

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 NILAI *PRESENT SERVICEABILITY INDEX* (PSI)

Parameter- parameter kerusakan untuk menghitung nilai PSI pada bagian permukaan jalan menurut AASHTO *Road Test* (1962) yaitu, *Slope Variance* (SV), *Ruth Depth* (RD), *Crack* (C), *Patching/Pothole* (P), dari penelitian yang dilakukan di lapangan diperoleh nilai-nilai dari parameter kerusakan tersebut sebagai berikut:

##### 1. *Slope Variance* (SV)

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan di lapangan diperoleh data hasil pengukuran, setiap data pengukuran tersebut dicatat dan dimasukkan ke dalam tabel perhitungan *slope variance* (Lampiran 1), untuk nilai  $X_i$  % didapat dari persamaan 3.2 seperti contoh berikut ini :

Contoh Perhitungan Nilai  $X_i$  pada Sta. 0+400 - 0+500 :

$$Y_a = 0,0394 \text{ inchi}$$

$$X_i = \frac{0,0394}{12} \times 100\% = 0,3281 \%$$

Dari data tiap-tiap lokasi kerusakan tersebut diperoleh nilai  $\Sigma X_i$  % dan  $\Sigma X_i^2$  % , kemudian dicari nilai SV tiap jalur, seperti dibawah :

##### a. Nilai SV untuk arah Wukirsari - Umbulharjo

Untuk nilai *slope variance* arah Wukirsari – Umbulharjo dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini, dengan contoh hitungan pada sta. 0+400 - 0+500.

**Tabel 5.1** Perhitungan Nilai SV Sta. 0+400-0+500Arah Wukirsari – Umbulharjo

PERHITUNGAN NILAI SV					
$\Sigma X_i$ (%)	$\Sigma X_i^2$ (%)	n	1/(n-1)	1/n	SV (%)
116,147	85,635	328	0,003	0,003	13,611

b. Nilai SV untuk arah Umbulharjo - Wukirsari

Untuk nilai *slope variance* arah Umbulharjo – Wukirsari dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini, dengan contoh hitungan pada sta. 0+400 - 0+500.

**Tabel 5.2** Perhitungan Nilai SV Sta. 0+400 -0+500 Arah Umbulharjo – Wukirsari

PERHITUNGAN NILAI SV					
$\Sigma Xi$ (%)	$\Sigma Xi^2$ (%)	n	$1/(n-1)$	$1/n$	SV (%)
195,220	204,588	328	0,003	0,003	27,033

## 2. Ruth Depth (RD)

Berdasarkan penelitian *Ruth Depth* di lapangan (Lampiran 2) didapat nilai *Ruth Depth* rata-rata arah Wukirsari – Umbulharjo dan arah Umbulharjo – Wukirsari pada Sta. 0+400 -0+500 sebesar 0,063 inchi dan 0,115 inchi, contoh perhitungan pada Tabel 5.3 berikut ini :

**Tabel 5.3** Contoh Perhitungan *Ruth Depth*.

NO	KEDALAMAN [d-x] (mm)	[d-x] (inchi)		
1	1	L	0,039	
	2	L	0,078	
	3	2,5	L	0,098
	4	0	0	0,000
	5	1	H	0,039
	6	1	H	0,039
	7	3,5	H	0,137
	8	1	H	0,059
n = 8		$\Sigma [d-x] =$	0,489	
Rata –rata =			0,061	

### 3. Crack (C)

Berdasarkan penelitian di lapangan didapat nilai luasan *crack* (c) pada arah Wukirsari - Umbulharjo dan arah Umbulharjo - Wukirsari. Kriteria perhitungan cracking adalah luasan *crack* per 1000 ft<sup>2</sup>. Untuk lebar jalan sebesar 2,5 m (8,202 ft) maka diperlukan pengukuran tiap 37,16 m yang didapat dari perhitungan berikut ini:

$$\frac{1000 \text{ ft}^2}{8,202 \text{ ft}} \times 0,3048 \text{ m} = 37,16 \text{ m}$$

Contoh Perhitungan : Sta. 0+400 - 0+500 Umbulharjo - Wukirsari

$$A. \text{Crack} = 250 \text{ m}^2 = 2690,91 \text{ ft}^2$$

Karena luasan *crack* dihitung setiap panjang pengukuran 100 m (1 segmen), sehingga untuk mendapat nilai *crack* setiap 1000 ft<sup>2</sup> maka harus dikonversi dengan cara sebagai berikut:

$$\frac{2690,91 \text{ ft}^2}{100 \text{ m}} \times 37,16 \text{ m} = 999,98 \text{ ft}^2$$

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

### 4. Patching/pothole (P)

*Patching/pothole* (P) diukur dan dihitung dengan luasan serta jarak pengukuran yang sama seperti pada perhitungan *crack* yaitu luasan *patching/potholes* per 1000 ft<sup>2</sup> untuk pengukuran tiap 37,16m.

Contoh Perhitungan: Sta. 0+400 - 0+500 Umbulharjo - Wukirsari

$$A. \text{Patching/pothole} = 16 \text{ m}^2 = 172,218 \text{ ft}^2$$

Karena luasan *crack* dihitung setiap panjang pengukuran 100 m (1 segmen), sehingga untuk mendapat nilai *patching/potholes* setiap 1000 ft<sup>2</sup> maka harus dikonversi dengan cara sebagai berikut:

$$\frac{172,218 \text{ ft}^2}{100 \text{ m}} \times 37,16 \text{ m} = 64,00 \text{ ft}^2$$

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

Data nilai *Slope Variance*, *Ruth Depth*, *Crack*, dan *Patching/potholes* dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 berikut ini :

**Tabel 5.4** Nilai *SV*, *R*, *C*, *P*, *IP* Semua Unit Segmen untuk Arah Wukirsari - Umbulharjo

No	STA	Slope Variance (%)	Ruth Depth (inchi)	crack (ft2)	Patching / Potholes (ft2)	IP	Rating
1	0+00 - 0+100	11,599	0,116	779,991	0,000	2,631	FAIR
2	0+100 - 0+200	16,544	0,087	229,997	0,000	2,492	FAIR
3	0+200 - 0+300	9,686	0,070	162,798	15,000	2,925	FAIR
4	0+300 - 0+400	8,401	0,073	62,559	0,000	3,085	GOOD
5	0+400 - 0+500	13,611	0,064	98,039	0,000	2,701	FAIR
6	0+500 - 0+600	15,833	0,092	669,992	0,000	2,418	FAIR
7	0+600 - 0+700	13,477	0,087	54,719	5,000	2,727	FAIR
8	0+700 - 0+800	9,292	0,069	879,989	3,150	2,792	FAIR
9	0+800 - 0+900	10,508	0,070	394,995	7,200	2,796	FAIR
10	0+900 - 1+00	14,103	0,092	269,637	1,600	2,602	FAIR
11	1+00 - 1+100	15,409	0,074	719,991	0,000	2,433	FAIR
12	1+100 - 1+200	11,278	0,082	849,990	0,000	2,649	FAIR
13	1+200 - 1+300	13,296	0,077	93,839	33,580	2,702	FAIR
14	1+300 - 1+400	12,682	0,080	662,192	0,000	2,594	FAIR
15	1+400 - 1+500	8,208	0,061	30,800	0,000	3,128	GOOD
16	1+500 - 1+600	12,097	0,079	264,997	0,000	2,725	FAIR
17	1+600 - 1+700	8,346	0,061	285,997	0,000	3,002	GOOD
18	1+700 - 1+800	9,021	0,070	659,992	6,720	2,853	FAIR
19	1+800 - 1+900	12,838	0,076	729,991	32,000	2,566	FAIR
20	1+900 - 2+00	13,232	0,086	68,599	0,000	2,734	FAIR

**Tabel 5.5** Nilai *SV, R, C, P, IP* Semua Unit Segmen untuk Arah Umbulharjo - Wukirsari

No	STA	Slope Variance (%)	Ruth Depth (inchi)	crack (ft2)	Patching / Potholes (ft2)	IP	Rating
1	0+00 - 0+100	16,033	0,138	999,988	7,216	2,335	FAIR
2	0+100 - 0+200	24,745	0,152	999,988	3,040	1,987	POOR
3	0+200 - 0+300	23,300	0,175	999,988	69,920	2,014	FAIR
4	0+300 - 0+400	37,581	0,107	799,990	12,000	1,699	POOR
5	0+400 - 0+500	27,033	0,116	999,988	64,000	1,920	POOR
6	0+500 - 0+600	28,576	0,162	999,988	19,200	1,865	POOR
7	0+600 - 0+700	30,100	0,105	999,988	3,040	1,847	POOR
8	0+700 - 0+800	30,131	0,098	999,988	13,500	1,846	POOR
9	0+800 - 0+900	19,183	0,117	659,992	42,600	2,253	FAIR
10	0+900 - 1+00	21,592	0,143	999,988	37,620	2,094	FAIR
11	1+00 - 1+100	18,949	0,121	999,988	20,000	2,208	FAIR
12	1+100 - 1+200	25,611	0,126	999,988	14,720	1,968	POOR
13	1+200 - 1+300	19,852	0,099	999,988	26,600	2,177	FAIR
14	1+300 - 1+400	17,136	0,098	999,988	50,000	2,289	FAIR
15	1+400 - 1+500	20,276	0,136	999,988	26,600	2,148	FAIR
16	1+500 - 1+600	26,559	0,131	999,988	0,000	1,939	POOR
17	1+600 - 1+700	20,092	0,112	799,990	0,000	2,201	FAIR
18	1+700 - 1+800	9,723	0,082	229,990	30,600	2,891	FAIR
19	1+800 - 1+900	17,849	0,105	799,990	37,760	2,289	FAIR
20	1+900 - 2+00	32,028	0,142	999,988	80,640	1,772	POOR

Dari data pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 didapatkan nilai dari kerusakan jalan yang di akibatkan oleh *slope variance, ruth depth, crack, dan patching/potholes*. Untuk mengetahui penurunan PSI akibat kerusakan-kerusakan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut ini:

**Tabel 5.6** Rekapitulasi Penurunan PSI Akibat Kerusakan Jalan

No	STA	Arah Wukirsari - Umbulharjo			Arah Umbulharjo - Wukirsari		
		1,91 log (1+sv)	1,38RD <sup>2</sup>	0,01(C P) <sup>0,5</sup>	1,91 log (1+sv)	1,38RD <sup>2</sup>	0,01(C P) <sup>0,5</sup>
1	0+00 - 0+100	2,102	0,019	0,279	2,352	0,026	0,317
2	0+100 - 0+200	2,376	0,010	0,152	2,694	0,032	0,317
3	0+200 - 0+300	1,965	0,007	0,133	2,647	0,042	0,327
4	0+300 - 0+400	1,859	0,007	0,079	3,030	0,016	0,285
5	0+400 - 0+500	2,225	0,006	0,099	2,765	0,019	0,326
6	0+500 - 0+600	2,342	0,012	0,259	2,809	0,036	0,319
7	0+600 - 0+700	2,215	0,010	0,077	2,851	0,015	0,317
8	0+700 - 0+800	1,934	0,007	0,297	2,852	0,013	0,318
9	0+800 - 0+900	2,026	0,007	0,201	2,493	0,019	0,265
10	0+900 - 1+00	2,252	0,012	0,165	2,586	0,028	0,322
11	1+00 - 1+100	2,321	0,008	0,268	2,483	0,020	0,319
12	1+100 - 1+200	2,080	0,009	0,292	2,722	0,022	0,319
13	1+200 - 1+300	2,206	0,008	0,113	2,520	0,013	0,320
14	1+300 - 1+400	2,170	0,009	0,257	2,404	0,013	0,324
15	1+400 - 1+500	1,842	0,005	0,055	2,536	0,025	0,320
16	1+500 - 1+600	2,134	0,009	0,163	2,751	0,024	0,316
17	1+600 - 1+700	1,854	0,005	0,169	2,529	0,017	0,283
18	1+700 - 1+800	1,912	0,007	0,258	1,968	0,009	0,161
19	1+800 - 1+900	2,179	0,008	0,276	2,436	0,015	0,289
20	1+900 - 2+00	2,203	0,010	0,083	2,901	0,028	0,329
	Σ	42,196	0,174	3,675	52,328	0,434	6,095

Berdasarkan data rekapitulasi penurunan PSI akibat kerusakan jalan yang ada pada Tabel 5.6 maka dapat diketahui penurunan nilai indeks permukaan jalan lebih besar dipengaruhi oleh *slope variance* dimana untuk arah Wukirsari - Umbulharjo sebesar 42,196 dan arah Umbulharjo - Wukirsari sebesar 52,328.

#### 5. Perhitungan Nilai PSI

Setelah didapatkan nilai-nilai dari keempat parameter kerusakan jalan tersebut maka akan didapatkan nilai indeks permukaan pada Sta. 0+400 - 0+500 dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Nilai PSI Wukirsari - Umbulharjo

$$\begin{aligned} \text{PSI} &= 5,03 - 1,91 \log (1+\text{SV}) - 1,38\text{RD}^2 - 0,01 (\text{C}+\text{P})^{0,5} \\ &= 5,03 - 1,91 \log (1+ 13,611) - 1,38(0,064)^2 - 0,01(98,039+0)^{0,5} \\ &= 2,701 \end{aligned}$$

b. Nilai PSI Umbulharjo - Wukirsari

$$\begin{aligned} \text{PSI} &= 5,03 - 1,91 \log (1+\text{SV}) - 1,38\text{RD}^2 - 0,01 (\text{C}+\text{P})^{0,5} \\ &= 5,03 - 1,91 \log(1+ 27,033) - 1,38(0,116)^2 - 0,01(999,988+64)^{0,5} \\ &= 1,920 \end{aligned}$$

Adapun rekapitulasi nilai indeks permukaan (IP) pada seluruh unit segmen jalan dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut ini :

**Tabel 5.7** Rekapitulasi Nilai IP Seluruh Segmen.

No	STA	Arah Wukirsari - Umbulharjo		Arah Umbulharjo - Wukirsari	
		IP	Rating	IP	Rating
1	0+000 - 0+100	2,631	FAIR	2,335	FAIR
2	0+100 - 0+200	2,492	FAIR	1,987	POOR
3	0+200 - 0+300	2,925	FAIR	2,014	FAIR
4	0+300 - 0+400	3,085	GOOD	1,699	POOR
5	0+400 - 0+500	2,701	FAIR	1,920	POOR
6	0+500 - 0+600	2,418	FAIR	1,865	POOR
7	0+600 - 0+700	2,727	FAIR	1,847	POOR
8	0+700 - 0+800	2,792	FAIR	1,846	POOR
9	0+800 - 0+900	2,796	FAIR	2,253	FAIR
10	0+900 - 1+00	2,602	FAIR	2,094	FAIR
11	1+00 - 1+100	2,433	FAIR	2,208	FAIR
12	1+100 - 1+200	2,649	FAIR	1,968	POOR
13	1+200 - 1+300	2,702	FAIR	2,177	FAIR
14	1+300 - 1+400	2,594	FAIR	2,289	FAIR
15	1+400 - 1+500	3,128	GOOD	2,148	FAIR
16	1+500 - 1+600	2,725	FAIR	1,939	POOR
17	1+600 - 1+700	3,002	GOOD	2,201	FAIR
18	1+700 - 1+800	2,853	FAIR	2,891	FAIR

Lanjutan **Tabel 5.7** Rekapitulasi Nilai IP Seluruh Segmen.

No	STA	Arah Wukirsari - Umbulharjo		Arah Umbulharjo - Wukirsari	
		Nilai IP	Rating	Nilai IP	Rating
19	1+800 - 1+900	2,566	FAIR	2,289	FAIR
20	1+900 - 2+00	2,734	FAIR	1,772	POOR
Nilai PSI rata - rata		2,728	FAIR	2,087	FAIR
Nilai PSI rata - rata				2,407	FAIR

Untuk mengetahui persentase rating PSI atau indeks permukaan untuk masing-masing segmen pada jalur evakuasi Merapi ruas jalan kabupaten pada Desa Umbulharjo – Wukirsari dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut ini:

**Tabel 5.8** Persentase Rating Indeks Permukaan

Rating	Arah Wukirsari – Umbulharjo		Arah Umbulharjo - Wukirsari	
	Jumlah Segmen	Persentase	Jumlah Segmen	Persentase
GOOD	3	11,54 %	0	0,00 %
FAIR	17	65,38 %	11	42,31 %
POOR	0	0,00 %	9	34,62 %

Dari hasil analisis diketahui bahwa jalur evakuasi Merapi ruas jalan kabupaten pada Desa Umbulharjo – Wukirsari ini dalam kondisi cukup baik, ini dapat dilihat dari hasil prosentasi rating pada Tabel 5.8 didominasi oleh *fair*, untuk arah Wukirsari - Umbulharjo *good* sebesar 11,54 %, *fair* sebesar 65,38 %, dan *poor* sebesar 0,00 %. Sedangkan untuk arah Umbulharjo – Wukirsari *good* sebesar 0,00 %, *fair* sebesar 42,31 %, dan *poor* sebesar 34,62 %. Untuk contoh gambar dilapangan dengan *rating good, fair* dan *poor* dapat dilihat pada Gambar 5.1, Gambar 5.2, dan Gambar 5.3 berikut:





**Gambar 5.1** kondisi jalan *rating good*



**Gambar 5.2** kondisi jalan *rating fair*



**Gambar 5.3** kondisi jalan *rating poor*

Untuk meningkatkan nilai PSI kedua arah pada ruas jalan dapat dilakukan perbaikan jalan dengan menambal pada kerusakan *potholes*, membongkar kemudian mengisi/menutup celah-celah pada kerusakan *crack*, dan memberi lapisan tambahan (*overlay*). Desain tebal perkerasan dipakai nilai minimum dari PSI seperti pada Tabel 5.7 yaitu pada *stationing* 0+300 - 0+400 arah Umbulharjo - Wukirsari yaitu sebesar 1,699. Pengambilan nilai PSI terendah dari seluruh station dilakukan agar pada segmen yang kondisinya ratingnya *poor* dapat ditingkatkan ratingnya menjadi *good*.

## **5.2 PENANGANAN PEMELIHARAAN JALAN MENURUT PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NO. 13 TAHUN 2011**

Berdasarkan data nilai indeks permukaan tiap segmen yang terdapat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5, maka program pemeliharaan yang tepat sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13 tahun 2011 terdapat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 sebagai berikut:

**Tabel 5.9** Penentuan Pemeliharaan Jalan Untuk Arah Wukirsari – Umbulharjo

No	STA	IP	Rating PSI	Kondisi Jalan (UU 13 2011)	Program Pemeliharaan
1	0+00 - 0+100	2.631	FAIR	Sedang	Berkala
2	0+100 - 0+200	2.492	FAIR	Sedang	Berkala
3	0+200 - 0+300	2.925	FAIR	Sedang	Berkala
4	0+300 - 0+400	3.085	GOOD	Baik	Rutin
5	0+400 - 0+500	2.701	FAIR	Sedang	Berkala
6	0+500 - 0+600	2.418	FAIR	Sedang	Berkala
7	0+600 - 0+700	2.727	FAIR	Sedang	Berkala
8	0+700 - 0+800	2.792	FAIR	Sedang	Berkala
9	0+800 - 0+900	2.796	FAIR	Sedang	Berkala
10	0+900 - 1+00	2.602	FAIR	Sedang	Berkala
11	1+00 - 1+100	2.433	FAIR	Sedang	Berkala
12	1+100 - 1+200	2.649	FAIR	Sedang	Berkala
13	1+200 - 1+300	2.702	FAIR	Sedang	Berkala
14	1+300 - 1+400	2.594	FAIR	Sedang	Berkala
15	1+400 - 1+500	3.128	GOOD	Baik	Rutin
16	1+500 - 1+600	2.725	FAIR	Sedang	Berkala
17	1+600 - 1+700	3.002	GOOD	Baik	Rutin
18	1+700 - 1+800	2.853	FAIR	Sedang	Berkala
19	1+800 - 1+900	2.566	FAIR	Sedang	Berkala
20	1+900 - 2+000	2.734	FAIR	Sedang	Berkala

**Tabel 5.10** Penentuan Pemeliharaan Jalan Arah Umbulharjo – Wukirsari

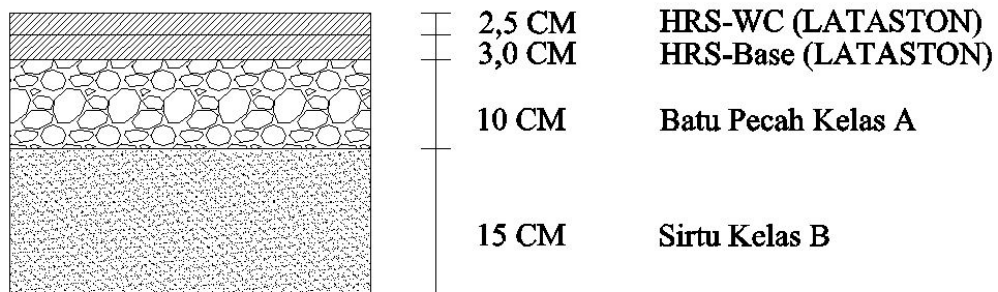
No	STA	IP	Rating PSI	Kondisi Jalan (UU 13 2011)	Program Pemeliharaan
1	0+00 - 0+100	2,335	FAIR	Sedang	Berkala
2	0+100 - 0+200	1,987	POOR	Rusak Ringan	Rehabilitasi
3	0+200 - 0+300	2,014	FAIR	Sedang	Berkala
4	0+300 - 0+400	1,699	POOR	Rusak Ringan	Rehabilitasi
5	0+400 - 0+500	1,920	POOR	Rusak Ringan	Rehabilitasi
6	0+500 - 0+600	1,865	POOR	Rusak Ringan	Rehabilitasi
7	0+600 - 0+700	1,847	POOR	Rusak Ringan	Rehabilitasi
8	0+700 - 0+800	1,846	POOR	Rusak Ringan	Rehabilitasi
9	0+800 - 0+900	2,253	FAIR	Sedang	Berkala
10	0+900 - 1+00	2,094	FAIR	Sedang	Berkala
11	1+00 - 1+100	2,208	FAIR	Sedang	Berkala

Lanjutan **Tabel 5.10** Penentuan Pemeliharaan Jalan Arah Umbulharjo - Wukirsari

No	STA	IP	Rating PSI	Kondisi Jalan (UU 13 2011)	Program Pemeliharaan
12	1+100 - 1+200	1,968	POOR	Rusak Ringan	Rehabilitasi
13	1+200 - 1+300	2,177	FAIR	Sedang	Berkala
14	1+300 - 1+400	2,289	FAIR	Sedang	Berkala
15	1+400 - 1+500	2,148	FAIR	Sedang	Berkala
16	1+500 - 1+600	1,939	POOR	Rusak Ringan	Rehabilitasi
17	1+600 - 1+700	2,201	FAIR	Sedang	Berkala
18	1+700 - 1+800	2,891	FAIR	Sedang	Berkala
19	1+800 - 1+900	2,289	FAIR	Sedang	Berkala
20	1+900 - 2+000	1,772	POOR	Rusak Ringan	Rehabilitasi

### 5.3 PERANCANGAN TEBAL PERKERASAN MENGGUNAKAN METODE ANALISIS KOMPONEN (BINA MARGA 1987)

Metode Analisa Komponen merupakan metode dasar untuk menentukan tebal lapis perkerasan jalan raya yang diisyaratkan oleh Bina Marga. Adapun untuk susunan lapisan perkerasan jalur evakuasi Merapi ruas jalan kabupaten pada Desa Umbulharjo – Wukirsari seperti pada Gambar 5.4 berikut ini:



**Gambar 5.4** Susunan Lapisan Perkerasan Jalan Sesuai Perencanaan

Sumber : Dinas PUP Bina Marga Kab.Sleman.

### 5.3.1 LHR Rata – Rata 2016

Data lalu lintas harian tahun 2016 diperoleh dari *survey* lalu lintas pada lokasi dapat dilihat pada Tabel 5.11.

**Tabel 5.11**LHR Awal Umur Rencana 2016

No	Jenis Kendaraan	LHR 2016 (Kend/2 arah/Hari)
1	Mobil Ringan 2 Ton	104
2	Truck Pasir 2 As 10 Ton	316

Adapun pertumbuhan lalu lintas tiap tahunnya diambil 2 %. Hal ini dikarenakan mayoritas kendaraan yang lewat adalah truck pasir yang mengambil pasir di lereng Gunung Merapi, yang tiap tahunnya sedikit pertumbuhannya.

### 5.3.2 LHR Akhir Umur Rencana 2026

Menghitung LHR akhir umur rencana 2026, dengan rumus :

$$LHR_{akhir\ UR} = LHR_{awal} \times (1 + i)^{UR}$$

Keterangan : *i* = Pertumbuhan Lalulintas

UR = Umur Rencana

Hasil keseluruhan dari LHR akhir umur rencana dapat dilihat pada Tabel 5.12 sebagai berikut:

**Tabel 5.12**LHR Akhir Umur Rencana 2026

No	Jenis Kendaraan	LHR 2016 (Kend/2 arah/Hari)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	LHR 2026 (Kend/2 arah/Hari)
1	Mobil Ringan 2 Ton	104	2	126

Lanjutan **Tabel 5.12** LHR Akhir Umur Rencana 2026

No	Jenis Kendaraan	LHR 2016 (Kend/2 arah/Hari)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	LHR 2026 (Kend/2 arah/Hari)
2	Truck Pasir 2 Ton	316	2	385

### 5.3.3 Angka Ekuivalen (E)

Untuk menghitung Angka Ekuivalen kendaraan sumbu tunggal dapat dihitung dengan Persamaan 3.1:

1. Pada Jenis Mobil Ringan 2 Ton

Mobil Ringan 2 Ton (50% as depan + 50% as belakang)

$$E \text{ sumbu kendaraan} = \left( \frac{2000 \times 50\%}{8160} \right)^4 + \left( \frac{2000 \times 50\%}{8160} \right)^4 = 0,0004$$

2. Pada Jenis Truck Pasir 2 As 10 Ton

Truck Pasir 2 As 10 Ton (34% as depan + 66% as belakang)

$$E \text{ sumbu kendaraan} = \left( \frac{10000 \times 34\%}{8160} \right)^4 + \left( \frac{10000 \times 66\%}{8160} \right)^4 = 0,4581$$

### 5.3.4 Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) dan Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Dihitung menggunakan persamaan seperti dibawah dengan menggunakan data LHR 2014. Hasil analisis dihitung dengan persamaan 3.6, persamaan 3.7 dan dapat dilihat pada Tabel 5.13.

1. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum LHR_j \times C_j \times E_j$$

Keterangan :

$C_j$  = Koefisien distribusi kendaraan

LHR = Lalu lintas harian rata – rata

$E_j$  = Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

## 2. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum LHR_j \times (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

Keterangan :

$i$  = Perkembangan lalu lintas

$C_j$  = Koefisien distribusi kendaraan

LHR = Lalu lintas harian rata – rata

UR = Umur rencana

$E_j$  = Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan

**Tabel 5.13** Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

No	Jenis Kendaraan	LHR		C	E	LEP	LEA
		2016	2026			2016	2026
1	Mobil Ringan 2 T	104	126	0,5	0,0004	0,0208	0,0253
2	Truk Pasir 2 As 10 T	316	385	0,5	0,4581	72,380	88,230
					$\Sigma =$	72,400	88,255

### 5.3.5 Lintas Ekivalen Tengah

LET didapat dengan persamaan 3.8 :

$$LET = \frac{\sum LEP + \sum LEA}{2}$$

$$LET = \frac{72,400 + 88,255}{2}$$

$$LET = 80,327 \text{ ESAL/hari}$$

### 5.3.6 Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Nilai LER didapat dengan persamaan 3.10:

$$LER = LET \times FP$$

Keterangan :

FP = Faktor Penyesuaian

$$FP = \frac{UR}{10}$$

LER = 80,327x (10/10)

LER = 80,327 ESAL/hari

### 5.3.7 Faktor Regional

Ditentukan berdasarkan iklim, kelandaian, dan persentase jumlah kendaraan berat untuk ruas jalan Karanggeneng dengan rincian sebagai berikut:

1. Berdasarkan data curah dari sumber BMKG Yogyakarta menyatakan bahwa curah hujan yang terjadi < 900 mm/thn (Iklim II).
2. Kelandaian jalan berdasarkan dari sumber Bina Marga sebesar 7 % (Kelandaian II).
3. Persentase jumlah kendaraan berat berdasarkan LHR tahun 2016 dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Persentase kendaraan berat} = \frac{\text{LHR kendaraan berat}}{\text{LHR kendaraan total}} \times 100\%$$

$$\text{Persentase kendaraan berat} = \frac{316}{104+316} \times 100\% = 75,24\%$$

Kemudian melihat iklim curah hujan di daerah tersebut yaitu <900 mm/thn, kelandaian jalan 7 % dan prosentase kendaraan beratnya  $\geq 30\%$  maka mengacu pada Tabel 3.4, maka FR = 1,5 – 2,0 dan di ambil FR = 1,5.

### 5.3.8 Indeks Permukaan

Indeks permukaan pada akhir umur rencana pada ruas jalan ini dipakai berdasarkan Tabel 3.5 dengan klasifikasi jalan lokal dengan LER sebesar 80,327 ESAL/hari, diperoleh nilai IPT = 1,5 – 2,0, sehingga nilai IPT yang dipakai dalam analisis ini yaitu 2,0. Sedangkan untuk nilai indeks permukaan awal (IPO) pada awal umur rencana untuk lapisan permukaan digunakan laston, maka diperoleh nilai IPO 3,9 – 3,5.



### 5.3.9 Nilai CBR

Nilai CBR diperoleh dari hasil pengamatan lapangan menggunakan alat DCP (*Dynamic Cone Penentrometer*). Pemeriksaan ini dilakukan pada bahu jalan. Gambar dari pemeriksaan DCP di lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 5, sedangkan nilai pengukuran CBR lapangan pada Lampiran 6. Data CBR untuk jalur evakuasi Merapi ruas jalan kabupaten pada Desa Umbulharjo – Wukirsari pada Tabel 5.14.

**Tabel 5.14** Nilai CBR

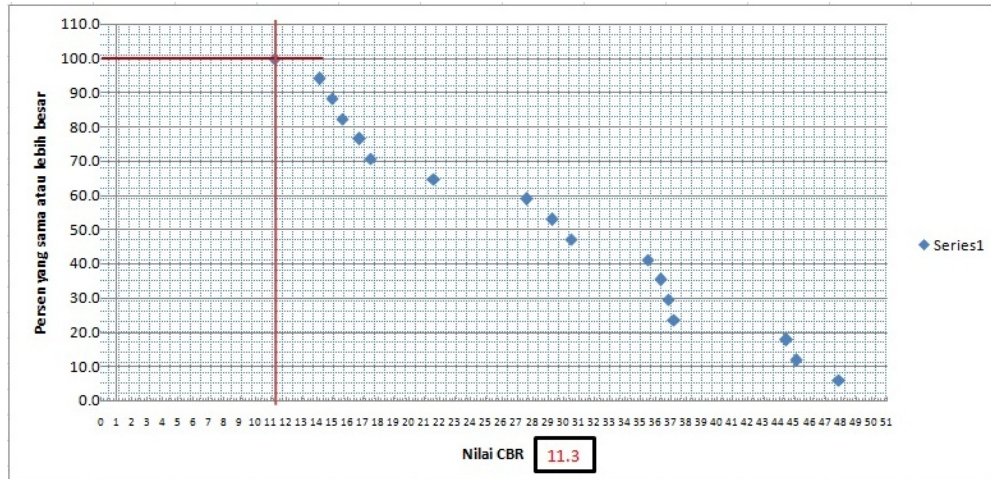
No	STA	NilaiCBR
1	0+100	5,24 %
2	0+200	15 %
3	0+300	47,9 %
4	0+400	27,6 %
5	0+500	37,2 %
6	0+600	44,5 %
7	0+700	29,3 %
8	0+800	21,6 %
9	0+900	4,02 %
10	1+000	36,3 %
11	1+100	15,7 %
12	1+200	16,8 %
13	1+300	36,8 %
14	1+400	17,5 %
15	1+500	35,5 %
16	1+600	45,1 %
17	1+700	11,3 %
18	1+800	5,71 %
19	1+900	14,2 %
20	2+000	30,5 %

Dari data *CBR* pada lokasi pengamatan, nilai *CBR* yang mewakili dapat dicari dengan persentase jumlah yang sama atau lebih besar, Hasil perhitungan persentase *CBR* dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini:

**Tabel 5.15** Persentase *CBR*

No	STA	Nilai <i>CBR</i>	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen yang sama atau lebih besar
1	1+700	11,3 %	17	100 %
2	1+900	14,2 %	16	94,1 %
3	0+200	15,0 %	15	88,2 %
4	1+100	15,7 %	14	82,4 %
5	1+200	16,8 %	13	76,5 %
6	1+400	17,5 %	12	70,6 %
7	0+800	21,6 %	11	64,7 %
8	0+400	27,6 %	10	58,8 %
9	0+700	29,3 %	9	52,9 %
10	2+000	30,5 %	8	47,1 %
11	1+500	35,5 %	7	41,2 %
12	1+000	36,3 %	6	35,3 %
13	1+300	36,8 %	5	29,4 %
14	0+500	37,2 %	4	23,5 %
15	0+600	44,5 %	3	17,6 %
16	1+600	45,1 %	2	11,8 %
17	0+300	47,9 %	1	5,9 %

Untuk mencari nilai *CBR* terpakai menggunakan grafik hubungan antara (%) persen yang sama dengan nilai *CBR* pada bahu jalan (%) seperti pada Gambar 5.5 berikut ini:



**Gambar 5.5** Grafik Penentuan CBR Desain 100 %

Dari Gambar 5.5 diperoleh nilai CBR 100 *percentile* sebesar 11,3% dan digunakan sebagai CBR desain.

### 5.3.10 Daya Dukung Tanah (DDT)

Daya dukung tanah dasar ditetapkan sesuai dengan Persamaan 3.11. Untuk nilai CBR dan koefisien kekuatan relatif ( $a$ ) di dapat dari tabel 3.7. Adapun nilai DDT untuk tiap lapis perkerasan adalah sebagai berikut:

- a. *Surface course* : HRS-WC (LATASTON) dengan  $MS = 454$  kg dan  $a_1 = 0,32$
- b. *Base course* : HRS-Base (LATASTON) dengan  $a_{2.1} = 0,32$   
 Batu pecah kelas A dengan CBR = 100% dan  
 $a_{2.2} = 0,14$ , sehingga nilai DDT1 didapat :  
 $DDT1 = 1,7 + 4,3 \log(100) = 10,3\%$
- c. *Subbase course* : Sirtu kelas B dengan CBR = 50% dan  
 $a_3 = 0,12$ , sehingga nilai DDT2 didapat :  
 $DDT2 = 1,7 + 4,3 \log(50) = 9,0 \%$
- d. *Subgrade* : CBR = 11,3 %, sehingga nilai DDT3 didapat :  
 $DDT3 = 1,7 + 4,3 \log(7,6) = 6,2 \%$ .

### 5.3.11 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Dengan menggunakan nomogram ITP yang dikeluarkan oleh Bina Marga dalam Metode Analisa Komponen 1987 dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

$$IP_0 = 3,9 - 3,5$$

$$IP_t = 2$$

$$DDT_1 = 10,3 \%$$

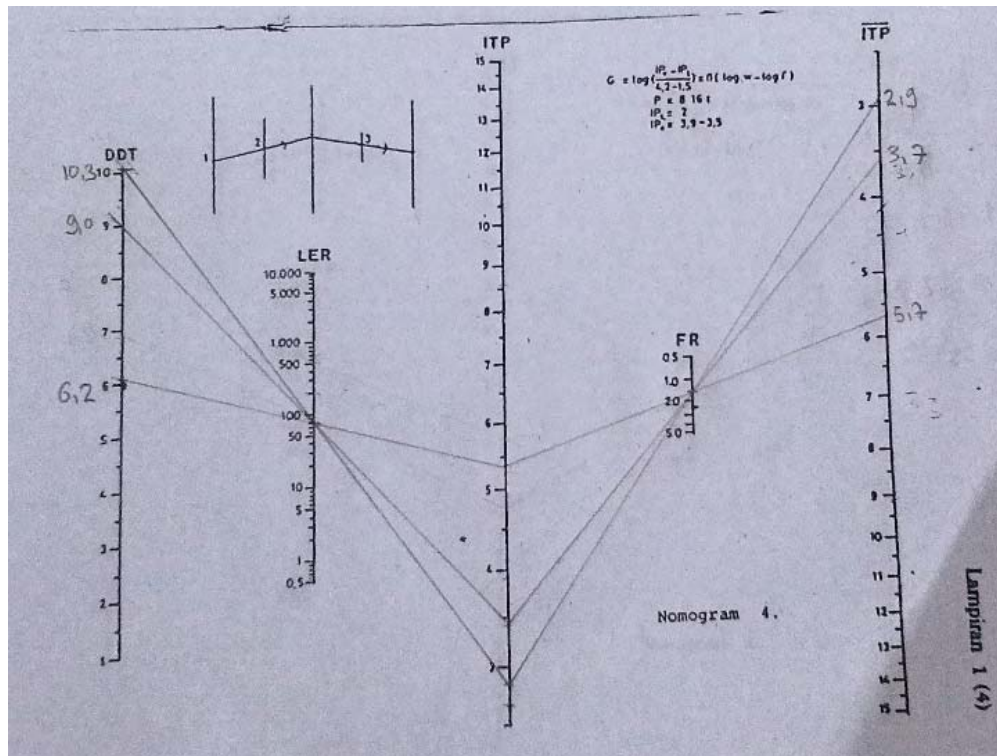
$$DDT_2 = 9,0 \%$$

$$DDT_3 = 6,2 \%$$

$$LER = 80,327 \text{ ESAL/hari}$$

$$FR = 1,5$$

Maka diperoleh nilai ITP dengan menggunakan nomogram 4 didapatkan nilai ITP Dengan memplotkan DDT, LER, FR. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut ini:



Gambar 5.6 Hasil Penggunaan Nomogram Korelasi DDT, LER, FR dan ITP

$$\left. \begin{array}{l} ITP_1 = DDT_1 = 10,3 \\ LER = 80,327 \\ FR = 1,5 \end{array} \right\} ITP_1 = 2,9$$

$$\left. \begin{array}{l} ITP_2 = DDT_2 = 9,0 \\ LER = 80,327 \\ FR = 1,5 \end{array} \right\} ITP_2 = 3,7$$

$$\left. \begin{array}{l} ITP_3 = DDT_3 = 5,4 \\ LER = 80,327 \\ FR = 1,5 \end{array} \right\} ITP_3 = 5,7$$

### 5.3.12 Menetapkan Tebal Lapis Tambahan

Hasil penelitian kondisi jalan menunjukkan bahwa permukaan jalan terlihat mengalami banyak retak. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa kondisi perkerasan sekarang telah mengalami penurunan indeks permukaan yang dinyatakan dalam nilai PSI keseluruhan segmen sebesar 2,407. Untuk perencanaan tebal perkerasan selama 10 tahun dipakai nilai PSI sebesar 1,699 yang diambil dari nilai PSI terendah dari seluruh *stationing* yaitu pada *stationing* 0+300 - 0+400 arah Umbulharjo - Wukirsari rating *poor*. Pengambilan nilai PSI terendah dari seluruh *stationing* dilakukan agar pada *stationing* yang kondisi ratingnya *poor* dapat ditingkatkan ratingnya menjadi *good*. Waktu awal perencanaan IP sebesar 3,7 dengan demikian kondisi perkerasan jalan lama sekarang yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kondisi Perkerasan existing} &= (\text{Nilai PSI/Nilai IPO}) \times 100 \% \\ &= (1,699/3,7) \times 100 \% \\ &= 45,918 \% \end{aligned}$$

$$\text{Tebal lapis permukaan awal} = 2,5 \text{ cm.}$$

$$\text{Kondisi sekarang} = 45,918 \% \times 2,5 \text{ cm} = 1,148 \text{ cm}$$

Kondisi lapis permukaan sekarang sebesar = 45,918 % dari kondisi awal sebesar 2,5 cm, sehingga setara dengan ketebalan 1,148 cm. Kondisi lapis pondasi batu pecah umumnya tidak mengalami retak atau kerusakan lainnya, sehingga dengan melihat pada Tabel 3.9, kondisi lapis pondasi atas yaitu sebesar 90 - 100 % dan lapis pondasi bawah 90 - 100%, kemudian diasumsikan kondisi lapis pondasi atas 95 % dan pondasi bawah 100 %. Analisa tebal perkerasan pada tiap lapisan adalah sebagai berikut :

HRS-WC (LATASTON) (MS 454 kg)	= 0,459 x 0,32 x 2,5	= 0,36
HRS-Base (LATASTON)	= 0,95 x 0,32 x 3,0	= 0,91
Batu pecah Kelas A (CBR 100%)	= 0,95 x 0,14 x 10	= 1,33
Sirtu Kelas B (CBR 50%)	= <u>1,00 x 0,12 x 15</u>	= <u>1,80</u> +
ITP ada		= 4,40

- Untuk UR 10 tahun :

$$\Delta ITP = ITP_{10} - ITP \text{ ada} = 5,70 - 4,40 = 1,30$$

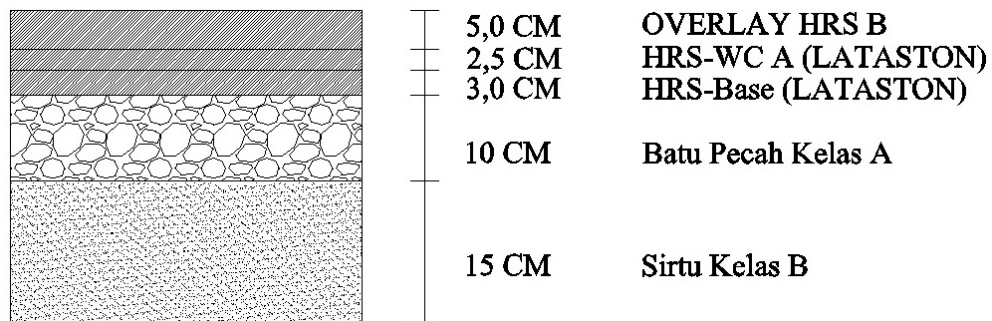
- Lapis tambahan

$$ITP = a1.D1$$

$$1,30 = 0,32.D1$$

$$D1 = 4,1 \text{ cm} \longrightarrow \text{dipakai } 5 \text{ cm (ITP } 3,00\text{-}6,70 \text{ minimal } D1 = 5,0 \text{ cm)}$$

Gambar lapis tambahan (*overlay*) dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini:



**Gambar 5.7** Lapis Perkerasan Baru dengan Metode Analisis Komponen (Bina Marga 1987)

#### 5.4 PEMBAHASAN

Jenis kerusakan jalan yang diperhitungkan dalam *Present Serviceability Index* adalah *slope variance*, *ruth depth*, *crack*, dan *patching/potholes*. Adapun untuk cara pengambilan data lapangan *slope variance* dan *ruth depth* dapat dilihat di Lampiran 15 pada Gambar 1.2. Kerusakan jalan berupa *crack* dan *patching/potholes* dapat dilihat di Lampiran 15 pada Gambar 1.3. Penurunan PSI akibat kerusakan jalan paling besar dipengaruhi oleh faktor *slope variance* yaitu 42,196 untuk arah Wukirsari - Umbulharjo dan 52,328 untuk arah Umbulharjo - Wukirsari. Adapun untuk *ruth depth* memberikan penurunan sebesar 0,174 untuk arah Wukirsari - Umbulharjo dan 0,434 untuk arah Umbulharjo - Wukirsari sedangkan untuk *crack* dan *patching/potholes* memberikan penurunan sebesar 3,675 untuk arah Wukirsari - Umbulharjo dan 6,095 untuk arah Umbulharjo - Wukirsari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5.7 nilai PSI terendah berada pada sta 0+300 - 0+400 arah Umbulharjo - Wukirsari yaitu 1,699 dengan rating *poor*. Tetapi secara garis besar diketahui bahwa kinerja perkerasan jalur evakuasi Merapi ruas jalan kabupaten pada Desa Umbulharjo – Wukirsari ini masih dalam kondisi cukup baik dengan nilai PSI rata-rata sebesar 2,728 (*fair*) untuk arah Wukirsari – Umbulharjo dan 2,087 (*fair*) untuk arah Umbulharjo - Wukirsari, sedangkan untuk nilai PSI rata-rata keseluruhan segmen untuk 2 arah sebesar 2,407 dengan rating *fair*. Untuk hasil persentase rating PSI untuk arah Wukirsari – Umbulharjo didominasi oleh *fair* yaitu sebesar 65,38% dan untuk arah Umbulharjo - Wukirsari didominasi oleh *fair* sebesar 42,31%, dengan nilai rata – rata keseluruhan didapat rating *fair* sesuai dengan Tabel 5.8.

Tebal perkerasan lapis tambahan (*overlay*) yang dibutuhkan dihitung berdasarkan metode Analisa Komponen (Bina Marga,1987). Adapun sebagai patokan untuk menghitung *overlay* ini berdasarkan nilai PSI terendah yaitu 1,699 dengan rating *poor* pada sta 0+300 - 0+400 arah Umbulharjo - Wukirsari agar kondisi jalan dapat ditingkatkan ratingnya menjadi *good*. Dari hasil evaluasi diketahui kondisi struktural lapis perkerasan saat ini tersisa 45,918 % untuk lapis permukaan, 95 % untuk lapis pondasi atas, dan 100 % untuk lapis pondasi bawah. Untuk memenuhi kebutuhan 10 tahun kedepan dengan LER sebesar 80,327

ESAL/hari, dibutuhkan penambahan lapis perkerasan 5 cm untuk lapis permukaan. Pengerjaan lapis tambahan (*overlay*) ini dengan menambal pada kerusakan *potholes*, membongkar kemudian mengisi/menutup celah-celah pada kerusakan *crack*, dan memberi lapisan tambahan (*overlay*). Untuk desain *overlay* dapat dilihat pada Gambar 5.7.

Kurangnya data yang dimiliki instansi terkait, mengindikasikan kurangnya perhatian pemerintah terhadap kerusakan jalan yang terjadi pada jalur evakuasi. Padahal kegunaan jalur evakuasi sangatlah penting guna menunjang keselamatan warga lereng gunung merapi saat terjadi bencana. Diharapkan instansi terkait perlu mendokumentasikan riwayat pemeliharaan jalan dan pelaksanaan *survey* dalam bentuk data base, sehingga setiap unit segmen yang sering mengalami kerusakan bisa mendapat perhatian khusus. Sehingga proses evakuasi tidak terganggu dengan kerusakan jalan yang terjadi pada jalur evakuasi.