$$= 7,4 / 2$$

$$= 3,7$$

4.10.4. Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata-rata

F_{LP} besarnya tergantung dari lebar rata-rata pendekat Simpang (L_{RP}), yaitu rata-rata lebar dari semua pendekat.

$$\begin{aligned} F_{LP} &= 0,7 + 0,0866(L_{RP}) \\ &= 0,7 + 0,0866(3,7) \\ &= 1,02042 \end{aligned}$$

4.10.5. Faktor Koreksi Median pada Jalan Mayor

Median disebut lebar jika kendaraan ringan dapat berlindung dalam daerah median tanpa mengganggu arus lalu lintas, sehingga lebar median ≥ 3 m. Klasifikasi median berikut faktor koreksi median pada jalan mayor diperoleh dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Faktor Koreksi Median (FM)

Kondisi simpang	Tipe Median	Faktor
Tidak ada media di jalan mayor	Tidak ada	1.00
Ada median di jalan dengan lebar < 3 m	Median sempit	1.05
Ada median di jalan dengan lebar > 3 m	Median lebar	1.20

(Sumber: PKJI,2014)

4.10.6. Faktor Ukuran Kota

F_{UK} dibedakan berdasarkan ukuran populasi penduduk. Nilai F_{UK} dapat dilihat dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Klasifikasi Ukuran Kota Dan Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

Ukuran Kota	Populasi Penduduk, Juta Jiwa	F_{UK}
Sangat Kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94

Besar	1,0-3,0	1,00
Sangat besar	> 3,0	1,05

(Sumber: PKJI,2014)

4.10.7. Faktor Koreksi Lingkungan Jalan, HS, dan KTB

Pengaruh kondisi lingkungan jalan, hambatan samping, dan besarnya arus kendaraan fisik, kendaraan tak bermotor, akibat kegiatan di sekitar Simpang terhadap kapasitas dasar digabungkan menjadi satu nilai faktor koreksi hambatan samping (F_{HS}), untuk menentukan F_{HS} dapat dilihat pada **Tabel 4.7, 4.8 dan 4.9.**

Tabel 4.7 Tipe lingkungan jalan

Tipe lingkungan jalan	Kriteria
Komersil	Lahan yang digunakan untuk kepentingan komersial, misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran, dengan akses masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Pemukiman	Lahan digunakan untuk tempat tinggal dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Akses terbatas	Lahan tanpa jalan masuk langsung atau sangat terbatas, misalnya karena adanya penghalang fisik : akses harus melalui jalan samping.

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 4.8 Kriteria Hambatan Samping

Hambatan Samping	Kriteria
Sedang	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang sedikit terganggu dan sedikit berkurang akibat aktifitas samping jalan di sepanjang pendekat.

Rendah	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang tidak terganggu dan tidak berkurang oleh hambatan samping.
Tinggi	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang terganggu dan berkurang akibat aktifitas samping jalan di sepanjang pendekatan. Contoh Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang terganggu dan berkurang akibat aktifitas samping jalan di sepanjang pendekatan. Contoh, adanya aktifitas naik/turun penumpang atau ngetam angkutan umum, pejalan kaki dan atau pedagang kaki lima di sepanjang atau melintas pendekat, kendaraan keluar-masuk simpang pendekat.

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 4.9 FHS fungsi dari tipe lingkungan jalan, HS dan R_{KTB}

Tipe Lingkungan Jalan	HS	F _{HS}					
		R _{KTB} :	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20
Komersial	Tinggi	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
	Sedang	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.70
	Rendah	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.71
Pemukiman	Tinggi	0.96	0.91	0.86	0.82	0.77	0.72
	Sedang	0.97	0.92	0.87	0.82	0.77	0.73
	Rendah	0.98	0.93	0.88	0.83	0.78	0.74
Akses Terbatas	Tinggi/ Sedang/ Rendah	1.00	0.93	0.90	0.85	0.80	0.75

(Sumber: PKJI,2014)

4.10.8. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri

F_{BKI} dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} F_{BKI} &= 0,84 + 1,61(R_{BKI}) \\ &= 0,84 + 1,61(0,30783) \\ &= 1,3356 \end{aligned}$$

4.10.9. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan

F_{BKa} dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

Untuk Simpang 4 $F_{BKa} = 1,0$

4.10.10. Faktor Koreksi Rasio Arus Dari Jalan Minor

F_{Mi} merupakan nilai faktor koreksi rasio arus dari jalan minor, F_{Mi} dapat ditentukan menggunakan persamaan-persamaan yang ditabelkan dalam Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor

Tipe Simpang	F_{mi}	R_{mi}
422	$1,19 \times R_{mi}^2 - 1,19 \times R_{mi} + 1,19$	0,1 – 0,9
424 & 444	$16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$ $1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,1 – 0,3 0,3 – 0,9
322	$1,19 \times R_{mi}^2 - 1,19 \times R_{mi} + 1,19$ $- 0,595 \times R_{mi}^2 + 0,595 \times R_{mi} + 0,74$	0,1 – 0,5 0,5 – 0,9
324 & 344	$16,6 \times R_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$ $1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$ $- 0,555 \times R_{mi}^2 + 0,555 \times R_{mi}^3 + 0,69$	0,1 – 0,3 0,3 – 0,5 0,5 – 0,9

(Sumber: PKJI,2014)

Untuk persamaan F_{Mi} yang digunakan adalah $F_{RMI} = 1,19 (R_{mi})^2 - 1,19 (R_{mi}) + 1,19$ karena tipe simpang yang digunakan adalah 422.

$$\begin{aligned} F_{RMI} &= 1,19 (R_{mi})^2 - 1,19 (R_{mi}) + 1,19 \\ &= 1,19 (0,34865) - 1,19 (0,34865) + 1,19 \\ &= 0,91976 \end{aligned}$$

4.11. Perhitungan Penetapan Kinerja Simpang

Perhitungan penetapan kinerja simpang meliputi arus volume lalu lintas total (q_{TOT}), Derajat Kejenuhan (D_J), Tundaan (T) dan Peluang Antrian (P_A).

4.11.1. Arus Volume Lalu Lintas Total

Nilai q_{TOT} didapatkan dari perhitungan total arus jalan minor dan jalan mayor simpang atau berdasarkan tabel 4.1 data geometrik dan arus lalu lintas simpang. Untuk nilai q_{TOT} yang didapatkan berdasarkan perhitungan dan tabel tersebut yaitu sebesar 4191,3.

4.11.2. Kapasitas Simpang (C)

Kapasitas simpang dihitung untuk total arus yang masuk dari seluruh lengan simpang dan didefinisikan sebagai perkalian antara kapasitas dasar (C_O) yaitu kapasitas yang telah ditentukan dengan faktor-faktor koreksi yang telah didapatkan.

$$\begin{aligned} C &= C_O \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \\ &= 2900 \times 1,02042 \times 1 \times 1 \times 0,95 \times 1,3356033 \times 1 \times 0,9197588 \\ &= 3453,4408 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan Kapasitas simpang adalah sebesar 3453,4408

4.11.3. Derajat Kejenuhan

D_J Simpang dihitung menggunakan persamaan 2.16 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} D_J &= q_{TOT} / C \\ &= 4191,3 / 3453,4408 \\ &= 1,22 \end{aligned}$$

Nilai q_{TOT} didapatkan dari perhitungan total arus jalan minor dan jalan mayor simpang atau berdasarkan tabel 4.1 data geometrik dan arus lalu lintas simpang yaitu sebesar 4191,3. Sebuah simpang dikategorikan macet apabila nilai $D_J > 0,85$. Oleh karena D_J yang didapatkan dalam perhitungan sebesar 1,22, maka $D_J > 0,85$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadi kemacetan pada simpang tersebut.

4.11.4. Tundaan Lalu Lintas Rata-rata

Tundaan lalu lintas rata-rata adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari semua arah (PKJI,2014). Tundaan lalu lintas dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.21 karena $D_j > 0,60$, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T_{LL} &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042(D_j))} - (1 - D_j)^2 \\ &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042(1,2136592))} - (1 - 1,2136592)^2 \\ &= 39,7862921 \end{aligned}$$

4.11.5. Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor

Tundaan lalu lintas jalan mayor adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor (PKJI,2014). Tundaan lalu lintas jalan mayor dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.23. Karena $D_j > 0,60$, maka menggunakan persamaan 2.23 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T_{LLma} &= \frac{1,0503}{(0,346 - 0,246(D_j))} - (1 - D_j)^{1,8} \\ &= \frac{1,0503}{(0,346 - 0,246(1,2136592))} - (1 - 1,2136592)^{1,8} \\ &= 22,06499 \end{aligned}$$

4.11.6. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor

Tundaan lalu lintas jalan minor adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan minor (PKJI,2014). Tundaan lalu lintas jalan minor ditentukan dari T_{LL} dan T_{LLma} , dihitung menggunakan Persamaan 2.24.

$$\begin{aligned} T_{LLmi} &= \frac{q_{tot} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}} \\ &= \frac{4191,3 \times 39,78629 - 2730 \times 22,06499}{1461,3} \\ &= 72,89319 \end{aligned}$$

4.11.7. Tundaan Geometrik

Tundaan geometrik adalah Tundaan geometrik rata-rata seluruh Simpang (PKJI,2014). Tundaan Geometrik menggunakan Persamaan 2.26 karena $D_J > 1$, sebagai berikut :

$$T_G = 4$$

4.11.8. Tundaan

Tundaan terjadi karena adanya permasalahan pada tundaan lalu lintas (T_{LL}) dan tundaan geometrik (T_G). Tundaan lalu lintas adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas (PKJI,2014). Dibedakan T_{LL} dari seluruh simpang, dari jalan mayor saja, atau jalan minor saja. Tundaan geometrik adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan-kendaraan membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti (PKJI,2014). Tundaan dihitung menggunakan Persamaan 2.19 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T &= T_{LL} + T_G \\ &= 39,78629 + 4 \\ &= 43,78629 \end{aligned}$$

4.11.9. Peluang Antrian

P_A dinyatakan dalam rentang kemungkinan persentase (PKJI,2014). Peluang antrian dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2.27 dan 2.28. P_A tergantung dari D_J dan digunakan sebagai salah satu dasar penilaian kinerja lalu lintas Simpang. Berikut perhitungan Peluang Antrian untuk P_A Batas Atas dan P_A Batas Bawah :

$$\begin{aligned} \text{Batas Atas Peluang} : P_A &= 47,71 DJ - 24,68 DJ^2 + 56,47 DJ^3 \\ &= 47,71 (1,2136592) - 24,68 (1,2136592)^2 + 56,47 (1,2136592)^3 \\ &= 104,62439 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Bawah Peluang} : P_A &= 9,02 DJ + 20,66DJ^2 + 10,49 DJ^3 \\ &= 9,02(1,2136592) + 20,66(1,2136592)^2 + 10,49 (1,2136592)^3 \\ &= 60,131518 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan rentang Peluang Antrian (P_A) adalah 60% - 105%

4.12. Lalu Lintas Harian Rata-rata (*Weekday & Weekend*)

Lalu Lintas Harian Rata – rata adalah jumlah total volume kendaraan setiap jam dibagi durasi survei. Berdasarkan hasil pengamatan, didapatkan data jumlah total kendaraan serta jam puncak (*Peak Hour*) pada *weekday* dan *weekend*. Berikut Data Jumlah total kendaraan pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Jumlah Total Kendaraan

No.	Hari	Jumlah Kendaraan (kend/hari)	Lama Pengamatan (jam)
1	Senin	58.887	13
2	Sabtu	54.027	13

Berikut adalah data jam puncak (*Peak Hour*) hari Senin pada tabel 4.12 dan hari Sabtu pada tabel 4.13.

Tabel 4.12 Jam Puncak (*Peak Hour*) hari Senin jam 06.15-07.15

Arus Lalu lintas		KR, ekr = 1,0		KS, ekr = 1,3		SM, ekr = 0,5		Q _{KB} Total			Q _{KTB}
		kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	R _B	kend/jam
Jalan Minor dari Pendekat A	Q _{BKi}	0	0	0	0	126	63	126	63	0,438	3
	Q _{LRS}	0	0	0	0	81	40,5	81	40,5		1
	Q _{BKa}	0	0	0	0	81	40,5	81	40,5	0,281	0
	Q _{Total}	0	0	0	0	288	144	288	144		4
Jalan Minor dari Pendekat C	Q _{BKi}	166	166	22	28,6	1160	580	1348	774,6	0,588	2
	Q _{LRS}	8	8	2	2,6	277	138,5	287	149,1		1
	Q _{BKa}	72	72	2	2,6	638	319	712	393,6	0,299	2
	Q _{Total}	246	246	26	33,8	2075	1037,5	2347	1317,3		5
Total jalan Minor, q_{mi}		246	246	26	33,8	2363	1181,5	2635	1461,3		9
Jalan Mayor dari Pendekat B	Q _{BKi}	143	143	17	22,1	307	153,5	467	318,6	0,259	2
	Q _{LRS}	262	262	16	20,8	1106	553	1384	835,8		1
	Q _{BKa}	0	0	0	0	150	75	150	75	0,061	0
	Q _{Total}	405	405	33	42,9	1563	781,5	2001	1229,4		3
Jalan Mayor dari Pendekat D	Q _{BKi}	3	3	0	0	262	131	265	134	0,089	0
	Q _{LRS}	265	265	17	22,1	812	406	1094	693,1		2
	Q _{BKa}	145	145	10	13	1031	515,5	1186	673,5	0,449	1
	Q _{Total}	413	413	27	35,1	2105	1052,5	2545	1500,6		3
Total jalan Minor, q_{ma}		818	818	60	78	3668	2234	4546	2730		6
Total dari jalan Minor dan jalan Mayor	Q _{T,BKi}	312	312	39	50,7	1855	927,5	2206	1290,2	0,308	7
	Q _{T,LRS}	535	535	35	45,5	2276	1138	2846	1718,5		5
	Q _{T,BKa}	217	217	12	15,6	1900	950	2129	1182,6	0,282	3
q_{TOT} = q_{mi} + q_{ma} =		1064	1064	86	111,8	6031	3415,5	7181	4191,3		15

Tabel 4.13 Jam Puncak (*Peak Hour*) hari Sabtu jam 06.15-07.15

Arus Lalu lintas		KR, ekr = 1,0		KS, ekr = 1,3		SM, ekr = 0,5		q _{KB} Total		R _B	q _{KTB} kend/jam
		kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam		
Jalan Minor dari Pendekat A	q _{BKi}	0	0	0	0	113	56,5	113	56,5	0,456	4
	q _{LRS}	0	0	0	0	62	31	62	31		1
	q _{BKa}	0	0	0	0	73	36,5	73	36,5	0,294	2
	q _{Total}	0	0	0	0	248	124	248	124		7
Jalan Minor dari Pendekat C	q _{BKi}	145	145	18	23,4	1076	538	1239	706,4	0,586	0
	q _{LRS}	4	4	3	3,9	237	118,5	244	126,4		2
	q _{BKa}	72	72	2	2,6	598	299	672	373,6	0,31	1
	q _{Total}	221	221	23	29,9	1911	955,5	2155	1206,4		3
Total jalan Minor, q _{mi}		221	221	23	29,9	2159	1079,5	2403	1330,4		10
Jalan Mayor dari Pendekat B	q _{BKi}	115	115	10	13	269	134,5	394	262,5	0,237	3
	q _{LRS}	222	222	11	14,3	1064	532	1297	768,3		0
	q _{BKa}	0	0	1	1,3	150	75	151	76,3	0,069	1
	q _{Total}	337	337	22	28,6	1483	741,5	1842	1107,1		3
Jalan Mayor dari Pendekat D	q _{BKi}	5	5	0	0	261	130,5	266	135,5	0,097	0
	q _{LRS}	248	248	12	15,6	760	380	1020	643,6		0
	q _{BKa}	135	135	10	13	953	476,5	1098	624,5	0,445	1
	q _{Total}	388	388	22	28,6	1974	987	2384	1403,6		1
Total jalan Minor, q _{ma}		725	725	44	57,2	3457	2066,5	4226	2510,7		4
Total dari jalan Minor dan jalan Mayor	q _{T,BKi}	265	265	28	36,4	1719	859,5	2012	1160,9	0,302	7
	q _{T,LRS}	474	474	26	33,8	2123	1061,5	2623	1569,3		3
	q _{T,BKa}	207	207	13	16,9	1774	887	1994	1110,9	0,289	5
q _{TOT} = q _{mi} +q _{ma} =		946	946	67	87,1	5616	3146	6629	3841,1		15

Berikut perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) untuk jam puncak (*Peak Hour*) pada *weekday* dan *weekend*.

Weekday :

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah Total Arus Lalu Lintas}}{\text{Durasi Survei}}$$

$$\text{LHR} = \frac{58887}{13}$$

$$\text{LHR} = 4530 \text{ kend/jam}$$

Weekend :

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah Total Arus Lalu Lintas}}{\text{Durasi Survei}}$$

$$\text{LHR} = \frac{54027}{13}$$

$$\text{LHR} = 4156 \text{ kend/jam}$$

4.13. Tingkat Pelayanan Jalan / *Level of Service*

Tabel 4.14 Tingkat Pelayanan Jalan / *Level of Service*

Tingkat Pelayanan	Derajat Kejenuhan	Keterangan
A	0,00 – 0,59	Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan sekurang-kurangnya 80 km/jam.
B	0,60 – 0,69	Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan sekurang-kurangnya 70 km/jam.
C	0,70 – 0,79	Arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dengan kecepatan sekurang-kurangnya 60 km/jam.
D	0,80 – 0,89	Arus cukup stabil dengan volume lalu lintas cukup tinggi dan kecepatan sekurang-kurangnya 50 km/jam.
E	0,90 – 0,99	Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sekurang-kurangnya 30 km/jam pada jalan antar kota dan 10 km/jam pada jalan perkotaan.

F	$> 1,00$	Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan kurang dari 30 km/jam.
---	----------	--

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan dalam menentukan tingkat kemacetan lalu lintas, didapatkan nilai Derajat Kejenuhan (D_J) sebesar 1,22. Nilai ini lebih besar dari ketentuan nilai maksimal yang ditentukan oleh Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 yaitu sebesar 0,85. Sehingga, dapat dipastikan bahwa simpang ini mengalami kemacetan padat dan dapat mengganggu pengendara maupun warga disekitar simpang. Berdasarkan penelitian tersebut juga didapatkan Tingkat Pelayanan Jalan (*Level of Service*) berada pada tingkat F dengan ketentuan nilai Derajat Kejenuhan di atas 1,00. Pada tingkat F, arus lalu lintas tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan rata – rata 30 km/jam.

Oleh karena itu, dengan kemacetan yang padat berdasarkan nilai Derajat Kejenuhan yang tinggi, diperlukan adanya suatu solusi untuk menurunkan nilai Derajat Kejenuhan hingga dibawah 0,85 berdasarkan dari pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 sehingga kemacetan akan berkurang dan lalu lintas menjadi normal dan lancar. Beberapa solusi yang dapat dilakukan dan diterapkan pada simpang empat tak bersinyal jalan raya Menganti – jalan raya Darkun adalah pelebaran jalan pendekat, memberikan median pada jalan mayor dan menerapkan sistem rekayasa lalu lintas.

4.14. Solusi untuk Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas

Kemacetan lalu lintas dapat diketahui dari nilai D_J , yaitu apabila $D_J > 0,85$ maka Simpang tersebut mengalami kemacetan lalu lintas, sehingga dibutuhkan solusi untuk mengatasi kemacetan tersebut. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai Deajat kejenuhan sebesar 1,22 sehingga terjadi kemacetan. Tingkat pelayanan Solusi untuk kemacetan tersebut adalah dengan menurunkan nilai D_J hingga di bawah 0,85. Perencanaan rekayasa lalu lintas yang diterapkan untuk mengatasi kemacetan tersebut dan menurunkan nilai Derajat Kejenuhan (D_J) dilakukan dengan cara perhitungan *Trial* dan *Error* untuk mendapatkan hasil terbaik. Untuk perhitungan setiap *Trial* dan *Error* semua menggunakan cara yang sama dan hanya berbeda pada solusi yang digunakan. Perhitungan secara rinci

akan dijabarkan pada *Trial* dan *Error* tahap kelima. Untuk tahap pertama hingga keempat sama seperti tahap kelima namun berbeda pada bagian solusi apa saja yang digunakan sehingga penjabaran perhitungan hanya dilakukan pada *Trial* dan *Error* kelima yang berhasil menurunkan derajat kejenuhan di bawah 0,85 dengan nilai terendah. Berikut empat perencanaan *Trial* dan *Error* untuk mengatasi kemacetan lalu lintas :

1) Perhitungan *Trial* dan *Error* Pertama

- **Solusi ke-1** : Memperlebar Jalan Mayor dan Minor sebesar 3 meter yaitu 1,5 meter pada bagian kiri jalan dan 1,5 meter pada bagian kanan jalan.

$$\begin{aligned}
 C &= C_O \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \\
 &= 2900 \times 1,15032 \times 1 \times 1 \times 0,95 \times 1,3356033 \times 1 \times 0,9197588 \\
 &= \mathbf{3893,0655}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_J &= q_{TOT} / C \\
 &= 4191,3 / 3893,0655 \\
 &= \mathbf{1,07}
 \end{aligned}$$

Nilai q_{TOT} didapatkan dari tabel 4.13. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai derajat kejenuhan masih tinggi yaitu sebesar $1,07 > 0,85$.

2) Perhitungan *Trial* dan *Error* Kedua

- **Solusi ke-1** : Memperlebar Jalan Mayor dan Minor sebesar 3,5 meter yaitu 1,75 meter pada bagian kiri jalan dan 1,75 meter pada bagian kanan jalan.
- **Solusi ke-2** : Memberikan median pada jalan mayor.

$$\begin{aligned}
 C &= C_O \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \\
 &= 2900 \times 1,17197 \times 1,2 \times 1 \times 0,95 \times 1,3356033 \times 1 \times 0,9197588 \\
 &= \mathbf{4759,6035}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_J &= q_{TOT} / C \\
 &= 4191,3 / 4759,6035 \\
 &= \mathbf{0,88}
 \end{aligned}$$

Nilai q_{TOT} didapatkan dari tabel 4.13. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai derajat kejenuhan masih tinggi yaitu sebesar **0,88 > 0,85**.

3) Perhitungan *Trial dan Error Ketiga*

- **Solusi ke-1** : Memperlebar Jalan Mayor dan Minor sebesar 3,5 meter yaitu 1,75 meter pada bagian kiri jalan dan 1,75 meter pada bagian kanan jalan
- **Solusi ke-2** : Memberikan median pada jalan mayor.
- **Solusi ke-3** : Pemberlakuan sistem satu arah yaitu dari arah simpang menuju ke pendekat A

$$\begin{aligned}
 C &= C_O \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \\
 &= 2900 \times 1,17197 \times 1,2 \times 1 \times 0,95 \times 1,3281753 \times 1 \times 0,9287457 \\
 &= \mathbf{4779,38}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_j &= q_{TOT} / C \\
 &= 4047,3 / 4779,38 \\
 &= \mathbf{0,84}
 \end{aligned}$$

Nilai q_{TOT} didapatkan dari tabel 4.13. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai derajat kejenuhan sudah berhasil di bawah 0,85 yaitu sebesar **0,84 > 0,85** namun masih perlu diperkecil hingga ke nilai terkecil yang paling memungkinkan

4) Perhitungan *Trial dan Error Keempat*

- **Solusi ke-1** : Memperlebar Jalan Mayor dan Minor sebesar 4 meter yaitu 2 meter pada bagian kiri jalan dan 2 meter pada bagian kanan jalan.
- **Solusi ke-2** : Memberikan median pada jalan mayor,
- **Solusi ke-3** : Pemberlakuan sistem satu arah yaitu dari arah simpang menuju ke pendekat A

$$\begin{aligned}
 C &= C_O \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \\
 &= 2900 \times 1,19362 \times 1,2 \times 1 \times 0,95 \times 1,3281753 \times 1 \times 0,9287457 \\
 &= \mathbf{4867,6703}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_J &= q_{TOT} / C \\
&= 4047,3 / 4779,38 \\
&= \mathbf{0,83}
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai derajat kejenuhan sudah berhasil dibawah 0,85 yaitu sebesar **0,83 > 0,85** dan nilai ini merupakan nilai terkecil yang dapat dipakai karena jalan hanya dapat diperlebar sebesar 2 meter pada bagian kiri dan kanan jalan tanpa mengubah sistem lalu lintas pada simpang empat tak bersinyal jalan raya Menganti – jalan raya Darkun, Gresik.

Seluruh hasil *Trial* dan *Error* telah dimasukkan kedalam tabel 4.2 formulir perhitungan kapasitas dan kinerja simpang. Berikut perhitungan detail *Trial* dan *Error* keempat pada simpang empat tak bersinyal jalan raya Menganti – jalan raya Darkun, Gresik.

4.14.1. Solusi Ke-1 Pelebaran Masing-masing Lengan Simpang

Solusi pertama yang akan dilakukan untuk menurunkan derajat kejenuhan hingga dibawah 0,85 adalah dengan memperlebar masing – masing lengan simpang sehingga geometrik tiap lengan simpang akan semakin besar dan tentu membuat kapasitas simpang semakin besar. Berikut perhitungan untuk pelebaran masing-masing lengan simpang.

1. Penetapan Lebar Rata-rata Pendekat

Untuk memperlebar lengan simpang, maka diperlukan pelebaran lebar rata – rata pendekat yaitu dengan melebarkan lebar masing – masing lengan simpang lalu akan didapatkan lebar rata – rata pendekat yang lebih besar. Berikut perhitungan penetapan lebar rata-rata pendekat.

$$\begin{aligned}
L_A &= A/2 = 11,5/2 = 5,45 \\
L_B &= B/2 = 12,4/2 = 5,7 \\
L_C &= C/2 = 12/2 = 5,375 \\
L_D &= D/2 = 12,6/2 = 6,275 \\
L_{AC} &= \frac{A + C}{2} = \frac{10,825}{2} = 5,4125 \\
L_{BD} &= \frac{B + D}{2} = \frac{11,975}{2} = 5,9875
\end{aligned}$$

$$L_{RP\ BD} = \frac{(b+\frac{d}{2})}{2} = \frac{(11,975)}{2} = 5,9875$$

$$L_{RP\ AC} = \frac{\frac{a}{2} + \frac{c}{2}}{2} = \frac{10,825}{2} = 5,4125$$

$$L_{RP} = \frac{L_{RP\ BD} + L_{RP\ AC}}{2} = \frac{3,4+3,025}{2} = 5,7$$

2. Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata-rata

F_{LP} dihitung berdasarkan nilai L_{RP} yang didapatkan.

$$\begin{aligned} F_{LP} &= 0,7 + 0,0866(L_{RP}) \\ &= 0,7 + 0,0866(5,7) \\ &= 1,19362 \end{aligned}$$

4.14.2. Solusi Ke-2 Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor

Salah satu faktor yang dapat memperbesar nilai dari kapasitas simpang adalah faktor median. Dengan menambahkan median pada jalan mayor, yaitu jalan Menganti, maka nilai kapasitas dari simpang tersebut menjadi lebih besar dan dapat mengurangi kemacetan lalu lintas. Oleh karena itu, solusi kedua yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan median pada jalan mayor simpang empat tak bersinyal jalan raya Menganti – jalan raya Darkun. Berikut tabel 4.15 penetapan ulang faktor koreksi median pada jalan mayor.

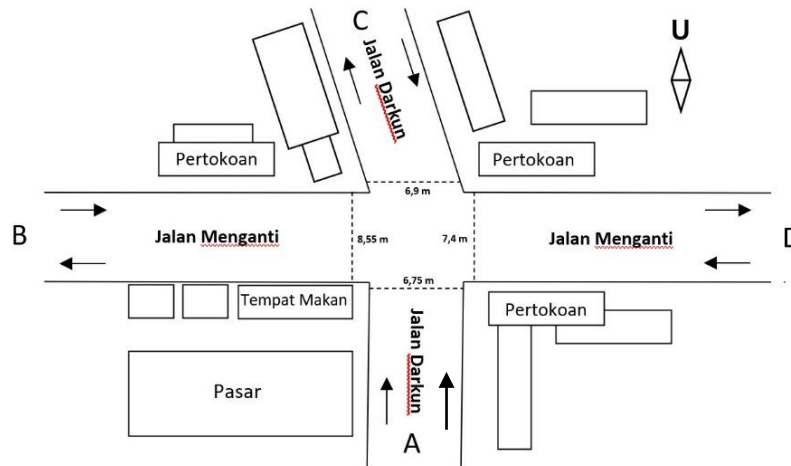
Tabel 4.15 penetapan ulang faktor koreksi median pada jalan mayor

Kondisi simpang	Tipe Median	Faktor
Tidak ada media di jalan mayor	Tidak ada	1.00
Ada median di jalan dengan lebar < 3 m	Median sempit	1.05
Ada median di jalan dengan lebar > 3 m	Median lebar	1.20

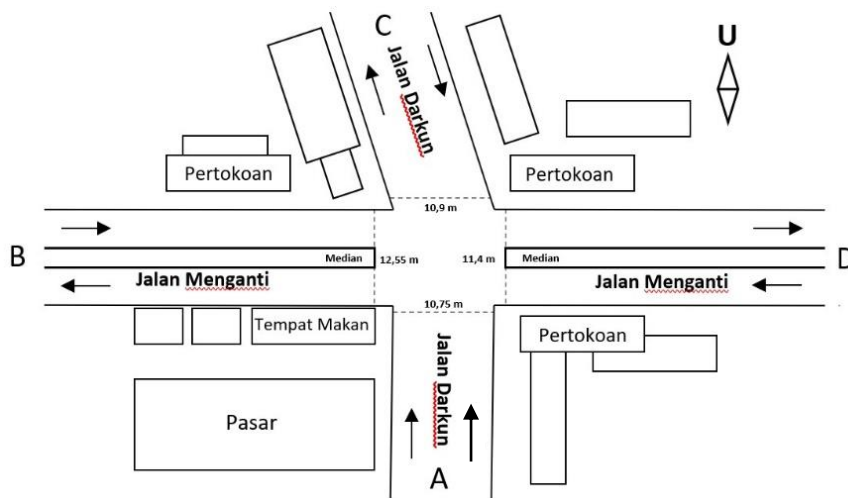
4.14.3. Solusi Ke-3 Pemberlakuan Sistem Satu Arah dari Simpang ke Pendekat A

Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah diberlakukan sistem satu arah yaitu hanya memperbolehkan kendaraan lewat dari simpang empat menuju ke pendekat A. Sebaliknya, kendaraan tidak diperbolehkan lewat dari pendekat A menuju simpang empat. Kendaraan dari arah pendekat A dapat dialihkan menuju Jalan Raya Sido Mulyo.

Dengan adanya pemberlakuan sistem tersebut, maka volume arus lalu lintas dan antrian kendaraan yang melewati simpang empat untuk menyeberang ke arah pendekat A akan berkurang dan kemacetan dapat juga akan semakin berkurang. Berikut gambar 4.1 kondisi eksisting simpang dan gambar 4.2 kondisi simpang setelah perencanaan.



Gambar 4.1 Kondisi eksisting simpang



Gambar 4.2 kondisi simpang setelah perencanaan.

Berikut tabel 4.16 jam puncak kemacetan paling padat (*peak hour*) setelah dilakukan pemberlakuan sistem satu arah dari simpang ke pendekat A.

Tabel 4.16 jam puncak kemacetan paling padat (*peak hour*)

Arus Lalu lintas		KR, ekr = 1,0		KS, ekr = 1,3		SM, ekr = 0,5		Q _{KB} Total		Q _{KTB}	
		kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	R _B	kend/jam
Jalan Minor dari Pendekat A	Q _{BKi}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Q _{LRS}	0	0	0	0	0	0	0	0		1
	Q _{BKa}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Q _{Total}	0	0	0	0	0	0	0	0		4
Jalan Minor dari Pendekat C	Q _{BKi}	166	166	22	28,6	1160	580	1348	774,6	0,588021	2
	Q _{LRS}	8	8	2	2,6	277	138,5	287	149,1		1
	Q _{BKa}	72	72	2	2,6	638	319	712	393,6	0,298793	2
	Q _{Total}	246	246	26	33,8	2075	1037,5	2347	1317,3		5
Total jalan Minor, q_{mi}		246	246	26	33,8	2075	1037,5	2347	1317,3		9
Jalan Mayor dari Pendekat B	Q _{BKi}	143	143	17	22,1	307	153,5	467	318,6	0,259151	2
	Q _{LRS}	262	262	16	20,8	1106	553	1384	835,8		1
	Q _{BKa}	0	0	0	0	150	75	150	75	0,061005	0
	Q _{Total}	405	405	33	42,9	1563	781,5	2001	1229,4		3
Jalan Mayor dari Pendekat D	Q _{BKi}	3	3	0	0	262	131	265	134	0,089298	0
	Q _{LRS}	265	265	17	22,1	812	406	1094	693,1		2
	Q _{BKa}	145	145	10	13	1031	515,5	1186	673,5	0,44882	1
	Q _{Total}	413	413	27	35,1	2105	1052,5	2545	1500,6		3
Total jalan Minor, q_{ma}		818	818	60	78	3668	2090	4546	2730		6
Total dari jalan Minor dan jalan Mayor	Q _{T,BKi}	312	312	39	50,7	1729	864,5	2080	1227,2	0,303214	7
	Q _{T,LRS}	535	535	35	45,5	2195	1097,5	2765	1678		5
	Q _{T,BKa}	217	217	12	15,6	1819	909,5	2048	1142,1	0,282188	3
Q_{TOT} = q_{mi} + q_{ma} =		1064	1064	86	111,8	5743	3127,5	6893	4047,3		15

Berdasarkan tabel 4.16 jam puncak kemacetan paling padat (*peak hour*) dapat diketahui bahwa nilai q_{TOT} adalah sebesar 4047,3 (q_{TOT} = 4047,3).

4.14.4. Penetapan Ulang Kapasitas

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, semua nilai faktor penentu kapasitas tetap sama dan yang berubah hanya Faktor Lebar Pendekat (F_{LP}) dan Faktor Median (F_M). Sehingga penetapan ulang kapasitas simpang dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKi} \times F_{BKa} \times F_{Rmi} \\
 &= 2900 \times 1,19362 \times 1,2 \times 1 \times 0,95 \times 1,3356033 \times 1 \times 0,9197588 \\
 &= 4867,6703
 \end{aligned}$$

4.14.5. Derajat Kejenuhan Setelah Perencanaan Ulang

Berdasarkan hasil dari seluruh perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, didapatkan nilai Derajat Kejenuhan (D_J) pada simpang yang dihitung menggunakan persamaan 2.16 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} D_J &= q_{TOT} / C \\ &= 4047,3 / 4867,6703 \\ &= 0,8315 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada kondisi eksisting, Derajat Kejenuhan (D_J) adalah sebesar 1,22 dimana nilai tersebut melebihi ketentuan maksimal nilai Derajat kejenuhan PKJI 2014 yaitu sebesar 0,85 atau dapat di notasikan $1,22 > 0,85$. Dengan nilai Derajat kejenuhan yang tinggi tersebut, maka dipastikan bahwa simpang empat tak bersinyal jalan raya Menganti – jalan raya Darkun mengalami kemacetan lalu lintas yang padat karena nilai Derajat Kejenuhan merupakan indikator dalam menentukan tingkat kemacetan lalu lintas. Tingkat Pelayanan jalan juga berada pada tingkat F dimana arus lalu lintas tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan rata – rata 30 km/jam.

Setelah melakukan perhitungan solusi yaitu dengan melebarkan jalan pendekat masing – masing lengan simpang, memberikan median pada jalan mayor dan melakukan rekayasa lalu lintas pada simpang empat tak bersinyal jalan raya Menganti – jalan raya Darkun, didapatkan bahwa nilai Derajat Kejenuhan berhasil diturunkan menjadi 0,83 di mana nilai tersebut di bawah batas ketentuan maksimal nilai Derajat kejenuhan PKJI 2014 yaitu sebesar 0,85 atau dapat di notasikan $0,83 < 0,85$. Tingkat Pelayanan Jalan juga berhasil masuk kategori D di mana kategori tersebut Arus cukup stabil dengan volume lalu lintas cukup tinggi dan kecepatan sekurang-kurangnya 50 km/jam. Oleh karena itu, dapat dipastikan bahwa dengan perencanaan tersebut, maka kemacetan lalu lintas dapat diatasi dan kemacetan akan semakin berkurang.