

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang perbaikan perkerasan di simpang empat pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri) ini bertujuan untuk menentukan alternatif desain perkerasan yang tepat dan besarnya biaya yang diperlukan. Berdasarkan tujuan tersebut, maka berikut ini pemaparan hasil analisis terhadap data yang didapatkan.

5.1. Survey dan Pengumpulan Data

Pada tahap analisis data dan pembahasan dibutuhkan data-data yang diperoleh melalui survey lapangan dan pengumpulan data dari Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan ESDM Daerah Istimewa Yogyakarta.

5.1.1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung atau hasil penelitian dari lapangan.

a. Survey Kondisi Jalan

Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri) mempunyai lebar eksisting 5 m yang terdiri dari 2 lajur 2 arah dan pada STA 0+000 terdapat persimpangan bersinyal yang kondisi perkerasannya rusak akibat gaya rem. Kondisi simpang ditampilkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Kondisi Simpang di Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri)
(Sumber: Data Primer)

Pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri) terdapat kerusakan-kerusakan pada bagian permukaan aspal. Untuk menentukan jenis kerusakan yang terjadi pada STA 0+000 sampai dengan STA 0+100 diambil 3 lokasi sampel yaitu pada STA 0+000, STA 0+000 s.d. STA 0+050, dan STA 0+050 s.d. STA 0+100 dengan menggunakan metode RCI (*Road Condition Index*) berdasarkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Kondisi Permukaan Jalan secara Visual Berdasarkan Nilai RCI

RCI	Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual
8 – 10	Sangat rata dan teratur
7 – 8	Sangat baik, umumnya rata
6 – 7	Baik, sedikit sekali permukaan jalan yang tidak rata, tidak ada lubang
5 – 6	Cukup, sedikit sekali atau tidak ada lubang, tetapi permukaan jalan tidak rata
4 – 5	Jelek, kadang – kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata
3 – 4	Rusak, bergelombang, banyak lubang
2 – 3	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan hancur
≤ 2	Tidak dapat dilalui, kecuali dengan 4 D jeep

Sumber: Sukirman, 1992

Foto-foto hasil survey kondisi permukaan jalan ditampilkan pada Gambar 5.2, Gambar 5.3, dan Gambar 5.4.



Gambar 5.2. Kondisi Permukaan Jalan STA 0+000
(*Sumber: Data Primer*)



Gambar 5.3. Kondisi Permukaan Jalan STA 0+050
(*Sumber: Data Primer*)



Gambar 5.4. Kondisi Permukaan Jalan STA 0+100
(*Sumber: Data Primer*)

Hasil survey dengan metode RCI (*Road Condition Index*) ditampilkan seperti dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil Survey RCI

Lokasi (STA)	Nilai RCI	RCI Rata-rata
0 + 000		5,2
	5,9	
0 + 050		
	4,5	
0 + 100		

Berdasarkan nilai RCI (*Road Condition Index*) rata-rata yang diperoleh yaitu sebesar 5,2 menunjukkan bahwa kondisi permukaan jalan adalah cukup, sedikit sekali atau tidak ada lubang, tetapi permukaan jalan tidak rata. Dengan kondisi tersebut maka dapat diambil langkah perbaikan yaitu dengan lapis tambah (*overlay*).

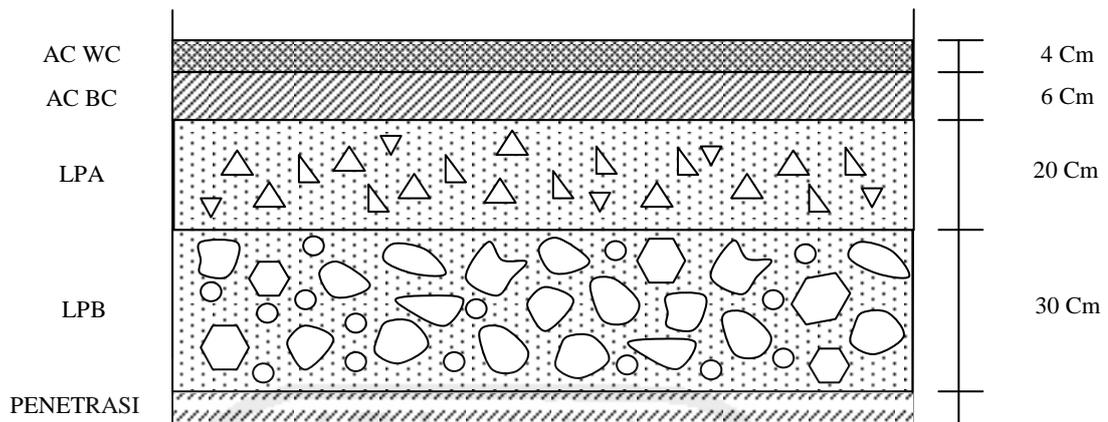
Selain diambil langkah perbaikan dengan lapis tambah (*overlay*), langkah perbaikan lain yang dilakukan adalah penggantian lapis perkerasan lentur dengan dengan lapis perkerasan kaku dikarenakan lokasi penelitian yang berada di daerah simpang bersinyal dimana perkerasan lentur menjadi rusak akibat adanya gaya rem dari kendaraan yang akan berhenti saat sinyal menyala merah.

5.1.2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dengan cara mengumpulkan data dari Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan ESDM Daerah Istimewa Yogyakarta. Data-data yang diperoleh diuraikan seperti di bawah ini.

a. Jenis Perkerasan Eksisting

Kondisi perkerasan eksisting pada ruas jalan tersebut terdiri dari AC WC, AC BC, LPA, dan LPB yang ditampilkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Kondisi Perkerasan Eksisting

(Sumber: Bidang Bina Marga DIY,2015)

b. Lalu Lintas Harian Rata-rata

Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) diperoleh dari hasil survey yang dilakukan oleh Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan ESDM Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil survey Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) tersebut dikonversikan dengan nilai Faktor Kerusakan Akibat Beban Kendaraan (*Vehicle Damage Factor*) standar yang diambil dari Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 seperti pada Tabel 3.5, dan hasil perhitungan CESA selengkapnya dapat dilihat pada lampiran halaman L-1 dan L-2.

Hasil survey Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) ini dihitung tiap arah bertujuan untuk menyesuaikan dengan desain perkerasan pada alternatif 1 yaitu dengan metode pelebaran menggunakan aspal (*flexible pavement*), pelapisan ulang (*overlay*), dan penggantian aspal lama dengan perkerasan beton semen (*rigid pavement*). Adapun hasil survey Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) disajikan pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4.

Tabel 5.3. Hasil Survey Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)
Arah Lalu Lintas Ruas Jalan Barongan – Yogyakarta

No	Jenis kendaraan	VDF	LHR
1	Sedan, jeep, dan Station Wagon	0,0025	1017
2	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	0,0077	22
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box	0,0034	692
4	Bus Kecil	0,3000	132
5	Bus Besar	1,0000	12
6	Truk 2 sumbu 4 roda	1,6000	190
7	Truk 2 sumbu 6 roda	7,3000	0
8	Truk 3 sumbu	28,1000	0
9	Truk Gandengan	30,3000	0
10	Truk Semi Trailer	41,6000	0
	Jumlah		2065

Sumber: Bidang Bina Marga DIY,2015

Dari data di atas, diperoleh hasil perhitungan lalu lintas untuk ruas jalan Barongan – Yogyakarta adalah $3,4 \times 10^6$ CESA₅.

Tabel 5.4. Hasil Survey Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)
Arah Lalu Lintas Ruas Jalan Yogyakarta - Barongan

No	Jenis kendaraan	VDF	LHR
1	Sedan, jeep, dan Station Wagon	0,0025	1501
2	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	0,0077	24
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box	0,0034	716
4	Bus Kecil	0,3000	15
5	Bus Besar	1,0000	17
6	Truk 2 sumbu 4 roda	1,6000	160
7	Truk 2 sumbu 6 roda	7,3000	0
8	Truk 3 sumbu	28,1000	0
9	Truk Gandengan	30,3000	0
10	Truk Semi Trailer	41,6000	0
	Jumlah		2433

Sumber: Bidang Bina Marga DIY,2015

Dari data di atas, diperoleh hasil perhitungan lalu lintas untuk ruas jalan Yogyakarta - Barongan adalah $2,6 \times 10^6$ CESA₅.

Pada kedua tabel di atas, dapat dilihat bahwa jumlah kendaraan yang berasal dari arah lalu lintas Yogyakarta – Barongan lebih besar jika dibandingkan dengan jumlah kendaraan dari arah lalu lintas Barongan – Yogyakarta. Akan tetapi setelah dikonversikan dengan Faktor Ekvivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) standar, ternyata Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dari arah Barongan – Yogyakarta hasilnya lebih besar dibandingkan dengan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dari arah Yogyakarta – Barongan. Hal itu terjadi karena dari arah Barongan – Yogyakarta, kendaraan berat yang melintas, yaitu bus dan truk, jauh lebih banyak dibandingkan dari arah Yogyakarta – Barongan.

b. Hasil Tes CBR

Nilai kekuatan tanah dasar ditentukan dengan nilai CBR yang merupakan hasil dari pengujian DCP. Data yang diperoleh dari Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan ESDM Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan bahwa CBR di lokasi penelitian adalah 4,81%. Menurut Braja M. Das (1995), tanah dengan CBR 3-7% merupakan tanah dengan jenis OH (lempung anorganik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi), CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung “gemuk”), atau MH (lanau anorganik atau pasir halus diatomae, lanau yang elastis) sehingga pada pekerjaan pelebaran dibutuhkan perbaikan tanah dasar.

c. Data Hasil Survey Lendutan Balik (*Benkelman Beam*)

Hasil survey lendutan balik (*Benkelman Beam*) dapat dilihat pada lampiran dan hasil resume survey lendutan balik (*Benkelman Beam*) disajikan dalam Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Hasil Resume Survey Lendutan Balik (*Benkelman Beam*)

Ruas	STA	Panjang (km)	Lend. Max. (mm)	Lend. Min. (mm)	Lend. Rata-2 (mm)	Deviasi Standard (mm)	Lendutan Mewakili (mm)	F.K %
Yogya - Barongan STA. 0+000 - 3+425	0,000 - 3,425	3,425	1,3258	0,8686	1,1302	0,1327	1,3491	11,74

Sumber: Bidang Bina Marga DIY, 2015

d. Harga Satuan

Harga satuan pekerjaan diperoleh dari sumber Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan ESDM Daerah Istimewa Yogyakarta berupa Satuan Harga Barang dan Jasa (SHBJ) DIY tahun 2015.

5.2. Analisis Data

Data-data yang telah diperoleh baik dari hasil survey lapangan maupun diperoleh dari instansi terkait dianalisis hingga mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

5.2.1. Pelebaran

Menurut data LHR diketahui bahwa hasil dari perhitungan lalu lintas arah Yogyakarta-Barongan adalah $2,6 \times 10^6$ CESA₅, sedangkan hasil dari perhitungan lalu lintas arah Barongan-Yogyakarta adalah $3,4 \times 10^6$ CESA₅.

Pelebaran dilakukan pada lajur arah Yogyakarta-Barongan. Data CBR tanah dasar yang diperoleh adalah 4,81%.

Langkah selanjutnya adalah menentukan tebal peningkatan tanah dasar yang dapat dilihat pada Tabel 3.6 yang terdapat pada Bab III. Berdasarkan tabel tersebut dapat ditentukan bahwa tebal peningkatan tanah dasar sebesar 150 mm. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dapat dilihat pada Tabel 3.7 yang bersumber dari Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 dan disajikan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Tebal Lapis Perkerasan Pada Pelebaran

Jenis Perkerasan	Tebal (mm)
AC WC	40
AC Binder	60
AC Base	70
LPA	300

5.2.2. Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Perkerasan Lentur

Berdasarkan data hasil dari Tabel 5.5 tebal lapis tambah ditentukan seperti perhitungan berikut ini.

$$D_{\text{rata-rata}} = 1,1302 \text{ mm}$$

$$D_{\text{wakil}} = 1,3491 \text{ mm}$$

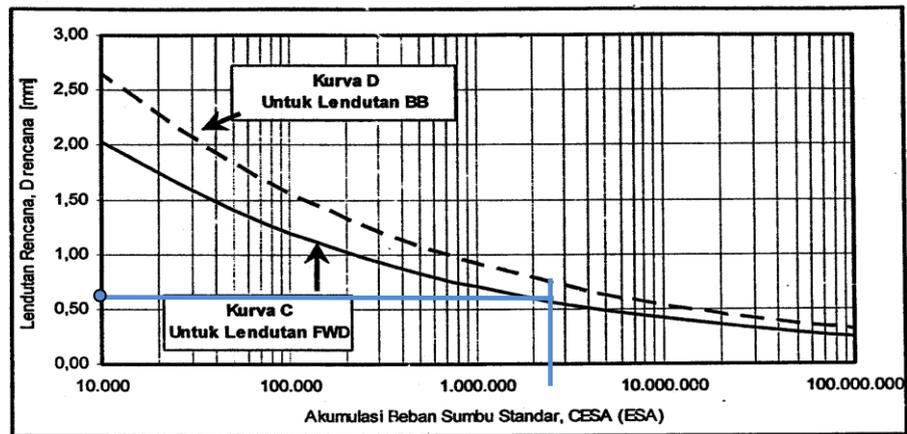
$$SD = 0,1327$$

$$\begin{aligned} D_{\text{rencana}} &= 22,208 \times CESA^{(-0,2307)} \\ &= 22,208 \times (2,6 \times 10^6)^{(-0,2307)} \\ &= 0,73 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tebal lapis tambah dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Ho &= \{ \ln(1,0364) + \ln(D_{\text{wakil}}) - \ln(D_{\text{rencana}}) \} / 0,0597 \\ &= \{ \ln(1,0364) + \ln(1,3491) - \ln(0,73) \} / 0,0597 \\ &= 10,8 \text{ cm} \end{aligned}$$

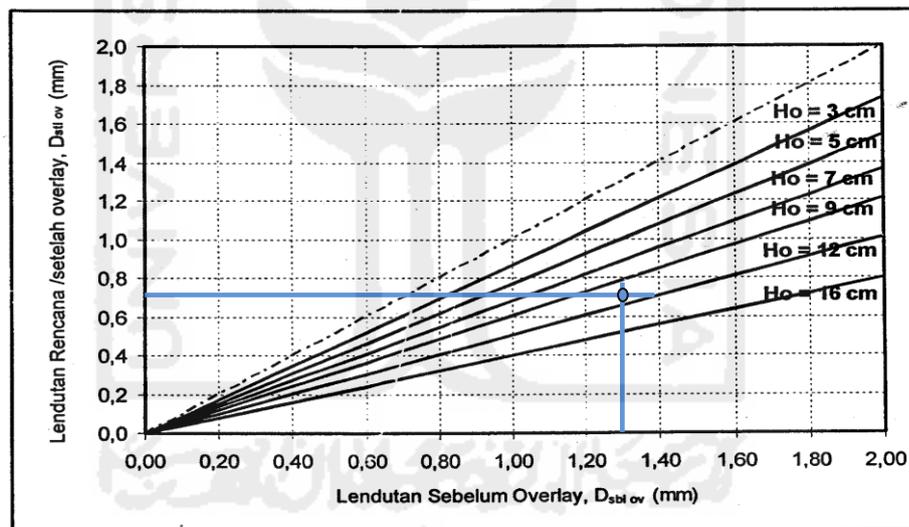
Perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) dapat juga ditentukan dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.22 dan Gambar 3.23. Grafik pada Gambar 3.22 menyajikan hubungan antara lendutan dan lalu lintas yang menghasilkan lendutan rencana seperti ditampilkan pada Gambar 5.6. Setelah mendapatkan hasil lendutan rencana, maka hasil tersebut diplotkan pada Gambar 3.23 untuk menentukan tebal lapis tambah (*overlay*) seperti ditampilkan pada Gambar 5.7.



Sumber grafik: Pd T-05-2005-B

Gambar 5.6. Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu Lintas

Dari Gambar 5.6, dapat ditentukan bahwa lendutan rencana sebesar 0,70 mm. Kemudian lendutan rencana diplotkan pada grafik 3.23 seperti pada Gambar 5.7.



Sumber grafik: Pd T-05-2005-B

Gambar 5.7. Tebal Lapis Tambah (*overlay*)

Berdasarkan Gambar 5.7, tebal lapis tambah (*overlay*) adalah 10,8 cm. Dari hasil tersebut, tebal lapis tambah (*overlay*) yang digunakan adalah 11 cm yang terdiri dari AC-WC 4 cm dan AC-BC 7 cm sesuai dengan Tabel Desain Perkerasan Lentur – Aspal 02/M/BM/2013, untuk lapis aus AC-WC yang

dijinkan minimum 4 cm dan untuk lapis permukaan antara AC-BC diijinkan minimum 6 cm.



5.2.3. Penggantian Perkerasan Aspal Lama Dengan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Hasil survey lalu lintas di ruas jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri) arah Yogyakarta-Barongan adalah $2,6 \times 10^6$ CESA₅ dan arah Barongan-Yogyakarta adalah $3,4 \times 10^6$ CESA₅. Lalu lintas tersebut menurut Tabel 3.8 yang bersumber dari Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 merupakan jalan kolektor dengan lalu lintas rendah dengan umur rencana 20 tahun.

Untuk menentukan ketebalan perkerasan kaku pada jalan dengan lalu lintas rendah dapat dilihat pada Tabel 3.9. Kondisi tanah pada lokasi penelitian merupakan tanah lunak dengan lapis penopang, tanpa bahu terikat, dan dapat diakses oleh truk, sehingga tebal perkerasan kaku yang diambil adalah 200 mm atau 20 cm.

Tabel 3.9 menyatakan bahwa dowel dan LMC (*Lean Mix Concrete*) tidak dibutuhkan, tetapi pada penelitian ini dowel dan LMC (*Lean Mix Concrete*) tetap digunakan karena apabila tidak menggunakan dowel, lapisan beton dapat melenting. Sedangkan LMC (*Lean Mix Concrete*) berfungsi sebagai lapis pondasi dan lantai kerja. Tebal LMC (*Lean Mix Concrete*) adalah 10 cm.

Penulangan yang direncanakan seperti berikut ini.

- a. Tebal plat 20 cm.
- b. Lebar plat:
 - 1) alternatif 1 = 350 cm;
 - 2) alternatif 2 = 2 x 350 cm.
- c. Panjang plat 20 x 500 cm.
- d. Sambungan melintang (*dowel*) digunakan ruji polos diameter 32 mm, panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm.
- e. Sambungan memanjang (*tie bar*) digunakan baja ulir diameter 16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm.

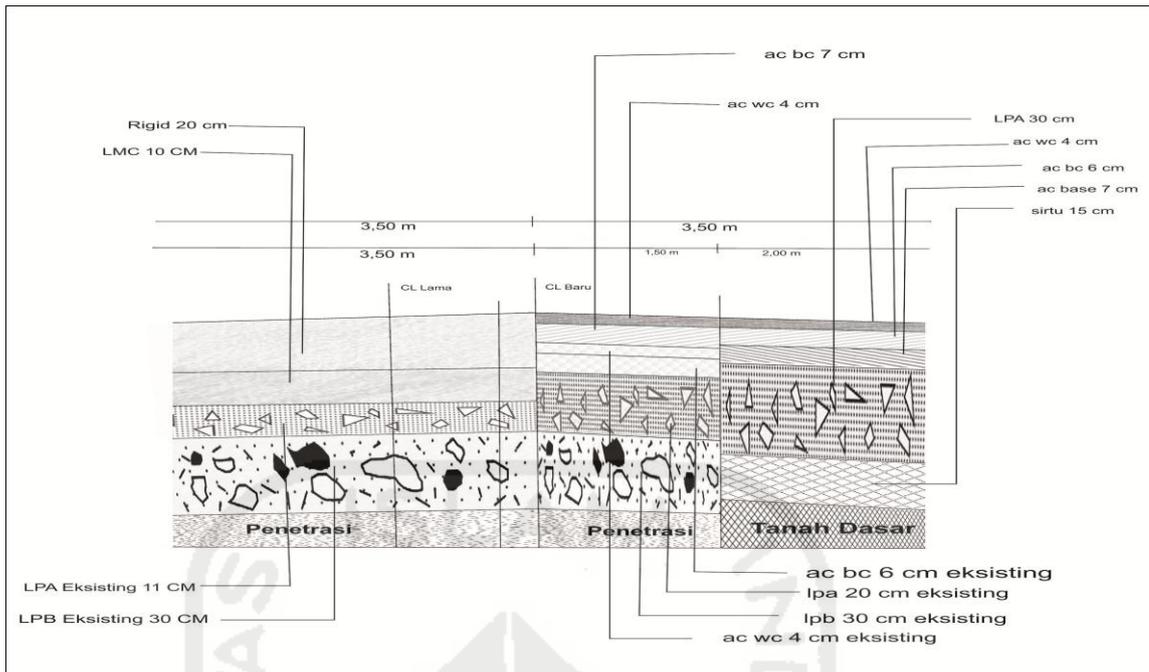
5.2.4. Rangkuman Dimensi Perbaikan Perkerasan

Ukuran dimensi perbaikan perkerasan untuk simpang empat Giwangan pada Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri) dapat ditentukan dari perhitungan-perhitungan di atas dan semuanya dirangkum pada Tabel 5.7.

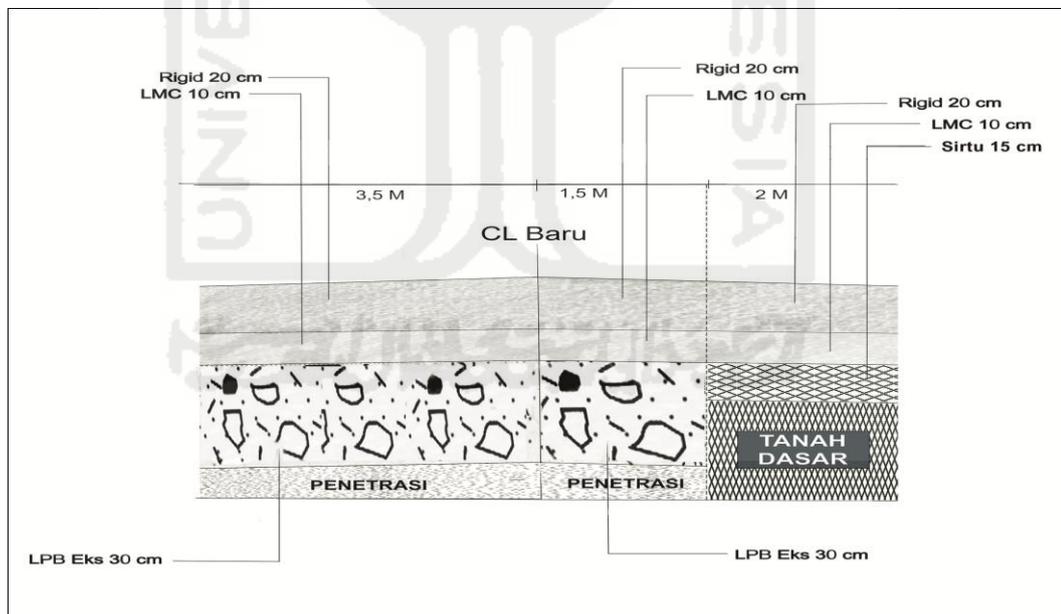
Tabel. 5.7. Rangkuman Dimensi Perbaikan Perkerasan

Pelebaran (Flexible Pavement)		Lapis Tambah (Overlay)		Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)	
AC WC	4 cm	AC WC	4 cm	Tebal	20 cm
AC Binder	6 cm			Lebar	350 cm
AC Base	7 cm	AC Binder	7 cm	Panjang	500 cm
LPA	30 cm			Tebal LMC	10 cm
				Dowel	Ruji polos, D32, panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm
Sirtu	15 cm			Tie Bar	Baja ulir, D16, panjang 70 cm, jarak antar ruji 75 cm

Gambar desain perkerasan untuk simpang empat Giwangan pada Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri) disajikan pada Gambar 5.4 untuk alternatif 1 dan Gambar 5.5 untuk alternatif 2.



Gambar 5.8. Desain Perkerasan Alternatif 1
(Arah menuju Yogyakarta)



Gambar 5.9. Desain Perkerasan Alternatif 2
(Arah menuju Yogyakarta)

5.3. Analisis Biaya

Analisis biaya dilakukan untuk menghitung biaya perbaikan perkerasan di simpang empat pada ruas jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri) untuk masing-masing alternatif yang diusulkan dan kemudian dibandingkan antara keduanya hingga menemukan alternatif yang paling ekonomis.

5.3.1. Biaya Perbaikan Pekerjaan

Besarnya biaya pelaksanaan suatu proyek dapat dihitung dari analisis harga satuan pekerjaan. Untuk melakukan analisis ini diperlukan harga satuan dasar tenaga, bahan, dan peralatan yang sesuai dengan kondisi di lokasi proyek.

Analisis biaya untuk mendapatkan harga satuan pekerjaan selengkapnya disajikan di lampiran halaman L-3 dan L-5. Perhitungan biaya perbaikan Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri) ditampilkan pada Tabel 5.8 yaitu biaya perbaikan alternatif 1 dengan metode pelebaran menggunakan aspal (*flexible pavement*), pelapisan ulang (*overlay*), dan penggantian aspal lama dengan perkerasan beton semen (*rigid pavement*) serta Tabel 5.9 yaitu biaya perbaikan alternatif 2 dengan menggunakan metode perkerasan beton semen (*rigid pavement*).

Tabel 5.8. Biaya Perbaikan Alternatif 1

No	Uraian	Harga Pekerjaan (Rp)
1	Pekerjaan Tanah	29.466.188,38
2	Perkerasan Berbutir	205.427.014,98
3	Perkerasan Aspal	159.368.129,09
Jumlah Harga Pekerjaan		394.261.332,45
Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 10%		39.426.133,24
Total		433.687.465,69
Dibulatkan		433.688.000,00

Sumber : Hasil Perhitungan Lampiran L-3

Tabel 5.9. Biaya Perbaikan Alternatif 2

No	Uraian	Harga Pekerjaan (Rp)
1	Pekerjaan Tanah	42.405.910,91
2	Perkerasan Berbutir	360.831.612,49
3	Struktur	2.799.675,00
Jumlah Harga Pekerjaan		406.037.198,40
Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 10%		40.603.719,84
Total		446.640.918,24
Dibulatkan		446.641.000,00

Sumber : Hasil Perhitungan Lampiran L-5

Dari hasil analisis biaya diperoleh total biaya perbaikan untuk alternatif 1 adalah Rp 433.688.000,- dan total biaya perbaikan untuk alternatif 2 adalah Rp 446.641.000,-.

5.3.2. Biaya Pemeliharaan

Pemeliharaan jalan bertujuan untuk mempertahankan kondisi jalan mantap sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya pada saat jalan tersebut dibangun dan dioperasikan sampai dengan tercapainya umur rencana yang telah ditentukan (Rahman, 2011). Untuk memelihara jalan agar tetap dalam kondisi mantap tentunya membutuhkan biaya.

5.3.2.1. Biaya Pemeliharaan Alternatif 1

Perkerasan pada alternatif 1 terdiri dari perkerasan aspal dan perkerasan beton. Dari hasil analisis pada lampiran halaman L-7, biaya pemeliharaan jalan aspal di lokasi penelitian adalah sebesar Rp 1.764.981,59.

Untuk alternatif 1 luasan perkerasan beton adalah 350 m². Kerusakan pada perkerasan beton diasumsikan sebesar 1% dari luasan permukaan setiap tahunnya yaitu seluas 3,5 m². Di dalam luasan 3,5 m² itu diasumsikan terdapat 1 (satu) titik retak yang perbaikannya adalah dengan cara *grouting*. Berdasarkan asumsi tersebut, maka pemeliharaan perkerasan beton dilakukan setiap 5 (lima) tahun sekali dimana terdapat 5 (lima) titik *grouting*.

Dari hasil analisis yang terdapat pada lampiran halaman L-8 diketahui bahwa setiap 5 titik *grouting* membutuhkan biaya sebesar Rp 448.796,23 sehingga biaya pemeliharaan perkerasan beton pada tahun ke 5 adalah sebesar Rp 448.796,23.

Menurut Prabowo (2010) dan Muhammad, Anak Agung (2012) biaya pekerjaan pemeliharaan perkerasan dicari nilai *future*-nya kemudian di-presentkan kembali menggunakan rumus (3.36) dan rumus (3.37). Biaya pekerjaan pemeliharaan aspal per tahun sebesar Rp 1.764.981,59 ditetapkan sebagai nilai P untuk perhitungan *future worth* dan digunakan tingkat inflasi 3,02%, untuk *present worth* digunakan BI rate 6,5%. Contoh perhitungan biaya pemeliharaan perkerasan aspal selama umur rencana adalah sebagai berikut.

a. Perkerasan Aspal

1) Tahun ke-1

$$F_1 = 1.764.981,59 (1+0,0302)^1$$

$$= \text{Rp } 1.818.284,03$$

$$P_1 = 1.818.284,03 \left[\frac{1}{(1+0,065)^1} \right]$$

$$= \text{Rp } 1.707.308,95$$

2) Tahun ke-2

$$F_2 = 1.764.981,59 (1+0,0302)^2$$

$$= \text{Rp } 1.873.196,21$$

$$P_2 = 1.873.196,21 \left[\frac{1}{(1+0,065)^2} \right]$$

$$= \text{Rp } 1.651.520,83$$

Perhitungan menggunakan rumus di atas dilakukan hingga tahun ke 20 (umur rencana) seperti dalam lampiran halaman L-10 sehingga dihasilkan biaya pemeliharaan aspal selama umur rencana adalah Rp 25.363.848,11.

Biaya pemeliharaan perkerasan beton sebesar Rp 448.796,23 ditetapkan sebagai nilai P dihitung setiap 5 tahun. Contoh perhitungan biaya pemeliharaan perkerasan beton selama umur rencana adalah sebagai berikut.

b. Perkerasan Beton

1) Tahun ke-5

$$F_5 = 448.796,23 (1+0,0302)^5$$

$$= \text{Rp } 520.783,15$$

$$P_5 = 520.783,15 \left[\frac{1}{(1+0,065)^5} \right]$$

$$= \text{Rp } 380.109,64$$

2) Tahun ke-10

$$F_{10} = 448.796,23 (1+0,0302)^{10}$$

$$= \text{Rp } 604.316,78$$

$$P_{10} = 604.316,78 \left[\frac{1}{(1+0,065)^{10}} \right]$$

$$= \text{Rp } 321.935,28$$

Total biaya pemeliharaan perkerasan beton untuk alternatif 1 pada tahun ke-5, 10, 15, dan 20 adalah Rp 1.205.643,26.

Dari hasil perhitungan di atas, maka total biaya pemeliharaan untuk alternatif 1 adalah Rp 25.363.848,11 + Rp 1.205.643,26 = Rp 26.569.491,37 dibulatkan menjadi Rp 26.570.000,-.

5.3.2.2. Biaya Pemeliharaan Alternatif 2

Untuk alternatif 2 luasan perkerasan beton adalah 700 m². Seperti pada alternatif 1, kerusakan pada perkerasan beton diasumsikan sebesar 1% dari luasan permukaan setiap tahunnya yaitu seluas 7 m². Jika pada alternatif 1 diasumsikan bahwa di dalam luasan 3,5 m² terdapat 1 (satu) titik retak, maka dalam luasan 7 m² diasumsikan terdapat 2 (dua) titik retak yang perbaikannya adalah dengan cara

grouting. Jika pemeliharaan dilakukan 5 (lima) tahun sekali, maka terdapat 10 (sepuluh) titik *grouting*.

Dari hasil analisis diketahui bahwa setiap 5 titik *grouting* membutuhkan biaya sebesar Rp 448.796,23 sehingga biaya pemeliharaan perkerasan beton untuk alternatif 2 adalah Rp 448.796,23 x 2 = Rp 897.592,46.

Biaya pemeliharaan perkerasan beton sebesar Rp 897.592,46 ditetapkan sebagai nilai P dihitung setiap 5 tahun. Contoh perhitungan biaya pemeliharaan perkerasan beton selama umur rencana adalah sebagai berikut.

a. Tahun ke-5

$$F_5 = 897.592,46(1+0,0302)^5$$
$$= \text{Rp } 1.041.566,31$$

$$P_5 = 1.041.566,31 \left[\frac{1}{(1+0,065)^5} \right]$$
$$= \text{Rp } 760.219,29$$

3) Tahun ke-10

$$F_{10} = 897.592,46(1+0,0302)^{10}$$
$$= \text{Rp } 1.208.633,57$$

$$P_{10} = 1.208.633,57 \left[\frac{1}{(1+0,065)^{10}} \right]$$
$$= \text{Rp } 643.870,57$$

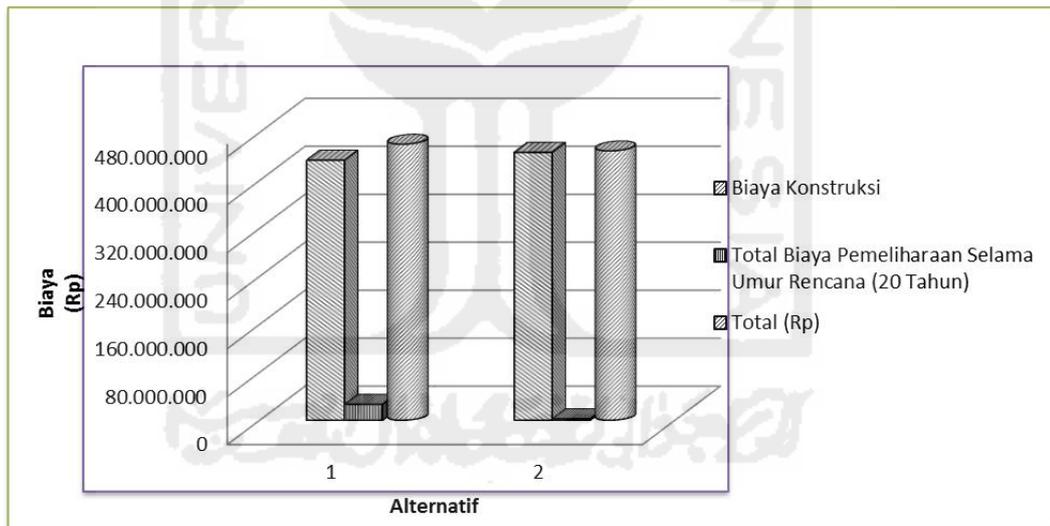
Total biaya pemeliharaan perkerasan beton untuk alternatif 2 pada tahun ke-5, 10, 15, dan 20 seperti dalam lampiran halaman L-11 adalah Rp 2.411.286,52 dibulatkan menjadi Rp 2.412.000,-.

Rangkuman perbandingan analisis biaya antara alternatif 1 dan alternatif 2 ditampilkan pada Tabel 5.10.

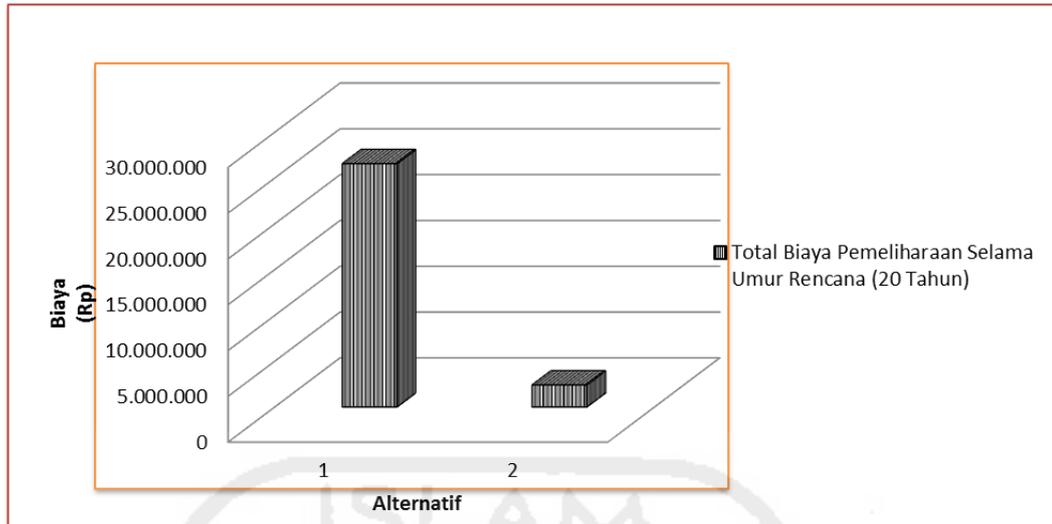
Tabel 5.10. Perbandingan Analisis Biaya

No	Uraian	Biaya Konstruksi (Rp)	Total Biaya Pemeliharaan Selama Umur Rencana (20 Tahun) (Rp)	Total (Rp)
1	Alternatif 1: a. pelebaran aspal (<i>flexible pavement</i>) b. pelapisan ulang (<i>overlay</i>) c. penggantian aspal lama dengan perkerasan beton semen (<i>rigid pavement</i>)	433.688.000	26.570.000	460.258.000
2	Alternatif 2 metode perkerasan beton semen (<i>rigid pavement</i>)	446.641.000	2.412.000	449.053.000

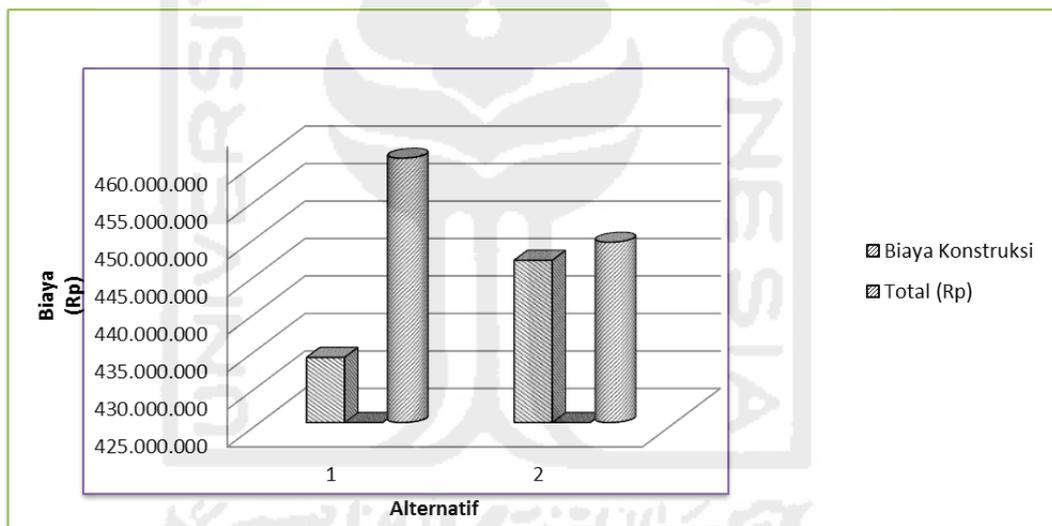
Berdasarkan Tabel 5.10 disajikan dalam bentuk grafik perbandingan analisis biaya antara alternatif 1 dan alternatif 2 ditunjukkan pada Gambar 5.10 hingga Gambar 5.12.



Gambar 5.10. Grafik Perbandingan Analisis dan Biaya



Gambar 5.11. Grafik Perbandingan Total Biaya Pemeliharaan Selama Umur Rencana (20 Tahun)



Gambar 5.12. Grafik Perbandingan Biaya Konstruksi dan Biaya Total Alternatif 1 dan Alternatif 2

Pada Gambar 5.10 hingga Gambar 5.12 dapat dijelaskan bahwa uraian biaya pekerjaan pada alternatif 1 diperoleh biaya konstruksi sebesar Rp 433.688.000,- dan biaya pemeliharaan selama 20 tahun diperoleh sebesar Rp 26.570.000,-. Sedangkan biaya pekerjaan pada alternatif 2 diperoleh biaya konstruksi sebesar Rp 446.641.000,- dan biaya pemeliharaan selama 20 tahun

diperoleh sebesar Rp 2.412.000,-. Sehingga total biaya pekerjaan masing-masing alternatif yaitu alternatif 1 Rp 460.258.000,- dan alternatif 2 Rp 449.053.000,-. Jika dibandingkan perbedaan biaya struktur perkerasan alternatif 1 dengan struktur perkerasan pada alternatif 2 terdapat selisih biaya sebesar:

$$\begin{aligned} \text{alternatif 1} - \text{alternatif 2} &= 460.258.000 - 449.053.000 \\ &= 11.205.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{selisih dalam persen} &= \frac{11.205.000}{460.258.000} \times 100\% \\ &= 2,43\% \end{aligned}$$

Gambar 5.12 memperlihatkan bahwa biaya total meliputi biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa biaya alternatif 2 (perkerasan beton semen (*rigid pavement*)) lebih murah jika dibandingkan dengan biaya alternatif 1 (pelebaran aspal (*flexible pavement*), pelapisan ulang (*overlay*), penggantian aspal lama dengan perkerasan beton semen (*rigid pavement*)) sebesar 2,43%.