

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

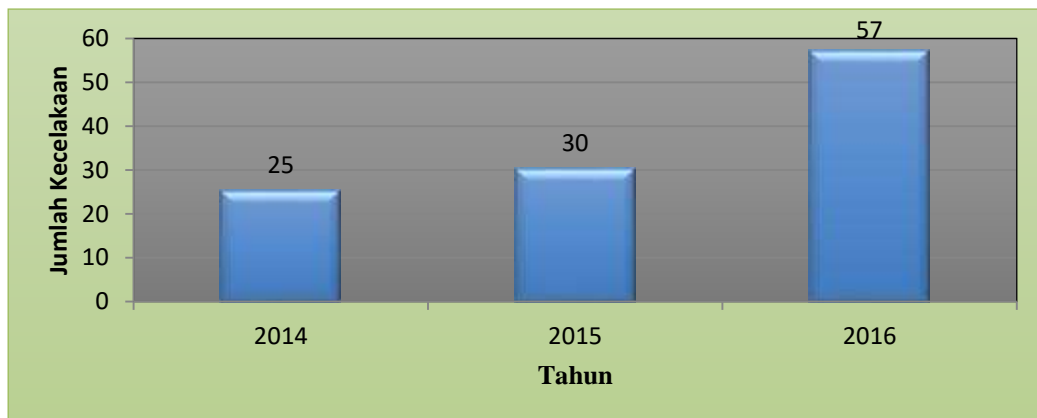
**4.1. Analisis Karakteristik Kecelakaan**

**4.1.1. Data Kecelakaan Lalu Lintas dan Jumlah Korban**

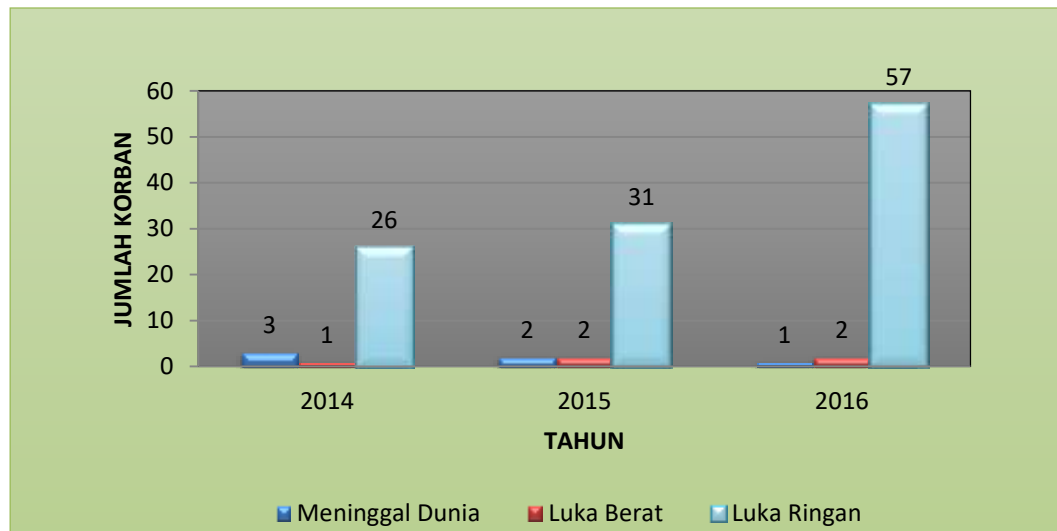
Menurut data dari Kepolisian Resort Kabupaten Kulonprogo tahun 2017 menunjukkan bahwa kecelakaan lalu lintas yang terhitung dari tahun 2014-2016 pada ruas jalan Yogyakarta-Wates Km 19-23 adalah sebanyak 112 kejadian kecelakaan. Data jumlah kecelakaan dan jumlah korban dapat dilihat pada Tabel 4.1, Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

Tabel 4.1. Data Kecelakaan Lalulintas dan Jumlah Korban Kecelakaan  
(Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

No.	Tahun	Jumlah Kecelakaan	Jumlah Kecelakaan			Jumlah
			Meninggal Dunia	Luka Berat	Luka Ringan	
1.	2014	25	3	1	26	30
2.	2015	30	2	2	31	35
3.	2016	57	1	2	57	60
Jumlah		112	6	5	114	125



Gambar 4. 1 Jumlah Kecelakaan di jalan Yogyakarta-Wates Km 19-23 (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)



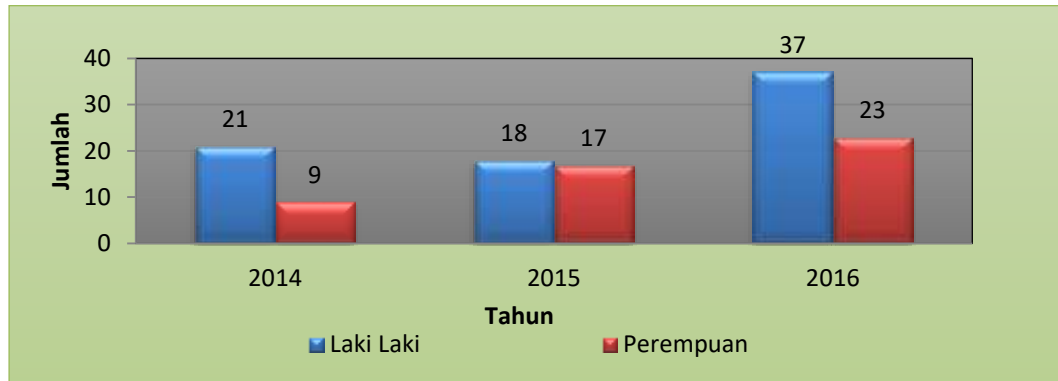
Gambar 4. 2 Jumlah Korban Kecelakaan Berdasarkan Tingkat Keparahan Korban  
(Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

#### 4.1.2. Korban Kecelakaan Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis kelamin dari korban kecelakaan dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.3.

Tabel 4.2. Jumlah Korban Kecelakaan berdasarkan Jenis Kelamin (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

No.	Tahun	Jenis Kelamin		Jumlah
		LK	PR	
1.	2014	21	9	30
2.	2015	18	17	35
3.	2016	37	23	60
Jumlah		76	49	125
Presentase		60,8%	39,2%	100%



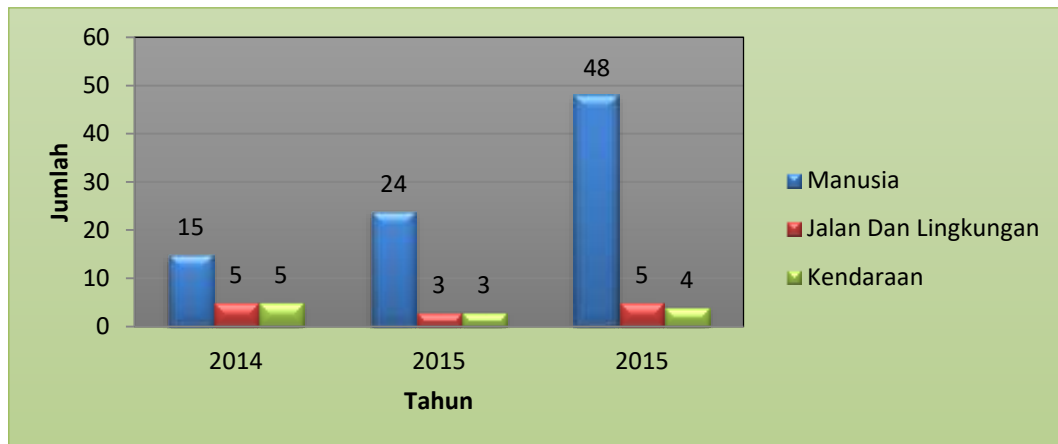
Gambar 4.3 Menunjukkan Bahwa Jumlah Korban Kecelakaan Laki-Laki Lebih Banyak Dari Pada Korban Perempuan, Yaitu Sebesar 60,8% (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

#### 4.1.3. Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Faktor Penyebabnya

Korban kecelakaan dapat dibedakan menurut faktor penyebab, seperti : manusia, kendaraan, jalan dan lingkungan. Data jumlah korban berdasarkan faktor penyebab dari tahun 2014-2016 dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.4.

Tabel 4.3. Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Faktor Penyebab (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

No.	Tahun	Faktor Penyebab			Jumlah
		Manusia	Jalan dan Lingkungan	Kendaraan	
1.	2014	15	5	5	25
2.	2015	24	3	3	30
3.	2016	48	5	4	57
Jumlah		87	13	12	112
Presentase		77,6%	11,7%	10,7%	100%



Gambar 4.4. Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Faktor Penyebab (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa faktor penyebab kecelakaan terbesar adalah faktor manusia, yaitu sebanyak 87 kejadian kecelakaan atau 77,6% dari total kecelakaan yang teridentifikasi.

Selain faktor manusia, faktor jalan dan lingkungan juga berpengaruh menyebabkan kecelakaan, antara lain karena rusaknya lampu lalu-lintas, adanya batu di jalan, dan jalanan berlubang. Sedangkan faktor kendaraan disebabkan karena terjadinya pecah ban sehingga kendaraan menjadi oleng

#### 4.1.4. Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Tipe Kecelakaan

Tipe kecelakaan dapat dibedakan menjadi 2, yaitu berdasarkan proses kejadian dan jenis tabrakan. Data yang didapat di Kepolisian Resort Kulonprogo pada tahun 2014-2017 dapat dilihat pada Tabel 4.4, Tabel 4.5, Gambar 4.5, Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.

Tabel 4.4. Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Tipe Kecelakaan (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

No. Tahun	TIPE KECELAKAAN						Tidak Teridentifikasi	Jumlah
	KT	KP	KMDK	KMLDK	KDK	KLDK		
1. 2014	2	2	0	0	16	3	2	25
2. 2015	2	4	0	0	21	1	2	30
3. 2016	2	7	0	0	35	8	5	57
Jumlah	6	13	0	0	72	12	9	112
Presentase	5,4%	11,6%	0%	0%	64,3%	10,7%	8%	100%

Keterangan :

KT : Kecelakaan Tunggal

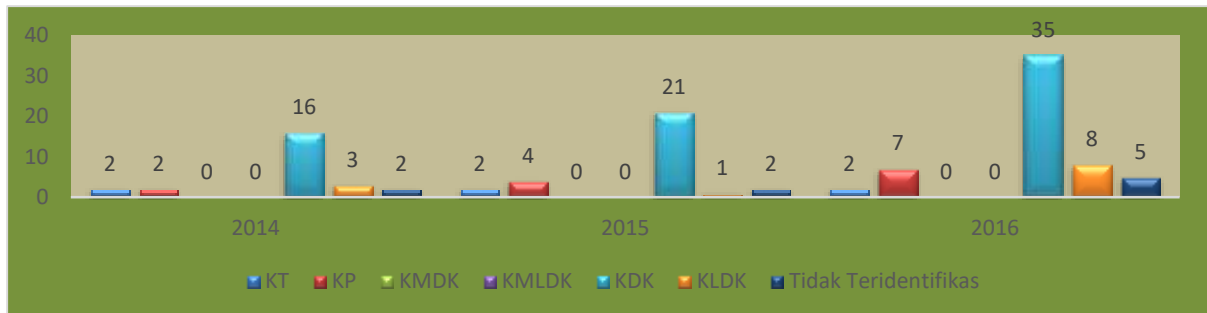
KPK : Kecelakaan Pejalan Kaki

KMDK : Kecelakaan Membelok Dua Kendaraan

KMLDK : Kecelakaan Membelok Lebih Dari Dua Kendaraan

KDK : Kecelakaan Tanpa Gerakan Membelok Dua Kendaraan

KLDK : Kecelakaan Tanpa Gerakan Lebih Dari Dua Kendaraan



Gambar 4.5. Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Tipe kecelakaan

Berdasarkan proses kejadian, Kecelakaan Tanpa Gerakan Membelok Dua Kendaraan (KDK) adalah kejadian yang paling sering terjadi, yaitu sebanyak 72 kejadian (64,3%). Ada beberapa kecelakaan pada kurun waktu 2014-2016 yang tidak teridentifikasi kejadiannya karena pihak Kepolisian Resor Kulonprogo tidak mencatat secara lengkap kronologi kejadian kecelakaannya.

Tabel 4.5. Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Jenis Tabrakan (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

No.	Tahun	Jenis Kecelakaan							Jumlah
		RA	RE	SS	HO	BA	Hilang Kontrol	Tidak Teridentifikasi	
1.	2014	3	9	11	0	0	0	2	25
2.	2015	6	8	14	0	0	0	2	30
3.	2016	11	16	24	0	0	0	6	57
Jumlah		20	33	49	0	0	0	10	112
Presentase		17,8%	29,5%	43,8%	0%	0%	0%	8,9%	100%

Keterangan :

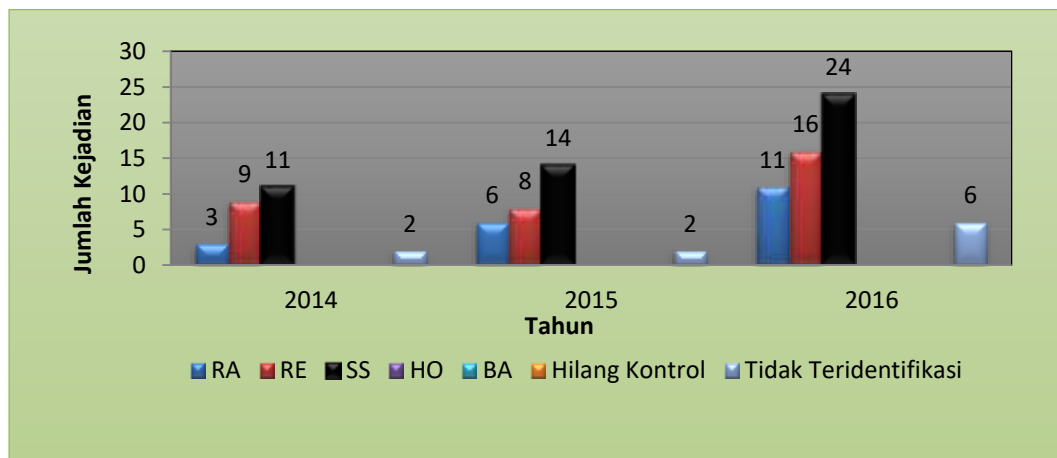
RA : *Rear-Angle*

RE : *Rear-End*

SS : *Sideswipe*

HO : *HeadOn*

BA : *Backing*



Gambar 4.6. Jumlah Kecelakaan Berdasarkan Jenis Tabrakan (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

Dari Tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa berdasarkan jenis tabrakan yang terbanyak adalah “*Sideswipe*” sebanyak 49 kejadian. Jenis tabrakan “*Sideswipe*” dikarenakan banyaknya kendaraan yang hendak menyalip, memacu kendaraan dengan kencang dan juga kendaraan yang membelok di lajur sama

yang mengakibatkan tabrakan samping. Jenis tabrakan “*Rear-end*” sebanyak 33 kejadian, dikarenakan banyaknya memacu kendaraan dengan kecepatan tinggi dan kendaraan yang ada di depan mengerem tiba-tiba sehingga menyebabkan pengemudi yang ada di belakang menabrak bagian belakang kendaraan yang mengerem tersebut. Sedangkan jenis tabrakan “*Rear-Angel*” sebanyak 20 kejadian.

#### 4.1.5. Jenis Kendaraan Yang Terlibat Kecelakaan

Dari banyaknya jumlah kendaraan yang ada di ruas di daerah studi, terdapat berbagai jenis kendaraan yang terlibat dalam kecelakaan seperti yang dapat dilihat dari Tabel 4.6 dan Gambar 4.7 berikut.

Tabel 4.6. Jenis Kendaraan Yang Terlibat Kecelakaan (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

No.	Tahun	KENDARAAN			
		MC	LV	HV	UM
1.	2014	38	11	3	2
2.	2015	43	10	4	4
3.	2016	60	19	6	5
JUMLAH		141	40	13	11

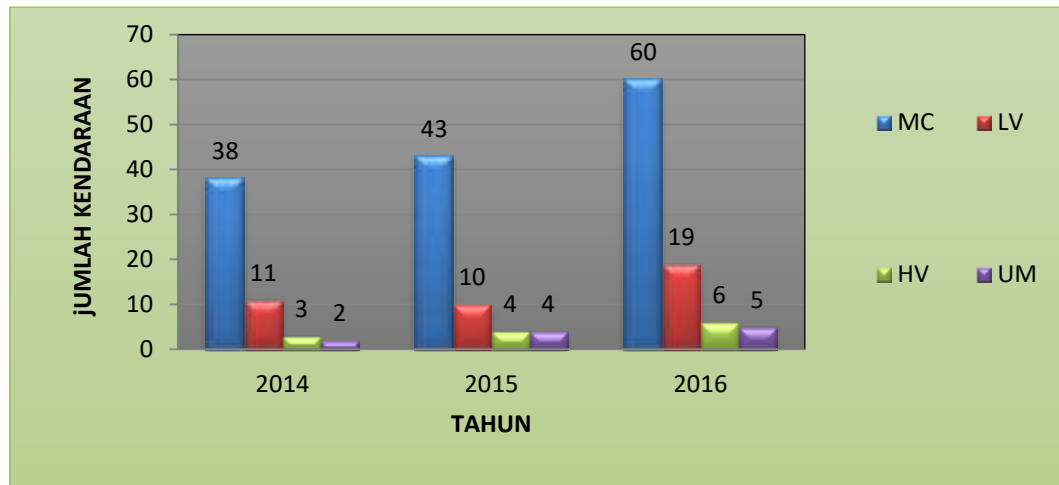
Keterangan :

Heavy Vehicle (HV) : Kendaraan Berat ( truk berat, truk ringan, bus besar, bus sedang )

Light Vehicle (LV) : Kendaraan ringan ( sedan, jeep, pick up)

Motor Cycle (MC) : Sepeda motor

Unmotorize (UM) : Kendaraan tak bermotor ( becak, sepeda, gerobak, dll)



Gambar 4.7. Jenis Kendaraan Yang Terlibat Kecelakaan (Kepolisian Resor Kulonprogo, 2017)

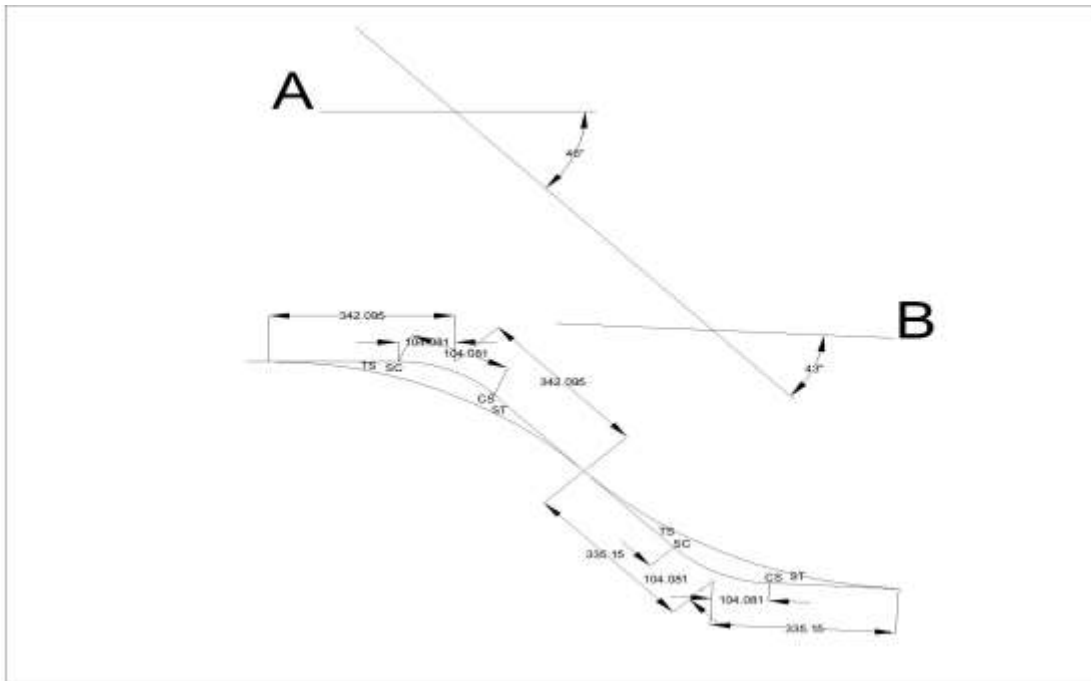
Dari Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa jenis kendaraan yang paling sering terlibat kecelakaan di ruas jalan studi adalah sepeda motor “(Motor Cycle)” yaitu sebanyak 141 kendaraan dan yang paling banyak terjadi di tahun 2016 yaitu 60 kendaraan.

## 4.2. Analisis Perhitungan

### 4.2.1. Data Spesifikasi Jalan

Ruas jalan Yogyakarta-Wates Km 19-23 termasuk jalan nasional berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 631/KTPS/M/2009 yang berfungsi sebagai jalan arteri. Berdasarkan fungsi dan klasifikasi medan jalannya yaitu arteri datar maka kecepatan rencananya sebesar 70-120 km/jam sesuai Peraturan Direktorat Jenderal Bina Marga tentang Klasifikasi Jalan No.038/TBM/1997. Jalan Yogyakarta-Wates Km 19-23 memiliki tipe jalan 2 jalur dan 4 jalur dengan lebar masing-masing jalur 3 meter tanpa trotoar dan sebagian jalan terdapat median yaitu pada Kilometer 19-20. Lebar bahu jalan yang ditinjau bervariasi antara 1 meter – 1,5 meter dan banyak digunakan untuk tempat parkir dan untuk kios atau warung. Tata guna lahan disebelah kiri dan kanan adalah pemukiman, kios dan pertokoan.





Gambar 4.8. Existing Tikungan 1 dan 2 Jalan Yogyakarta – Wates Km 19 – 23

#### 4.2.2. Perhitungan Alinyemen Horizontal

##### a. Perhitungan Tikungan Existing

$$Y1 = 691,1364 ; X1 = 3062,5049$$

$$Y2 = 321,2516 ; X2 = 198,6037$$

$$Y3 = 514,8994 ; Y3 = 1809,8374$$

$$\alpha 1 = \arctan \left( \frac{Y1}{X1} \right)$$

$$= \arctan \left( \frac{691,1364}{3062,5049} \right)$$

$$= 12,7173^\circ$$

$$\alpha 2 = \arctan \left( \frac{Y2}{X2} \right)$$

$$= \arctan \left( \frac{321,2516}{198,6037} \right)$$

$$= 58,2749^\circ$$

$$\alpha_3 = \arctan \left( \frac{Y_3}{X_3} \right)$$

$$= \arctan \left( \frac{514,8994}{1809,8374} \right)$$

$$= 15,8804^\circ$$

Dari perhitungan diatas didapatkan sudut disetiap tikungan sebesar :

$$\Delta T_1 = \alpha_2 - \alpha_1$$

$$= 58,2749^\circ - 12,7173^\circ$$

$$= 45,5579^\circ = 46^\circ$$

$$\Delta T_2 = \alpha_2 - \alpha_3$$

$$= 58,2749^\circ - 15,8804^\circ$$

$$= 42,3945^\circ = 43^\circ$$

#### b. Perhitungan Tikungan 1

##### 1) Perhitungan dan Penentuan Jenis Tikungan :

$$\text{Kelas Jalan} = \text{I}$$

$$\text{Sudut Tikungan 1} = 45,558^\circ$$

$$\text{Waktu tempuh pada Lengkung Peralihan (T)} = 3 \text{ detik}$$

$$\text{Superelevasi maksimum (e maks)} = 10\%$$

$$\text{Superelevasi normal (en)} = 2\%$$

Tingkat Pencapaian Perubahan Kemiringan Melintang Jalan  
(m/m/detik)

Untuk  $V_r < 80$  km/jam (re maks) = 0,035 m/m/det. Maka digunakan  
= 0,035.

Perhitungan tikungan menggunakan kecepatan rencana yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

2) Hitung Koefisien Gesekan Maksimum ( $f_{maks}$ )

$V_r = 70$  km/jam, maka

$$\begin{aligned} f_{maks} &= 0,192 - (0,00065 \times V_r) \\ &= 0,192 - (0,00065 \times 70) \\ &= 0,1465 \end{aligned}$$

Menentukan Jari-jari Rencana ( $R_d$ ) dengan menghitung Jari-jari

$$\begin{aligned} \text{minimum } (R_{min}) : R_{min} &= \frac{V_r^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})} \\ &= \frac{70^2}{127 (0,1 + 0,1465)} \\ &= 156,522 \text{ m} \end{aligned}$$

$R_d = 160$  m

Hitung Nilai Derajat Lengkung Maksimum ( $D_{maks}$ )

$$\begin{aligned} D_{maks} &= \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{V_r^2} \\ &= \frac{181913,53 (0,1 + 0,1465)}{70^2} \\ &= 9,151^\circ \end{aligned}$$

3) Check apabila tikungan berjenis *Full Circle*(F-C), jika  $R_d < R_{min}$  (ditabel sesuai  $V_r$ ), maka jenis F-C tidak bisa digunakan. Karena  $R_d = 160$  m dan  $R_{min} = 156,522$  m, maka tidak berjenis *Full Circle* (F-C).

4) Menentukan Superelevasi Desain ( $e_d$ )

$$\begin{aligned} D_d &= \frac{1432,4}{R_d} \\ &= \frac{1432,4}{160} = 8,953^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_d &= \frac{V_r^2}{127 (R_d)} - f_{maks} \\ &= \frac{70^2}{127 (160)} - 0,1465 = 0,095 \approx 9,5 \% \end{aligned}$$

5) Dengan menghitung panjang Lengkung Peralihan dari 3 persamaan :

Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{V_r}{3,6} \times T \\ &= \frac{70}{3,6} \times 3 \text{ detik} \\ &= 58,333 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal ( $L_s$ ) :

$$\begin{aligned} L_s &= \left( 0,022 \times \frac{V_r^3}{R_d \times c} \right) - \left( 2,727 \times \frac{V_r \times e_d}{c} \right) \\ &= \left( 0,022 \times \frac{70^3}{160 \times 0,4} \right) - \left( 2,727 \times \frac{70 \times 0,0095}{0,4} \right) \\ &= 72,741 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian ( $L_s$ ) :

$$\begin{aligned} L_s &= \frac{(e_{maks} - e_n) V_r}{3,6 \times r_e} \\ &= \frac{(0,1 - 0,02) 70}{3,6 \times 0,035} \\ &= 44,444 \text{ m} \end{aligned}$$

Digunakan  $L_s$  terbesar dan dibulatkan ke atas, digunakan :

$$L_s = 72,741 \text{ m}$$

6) Menghitung P check :

$$\begin{aligned} P &= \frac{L_s^2}{24 \times R_d} \\ &= \frac{72,741^2}{24 \times 160} \\ &= 1,378 \end{aligned}$$

Jika P check  $< 0,25$  , maka jenis tikungan F-C dan tidak memerlukan Lengkung Peralihan.

Jika P check  $> 0,25$  , maka jenis tikungan memiliki Lengkung Peralihan (S-C-S atau S-S).

7) Jika tikungan bukan F-C (melainkan S-C-S atau S-S) :

Menentukan Sudut Lengkung Peralihan/Spiral ( $\Theta_s$ ) :

$$\begin{aligned} \Theta_s &= \frac{L_s \times 360}{4 \times \pi \times R_d} \\ &= \frac{72,741 \times 360}{4 \times \pi \times 160} \\ &= 13,024^\circ \end{aligned}$$

Menentukan Sudut Lengkung Lingkaran/Circle ( $\Theta_c$ ) :

$$\begin{aligned} \Theta_c &= \Delta I - (2 \times \Theta_s) \\ &= 45,558 - (2 \times 13,024) \\ &= 19,509^\circ \end{aligned}$$

Menentukan Panjang Lengkung Lingkaran/Circle ( $L_c$ ) :

$$L_c = \frac{\Theta_c \times \pi \times R_d}{180}$$

$$= \frac{19,509 \times \pi \times 160}{180}$$

$$= 54,480 \text{ m}$$

8) Check apakah Tikungan Berjenis S-C-S atau S-S :

Syarat tikungan S-C-S jika  $\theta_c \geq 0^0$ , dan  $L_c \geq 25$  meter.

Jika semua syarat dibawah terpenuhi, maka tikungan berjenis S-C-S.

$$\theta_c = 19,509^0 > 0^0$$

$$L_c = 54,480 \text{ m} < 20 \text{ m}$$

Maka, tikungan 1 menggunakan tikungan S-C-S.

9) Perhitungan tikungan 1 menggunakan jenis S-C-S.

$$\theta_s = 13,024^0$$

$$\theta_c = 19,509^0$$

$$L_c = 54,480 \text{ m}$$

$$L_s = 72,741 \text{ m}$$

$$X_s = L_s \times \left( 1 - \frac{L_s^2}{40 \times R d^2} \right)$$

$$= 72,741 \times \left( 1 - \frac{72,741^2}{40 \times 160^2} \right)$$

$$= 72,365 \text{ m}$$

$$Y_s = \left( \frac{L_s^2}{6 \times R d} \right)$$

$$= \left( \frac{72,741^2}{6 \times 160} \right)$$

$$= 5,512 \text{ m}$$

$$P = Y_s - R d \times (1 - \cos \theta_s)$$

$$= 5,512 - 160 \times (1 - \cos 13,024)$$

$$= 1,396$$

$$\begin{aligned}
 K &= Xs - Rd \times \sin \theta s \\
 &= 72,365 - 160 \times \sin 13,024 \\
 &= 36,307 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ts &= (Rd + P) \times \{\tan(\frac{1}{2} \times \Delta I)\} + K \\
 &= (160 + 1,396) \times \{\tan(\frac{1}{2} \times 45,558)\} + 36,307 \\
 &= 104,081 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Es &= \frac{Rd + P}{\cos(\frac{1}{2} \times \Delta I)} - Rd \\
 &= \frac{160 + 1,396}{\cos(\frac{1}{2} \times 45,558)} - 160
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Tikungan 2

1) Perhitungan dan Penentuan Jenis Tikungan :

Kelas Jalan = I

Sudut Tikungan 2 = 42,395°

Waktu tempuh pada Lengkung Peralihan (T) = 3 detik

Superelevasi maksimum (e maks) = 10%

Superelevasi normal (en) = 2%

Tingkat Pencapaian Perubahan Kemiringan Melintang Jalan (m/m/detik)

Untuk  $V_r < 80$  km/jam (re maks) = 0,035 m/m/det. Maka digunakan = 0,035.

Perhitungan tikungan menggunakan kecepatan rencana yang dapat dilihat pada Tabel 3.4.

a) Hitung Koefisien Gesekan Maksimum ( $f_{maks}$ )

$V_r = 70$  km/jam, maka

$f_{maks} = 0,192 - (0,00065 \times V_r)$

$$= 0,192 - (0,00065 \times 70)$$

$$= 0,1465$$

Menentukan Jari-jari Rencana (Rd) dengan menghitung Jari-jari minimum ( $R_{min}$ ) :

$$R_{min} = \frac{Vr^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})}$$

$$= \frac{70^2}{127 (0,1 + 0,1465)}$$

$$= 156,522 \text{ m}$$

$$R_d = 160 \text{ m}$$

b) Hitung Nilai Derajat Lengkung Maksimum ( $D_{maks}$ )

$$D_{maks} = \frac{181913,53 (e_{maks} + f_{maks})}{Vr^2}$$

$$= \frac{181913,53 (0,1 + 0,1465)}{70^2}$$

$$= 9,151^\circ$$

c) Check apabila tikungan berjenis *Full Circle*(F-C), jika  $R_d < R_{min}$  (ditabel sesuai Vr), maka jenis F-C tidak bisa digunakan. Karena  $R_d = 160 \text{ m}$  dan  $R_{min} = 156,522 \text{ m}$ , maka tidak berjenis *Full Circle* (F-C).

d) Menentukan Superelevasi Desain ( $e_d$ )

$$D_d = \frac{1432,4}{R_d}$$

$$= \frac{1432,4}{160}$$

$$= 8,953^\circ$$

$$e_d = \frac{Vr^2}{127 (R_d)} - f_{maks}$$

$$= \frac{70^2}{127 (160)} - 0,1465$$

$$= 0,095 \approx 9,5 \%$$

e) Dengan menghitung panjang Lengkung Peralihan dari 3 persamaan :  
Berdasarkan waktu tempuh maksimum di lengkung peralihan :



$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{Vr}{3,6} \times T \\
 &= \frac{70}{3,6} \times 3 \text{ detik} \\
 &= 58,333 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal ( $L_s$ ) :

$$\begin{aligned}
 L_s &= \left( 0,022 \times \frac{Vr^3}{Rd \times c} \right) - \left( 2,727 \times \frac{Vr \times ed}{c} \right) \\
 &= \left( 0,022 \times \frac{70^3}{160 \times 0,4} \right) - \left( 2,727 \times \frac{70 \times 0,0095}{0,4} \right) \\
 &= 72,741 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian ( $L_s$ ) :

$$\begin{aligned}
 L_s &= \frac{(e_{maks} - e_n) Vr}{3,6 \times r_e} \\
 &= \frac{(0,1 - 0,02) 70}{3,6 \times 0,035} \\
 &= 44,444 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Digunakan  $L_s$  terbesar dan dibulatkan ke atas, digunakan :

$$L_s = 72,741 \text{ m}$$

f) Menghitung P check :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{Ls^2}{24 \times Rd} \\
 &= \frac{72,741^2}{24 \times 160} \\
 &= 1,378
 \end{aligned}$$

Jika P check < 0,25 , maka jenis tikungan F-C dan tidak memerlukan Lengkung Peralihan.

Jika P check > 0,25 , maka jenis tikungan memiliki Lengkung Peralihan (S-C-S atau S-S).

g) Jika tikungan bukan F-C (melainkan S-C-S atau S-S) :

Menentukan Sudut Lengkung Peralihan/Spiral ( $\Theta_s$ ) :

$$\begin{aligned}
 \Theta_s &= \frac{Ls \times 360}{4 \times \pi \times Rd} \\
 &= \frac{72,741 \times 360}{4 \times \pi \times 160} \\
 &= 13,024^\circ
 \end{aligned}$$

Menentukan Sudut Lengkung Lingkaran/Circle ( $\theta_c$ ) :

$$\begin{aligned}\theta_c &= \Delta I - (2 \times \theta_s) \\ &= 42,395 - (2 \times 13,024) \\ &= 16,346^\circ\end{aligned}$$

Menentukan Panjang Lengkung Lingkaran/Circle ( $L_c$ ) :

$$\begin{aligned}L_c &= \frac{\theta_c \times \pi \times R d}{180} \\ &= \frac{16,346 \times \pi \times 160}{180} \\ &= 45,647 \text{ m}\end{aligned}$$

h) Check apakah Tikungan Berjenis S-C-S atau S-S :

Syarat tikungan S-C-S jika  $\theta_c \geq 0^\circ$ , dan  $L_c \geq 25$  meter.

Jika semua syarat dibawah terpenuhi, maka tikungan berjenis S-C-S.

$$\theta_c = 16,346^\circ > 0^\circ$$

$$L_c = 45,647 \text{ m} < 20 \text{ m}$$

Maka, tikungan 2 menggunakan tikungan S-C-S.

i) Perhitungan tikungan 2 menggunakan jenis S-C-S.

$$\theta_s = 13,024^\circ$$

$$\theta_c = 16,346^\circ$$

$$L_c = 45,647 \text{ m}$$

$$L_s = 72,741 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}X_s &= L_s \times \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R d^2}\right) \\ &= 72,741 \times \left(1 - \frac{72,741^2}{40 \times 160^2}\right) \\ &= 72,365 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Y_s &= \left(\frac{L_s^2}{6 \times R d}\right) \\ &= \left(\frac{72,741^2}{6 \times 160}\right) \\ &= 5,512 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P &= Y_s - R d \times (1 - \cos \theta_s) \\ &= 5,512 - 160 C(1 - \cos 13,024)\end{aligned}$$

$$=1,396 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} K &= Xs - Rd \times \sin \theta s \\ &= 72,365 - 160 \times \sin 13,024 \\ &= 36,307 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ts &= (Rd + P) \times \{\tan(\frac{1}{2} \times \Delta I)\} + K \\ &= (160 + 1,396) \times \{\tan(\frac{1}{2} \times 42,395)\} + 36,307 \\ &= 98,899 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Es &= \frac{Rd + P}{\cos(\frac{1}{2} \times \Delta I)} - Rd \\ &= \frac{160 + 1,396}{\cos(\frac{1}{2} \times 42,395)} - 160 \\ &= 13,108 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Lc &= \frac{\theta c \times \pi \times Rd}{180} \\ &= \frac{16,346 \times \pi \times 160}{180} \\ &= 45,647 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ltotal &= Lc + (2 \times Ls) \\ &= 45,647 + (2 \times 72,741) \\ &= 191,129 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 4.3. Analisis Keselamatan Jalan

Tingginya tingkat kecelakaan lalu lintas, maka perlu dilakukan inspeksi keselamatan jalan untuk mengurangi tingkat kecelakaan pada ruas jalan Yogyakarta-Wates Km 19-23. Hasil analisis didapatkan dari survei atau temuan pada lokasi penelitian yaitu jalan Yogyakarta-Wates Km 19-23. Analisis difokuskan pada identifikasi fasilitas lalu lintas berupa marka, perambuan, dan penerangan jalan sebagai pendukung jalan yang dianggap berpotensi mengakibatkan kecelakaan lalu lintas melalui suatu konsep pemeriksaan jalan yang komprehensif, sistematis dan independen.

Analisis hasil temuan yang ada di lokasi penelitian akan difokuskan pada hasil temuan yang berindikasi jawaban Tidak (T) serta identifikasi bagian-bagian

desain jalan dan fasilitas pendukung lain yang dianggap kurang memenuhi standar atau persyaratan teknis. Selanjutnya membuat kesimpulan dan saran dari hasil Inspeksi pada daerah studi.

#### 4.3.1. Kondisi Umum Jalan

Tabel 4.7. Daftar Periksa Kondisi Umum Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa 1	Kondisi Umum		
	Fokus Pemeriksaan	Ya (Y)/ Tidak (T)	Keterangan
1.1 Kelas / Fungsi Jalan	Apakah kelas dan fungsi sudah memenuhi standar?	Y	Kelas jalan arteri, Vr
	Lebar jalur jalan eksisting	Y	60 km/jam
	Kemiringan melintang jalan eksisting	Y	4-8 Meter 2 %
1.2 Median / Separator	Apakah ruas jalan eksisting memiliki median?	T	Tidak ada
1.3 Bahu Jalan	Lebar bahu jalan eksisting sesuai standar?	Y	0,25-2,5 Meter
1.4 Drainase	Apakah posisi bahu jalan sama rata dengan permukaan jalan?	Y	Bahu jalan rata dengan permukaan
	Apakah dimensi dan desain drainase sesuai standar?	Y	jalan 0,5-1 Meter

Lanjutan Tabel 4.7. Daftar Periksa Kondisi Umum Hasil Temuan di  
Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 – 23

Daftar Periksa 1	Kondisi Umum		
	Fokus Pemeriksaan	Ya (Y)/ Tidak (T)	Keterangan
1.4 Drainase	Apakah desain kecepatan sesuai dengan desain kelas dan fungsi jalan?	Y	
1.5 Kecepatan	Kecepatan operasional (T- B) Kecepatan rencana Kecepatan operasional (B- T)	Y	42,01 km/jam 60 km/jam 38,58 km/jam
1.6 Lansekap	Apakah terdapat tanaman/pohon dipinggir jalan? Apakah mengganggu jarak pandang?	T	Ada sedikit Rambu yang terhalang oleh pohon dipinggir jalan
1.7 Parkir	Apakah tersedia fasilitas parkir di trotoar/bahu jalan/badan jalan (sebutkan dikolom keterangan)?	T	Bahu jalan digunakan sebagai parkir kendaraan.
1.8 Tempat Pemberhentian	Apakah terdapat lokasi pemberhentian kendaraan/bus/pangkalan kendaraan?	T	Masih banyak bahu jalan yang menjadi tempat pemberhentian kendaraan

Dari hasil pemeriksaan berdasarkan Tabel 4.7 maka dapat dianalisis dengan difokuskan pada jawaban T dan identifikasi pada bagian desain jalan yang tidak memenuhi standar.

Perbandingan antara indikasi jawaban Ya dan Tidak dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Perbandingan antara indikasi kata Ya dan Tidak Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa	Perbandingan Ya/Tidak				Keterangan
	Ya		Tidak		
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	
Kondisi Umum	8	53,3 %	4	26,6 %	

Dari hasil Tabel perbandingan 4.12 dapat dilihat jika prosentase Y lebih besar dari pada prosentase T. Dengan demikian Jalan Yogyakarta – Wates km 19 – 23 sudah memenuhi fasilitas kondisi umum jalan.

Tabel 4.9. Daftar Periksa Alinyemen Jalan Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 – 23

Daftar Periksa 2	Alinyemen Jalan		
	Fokus Pemeriksaan	Ya (Y)/ Tidak (T)	Keterangan
2.1 Jarak Pandang	Apakah jarak pandang memadai untuk kecepatan lalu lintas yang digunakan pada rute tersebut?	Y	
2.2 Kecepatan Rencana	Apakah ada rambubatas kecepatan?	T	Tidak ada rambu kecepatan

Lanjutan Tabel 4.9. Daftar Periksa Alinyemen Jalan Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 – 23

Daftar Periksa 2	Alinyemen Jalan		
	Fokus Pemeriksaan	Ya (Y)/ Tidak (T)	Keterangan
	Apakah ada ruas-ruas jalanyang tidak membingungkan?		
	Contoh:	T	
2.3	a) Apakah jalan jelas terdefinisi?	T	
Pengharapan	b) Apakah perkerasan yang rusak telah diganti atau diperbaiki?	Y	
Pengemudi	c) Apakah marka dari perkerasan yang lama telah diganti sebagai mana mestinya?	Y	
	Apakah lampu jalan dan garis pohon sesuai dengan alinyemen jalan?		

Perbandingan antara indikasi jawaban Ya dan Tidak dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Perbandingan antara Indikasi Kata Ya dan Tidak Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa	Perbandingan Ya/Tidak				Keterangan
	Ya		Tidak		
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	
Alinyemen Jalan	6	50 %	4	33,3 %	

Pada tabel perbandingan indikasi Y dan T diatas dapat dilihat jika kondisi alinyemen sudah memadai dan sesuai kriteria jalan arteri meskipun ada beberapa kekurangan yang harus segera dipenuhi.

### 4.3.2. Lalu Lintas Kendaraan

Tabel 4.11. Daftar Periksa Lalu Lintas Kendaraan Hasil Temuan di Ruas Jalan  
Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa 3	Lalu Lintas Tak Bermotor		
	Fokus Pemeriksaan	Ya (Y)/ Tidak (T)	Keterangan
3.1 Lintasan Penyeberangan	Apakah tersedia penyeberangan untuk pejalan kaki?	Y	
	Apakah jalur tidak ada penghalang?	Y	
3.2 Pagar Pengaman	Apakah tersedia pagar pengaman?	T	Tidak tersedia
	Apakah pagar pengaman tersebut berupa solid horizontal atau rails?	T	Tidak tersedia
	Apakah terdapat pagar penghalang tabrakan (crash barner) untuk memisah arus kendaraan, pejalan kaki dan sepeda?	T	
3.3 Lokasi Pemberhentian Bus	Apakah tersedia pemberhentian bus/kendaraan yang terintegrasi dengan lajur pejalan kaki?	T	
	Apakah pemberhentian bus ditempatkan secara tepat?	T	Banyak bus berhenti di bahu jalan
3.4 Fasilitas untuk Manula/Penyandang Cacat	Apakah terdapat perlengkapan yang memadai untuk manula/pedestrian panyandang cacat?	T	Tidak tersedia



Lanjutan Tabel 4.11. Daftar Periksa Lalu Lintas Kendaraan Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa 3	Lalu Lintas Tak Bermotor		
	Fokus Pemeriksaan	Ya (Y)/ Tidak (T)	Keterangan
3.4 Fasilitas untuk Manula/Penyandang Cacat	Apakah pegangan pagar tersebut masih memadai?		Tidak tersedia
3.5 Lajur Sepeda	Apakah terdapat lajur sepeda pada ruas tersebut?	T	Tidak tersedia
	Apakah lajur tersebut terpisah dengan lajur lalu lintas?	T	Tidak tersedia
	Apakah lebar lajur sepeda mencukupi untuk sejumlah sepeda yang menggunakan rute tersebut?	T	Tidak tersedia
	Apakah rute sepeda menerus? Apakah tersedia penyeberangan sepeda yang aman?	T	Tidak tersedia
	3.6 Rambu dan Marka	Apakah tersedia perambuan yang cukup pada lokasi penyeberangan pejalan kaki?	
Apakah tersedia rambu yang cukup pada lokasi penyeberangan sepeda?		Y	
Apakah garis marka terdapat pada lokasi penyeberangan pejalan kaki ?		T	Tidak ada lajur sepeda
Apakah tersedia marka garis pemisah lajur sepeda dengan lalu lintas?		Y	

Perbandingan antara indikasi jawaban Ya dan Tidak dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Perbandingan antara Indikasi Kata Ya dan Tidak Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa	Perbandingan Ya/Tidak				Keterangan
	Ya		Tidak		
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	
Lalu Lintas Tak Bermotor	4	21,05 %	15	78,95 %	Pagar pengaman, pemberhentian bus umum, fasilitas untuk pengaman tidak tersedia karena tidak ada pada lokasi

Jika merujuk pada tabel perbandingan diatas banyak sekali fasilitas penunjang keamanan yang harus segera dipenuhi

#### 4.3.3. Kondisi Penerangan

Tabel 4.13. Daftar Periksa Kondisi Penerangan Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa 5	Kondisi Penerangan		Keterangan
	Fokus Pemeriksaan	Ya (Y)/ Tidak (T)	
5.1 Lampu Penerang Jalan	Apakah tersedia lampu penerangan jalan dan apakah semua penerangan beroperasi secara baik?	Y	Tidak semua beroperasi dengan baik
	Apakah tipe tiang lampu yang digunakan sesuai untuk semua lokasi dan ditempatkan secara tepat?	Y	
5.2 Cahaya silau	Untuk ruas jalan dua arah, apakah terdapat gangguan	T	

Tabel 4.14. Perbandingan antara Indikasi Kata Ya dan Tidak Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa	Perbandingan Ya/Tidak				Keterangan
	Ya		Tidak		
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	
Kondisi Penerangan	2	66,6 %	1	33,3 %	

Dilihat dari tabel diatas diketahui bahwa Jalan Yogyakarta – Wates Km 19 – 23 untuk penerangan sudah tidak ada gangguan maupun kesalahan, mungkin hanya membutuhkan perawatan agar penerangan tetap optimal.

#### 4.3.4. Rambu dan Marka Jalan

Tabel 4.15. Daftar Periksa Rambu dan Marka Jalan Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa 6	Rambu dan Marka Jalan		Keterangan
	Fokus Pemeriksaan	Ya(Y)/Tidak (T)	
6.1 Lampu Pengatur Lalu Lintas	Apakah terdapat lampu pengatur lalu lintas dan apakah penempatannya cukup aman?	Y	
6.2 Rambu Lalu Lintas	Apakah semua memenuhi secara regular, rambu peringatan dan rambu petunjuk yang ditempatkan, apakah tidak membingungkan?	Y	

Lanjutan Tabel 4.15. Daftar Periksa Rambu dan Marka Jalan Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa 6	Rambu dan Marka Jalan		Keterangan
	Fokus Pemeriksaan	Ya(Y)/Tidak (T)	
	Apakah terdapat rambu lainnya untuk manula atau pejalan kaki yang cacat?	T	
6.3 Marka dan Delineasi	Apakah marka reflektif pernah (telah) dipasang, warna marka yang bagaimana yang digunakan dan apakah telah dipasang secara tepat?	T	Tidak ada dielaborasi
	Apakah semua perkerasan jalan memiliki marka?	Y	
	Apakah marka jalan (garis tengah, tepi) tampak jelas dan efektif di semua kondisi (siang, malam, dsb)?	Y	
	Apakah peninggian profil marka tepi dibuat secara memadai?	Y	
	Apakah delineasi telah memenuhi standar?	T	

Perbandingan antara indikasi jawaban Ya dan Tidak dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Perbandingan antara Indikasi Kata Ya dan Tidak Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa	Perbandingan Ya/Tidak				Keterangan
	Ya		Tidak		
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	
Rambu dan Marka Jalan	5	55,5 %	4	44,4 %	

Pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa jika diruas jalan tersebut pengadaan rambu dan isyarat lali lintas lainnya sudah memenuhi kebutuhan pengguna jalan meskipun harus diperjelas agar pengguna jalan mudah melihat adanya rambu dan isyarat lalu lintas.

#### 4.3.5. Bangunan Pelengkap Jalan

Tabel 4.17. Daftar Periksa Bangunan Pelengkap Jalan Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa 7	Bangunan Pelengkap Jalan		Keterangan
	Fokus Pemeriksaan	Ya (Y)/ Tidak (T)	
7.1 Tiang Listrik dan Tiang Telepon	Apakah penempatan tiang listrik atau tiang telepon cukup aman dari lalu lintas?	Y	
7.2 Penghalang Tabrakan	Apakah pagar (penghalang) keselamatan dibuat pada lokasi-lokasi penting misalnya pada jembatan telah sesuai dengan standar?	Y	
7.3 Jembatan	Bila penyempitan jalan pada jembatan, apakah jarak pandang memenuhi?	Y	

Lanjutan Tabel 4.17. Daftar Periksa Bangunan Pelengkap Jalan Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

	Apakah terdapat rambu serta fasilitas untuk pengendali kecepatan menuju lokasi tersebut?	Y	
7.4	Apakah terdapat box control disekitar lokasi?	T	
Box Control, Box Culvert, Papan Petunjuk dan Papan iklan	Apakah posisi box control, box culvert, papan petunjuk arah atau papan iklan cukup aman dari jalur lalu lintas?	Y	Box culvert, papan petunjuk sudah aman
	Apakah posisi benda-benda ini tidak menghalangi pandangan pengemudi?	Y	

Perbandingan antara indikasi jawaban Ya dan Tidak dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18. Perbandingan antara Indikasi Kata Ya dan Tidak Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa	Perbandingan Ya/Tidak				Keterangan
	Ya		Tidak		
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	
Bangunan Pelengkap Jalan	6	85,7 %	1	14,3 %	

Dilihat dari tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa Jalan Yogyakarta – Wates Km 19 -23 masih banyak bangunan pelengkap jalan yang harus segera dipenuhi agar pengguna jalan merasa terpenuhi dalam menggunakan jalan tersebut.

#### 4.3.6. Kondisi Permukaan Jalan

Tabel 4.19. Daftar Periksa Kondisi Permukaan Jalan Hasil Temuan di Ruas  
Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Kondisi Permukaan Jalan			
Daftar Periksa 8	Fokus Pemeriksaan	Ya (Y)/ Tidak (T)	Keterangan
8.1 Kerusakan pada Perkerasan	Apakah perkerasan jalan bebas dari kerusakan (permukaan bergelombang dsb) yang dapat menyebabkan persoalan keselamatan (seperti lepas kendali)?	Y	Kondisi jalan masih baik
8.2 <i>Skid Resistance</i>	Apakah permukaan perkerasan memiliki kekesatan yang memadai, khususnya pada belokan, turunan, dan yang mendekati persimpangan?	Y	
	Apakah skid resistance pernah diuji/dicoba?	T	
8.3 Genangan	Apakah perkerasan jalan terbebas dari genangan pengaliran air yang menyebabkan terjadinya masalah keselamatan?	Y	
8.4 longsor	Apakah perkerasan jalan terbebas dari longsor pasir atau kerikil?	Y	

Perbandingan antara indikasi jawaban Ya dan Tidak dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20. Perbandingan antara Indikasi Kata Ya dan Tidak Hasil Temuan di Ruas Jalan Wates-Yogyakarta Km 19 - 23

Daftar Periksa	Perbandingan Ya/Tidak				Keterangan
	Ya		Tidak		
	Jumlah	Persen	Jumlah	Persen	
Kondisi Permukaan Jalan	4	80 %	1	20 %	

Merujuk pada tabel perbandingan diatas pada Jalan Yogyakarta – Wates Km 19 -23 untuk kondisi permukaan jalan sudah sangat baik, hanya perlu perbaikan atau penambalan pada beberapa bagian

#### 4.3.7. Indikator Penyebab Kecelakaan

Indikator – indikator penyebab terjadinya kecelakaan berdasarkan pada jawaban T dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.21. Indikator – indikator Penyebab Kecelakaan dari hasil inspeksi tersebut banyak faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalulintas

Penyebab Kecelakaan	Daftar Periksa	Keterangan
Kondisi Umum	Penerangan Jalan Tempat pemberhentian	Banyak persimpangan yang tidak terlihat pada malam hari Banyak bahu jalan yang menjadi tempat pemberhentian kendaraan
Lalu Lintas Tak Bermotor	Pagar Pengaman Fasilitas untuk Manula atau Penyandang Cacat Lajur Sepeda	Tidak adanya pagar pengaman Tidak adanya fasilitas untuk manula dan penyandang cacat. Tidak adanya lajur sepeda



Lanjutan Tabel 4.21. Indikator – indikator Penyebab Kecelakaan dari hasil inspeksi tersebut banyak faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalulintas

Penyebab Kecelakaan	Daftar Periksa	Keterangan
Pemberhentian Bus atau Kendaraan	Pemberhentian Bus Tempat Parkir Kendaraan	Tidak terdapat fasilitas pemberhentian bus sehingga bahu jalan masih dijadikan tempat pemberhentian bus umum. Tidak terdapat fasilitas parkir sehingga bahu jalan yang dijadikan tempat parkir.
Kondisi Penerangan	Lampu Penerangan	Lampu penerangan berfungsi dengan baik tapi di beberapa titik tidak terpasang lampu penerangan
Rambu		Sebagian kondisi marka sudah mulai pudar
Bangunan Pelengkap Jalan	Penghalang Tabrakan	Tidak adanya penghalang tabrakan

Dari hasil audit tersebut banyak faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalulintas. Berdasarkan waktu kejadian, kecelakaan yang sering terjadi yaitu pada sore hari, dikarenakan perilaku pengendara yang kurang memperhatikan pengendara yang lain karena memacu kendaraan terlalu tinggi. Hal ini menyebabkan pengguna jalan pada sore hari menjadi korban kecelakaan lalu lintas.