

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengumpulan Data

Data primer didapatkan setelah mendapatkan data sekunder dengan cara mengamati langsung di lokasi penelitian yaitu sepanjang Jalur Pantura yang rawan kecelakaan setelah menemukan titik *blackspot* dari hasil perhitungan.

Data sekunder terdiri dari data kecelakaan dan data volume jalan raya. Adapun data kecelakaan didapatkan dari Satlantas Polres Brebes adalah berlokasi di ruas jalan raya Pantura Klampok Sta. 180+700 hingga Sta. 181+250, di Desa Klampok, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Sedangkan untuk data volume jalan raya didapatkan langsung dari Dinas Perhubungan Kabupaten Brebes.

5.2 Hasil Pengamatan

5.2.1 Data Kecelakaan

Data kecelakaan pada ruas jalan raya Pantura Klampok Sta. 180+700 hingga Sta. 181+250 pada tahun 2017 dan 2018 di Desa Klampok, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes, dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Data Kecelakaan Jalan Raya Pantura Klampok Sta. 180+700 – 181+250 Tahun 2017

NO	BULAN	JUMLAH	HARI	JAM KEJADIAN	SEPEDA MOTOR	MOBIL PENUMPANG	MOBIL BUS	MOBIL BARANG	KENDARAAN KHUSUS	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	MD	LB	LR	KET	
1	JANUARI	4	JUMAT	13.00	1	1	-	-	-	-	1	-	-		
			JUMAT	08.00	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	
			JUMAT	15.30	1	-	-	-	1	-	-	1	-	1	
			SENIN	05.30	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2	
2	FEBRUARI	1	SELASA	14.00	1	-	-	1	-	-	-	1			
3	MARET	2	KAMIS	18.15	1	-	-	1	-	-	1	-	-		
			RABU	16.30	1	-	-	-	-	-	1	-	-	2	
4	APRIL	2	RABU	06.15	1	1	-	-	-	-	-	-	1		
			KAMIS	01.30	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
5	MEI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6	JUNI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
7	JULI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
8	AGUSTUS	1	SENIN	02.00	1	-	-	1	-	-	-	-	1		
9	SEPTEMBER	2	MINGGU	17.00	-	-	-	1	-	-	1	-	-		
			MINGGU	23.30	2	-	-	-	-	-	-	-	1		
10	OKTOBER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11	NOVEMBER	1	JUMAT	09.30	1	-	-	-	-	1	-	-	3		
12	DESEMBER	3	JUMAT	09.00	1	-	-	1	-	-	-	-	1		
			JUMAT	09.00	2	-	-	-	-	-	-	-	1		
			JUMAT	11.30	1	1	-	-	-	-	-	-	1		
JUMLAH		16			15	3	1	7	-	3	4	-	17		

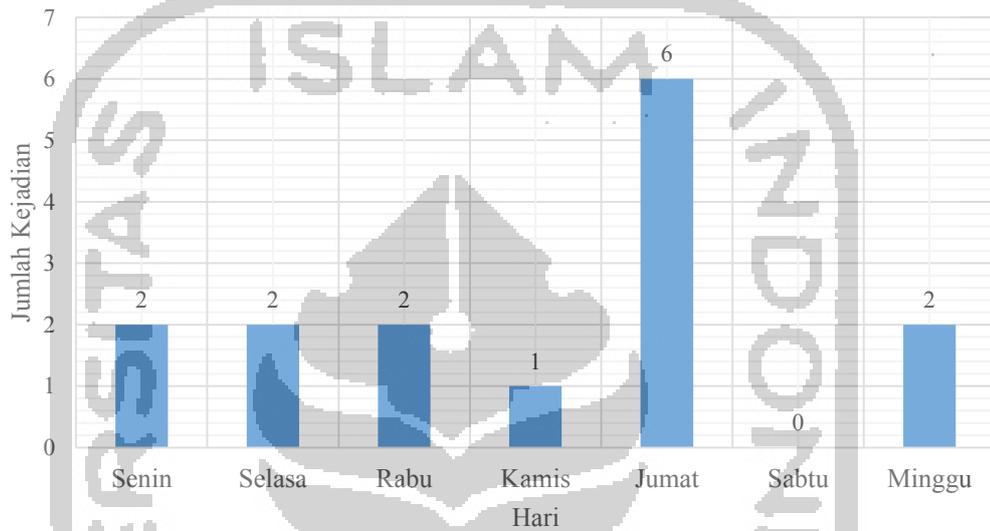
Sumber: Satlantas Polres Brebes (2019)

Tabel 5.2 Data Kecelakaan Jalan Raya Pantura Klampok Sta. 180+700 – 181+250 Tahun 2018

NO	BULAN	JUMLAH	SEPEDA MOTOR	MOBIL PENUMPANG	MOBIL BUS	MOBIL BARANG	KENDARAAN KHUSUS	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR	MD	LB	LR	RUMAT	KET	
1	JANUARI	2	1	-	1	-	-	-	-	-	1	1.000.000		
			-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	500.000	
2	FEBRUARI	1	1	-	-	-	-	1	-	-	1	500.000		
3	MARET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4	APRIL	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1.000.000		
			1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	10.000.000	
			1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	200.000	
			1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1.000.000
5	MEI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6	JUNI	1	2	-	-	-	-	-	-	-	2	100.000		
7	JULI	1	1	-	-	1	-	-	-	-	1	200.000		
8	AGUSTUS	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	500.000	
			-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	20.000.000	
			2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
9	SEPTEMBER	2	-	1	-	1	-	-	-	-	1	30.000.000		
			2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	300.000	
10	OKTOBER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
11	NOVEMBER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
12	DESEMBER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
JUMLAH		14	15	3	2	5	-	3	1	-	15	65.300.000		

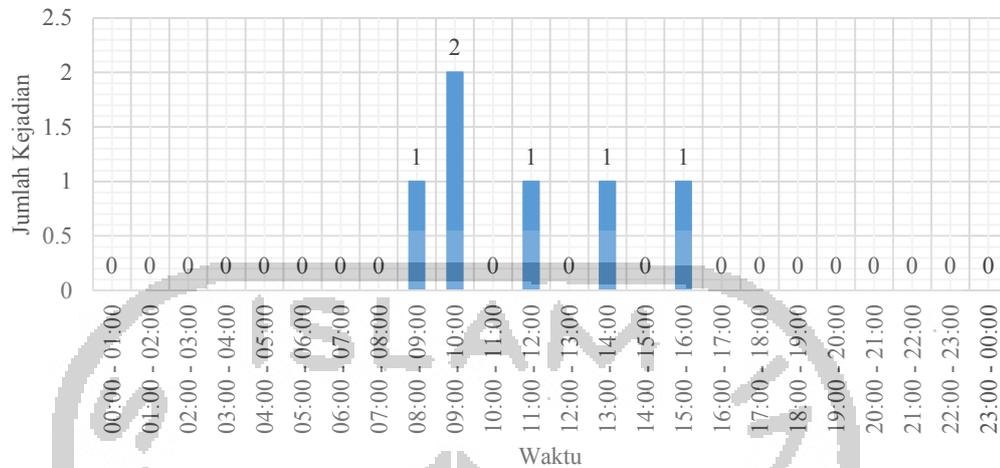
Sumber: Satlantas Polres Brebes (2019)

Berdasarkan data kecelakaan yang didapatkan, kemudian dicari hari dan waktu terjadinya kecelakaan terbanyak, untuk mendapatkan kondisi paling mendekati dengan kejadian kecelakaan untuk dilakukan pengambilan data lapangan seperti kecepatan lapangan dan volume kendaraan di lapangan di hari dan waktu yang telah diketahui, grafik puncak kecelakaan dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Puncak Kecelakaan Berdasarkan Hari

Dari grafik di atas, didapatkan angka kecelakaan tertinggi terjadi pada hari Jum'at, kemudian dicari waktu terjadinya kecelakaan terbanyak di hari terjadinya kecelakaan tertinggi, diperoleh grafik angka kecelakaan berdasarkan waktu yang dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Angka Kecelakaan Berdasarkan Waktu

Berdasarkan data hari dan waktu puncak terjadinya kecelakaan, diperoleh waktu paling rawan kecelakaan yaitu di hari Jum'at pukul 09:00 – 10:00 WIB. Maka perlu dilakukan penelitian di hari dan jam tersebut untuk kemudian diambil data kecepatan rata – rata kendaraan dan volume kendaraan di waktu tersebut.

5.2.2 Analisis Daerah Rawan Kecelakaan

Untuk mengetahui titik *blackspot* suatu daerah digunakan metode Angka Ekvivalen Kecelakaan (AEK) atau disebut juga *Equivalent Accident Number* (EAN).

Perhitungan nilai AEK di tahun 2017 yaitu.

Jumlah kejadian = 16 kejadian,

Kendaraan yang terlibat = 29 unit, dan

Jumlah segmen jalan = 4.

Dengan rincian kendaraan yang terlibat kecelakaan yaitu 15 unit sepeda motor, 3 unit mobil penumpang, 2 unit mobil bus, 5 unit mobil barang dan 3 unit kendaraan tidak bermotor.

Meninggal dunia = 4 orang,

Luka berat = 0 orang,

Luka ringan = 17 orang, dan

Kerugian material = 0 unit.

Analisis perhitungan pembobotan AEK dengan Rumus 3.1 yaitu.

$$AEK = (12 \times MD) + (3 \times LB) + (3 \times LR) + (1 \times K)$$

$$\begin{aligned}
 &= (12 \times 4) + (3 \times 0) + (3 \times 17) + (1 \times 0) \\
 &= 48 + 0 + 51 + 0 \\
 &= 99
 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai AEK di tahun 2018 yaitu.

Jumlah kejadian = 14 kejadian,

Kendaraan yang terlibat = 28 unit, dan

Jumlah segmen jalan = 4.

Dengan rincian kendaraan yang terlibat kecelakaan yaitu 15 unit sepeda motor, 3 unit mobil penumpang, 1 unit mobil bus, 7 unit mobil barang dan 3 unit kendaraan tidak bermotor.

Meninggal dunia = 1 orang,

Luka berat = 0 orang,

Luka ringan = 15 orang, dan

Kerugian material = 13 unit.

Analisis perhitungan pembobotan AEK dengan Rumus 3.1 yaitu.

$$\begin{aligned}
 AEK &= (12 \times MD) + (3 \times LB) + (3 \times LR) + (1 \times K) \\
 &= (12 \times 1) + (3 \times 0) + (3 \times 15) + (1 \times 13) \\
 &= 12 + 0 + 45 + 13 \\
 &= 70
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai AEK, didapatkan nilai AEK pada tahun 2017 sebesar 90 dan AEK pada tahun 2018 sebesar 70. Maka, dapat diketahui bahwa lokasi penelitian pada ruas Jalan Klampok Sta. 180+700 – Sta. 181+250 memiliki kategori resiko kecelakaan yang berbahaya (B) pada tahun 2017 dan menurun menjadi cukup berbahaya (CB) pada tahun 2018.

5.2.3 Data Kecepatan Lapangan

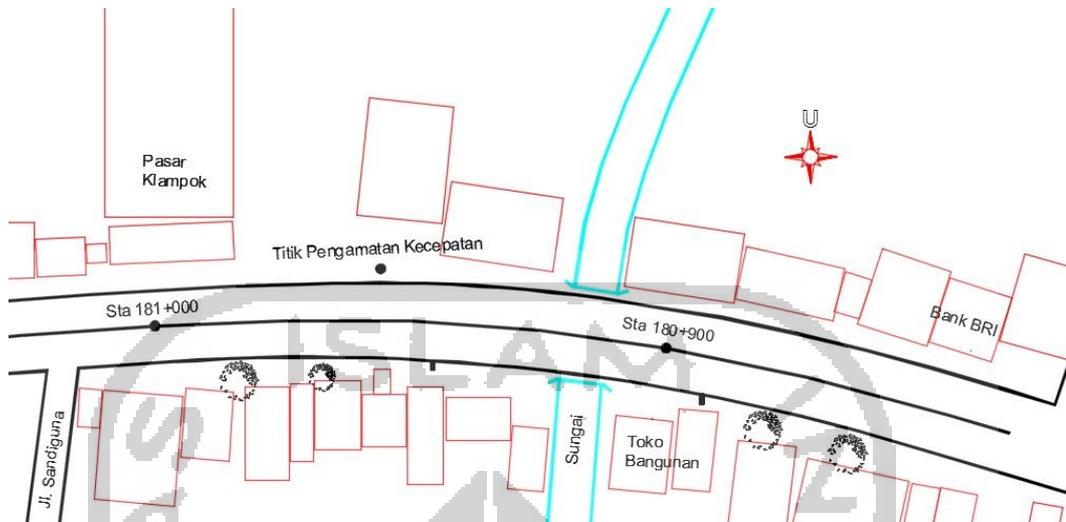
Data kecepatan lapangan didapatkan langsung dengan mengukur kecepatan kendaraan di lapangan. Adapun pembagian kecepatan dibagi menjadi 3, yaitu: MC (*Motor Cycle*), LV (*Light Vehicles*) dan HV (*Heavy Vehicles*). Sampel kecepatan kendaraan diambil sebanyak 10 kendaraan untuk masing – masing kendaraan di setiap jalur. Hasil pengamatan kecepatan kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.3

dan Tabel hasil pengamatan kecepatan kendaraan selengkapanya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.3 Data Kecepatan Kendaraan

Nomor	Barat ke Timur			Timur ke Barat		
	MC (km/jam)	LV (km/jam)	HV (km/jam)	MC (km/jam)	LV (km/jam)	HV (km/jam)
1	46,13	38,33	25,69	41,98	47,49	27,67
2	51,52	48,35	32,08	49,42	45,55	33,50
3	47,27	42,47	30,15	39,70	49,67	35,83
4	53,51	38,08	40,38	49,52	36,92	26,08
5	68,02	44,44	37,33	58,39	48,76	30,04
6	52,88	50,17	30,06	42,74	62,32	48,29
7	51,85	47,78	25,71	36,09	31,98	27,91
8	66,67	54,60	43,25	52,26	45,09	46,67
9	43,67	46,08	29,91	47,89	37,23	32,71
10	42,29	38,78	33,06	38,33	47,49	28,42
Kecepatan Rata - rata	52,38	44,91	32,76	45,63	45,25	33,71
Kecepatan Total Rata - rata	42,44					

Dari data kecepatan lapangan didapatkan kecepatan rata – rata kendaraan arah Barat ke Timur yaitu 43,35 km/jam sedangkan arah Timur ke Barat yaitu 41,53 km/jam. Maka laju kecepatan rata – rata kendaraan yang melintas adalah $V_R = 42,44$ km/jam, dengan kecepatan tertinggi yaitu 68,02 km/jam. Gambar titik pengamatan kecepatan dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Titik Pengamatan Kecepatan

5.2.4 Data Volume Kendaraan (Q)

Volume kendaraan yang diukur yaitu pada saat puncak terjadinya kecelakaan terbanyak, yaitu pada hari Jum'at di jam 09.00 WIB sampai 10.00 WIB dapat dilihat pada Tabel 5.4 untuk arah Barat ke Timur dan Tabel 5.5 untuk arah Timur ke Barat.

Tabel 5.4 Data Volume Kendaraan Arah Barat ke Timur

Waktu	MC	LV	MHV	LB	LT	UM
09:00 – 09:15	255	44	49	40	44	9
09:15 – 09:30	193	36	52	36	66	3
09:30 – 09:45	245	34	45	33	52	8
09:45 – 10:00	244	43	48	37	42	2
Total	937	157	194	146	204	22

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Brebes (2019)

Tabel 5.5 Data Volume Kendaraan Arah Timur ke Barat

Waktu	MC	LV	MHV	LB	LT	UM
09:00 – 09:15	244	51	31	54	32	27
09:15 – 09:30	259	35	32	40	40	32
09:30 – 09:45	266	48	43	51	31	27
09:45 – 10:00	208	42	42	43	30	27
Total	977	176	148	188	133	113

Sumber: Dinas Perhubungan Kabupaten Brebes (2019)

Adapun jumlah total volume kendaraan yang melintas di kedua arah adalah sebagai berikut.

<i>Motor Cycle</i> (MC)	= 1914 unit,
<i>Light Vehicle</i> (LV)	= 333 unit,
<i>Medium Heavy Vehicle</i> (MHV)	= 342 unit,
<i>Large Bus</i> (LB)	= 334 unit,
<i>Large Truck</i> (LT)	= 337 unit, dan
<i>Un Motor</i> (UM)	= 135 unit.

Analisis perhitungan pembobotan satuan mobil penumpang dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 Q &= (1914 \times MC) + (333 \times LV) + (342 \times MHV) + (334 \times LB) + (337 \times LT) \\
 &= (1914 \times 0,5) + (333 \times 1) + (345 \times 1,3) + (334 \times 1,5) + (337 \times 2) \\
 &= 957 + 333 + 444,6 + 501 + 674 \\
 &= 2909,6 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

5.2.5 Data Lalu Lintas Harian

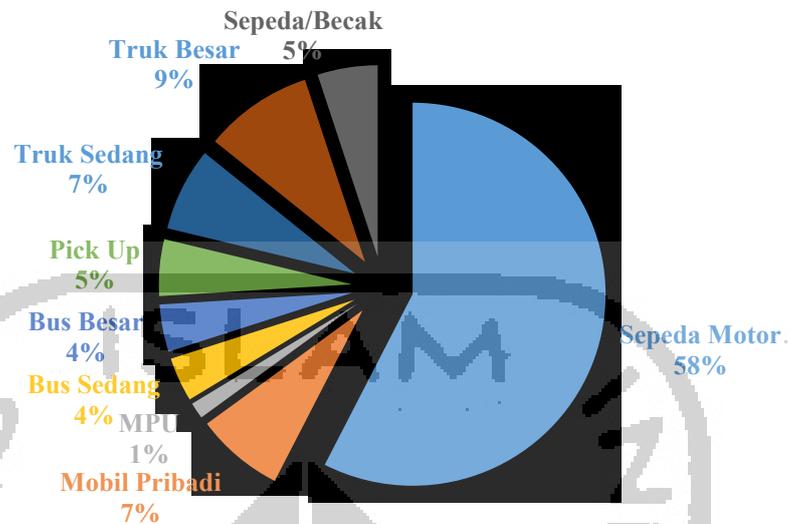
Data Volume Lalu Lintas Harian Rata – rata (VLHR) di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.6 sebagai berikut dan Tabel hasil volume kendaraan harian selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.6 Volume Lalu Lintas Tahun 2016

Jenis Kendaraan	Jenis Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Volume Lalu Lintas (kend/hari)	emp	VLHR (smp/hari)
Kendaraan pribadi	Sepeda motor	MC	38531	0,5	19266
	Mobil pribadi	LV	4955	1	4955
Kendaraan umum	Mobil pengangkut umum	MHV	920	1,3	1196
	Bus sedang	LB	2498	1,5	3747
	Bus besar	LB	2678	1,5	4017
Kendaraan barang	Pick up	-LV	3199	1	3199
	Truck sedang	MHV	4705	1,3	6117
	Truck besar	LT	6123	2	12246
Kendaraan tak bermotor	Sepeda/becak	UM	3375	0	0
				smp	$\Sigma =$ 54742

Sumber: Alisa dan Endradewi, 2016

Berikut ini adalah prosentase jenis kendaraan yang melintas disajikan dalam Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Prosentase Jenis Kendaraan

Berdasarkan Gambar 5.4 di atas dapat diketahui bahwa jenis kendaraan yang melintas terdiri dari 58% sepeda motor, 9% truk besar, 7% mobil pribadi, 7% truk sedang, 5% mobil *pick up*, 5% sepeda atau becak, 4% bus besar, 4% bus sedang dan 1% mobil penumpang umum. Hal ini menunjukkan bahwa prosentase kendaraan terbesar yaitu sepeda motor dan prosentase kendaraan terkecil yaitu mobil penumpang umum.

5.2.6 Analisis Lebar Lajur dan Lebar Bahu

Data lebar lajur didapatkan dari hasil pengukuran secara langsung, lebar pemisah jalan yang terukur yaitu 2 m, dengan nilai VLHR = 54.742 smp/hari, maka lebar lajur minimum = 3,5 m, sedangkan lebar bahu jalan minimum = 2,0 m, untuk kelayakan lajur jalan dan lebar bahu jalan dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 berikut ini.

Tabel 5.7 Rekapitulasi Data Lebar Lajur

Nomor	Stasiun	Lebar Jalan (m)	Lebar 1 Lajur (m)	Keterangan
1	180 + 700	14,71	3,18	Tidak Layak
2	180 + 725	14,42	3,11	Tidak Layak
3	180 + 750	14,59	3,15	Tidak Layak
4	180 + 775	15,67	3,42	Tidak Layak

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Data Lebar Lajur

Nomor	Stasiun	Lebar Jalan (m)	Lebar 1 Lajur (m)	Keterangan
5	180 + 800	16,58	3,65	Layak
6	180 + 825	17,17	3,79	Layak
7	180 + 850	17,34	3,84	Layak
8	180 + 875	16,87	3,72	Layak
9	180 + 900	16,59	3,65	Layak
10	180 + 925	16,78	3,70	Layak
11	180 + 950	16,32	3,58	Layak
12	180 + 975	15,39	3,35	Tidak Layak
13	181 + 000	15,40	3,35	Tidak Layak
14	181 + 025	15,46	3,37	Tidak Layak
15	181 + 050	16,64	3,66	Layak
16	181 + 075	17,49	3,87	Layak
17	181 + 100	17,90	3,98	Layak
18	181 + 125	17,93	3,98	Layak
19	181 + 150	17,93	3,98	Layak
20	181 + 175	17,93	3,98	Layak
21	181 + 200	18,05	4,01	Layak
22	181 + 225	18,05	4,01	Layak
23	181 + 250	18,05	4,01	Layak

Tabel 5.8 Rekapitulasi Data Lebar Bahu Jalan

Nomor	Stasiun	Kanan		Kiri	
		Lebar Bahu Jalan (m)	Keterangan	Lebar Bahu Jalan (m)	Keterangan
1	180 + 700	2	Layak	1	Tidak Layak
2	180 + 725	2,5	Layak	1	Tidak Layak
3	180 + 750	3	Layak	1,5	Tidak Layak
4	180 + 775	2,5	Layak	1	Tidak Layak
5	180 + 800	2,5	Layak	1	Tidak Layak
6	180 + 825	2	Layak	2,5	Layak
7	180 + 850	1,5	Tidak Layak	3	Layak
8	180 + 875	1	Tidak Layak	3	Layak
9	180 + 900	1	Tidak Layak	1	Tidak Layak

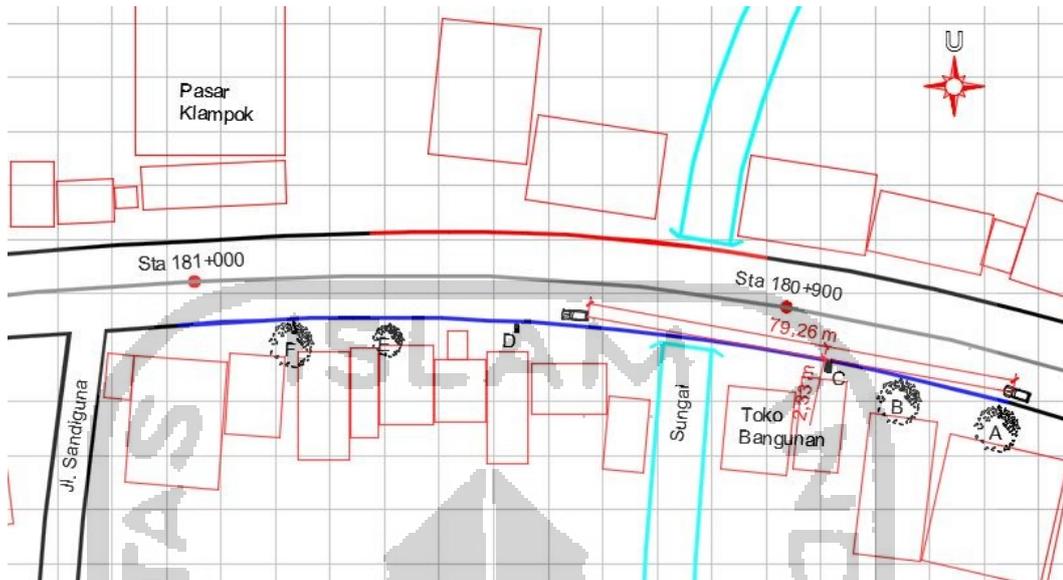
Lanjutan Tabel 5.8 Rekapitulasi Data Lebar Bahu Jalan

Nomor	Stasiun	Kanan		Kiri	
		Lebar Bahu Jalan (m)	Keterangan	Lebar Bahu Jalan (m)	Keterangan
10	180 + 925	1	Tidak Layak	2,5	Layak
11	180 + 950	1	Tidak Layak	2,5	Layak
12	180 + 975	0,5	Tidak Layak	3	Layak
13	181 + 000	1	Tidak Layak	3	Layak
14	181 + 025	1	Tidak Layak	3	Layak
15	181 + 050	2	Layak	3	Layak
16	181 + 075	3	Layak	3	Layak
17	181 + 100	2,5	Layak	3	Layak
18	181 + 125	3	Layak	3	Layak
19	181 + 150	3	Layak	3	Layak
20	181 + 175	2,5	Layak	3	Layak
21	181 + 200	3	Layak	3	Layak
22	181 + 225	3	Layak	3	Layak
23	181 + 250	2,5	Layak	3	Layak

Berdasarkan Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 dapat diketahui bahwa lebar lajur jalan di lokasi penelitian yaitu sebesar 3,11 meter hingga 4,01 meter, sedangkan bahu jalan yaitu sebesar 0,5 meter hingga 3 meter. Maka, lebar lajur jalan di lokasi penelitian terpenuhi sebesar 70% dan lebar bahu jalan terpenuhi sebesar 70%.

5.2.7 Analisis Jarak Pandang Henti

Jarak pandang henti (Jh) diukur melalui pengukuran langsung di lapangan kemudian digambar dengan *software AutoCad 2015*, dari hasil penggambaran dihitung jarak pandang henti yang tersedia di lapangan. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Pengukuran Jarak Pandang Henti

Keterangan:

- A = Pohon kersen,
- B = Pohon mangga,
- C = Material toko bangunan,
- D = *Warning light*,
- E = Pohon glodokan, dan
- F = Pohon glodokan.

Dari pengukuran yang telah didapatkan yaitu jarak pandang henti (J_h) di lapangan = 79,26 m. Adapun kecepatan kendaraan di lapangan = 42,44 km/jam, maka perhitungan jarak pandang henti (J_h) dapat dihitung dengan Persamaan 3.13. Sedangkan J_h minimum didapatkan dari interpolasi dari Tabel 3.12.

$$\begin{aligned}
 J_h &= \frac{V_r}{3,6} T + \frac{\left(\frac{V_r}{3,6}\right)^2}{2gf} \\
 &= \left(\frac{42,44}{3,6} \times 2,5\right) + \left(\frac{\left(\frac{42,44}{3,6}\right)^2}{2 \times 9,81 \times 0,35}\right) \\
 &= 49,71 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Nilai jarak pandang henti ideal sesuai dengan kecepatan rencana yaitu 49,71 meter, perhitungan J_h minimum didapatkan dari interpolasi Tabel 3.12 yaitu 41,63

meter, maka jarak pandang henti memenuhi syarat karena $J_h > J_h$ minimum, dengan nilai J_h lapangan = 79,26 meter dan J_h minimum = 41,63 meter.

5.2.8 Analisis Jarak Pandang Mendahului (J_d)

Kecepatan kendaraan menyiap berdasarkan hasil suvei yaitu sebesar 62,65 km/jam. Nilai jarak pandang mendahului (J_d) di lapangan dan syarat didapatkan dari Rumus 3.12.

- Jarak pandang mendahului di lapangan

$$V_R = 62,65 \text{ km/jam}$$

$$m = 15 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned} t_1 &= 2,12 + (0,026 \times V_R) \\ &= 2,12 + (0,026 \times 62,65) \\ &= 3,75 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_2 &= 6,56 + (0,048 \times V_R) \\ &= 6,56 + (0,048 \times 62,65) \\ &= 9,57 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= 2,052 + (0,0036 \times V_R) \\ &= 2,052 + (0,0036 \times 62,65) \\ &= 2,28 \frac{\text{km}}{\text{jam}} / \text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_1 &= 0,278 \times t_1 \times (V_R - m + \frac{\alpha \times t_1}{2}) \\ &= 0,278 \times 3,75 \times (62,65 - 15 + \frac{2,28 \times 3,75}{2}) \\ &= 54,11 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= 0,278 \times V_R \times t_2 \\ &= 0,278 \times 62,65 \times 9,57 \\ &= 166,62 \text{ m} \end{aligned}$$

$$d_3 = 30 \text{ m (Tabel 3.12)}$$

$$\begin{aligned} d_4 &= \frac{2}{3} \times d_2 \\ &= \frac{2}{3} \times 166,62 \\ &= 111,08 \text{ m} \end{aligned}$$

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

$$\begin{aligned}
 &= 54,11 + 166,62 + 30 + 111,08 \\
 &= 361,80 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai jarak pandang mendahului di lapangan (J_d) = 361,80 m, sedangkan kondisi di lapangan terdapat median sehingga untuk perhitungan jarak pandang mendahului tidak dipakai.

5.2.9 Analisis Alinyemen Horizontal

Tipe tikungan pada daerah penelitian adalah *S-C-S*, berdasarkan hasil pengukuran trase jalan. Data hasil pengukuran trase jalan dapat dilihat di lampiran. Berikut ini adalah perhitungan komponen tikungan untuk mengevaluasi hasil analisis dari data trase jalan yang telah didapatkan. Apabila hasil analisis tidak memenuhi standar Bina Marga 1997, maka dilakukan *redesain*.

1. Analisis jari – jari kelengkungan

Diketahui data perencanaan:

$$\text{Kaki AB} = 102,98 \text{ m,}$$

$$\text{Kaki BC} = 98,54 \text{ m,}$$

$$R_c = 377,91 \text{ m,}$$

$$L_{s1} = 45,70 \text{ m,}$$

$$L_{s2} = 35,19 \text{ m, dan}$$

$$\Delta = 20^\circ$$

$$\theta_{s1} = \frac{90 \times L_{s1}}{\pi \times R_c}$$

$$= \frac{90 \times 45,70}{\pi \times 377,91}$$

$$= 3,46^\circ$$

$$\theta_{s2} = \frac{90 \times L_{s2}}{\pi \times R_c}$$

$$= \frac{90 \times 35,19}{\pi \times 377,91}$$

$$= 2,67^\circ$$

$$\Delta_c = \Delta - (\theta_{s1} + \theta_{s2})$$

$$= 20^\circ - (3,46^\circ + 2,67^\circ)$$

$$= 13,87^\circ$$

$$\begin{aligned}
 Lc &= \frac{\Delta_c}{360} \times 2 \times \pi \times Rc \\
 &= \frac{13,87^\circ}{360} \times 2 \times \pi \times 377,91 \\
 &= 91,48 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ltot &= Lc + (L_{s1} + L_{s2}) \\
 &= 91,48 + (45,70 + 35,19) \\
 &= 172,37 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} Ltot = 86,19 \text{ m}$$

Syarat, $\frac{1}{2} Ltot < \text{kaki terpendek}$, $86,19 \text{ m} < 98,54 \text{ m}$ (memenuhi syarat)

$Lc > 20 \text{ m}$ (menggunakan tikungan jenis *spiral – circle – spiral*)

Untuk *spiral* pertama perhitungannya sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 X_{c1} &= L_{s1} \times \left(1 - \frac{L_{s1} \times L_{s1}}{40 \times Rc \times Rc}\right) \\
 &= 45,70 \times \left(1 - \frac{45,70 \times 45,70}{40 \times 377,91 \times 377,91}\right) \\
 &= 45,68 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{c1} &= \frac{L_{s1} \times L_{s1}}{6 \times Rc} \\
 &= \frac{45,70 \times 45,70}{6 \times 377,91} \\
 &= 0,92 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p &= Y_{c1} - Rc (1 - \cos \theta_{s1}) \\
 &= 0,92 - (377,91 \times (1 - \cos 3,46^\circ)) \\
 &= 0,23 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k &= X_{c1} - Rc \sin \theta_{s1} \\
 &= 45,68 - 377,91 \sin 3,46^\circ \\
 &= 22,87 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ts &= (Rc + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \\
 &= (377,91 + 0,23) \tan \frac{20}{2} + 22,87 \\
 &= 66,68 + 22,87 \\
 &= 89,55 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Syarat, $Ts < \text{kaki terpendek}$, $89,55 \text{ m} < 98,54 \text{ m}$ (memenuhi syarat)

$$\begin{aligned}
 E_s &= \frac{Rc+p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - Rc \\
 &= \frac{377,91+0,23}{\cos \frac{20}{2}} - 377,91 \\
 &= 6,06 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk *spiral* kedua perhitungannya sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 X_{c2} &= L_{s2} \times \left(1 - \frac{L_{s2} \times L_{s2}}{40 \times Rc \times Rc}\right) \\
 &= 35,19 \times \left(1 - \frac{35,19 \times 35,19}{40 \times 377,91 \times 377,91}\right) \\
 &= 35,18 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{c2} &= \frac{L_{s2} \times L_{s2}}{6 \times Rc} \\
 &= \frac{35,19 \times 35,19}{6 \times 377,91} \\
 &= 0,55 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p &= Y_{c2} - Rc (1 - \cos \theta_{s2}) \\
 &= 0,55 - 377,91 \times (1 - \cos 2,67^\circ) \\
 &= 0,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k &= X_{c2} - Rc \sin \theta_{s2} \\
 &= 35,18 - 377,91 \sin 2,67^\circ \\
 &= 17,58 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_s &= (Rc + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \\
 &= (377,91 + 0,14) \tan \frac{20}{2} + 17,58 \\
 &= 66,66 + 17,58
 \end{aligned}$$

$$= 84,24 \text{ m}$$

Syarat, $T_s <$ kaki terpendek, $84,24 \text{ m} < 98,54 \text{ m}$ (memenuhi syarat)

$$\begin{aligned}
 E_s &= \frac{Rc+p}{\cos \frac{\Delta}{2}} - Rc \\
 &= \frac{377,91+0,14}{\cos \frac{20}{2}} - 377,91 \\
 &= 5,97 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan untuk alinyemen horizontal dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Alinyemen Horizontal

Tikungan Tipe S-C-S				Satuan
Spiral Pertama		Spiral Kedua		
θ_{S1}	3,46	θ_{S2}	2,67	°
Δc	13,87	Δc	13,87	°
Lc	91,48	Lc	91,48	meter
Ltotal	172,37	Ltotal	172,37	meter
X_{c1}	45,68	X_{c2}	35,18	meter
Y_{c1}	0,92	Y_{c2}	0,55	meter
p	0,23	p	0,14	meter
k	22,87	k	17,58	meter
Ts	89,55	Ts	84,24	meter
Es	6,06	Es	5,97	meter

2. Analisis Perhitungan Titik Penting Tikungan

$$D_{A-B} = 102,98 \text{ m}$$

$$D_{B-C} = 98,54 \text{ m}$$

$$L_c = 91,48 \text{ m}$$

$$T_{S1} = 89,55 \text{ m}$$

$$L_{S1} = 45,70 \text{ m}$$

$$T_{S2} = 84,24 \text{ m}$$

$$L_{S2} = 35,19 \text{ m}$$

Perhitungan:

$$\text{Sta. Awal} = 180 + 850$$

$$\begin{aligned} \text{Sta. TS} &= \text{Sta. Awal} + (D_{A-B} - T_{S1}) \\ &= 180 + 850 + (102,98 - 89,55) \end{aligned}$$

$$= 180 + 863,43$$

$$\begin{aligned} \text{Sta. SC} &= \text{Sta. TS} + L_{S1} \\ &= 180 + (863,43 + 45,70) \end{aligned}$$

$$= 180 + 909,13$$

$$\begin{aligned} \text{Sta. CS} &= \text{Sta. SC} + L_c \\ &= 180 + (909,13 + 91,48) \end{aligned}$$

$$= 181 + 000,61$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sta. ST} &= \text{Sta. CS} + L_{S2} \\
 &= 181 + (000,61 + 35,19) \\
 &= 181 + 035,8 \\
 \text{Sta. B} &= \text{Sta. ST} + T_{S2} \\
 &= 181 + (035,8 + 84,24) \\
 &= 181 + 120,04
 \end{aligned}$$

3. Analisis Ruang Bebas Samping

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 R_c &= 377,91 \text{ m,} \\
 J_h &= 49,71 \text{ m,} \\
 L_s &= 45,70 \text{ m, dan} \\
 L_c &= 91,48 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{total}} &= (2 \times L_s) + L_c \\
 &= (2 \times 45,70) + 91,48 \\
 &= 182,88 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Karena $J_h < L_{\text{total}}$, maka menggunakan Rumus 3.25

$$\begin{aligned}
 E &= R_c \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ J_h}{\pi R}\right) \right) \\
 &= 377,91 \times \left(1 - \cos\left(\frac{90^\circ \times 49,71}{\pi \times 377,91}\right) \right) \\
 &= 0,82 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai ruang kebebasan samping didapatkan 0,82 m, sedangkan ruang kebebasan samping di lapangan yaitu 3,55 m, maka ruang bebas samping memenuhi syarat.

4. Analisis Superelevasi

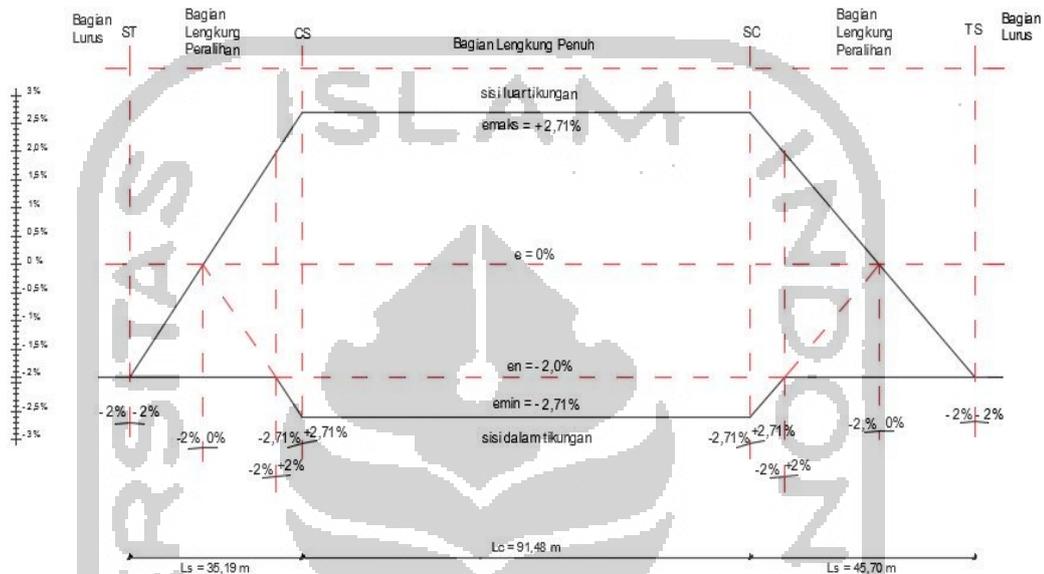
Perhitungan superelevasi maksimum (e_{maks}) dilapangan dilakukan dengan cara mengukur elevasi luar tikungan dan elevasi dalam tikungan, lalu kemudian dihitung dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 e_{\text{maks}} &= \frac{\text{Elevasi luar} - \text{Elevasi dalam}}{\text{Lebar jalur}} \\
 &= \frac{10,128 - 9,93}{7,315}
 \end{aligned}$$

$$= 0,02706$$

$$= 2,71 \% \text{ (berbelok ke arah kiri)}$$

Diagram superelevasi lapangan dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Diagram Superelevasi Lapangan

Adapun untuk menghitung superelevasi maksimum dengan mempertimbangkan jari – jari tikungan minimum (R_{min}), kecepatan rencana (V_R) dan koefisien gesek perkerasan aspal (f_{max}). Jari – jari tikungan minimum didapatkan dari interpolasi Tabel 3.6 dengan kecepatan rencana (V_R) = 42,44 km/jam yaitu sebesar 50,81 meter dan koefisien gesek perkerasan aspal (f_{max}) ditetapkan sebesar 0,14.

Berikut adalah perhitungan kemiringan superelevasi berdasarkan kecepatan lapangan, jari – jari tikungan minimum dan koefisien gesek perkerasan aspal.

Diketahui:

$$V_R = 42,44 \text{ km/jam,}$$

$$R_{min} = 50,81 \text{ m, dan}$$

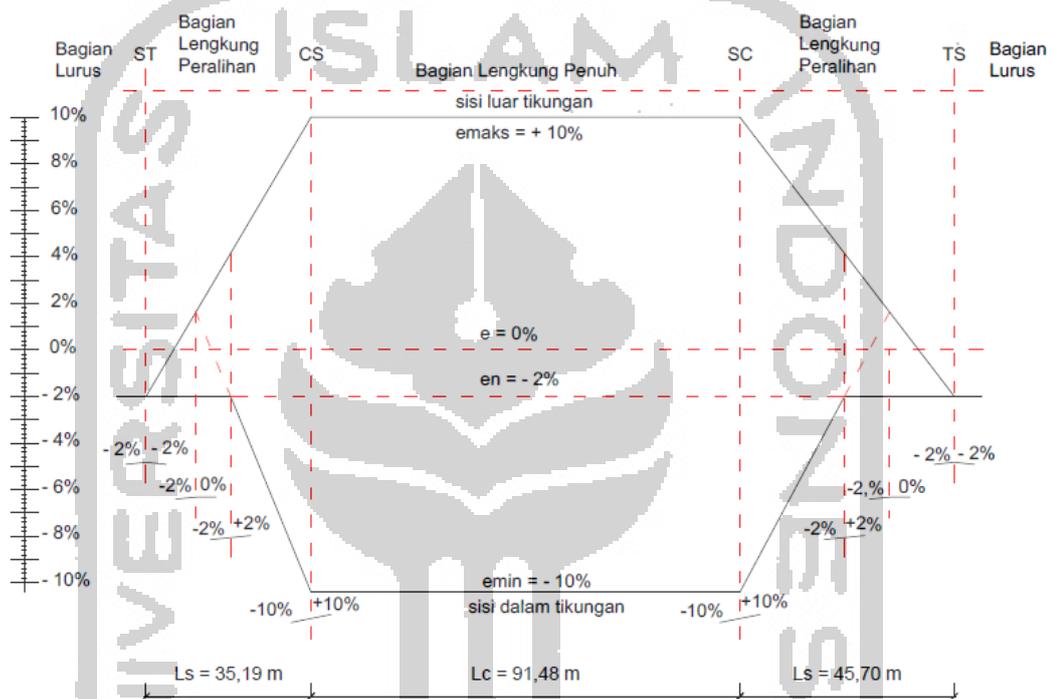
$$f_{max} = 0,14.$$

Perhitungan:

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127 \times (e_{max} + f_{max})}$$

$$\begin{aligned}
 e_{max} &= \frac{v_r^2}{127 \times R_{min}} - f_{max} \\
 &= \frac{42,44^2}{127 \times 50,81} - 0,14 \\
 &= 0,1391 \approx 13,91\% \text{ (berbelok ke arah kiri)}
 \end{aligned}$$

Diagram superelevasi syarat dapat dilihat pada Gambar 5.7



Gambar 5.7 Diagram Superelevasi Syarat

Dari perhitungan yang telah dilakukan, e_{maks} hitung didapatkan sebesar 13,91%, sedangkan e_{maks} syarat = 10% (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Maka, superelevasi di lapangan tidak memenuhi syarat (e_{maks} lapangan < e_{maks} syarat).

5.2.10 Analisis Alinyemen Vertikal

Berdasarkan data elevasi jalan, didapatkan kelandaian jalan pada tikungan. Hasil analisis untuk alinyemen vertikal yaitu elevasi, stasiun jalan, kelandaian dan delta. Adapun analisis alinyemen vertikal dapat dilihat pada perhitungan berikut.

- Berdasarkan Kecepatan Lapangan
 - Elevasi titik A = 9,41 m
 - Elevasi titik PPV = 9,63 m

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi titik B} &= 9,32 \text{ m} \\
 \text{Stasiun titik A} &= 180 + 869,75 \text{ m} \\
 \text{Stasiun titik PPV} &= 180 + 927,67 \text{ m} \\
 \text{Stasiun titik B} &= 181 + 042,12 \text{ m} \\
 g_1 &= \frac{\text{Elevasi PPV} - \text{Elevasi titik A}}{L \text{ PPV} - L \text{ titik A}} \times 100 \\
 &= \frac{9,64 - 9,57}{927,67 - 869,75} \times 100 \\
 &= 0,121 \% \\
 g_2 &= \frac{\text{Elevasi titik B} - \text{Elevasi PPV}}{L \text{ titik B} - L \text{ PPV}} \times 100 \\
 &= \frac{9,46 - 9,64}{1042,12 - 927,67} \times 100 \\
 &= -0,157 \% \\
 \Delta &= |g_2 - g_1| \\
 &= |-0,157 - 0,121| \\
 &= 0,278 \% \\
 \text{Lv berdasarkan } J_h &= J_h^2 \times \frac{\Delta}{398} \\
 &= 49,71^2 \times \frac{0,278}{398} \\
 &= 1,73 \text{ m} \\
 \text{Lv serap guncangan} &= \frac{V_f^2 \times \Delta}{360} \\
 &= \frac{54,14^2 \times 0,00278}{360} \\
 &= 0,02 \text{ m} \\
 \text{Lv seharusnya} &= 44,88 \text{ m (Tabel 3.11)} \\
 \text{EV} &= \frac{\Delta}{800} \times Lv \\
 &= \frac{0,278}{800} \times 44,88 \\
 &= 0,0156 \text{ m} \\
 \text{Jarak titik A - PPV} &= L \text{ titik A} - L \text{ titik PPV} \\
 &= 927,67 - 869,75 \\
 &= 57,92 \text{ m} \\
 \text{Selisih elevasi} &= \text{elevasi PPV} - \text{elevasi titik A}
 \end{aligned}$$

$$= 9,64 - 9,57$$

$$= 0,07 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi PVC} = \text{Elevasi PPV} - \left(0,5 \times Lv \times \frac{g^1}{100}\right)$$

$$= 9,63 - \left(0,5 \times 44,88 \times \frac{0,121}{100}\right)$$

$$= 9,60 \text{ m}$$

$$\text{Stasiun PVC} = \text{Stasiun PPV} - (0,5 \times Lv)$$

$$= 927,67 - (0,5 \times 44,88)$$

$$= 905,23 \text{ m}$$

2. Perhitungan titik – titik vertikal dibagi menjadi 5 pias, dengan perhitungan sebagai berikut.

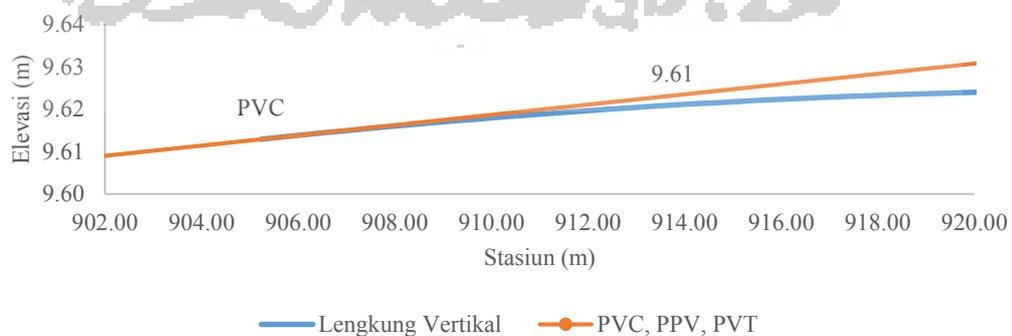
- a. Elevasi dan stasiun pias 1

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{Lv}{5} \\ &= \frac{44,88}{5} \\ &= 8,976 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun pias 1} &= \text{Stasiun PVC} + X_1 \\ &= 180 + (905,23 + 8,976) \\ &= 180 + 914,21 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi pias 1} &= \text{elevasi PVC} + \left(\frac{g^1}{100} \times X_1\right) - \left(\frac{\Delta \times X_1^2}{2 \times 100 \times Lv}\right) \\ &= 9,60 + \left(\frac{0,121}{100} \times 8,976\right) - \left(\frac{0,278 \times 8,976^2}{2 \times 100 \times 44,88}\right) \\ &= 9,61 \text{ m} \end{aligned}$$

Detail alinyemen vertikal pada pias 1 dapat dilihat pada Gambar 5.8



Gambar 5.8 Alinyemen Vertikal Pias 1

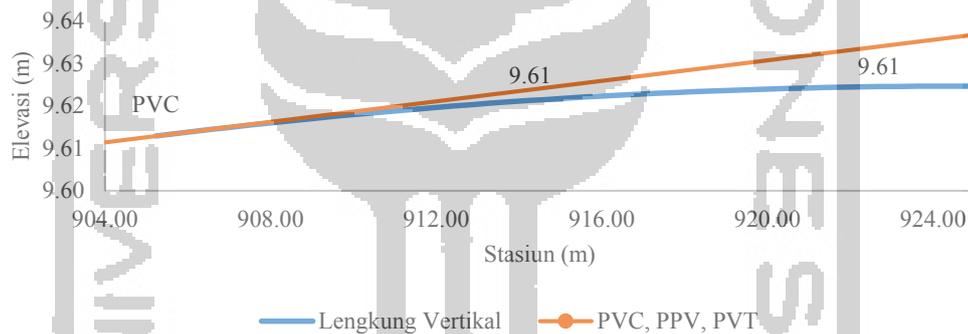
b. Elevasi dan stasiun pias 2

$$\begin{aligned} X_2 &= X_1 \times 2 \\ &= 8,976 \times 2 \\ &= 17,952 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun pias 2} &= \text{Stasiun PVC} + X_2 \\ &= 180 + (905,23 + 17,952) \\ &= 180 + 923,18 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi pias 2} &= \text{elevasi PVC} + \left(\frac{g_1}{100} \times X_2\right) - \left(\frac{\Delta \times X_2^2}{2 \times 100 \times Lv}\right) \\ &= 9,60 + \left(\frac{0,121}{100} \times 17,95\right) - \left(\frac{0,278 \times 17,95^2}{2 \times 100 \times 44,88}\right) \\ &= 9,61 \text{ m} \end{aligned}$$

Detail alinyemen vertikal pada pias 2 dapat dilihat pada Gambar 5.9



Gambar 5.9 Alinyemen Vertikal Pias 2

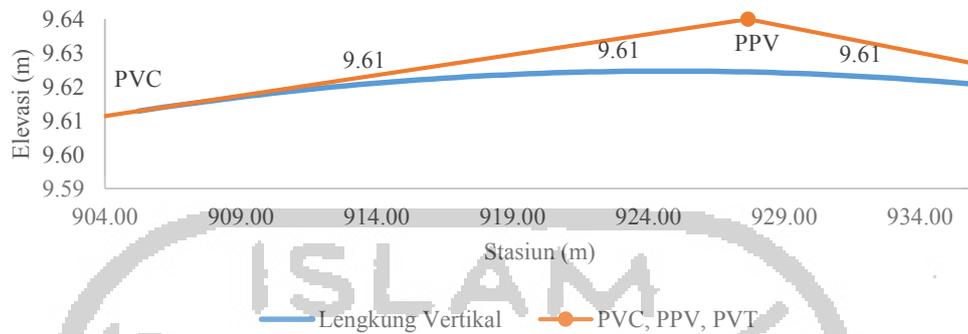
c. Elevasi dan stasiun pias 3

$$\begin{aligned} X_3 &= X_1 \times 3 \\ &= 8,976 \times 3 \\ &= 26,928 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun pias 3} &= \text{Stasiun PVC} + X_3 \\ &= 180 + (905,23 + 26,928) \\ &= 180 + 932,16 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi pias 3} &= \text{elevasi PVC} + \left(\frac{g_1}{100} \times X_3\right) - \left(\frac{\Delta \times X_3^2}{2 \times 100 \times Lv}\right) \\ &= 9,60 + \left(\frac{0,121}{100} \times 26,928\right) - \left(\frac{0,278 \times 26,928^2}{2 \times 100 \times 44,88}\right) \\ &= 9,61 \text{ m} \end{aligned}$$

Detail alinyemen vertikal pada pias 3 dapat dilihat pada Gambar 5.10



Gambar 5.10 Alinyemen Vertikal Pias 3

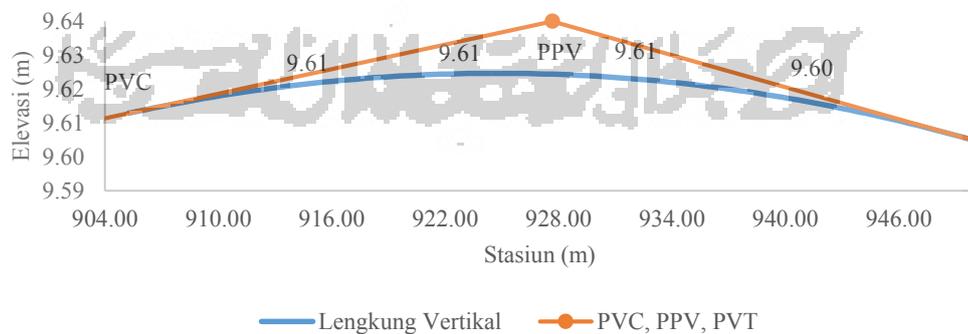
d. Elevasi dan stasiun pias 4

$$\begin{aligned} X_4 &= X_1 \times 4 \\ &= 8,976 \times 4 \\ &= 35,904 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Stasiun pias 4} &= \text{Stasiun PVC} + X_4 \\ &= 180 + (905,23 + 35,904) \\ &= 180 + 941,13 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi pias 4} &= \text{elevasi PVC} + \left(\frac{g_1}{100} \times X_4\right) - \left(\frac{\Delta \times X_4^2}{2 \times 100 \times Lv}\right) \\ &= 9,60 + \left(\frac{0,121}{100} \times 35,904\right) - \left(\frac{0,278 \times 35,904^2}{2 \times 100 \times 44,88}\right) \\ &= 9,60 \text{ m} \end{aligned}$$

Detail alinyemen vertikal pada pias 4 dapat dilihat pada Gambar 5.11



Gambar 5.11 Alinyemen Vertikal Pias 4

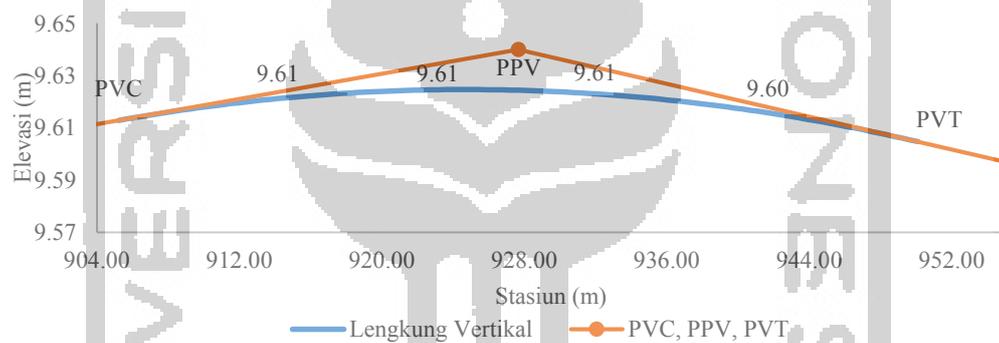
e. Elevasi dan stasiun pias 5

$$\begin{aligned}
 X_5 &= X_1 \times 5 \\
 &= 8,976 \times 5 \\
 &= 44,88 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Stasiun pias 5} &= \text{Stasiun PVC} + X_4 \\
 &= 180 + (905,23 + 44,88) \\
 &= 180 + 950,11 \text{ m}
 \end{aligned}$$

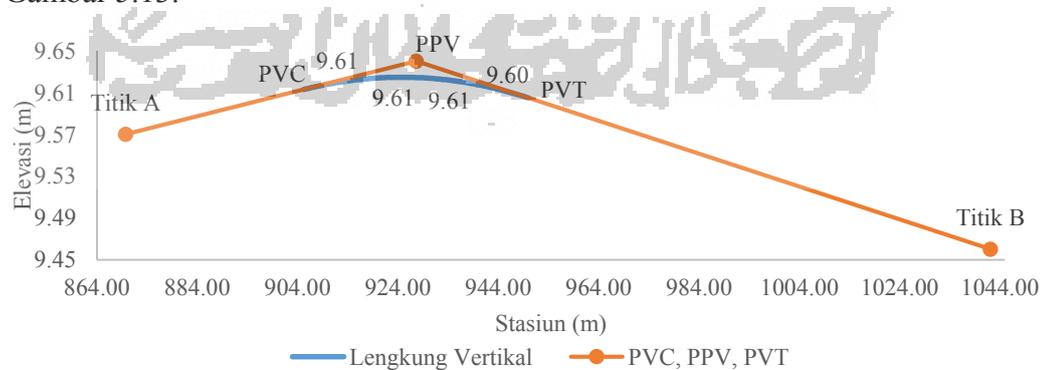
$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi pias 5} &= \text{elevasi PVC} + \left(\frac{g_1}{100} \times X_5\right) - \left(\frac{\Delta \times X_5^2}{2 \times 100 \times Lv}\right) \\
 &= 9.60 + \left(\frac{0,121}{100} \times 44,88\right) - \left(\frac{0,278 \times 44,88^2}{2 \times 100 \times 44,88}\right) \\
 &= 9,59 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Detail alinyemen vertikal pada pias 5 dapat dilihat pada Gambar 5.12



Gambar 5.12 Alinyemen Vertikal Pias 5

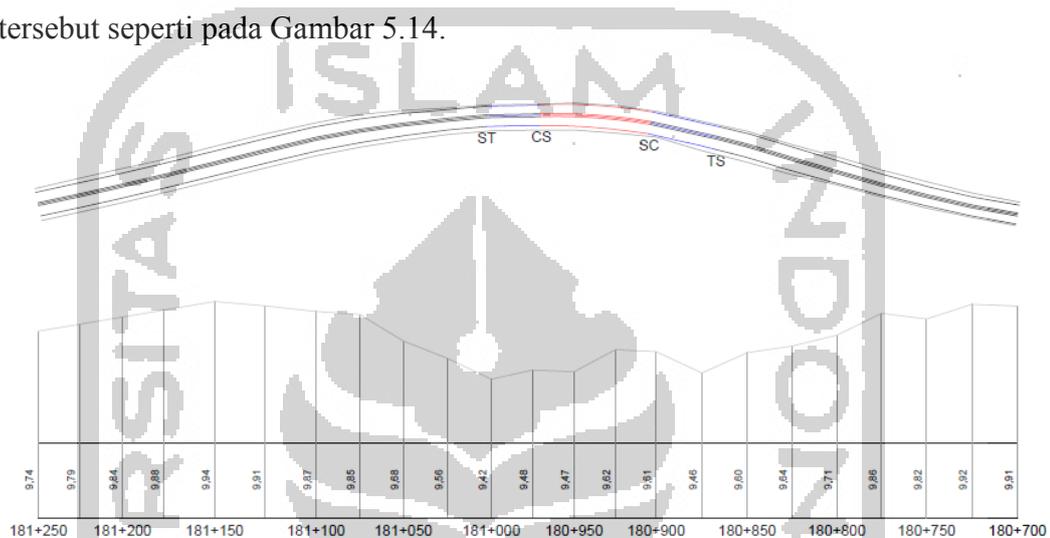
Berdasarkan hasil perhitungan alinyemen vertikal di atas, didapatkan hasil lengkung vertikal tipe cembung dengan detail gambar lengkung dapat dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Alinyemen Vertikal

5.2.11 Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal Eksisting

Koordinasi alinyemen diperlukan untuk memberikan petunjuk kepada pengguna jalan mengenai bentuk jalan yang akan dilalui, sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi awal. Setelah dilakukan analisis alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal eksisting, didapatkan hasil koordinasi antara kedua alinyemen tersebut seperti pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal Pada Kondisi Eksisting

Berdasarkan Gambar 5.12, dapat diketahui bahwa alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal memenuhi syarat Bina Marga 1997, sehingga keamanan dan kenyamanan pengendara terpenuhi sesuai dengan Gambar 3.10, yaitu.

1. Alinyemen horizontal berimpit dengan alinyemen vertikal, adapun alinyemen horizontal lebih panjang dari alinyemen vertikal sehingga termasuk kedalam ruas jalan yang ideal.
2. Tidak adanya vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang.
3. Dalam satu lengkung horizontal hanya terdapat satu lengkung vertikal.
4. Tidak terdapat tikungan yang tajam diantara 2 bagian jalan yang lurus dan panjang.

5.2.12 Evaluasi Geometrik

Dengan menggunakan program *AutoCad* 2015 didapatkan bentuk kondisi eksisting jalan di lapangan berdasarkan hasil pengukuran. Bentuk tikungan berupa

spiral – circle – spiral (S-C-S), hal ini dikarenakan nilai $R_{\min} = 42,81 \text{ m} (< 250 \text{ m})$ maka tidak menggunakan jenis tikungan *full circle (FC)* dan sudut tikungan (Δ) kecil sehingga tidak memenuhi jenis tikungan *spiral – spiral (S-S)*. Adapun lengkung lingkaran (L_c) lebih dari 20 m, sehingga jenis tikungan *S-C-S* memenuhi.

Dari hasil analisis untuk jalan Arteri kelas I menurut Bina Marga 1997 sudah memenuhi standar, namun terdapat beberapa parameter – parameter yang tidak memenuhi syarat. Adapun hasil perhitungan dan analisis kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.10 dan gambar perlengkapan jalan di lokasi penelitian dapat dilihat pada lampiran.

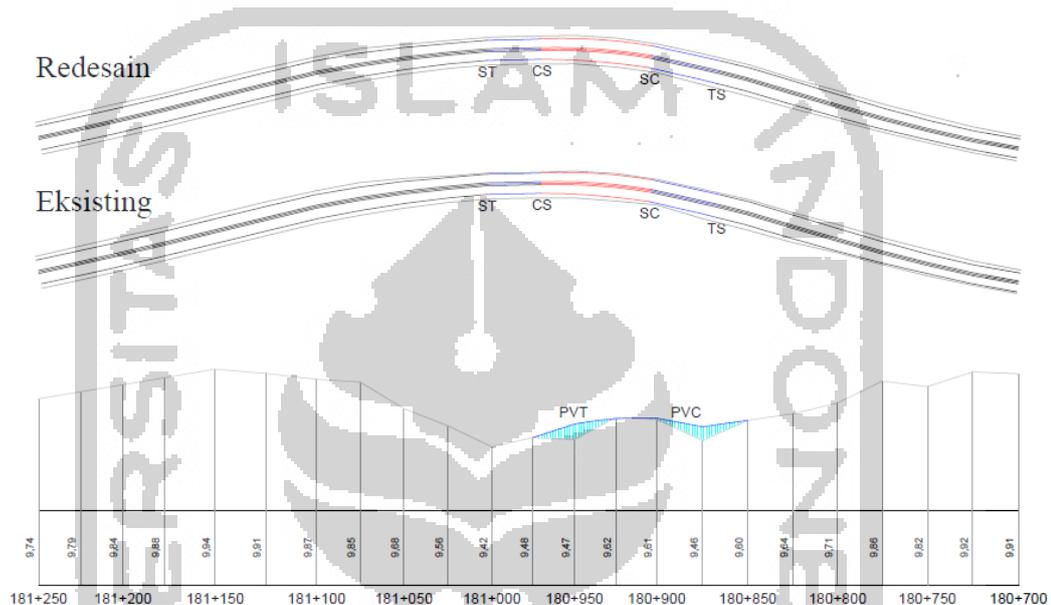
Tabel 5.10 Rekapitulasi Hasil Analisis

Jenis Analisis	Satuan	Syarat	Kondisi Eksisting	Keterangan	Redesain
AEK		< 45	99 dan 70	Berbahaya dan Cukup Berbahaya	Perlu Penanganan
Lebar Lajur	Meter	3,5	3,11 – 4,01	Terpenuhi 70 %	Memperlebar Lajur Jalan
Lebar Bahu	Meter	2	0,5 – 3,0	Terpenuhi 70 %	Memperlebar Bahu Jalan
Median Jalan	Meter	2	2	Terpenuhi	Tidak Perlu Perbaikan
Jarak Pandang Henti (J_h)	Meter	$\geq 41,63$	79,26	Terpenuhi	Tidak Perlu Perbaikan
Jari – Jari Tikungan (R)	Meter	$\geq 81,18$	377,91	Terpenuhi	Tidak Perlu Perbaikan
Ruang Bebas Samping (E)	Meter	$\geq 0,82$	2,33	Terpenuhi	Tidak Perlu Perbaikan
Superelevasi (e)	%	10	2,71	Tidak Terpenuhi	Memperbesar Superelevasi
Lengkung Vertikal	Meter	$\geq 44,88$	75	Terpenuhi	Tidak Perlu Perbaikan

5.3 Redesain

Dari hasil analisis geometrik jalan raya yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa hampir semua variabel geometrik telah memenuhi syarat menurut Pedoman Bina Marga (1997), namun ada beberapa variabel geometrik yang tidak memenuhi syarat, sehingga perlu dilakukan *redesain* atau perbaikan. Variabel yang telah memenuhi syarat yaitu jari – jari tikungan (R), jarak pandang henti (J_h), ruang bebas samping (E) dan lengkung vertikal (L_v). Sedangkan variabel geometrik yang tidak memenuhi syarat yaitu superelevasi (e). Adapun yang sebagian terpenuhi syaratnya yaitu lebar lajur jalan (terpenuhi 70%) dan lebar bahu jalan (terpenuhi 70%).

Pada bagian lengkung vertikal terdapat lengkung yang cukup tajam, sehingga perlu dilakukan perhitungan lengkung vertikal yang telah dilakukan sebelumnya, sehingga kenyamanan pengendara tercukupi. Koordinasi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal pada kondisi eksisting dan hasil *redesain* dapat dilihat pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal Sebelum dan Setelah Perbaikan

Pada gambar di atas, variabel geometrik yang diperbaiki yaitu lebar lajur jalan, lebar bahu jalan dan lengkung vertikal. Adapun lengkung vertikal sudah memenuhi syarat, namun diperbaiki untuk menambah kenyamanan pengemudi. Kondisi sebelum dan setelah *redesain* yang dibagi tiga bagian gambar dapat dilihat pada Gambar 5.16 sampai Gambar 5.22. Untuk lebih jelasnya, kondisi jalan sebelum dan setelah *redesain* secara penuh dapat dilihat pada lampiran.

Adapun untuk superelevasi (e) yang tidak memenuhi syarat dapat diatasi dengan cara menambah kemiringan pada tikungan, dari kondisi awal di lapangan sebesar 2,71% menjadi 10%, sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.

Kondisi perlengkapan jalan di lokasi penelitian sudah terpenuhi, seperti rambu tikungan, rambu hati – hati, rambu lampu hati – hati, patok ruang milik jalan dan stasiun jalan.

