

# ANALISA LIFE CYCLE COST PERKERASAN KAKU DAN LENTUR JALAN NASIONAL (STUDI KASUS: JALAN BATAS KOTA BOJONEGORO-PADANGAN)

Fendy Nur Betamal, Cahyono Bintang Nurcahyo, ST., MT., dan Prof. Indrasurya B. Mochtar, Ir., M.Sc., Ph.D.  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111  
e-mail: fbetamal@gmail.com, cbintangn@yahoo.com

**Abstrak-** Pada umumnya, jalan direncanakan memiliki umur rencana pelayanan tertentu sesuai kebutuhan dan kondisi lalu lintas yang ada, misalnya 10 sampai dengan 20 tahun, dengan harapan bahwa jalan masih tetap dapat melayani lalu lintas dengan tingkat pelayanan pada kondisi yang baik. Untuk mencapai pelayanan pada kondisi yang baik selama umur rencana tersebut, diperlukan adanya upaya pemeliharaan jalan.

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan (2013), salah satu kriteria yang harus dipenuhi dalam mendesain perkerasan jalan merupakan *life cycle cost* yang minimum.

Pada penelitian ini akan dibahas analisa biaya siklus hidup Jalan Nasional Batas Kota Bojonegoro-Padangan menggunakan parameter-parameter antara lain, biaya konstruksi (*initial cost*), biaya operasional dan pemeliharaan (*operational & maintenance cost*), dan biaya penggantian (*replacement cost*), serta nilai sisa (*residual value*).

Berdasarkan hasil perencanaan perkerasan lentur terhadap prediksi kenaikan volume lalu lintas selama 20 tahun, dihasilkan biaya awal konstruksi sebesar Rp.42,981,443,898,-, biaya pemeliharaan berkala pada tahun ke-10 sebesar Rp.32,980,356,355,- pada tahun ke-10, dan pemeliharaan rutin setiap 2 tahun sekali.

Sesuai dengan kontrak berbasis kinerja (*Performance Based Contract*) yang berlaku pada Proyek Peningkatan Struktur jalan tersebut, biaya awal konstruksi yang diperlukan sebesar Rp.95,313,606,511,- dan biaya layanan pemeliharaan sebesar Rp.15,135,257,674,-.

Total biaya yang dihasilkan menggunakan Metode Nilai Sekarang (*Present Worth Method*) untuk perkerasan lentur sebesar Rp.75,967,309,324,- dan perkerasan kaku sebesar Rp.110,448,864,185,-.

**Kata kunci:** *life cycle cost, rigid pavement, flexible pavement, performance based contract, present worth method.*

## I. PENDAHULUAN

Kerusakan Jalan Nasional akhir-akhir ini seringkali menjadi topik utama di berbagai media massa nasional. Beberapa contoh kejadian kerusakan jalan yang mengemuka, antara lain: Kerusakan infrastruktur jalan nasional di batas kota Bojonegoro-Padangan.

Pada umumnya, jalan direncanakan memiliki umur rencana pelayanan tertentu sesuai kebutuhan dan kondisi lalu lintas yang ada, misalnya 10 sampai dengan 20 tahun, dengan harapan bahwa jalan masih tetap dapat melayani lalu lintas dengan tingkat pelayanan pada kondisi yang baik. Untuk mencapai pelayanan pada kondisi yang baik selama umur rencana tersebut, diperlukan adanya upaya pemeliharaan jalan.

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan (2013), salah satu kriteria yang harus dipenuhi dalam mendesain perkerasan jalan merupakan *life cycle cost* yang minimum. Analisis biaya siklus hidup menggunakan parameter-parameter antara lain biaya konstruksi (*initial cost*), biaya operasional dan pemeliharaan (*operational &*

*maintenance cost*), serta biaya penggantian (*replacement cost*).

*Life Cycle Cost* adalah teknik evaluasi ekonomi yang memperhitungkan semua biaya yang berkaitan selama jangka waktu investasi dengan penyesuaian pada *time value of money*. [1]. *Life Cycle Cost* merupakan biaya yang dibutuhkan untuk membangun dan memelihara perkerasan selama umur rencana, dimulai dari kegiatan pembangunan, pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, dan kegiatan rehabilitasi. [2]. Biaya awal merupakan penggabungan dari pengembangan awal fasilitas, pendukung proyek dan biaya konstruksi. [3]. Biaya perawatan berkala yang mungkin terjadi setiap tahun ataupun dalam periode waktu tertentu. Biaya penggantian merupakan biaya yang timbul karena usaha untuk mempertahankan fungsi asli dari suatu jalan. Nilai sisa merupakan biaya yang bernilai negatif. Nilai ini ditentukan oleh nilai bangunan dan nilai suatu lahan.

Metode Nilai Sekarang menggunakan semua aliran kas dikonversikan menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlahkan sehingga P yang diperoleh mencerminkan aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan. [4].

Prinsip utama pada kontrak berbasis kinerja adalah kewajiban kontraktor untuk menyelesaikan segala kegiatan jasa dan pekerjaan fisik untuk pemeliharaan segala asset jalan, pada periode tertentu, untuk menentukan kriteria kinerja pada harga lump sum, dengan kontraktor menanggung segala resiko kecuali hal-hal yang tidak termasuk dalam kontrak. [5].

Dalam penelitian ini, yang dimaksud dengan tipe lalu lintas berat merupakan Kelas Jalan I, tipe lalu lintas sedang Kelas Jalan II dan tipe lalu lintas ringan termasuk dalam Kelas Jalan IIIA, IIIB, IIIC.

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada suatu jalur gerak per satuan waktu (kend/hari atau kend/jam). Volume dihitung berdasarkan hasil pencatatan lalu lintas (*traffic counting*).

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid.

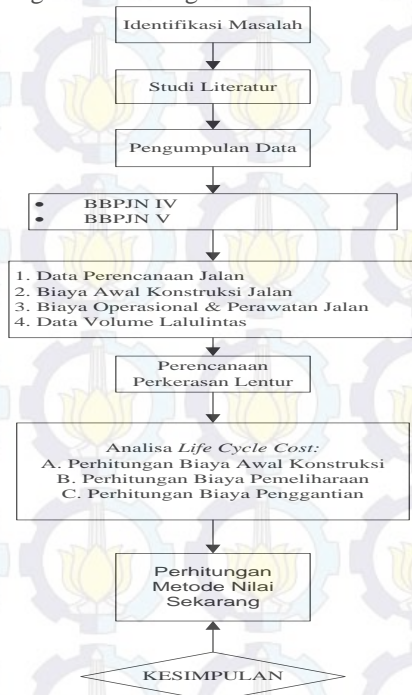
Jika survey beban lalu lintas menggunakan sistem timbangan portabel, sistem harus mempunyai kapasitas beban satu pasangan roda minimum 18 ton atau kapasitas beban satu sumbu minimum 35 ton. Data yang diperoleh dari sistem *Weigh in Motion* hanya bisa digunakan bila alat timbang tersebut telah dikalibrasi secara menyeluruh terhadap data jembatan timbang.

Penelitian ini melakukan analisa *life cycle cost* terhadap perencanaan perkerasan kaku dan lentur untuk Jalan batas kota Bojonegoro-Padangan dengan menggunakan beban kendaraan sesuai Manual Desain Perkerasan (2013) dengan Metode Nilai Sekarang sehingga dapat menentukan perkerasan yang paling minimum nilai *life cycle cost* sesuai dengan kriteria tujuan. [2].



## II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini sesuai dengan diagram alir penelitian yang ditampilkan pada gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## IV. HASIL PENELITIAN

Sebelum melakukan proses analisa, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah menetapkan data LHR Bojonegoro-Padangan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1.

LHR Bojonegoro-Padangan tahun 2011

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2011
1	1	Sepeda Motor	2109
2	2	Jeep, Sedan, ST. Wagon	5564
3	3	Angkutan Kota, MPU	6748
4	4	Mobil Box, Pick up	4552
5	5A	Bus Kecil	396
6	5B	Bus Besar	6
7	6A	Truk Ringan	1684
8	6B	Truk 2As	374
9	7A	Truk 3As	158
10	7B	Trailer	8
11	7C	Semitrailer	55

Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V

Dari LHR yang ada direncanakan kenaikan volume kendaraan setiap tahunnya selama 20 tahun seperti pada Tabel 2.

Tabel 2.

Prediksi Kenaikan Volume Kendaraan

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2011	i pertahun
1	5A	Bus Kecil	396	4%
2	5B	Bus Besar	6	4%
3	6A	Truk Ringan	1684	3%
4	6B	Truk 2As	374	3%
5	7A	Truk 3As	158	2%
6	7B	Trailer	8	2%
7	7C	Semitrailer	55	2%

Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V

## A. Perhitungan Beban Kendaraan

Beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana berdasarkan data *Vehicle Damage Factor* (VDF) Bina marga MST-10ton pada Tabel 3 yang ditentukan sebagai berikut:

Tabel 3.

*Vehicle damage factor* Bina Marga MST-10ton

No.	Type kendaraan & golongan				Nilai VDF
1	Bus kecil	5a	Gol-2	1,2	0,3
2	Bus besar	5b	Gol-9	1,2	1,0
3	Truck 2 as (H)	6	Gol-3	1,2H	7,3
4	Truck 3 as	7a	Gol-4	1,2,2	28,9
5	Trailer 4 as, truck gandengan	7b	Gol-6	1,2+2,2	36,9
6	Truck s. trailer 5 as	7c	Gol-8	1,2,2+2,2	41,6

Sumber: Manual Desain Perkerasan (2013)

$$ESA = (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHRT \times VDF)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R$$

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR} - 1}{0,01i}$$

$$ESA_{\text{bus kecil}} = 445 \times 0,3 = 133,63$$

$$R = \frac{(1+0,01 \cdot 4)^{20} - 1}{0,01 \cdot 4} = 29,778$$

$$CESA_{\text{bus kecil}} = 133,63 \times 365 \times 29,7781 = 1452466,065$$

Untuk perhitungan CESA lainnya dapat dilihat pada Tabel.4.

Tabel 4.

*Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL)*

Tabel 5.11: *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)*

No.	Gol	Jenis Kendaraan	2014	VDF	ESA	i	R	CESA
1	2	Jeep, Sedan, ST. Wagon	6441	-	-	6%	36,7856	-
2	3	Angkutan Kota, MPU	7812	-	-	5%	33,066	-
3	4	Mobil Box, Pick up	5270	-	-	5%	33,066	-
4	5A	Bus Kecil	445	0,3	133,63	4%	29,7781	1452466,065
5	5B	Bus Besar	7	1	6,75	4%	29,7781	73356,87199
6	6A	Truk Ringan	1840	0,8	1472,12	3%	26,8704	14438109,52
7	6B	Truk 2As	409	7,3	2983,36	3%	26,8704	29259892,09
8	7A	Truk 3As	168	28,9	4845,69	2%	24,2974	42974177,47
9	7B	Trailer	8	36,9	313,27	2%	24,2974	2778235,117
10	7C	Semitrailer	58	41,6	2428,04	2%	24,2974	21533204,43
TOTAL			22458	-	12183			112509441,6

## B. Traffic Multiplier (TM) – Lapisan Aspal

Nilai TM kelelahan lapisan aspal (TM lapisan aspal) untuk kondisi pembebanan yang berlebih di Indonesia adalah berkisar 1,8 - 2. Nilai yang akurat berbeda-beda tergantung dari beban berlebih pada kendaraan niaga di dalam kelompok truk. Maka, ditentukan  $TM = 2$ .

Nilai CESA tertentu (pangkat 4) untuk desain perkerasan lentur harus dikalikan dengan nilai TM untuk mendapatkan nilai  $CESA_5$ ,  $CESA_5 = (TM \times CESA_4)$ .

$$CESA_5 = 2 \times CESA_4 = 2 \times 112509441,6 = 225018883,1$$

## C. Pemilihan Jenis Perkerasan Lentur

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi



jalan. Desain ini memilih jenis perkerasan AC dengan Aspal Modifikasi.

Aspal modifikasi direkomendasikan digunakan untuk lapis aus (wearing course) untuk jalan dengan repetisilalu lintas selama 20 tahun melebihi 10 juta ESA. Tujuan dari penggunaan bahan pengikat aspal modifikasi adalah untuk memperpanjang umur pelayanan dan umur fatigue dan ketahanan deformasi lapis permukaan akibat lalu lintas berat.

#### D. Struktur Perkerasan Lentur

Solusi pekerasan yang banyak dipilih berdasarkan pada pembebanan dan pertimbangan biaya terkecil diberikan dalam **Bagan Desain 3** Perkerasan Lentur.[5] Solusi lain dapat diadopsi untuk menyesuaikan dengan kondisi setempat tetapi disarankan untuk tetap menggunakan bagan sebagai langkah awal untuk semua desain.

Maka struktur perkerasan termasuk dalam (F8) dengan pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain 200-500 ( $10^6$  CESA<sub>5</sub>) dengan ketebalan AC WC 50 mm, AC BC 280 mm, dan LPA Kelas A 300 mm.

50 mm (AC WC)
280 mm (AC BC)
300 mm (LPA Kelas A)

Gambar 2. Ketebalan Lapis Perkerasan Lentur

#### E. Perencanaan Pelapisan Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan jalan akan habis masa layannya, sehingga jalan tersebut sudah tidak nyaman untuk dilewati. Untuk itu, jalan tersebut memerlukan lapis tambah agar kembali menjadi baik tingkat pelayanannya baik itu dari segi kekuatan, kenyamanan, dan keamanan. Berikut adalah data pemeliharaan rutin Pelaksanaan Jalan Nasional Metropolitan I Jakarta PPK 11 dan PPK 12:

Tabel 5.  
Data Pemeliharaan Rutin PPK 11 Metro I

No.	Nama Jalan	Panjang Jalan (Km)	2012				2013			
			Panjang Kerusakan (Km)	Anggaran (x1000)	Biaya/Km (x1000)	% Kerusakan	Panjang Kerusakan (Km)	Anggaran (x1000)	Biaya/Km (x1000)	% Kerusakan
	Rutin Jalan TB. Simatupang-Mayjen Sotoyo-Trans Yogi (Depok) (PPK 12)									
1	Rutin Jalan TB. Simatupang (Jakarta)	12,86	5,25	Rp 1.657.948	Rp 311.990	41%	10,13	Rp 1.317.000	Rp 130.010	79%
2	Rutin Jalan Boer Raya	11,3	4,952	Rp 1.464.119	Rp 295.662	44%	7,8	Rp 1.014.000	Rp 130.000	69%
3	Rutin Jalan Mayjen Sutoyo	2,084	2,063	Rp 184.702	Rp 89.531	99%				
4	Rutin Jalan Trans Yogi (depok)	9,26	1,85	Rp 2.019.925	Rp 1.091.851	20%	3,89	Rp 506.000	Rp 130.077	42%
	<b>TOTAL</b>	<b>35.514</b>	<b>14.115</b>	<b>Rp 5.306.694</b>	<b>Rp 375.961</b>	<b>40%</b>	<b>22</b>	<b>Rp 2.837.000</b>	<b>Rp 130.018</b>	<b>61%</b>

Sumber: BBPJN IV

Tabel 6.  
Data Pemeliharaan Rutin PPK 12 Metro I

No.	Nama Jalan	Panjang Jalan (Km)	2012				2013			
			Panjang Kerusakan (Km)	Anggaran (x1000)	Biaya/Km (x1000)	% Kerusakan	Panjang Kerusakan (Km)	Anggaran (x1000)	Biaya/Km (x1000)	% Kerusakan
	Rutin Jalan Sudirman (Bekasi)-Jln. Akses Marunda-Jln. Laks.Yos Sudarso-Jln. Halim Perdana Kusuma (PPK 11)									
1	Rutin Jalan Halimperdana Kusumah	2,39	1,725	Rp 388.851	Rp 225.421	72%	0	Rp -	-	0%
2	Rutin Jalan DI. Panglana	7,54	2,175	Rp 661.598	Rp 304.183	61%	2,1	Rp 284.000	Rp 140.000	99%
3	Rutin Jalan Jend. A. Yani	5,700	2,825	Rp 1.189.581	Rp 217.091	59%	5,7	Rp 280.000	Rp 140.000	100%
4	Rutin Jalan Perintis Kemerdekaan	4,100	2,4	Rp 944.886	Rp 223.705	59%	2,3	Rp 495.000	Rp 130.000	80%
5	Jln. Bekasi Raya	7,038	1,225	Rp 1.625.083	Rp 1.236.530	17%	7	Rp 1150.000	Rp 130.000	99%
6	Rutin Jalan Laks. Yos Sudarso	6,726	2,23	Rp 1.162.045	Rp 459.206	38%	3,13	Rp 666.000	Rp 130.000	76%
7	Rutin Jalan Cakung Cincing (Jakarta)	9,030	1,675	Rp 1.186.998	Rp 708.656	19%	3,12	Rp 405.600	Rp 130.000	35%
8	Rutin Jalan Akses Marunda	3,620	1,675	Rp 593.739	Rp 354.471	46%	6,3	Rp 219.000	Rp 130.000	174%
9	Jln. Sultan Agung (Bekasi)	3,541	2,18	Rp 450.138	Rp 210.614	62%	3,54	Rp 460.200	Rp 130.000	100%
10	Jln. Sudirman (Bekasi)	2,522	2	Rp 217.797	Rp 108.899	79%	2,5	Rp 325.000	Rp 130.000	99%
	<b>TOTAL</b>	<b>48.207</b>	<b>20.41</b>	<b>Rp 8.429.716</b>	<b>Rp 4.130.919</b>	<b>42%</b>	<b>38,69</b>	<b>Rp 5.313.700</b>	<b>Rp 137.340</b>	<b>80%</b>

Sumber: BBPJN IV

Berdasarkan data lapangan tersebut, maka diasumsikan perkerasan mengalami kerusakan sepanjang 20% dari panjang jalan setiap 2 tahun. Untuk kondisi lapisan permukaan yang berbahan laston, pada umur rencana diasumsikan lapisan perkerasan laston mengalami retak sedang, deformasi, dan lubang sehingga direncanakan tebal pelapisan tambah sebagai berikut:

Tabel 7.  
Asumsi Kerusakan Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	% Kerusakan	Panjang Kerusakan (Km)
1	Tahun ke-2	20	2.3
2	Tahun ke-4	40	4.6
3	Tahun ke-6	60	6.9
4	Tahun ke-8	80	9.2
5	Tahun ke-10	100	11.5
6	Tahun ke-12	20	2.3
7	Tahun ke-14	40	4.6
8	Tahun ke-16	60	6.9
9	Tahun ke-18	80	9.2

#### F. Perhitungan Biaya Awal Konstruksi Perkerasan Lentur

Setelah diketahui tebal perkerasan diatas, maka selanjutnya menghitung semua volume untuk pekerjaan konstruksi perkerasan lentur.

1. Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC WC)  
Volume = panjang jalan x lebar jalan x tebal perkerasan  
= 11500 m x 11 m x 0.05 m  
= 6325 m<sup>3</sup>
2. Pekerjaan Laston Lapis Antara (AC BC)  
Volume = panjang jalan x lebar jalan x tebal perkerasan  
= 11500 m x 11 m x 0.28 m  
= 35420 m<sup>3</sup>
3. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A  
Volume = panjang jalan x lebar jalan x tebal perkerasan  
= 11500 m x 11 m x 0.30 m  
= 37950 m<sup>3</sup>

Kegiatan pekerjaan fisik di Direktorat Jenderal Bina Marga, atau dinas-dinas daerah terkait dengan pekerjaan Bina Marga pada umumnya mengikuti spesifikasi teknik. Spesifikasi tersebut sebagai dasar untuk menyusun



analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) dan pada penelitian ini digunakan AHSP 2013 seperti pada Tabel 8-10.

Tabel 8.  
AHSP Laston Lapis Aus (AC WC)

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
<b>A. TENAGA</b>					
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.2008	6.958,15	1.397,22
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0201	10.705,64	214,97
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>					1.612,19
<b>B. BAHAN</b>					
1.	Agr 5-10 & 10-20 (M92)	M3	0.3305	214.032,00	70.743,61
2.	Agr 0-5 (M91)	M3	0.3210	219.128,00	70.344,28
<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>					141.087,88
<b>C. PERALATAN</b>					
1.	Wheel Loader (E15)	Jam	0.0096	223.689,24	2.141,01
2.	AMP (E01)	Jam	0.0201	7.219.062,30	144.961,09
3.	Genset (E12)	Jam	0.0201	490.902,24	9.857,47
4.	Dump Truck (E08)	Jam	0.2368	299.092,05	70.815,69
5.	Asp. Finisher (E02)	Jam	0.0110	1.482.063,05	16.289,16
6.	Tandem Roller (E17)	Jam	0.0108	555.443,81	6.009,42
7.	P. Tyre Roller (E18)	Jam	0.0046	549.041,33	2.548,62
8.	Alat Bantu (Ls)	Ls	1.0000	0,00	0,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>					252.622,49
<b>D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)</b>					395.322,56
<b>E. OVERHEAD &amp; PROFIT 15,0 % x D</b>					59.298,38
<b>F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)</b>					454.620,94

Tabel 9.  
AHSP Laston Lapis Antara (AC BC)

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
<b>A. TENAGA</b>					
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.2008	6.958,15	1.397,22
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0201	10.705,64	214,97
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>					1.612,19
<b>B. BAHAN</b>					
1.	Agr 5-10 & 10-20 (M92)	M3	0.3887	214.032,00	83.199,25
2.	Agr 0-5 (M91)	M3	0.2729	219.128,00	59.792,63
<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>					142.991,88
<b>C. PERALATAN</b>					
1.	Wheel Loader (E15)	Jam	0.0096	223.689,24	2.141,01
2.	AMP (E01)	Jam	0.0201	7.219.062,30	144.961,09
3.	Genset (E12)	Jam	0.0201	490.902,24	9.857,47
4.	Dump Truck (E08)	Jam	0.2368	299.092,05	70.815,69
5.	Asphalt Finisher (E02)	Jam	0.0020	1.482.063,05	2.908,78
6.	Tandem Roller (E17)	Jam	0.0019	555.443,81	1.073,11
7.	P. Tyre Roller (E18)	Jam	0.0008	549.041,33	455,11
8.	Alat Bantu (Ls)	Ls	1.0000	0,00	0,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>					232.212,28
<b>D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)</b>					376.816,35
<b>E. OVERHEAD &amp; PROFIT 15,0 % x D</b>					56.522,45
<b>F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)</b>					433.338,80

Tabel 10.  
AHSP Lapis Pondasi Agregat Kelas A

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
<b>A. TENAGA</b>					
1.	Pekerja (L01)	jam	0.0595	6.958,15	413,78
2.	Mandor (L03)	jam	0.0085	10.705,64	90,95
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>					504,72
<b>B. BAHAN</b>					
1.	Aggrgat A (M26)	M3	1.2586	198.744,00	250.141,04
<b>JUMLAH HARGA BAHAN</b>					250.141,04
<b>C. PERALATAN</b>					
1.	Wheel Loader (E15)	jam	0.0085	223.689,24	1.900,29
2.	Dump Truck (E08)	jam	0.2635	299.092,05	78.814,53
3.	Motor Grader (E13)	jam	0.0021	779.235,49	1.659,56
4.	Tandem Roller (E17)	jam	0.0067	555.443,81	3.717,83
5.	Water Tanker (E23)	jam	0.0141	238.556,31	3.353,20
6.	Alat Bantu (Ls)	Ls	1.0000	0,00	0,00
7.					
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>					89.445,41
<b>D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)</b>					340.091,17
<b>E. OVERHEAD &amp; PROFIT 15,0 % x D</b>					51.013,68
<b>F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)</b>					391.104,85

Tabel 11.  
Tabel Perhitungan RAB Perkerasan Lentur

No.	Uraian Pekerjaan	Vol. (m3)	Vol. (Ton)	Harga Satuan	Jumlah Harga
1	Laston Lapis Aus (AC-WC) □	6325	15059,524	Rp 454,621	Rp 6.846,374,912
2	Laston Lapis Antara (AC-BC) □	27830	66261,905	Rp 433,339	Rp 28.713,854,480
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	18975	-	Rp 391,105	Rp 7.421,214,506
Jumlah					Rp 42,981,443,898

Jadi, total biaya konstruksi dari perkerasan lentur sebesar Rp. 42,981,443,898.

### G. Perhitungan Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Lentur

Untuk pemeliharaan berkala pada jalan Bojonegoro-Padangan direncanakan untuk dilakukan *overlay* selama 2 tahun sekali dengan panjang jalan yang telah direncanakan pada bab sebelumnya, maka selanjutnya dihitung biaya pemeliharaan rutin senilai Rp. 130.000.000,-/Km.

Tabel 12.  
Perhitungan Biaya Pemeliharaan Rutin Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	% Kerusakan	Panjang Kerusakan (Km)	Biaya/Km (x1000)	Anggaran (x1000)
1	Tahun ke-2	20	2,3	Rp 130,000	Rp 299,000
2	Tahun ke-4	40	4,6	Rp 130,000	Rp 598,000
3	Tahun ke-6	60	6,9	Rp 130,000	Rp 897,000
4	Tahun ke-8	80	9,2	Rp 130,000	Rp 1,196,000
6	Tahun ke-12	20	2,3	Rp 130,000	Rp 299,000
7	Tahun ke-14	40	4,6	Rp 130,000	Rp 598,000
8	Tahun ke-16	60	6,9	Rp 130,000	Rp 897,000
9	Tahun ke-18	80	9,2	Rp 130,000	Rp 1,196,000

Dari biaya pekerjaan tersebut, dicari nilai future pada tahun-tahun berikutnya.



Tingkat nilai inflasi rata-rata sejak Januari 2012 - Nopember 2014 sebesar 5.82% ([www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)). Berikut penjabaran data inflasi dari Bank Indonesia pada tabel 13:

Tabel 13.  
Tingkat Nilai Inflasi Indonesia 2012-2014

Tahun 2012													Rata-rata
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nop	Des		
3.65%	3.56%	3.97%	4.50%	4.45%	4.53%	4.56%	4.58%	4.31%	4.61%	4.32%	4.30%	4.28%	
Tahun 2013													Rata-rata
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nop	Des		
4.57%	5.31%	5.90%	5.57%	5.47%	5.90%	8.61%	8.79%	8.40%	8.32%	8.37%	8.38%	6.97%	
Tahun 2014												Rata-rata 2012-2014	
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nop	Rata-rata		
8.22%	7.75%	7.32%	7.25%	7.32%	6.70%	4.53%	3.99%	4.53%	4.83%	6.23%	6.24%	5.829%	

P tahun ke-2= Rp 299,000,000

Perhitungan Future dihitung dengan rumus:

$$F = P (1+i)^n$$

$$F = Rp \text{ Rp } 299,000,000 * (1+0.0582)^5$$

$$= Rp \text{ Rp } 334,816,000$$

Perhitungan future lainnya dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14.  
Perhitungan Future Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	Present (x1000)	Future (x1000)
1	Tahun ke-2	Rp 299,000	Rp 334,816
2	Tahun ke-4	Rp 598,000	Rp 749,846
3	Tahun ke-6	Rp 897,000	Rp 1,259,502
4	Tahun ke-8	Rp 1,196,000	Rp 1,880,500
6	Tahun ke-12	Rp 299,000	Rp 589,501
7	Tahun ke-14	Rp 598,000	Rp 1,320,231
8	Tahun ke-16	Rp 897,000	Rp 2,217,566
9	Tahun ke-18	Rp 1,196,000	Rp 3,310,936

Dari nilai perhitungan future diatas, kemudian dipresent kembali hingga nilainya sesuai dengan keadaan saat ini. Nilai I yang digunakan adalah dari BI Rate atau suku bunga rata-rata yang dikeluarkan oleh Bank Indonesia sejak tanggal 12 Januari 2012 hingga 11 Desember 2014 sebesar 6.60%. ([www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)).

Berikut penjabaran data suku bunga dari Bank Indonesia pada tabel 15:

Tabel 15.  
Suku Bunga rata-rata Bank Indonesia 2012-2014

Tahun 2014												
9 Jan	13 Feb	13 Mar	8 Apr	8 Mei	12 Jun	10 Jul	14 Agu	11 Sep	7 Okt	13 Nov	18 Nov	11 Des
7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.50%	7.75%	7.75%
Tahun 2013												
4 Jan	12 Feb	7 Mar	11 Apr	14 Mei	13 Jun	11 Jul	15 Agu	29 Agu	12 Sep	8 Okt	12 Nov	12 Des
5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	6.00%	6.50%	6.50%	7.00%	7.25%	7.25%	7.50%	7.50%
Tahun 2012												
12 Jan	9 Feb	8 Mar	4 Apr	10 Mei	12 Jun	12 Jul	9 Agu	4 Sep	11 Okt	8 Nov	11 Des	Rata-rata 2012-2014
6.00%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	5.75%	6.62%

Perhitungan Present dihitung dengan rumus:

$$P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

$$= Rp \text{ Rp } 334,816,000 \left[ \frac{1}{(1+0.0662)^5} \right]$$

$$= Rp \text{ Rp } 294,530,000$$

Perhitungan Present lainnya dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16.  
Perhitungan Present Perkerasan Lentur

No.	Umur Rencana	Future (x1000)	Present (x1000)
1	Tahun ke-2	Rp 334,816	Rp 294,530
2	Tahun ke-4	Rp 749,846	Rp 580,253
3	Tahun ke-6	Rp 1,259,502	Rp 857,367
4	Tahun ke-8	Rp 1,880,500	Rp 1,126,066
6	Tahun ke-12	Rp 589,501	Rp 273,162
7	Tahun ke-14	Rp 1,320,231	Rp 538,156
8	Tahun ke-16	Rp 2,217,566	Rp 795,166
9	Tahun ke-18	Rp 3,310,936	Rp 1,044,371

## H. Perhitungan Biaya Pemeliharaan Berkala Perkerasan Lentur

Menurut Hikmat Iskandar (2014), beban berlebih atau *overloading* perlu didefinisikan secara jelas. Ada beberapa yang dapat diidentifikasi sebagai beban berlebih yaitu:

1. Berat as kendaraan yang melampaui batas maksimum yang diizinkan (MST= muatan sumbu terberat).
2. Jumlah lintasan rencana tercapai oleh lalulintas yang operasional sebelum usia rencana tercapai, hal ini sering diungkapkan sebagai "kerusakan dini".

Kasus *overloading*, jalan-jalan yang rusak dewasa ini sering dituduh sebagai akibat dari *overloading* kendaraan-kendaraan pengangkut barang (Truk). Hal-hal tersebut dipicu oleh fakta adanya jembatan runtuh di Jalur Pantura, Jawa Barat, yaitu jembatan CH Cipunegara pada tahun 2003, yang dituduh penyebabnya oleh muatan berlebih.

Problem kerusakan jalan dalam bidang lalulintas dapat disebabkan oleh beban lalulintas rencana yang terlampaui lebih awal. *Overloading* secara legal, sulit diidentifikasi kecuali ada data yang *up to date*. Dalam perencanaan perkerasan, jika direncanakan berdasarkan beban lalulintas yang ada (jelas berdasarkan data yang terkini) maka tidak ada *overloading* kecuali kerusakan dini.

Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Seksi Program dan Data BBPJN IV, Madia Gunawan, ST, MM., bahwa umur rencana perkerasan lentur pada umumnya akan rusak pada umur 10 tahun dan umur rencana 20 tahun pada Manual Desain Perkerasan 2013 belum diaplikasikan pada tahun 2014. Maka dari itu, diasumsikan pada tahun ke-10 dilakukan pelapisan ulang tambah struktur laston secara keseluruhan.

- Biaya pekerjaan  
= jumlah harga AC-WC + AC-BC  
= Rp 6,846,374,912 + Rp 28,713,854,480  
= Rp 35,560,229,392

Dari biaya pekerjaan tersebut, dihitung nilai future pada tahun ke-10.

$$P \text{ tahun ke-10} = Rp \text{ Rp } 35,560,229,392$$

Perhitungan Future dihitung dengan rumus:



$$F = P (1+i)^n$$

$$F = \text{Rp } 35,560,229,392 (1+0.0582)^5$$

$$= \text{Rp } 62,609,772,512$$

Dari nilai perhitungan future diatas, kemudian dipresent kembali hingga nilainya sesuai dengan keadaan saat ini.

Perhitungan Present dihitung dengan rumus:

$$P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

$$= \text{Rp } 62,609,772,512 \left[ \frac{1}{(1+0.0662)^5} \right]$$

$$= \text{Rp } 32,980,356,355$$

#### I. Biaya Awal Konstruksi Perkerasan Kaku

Total biaya awal konstruksi pekerjaan Peningkatan Struktur Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan sebesar Rp. 95,313,606,511.52,-. Masa perencanaan dan pelaksanaan konstruksi selama 840 hari.

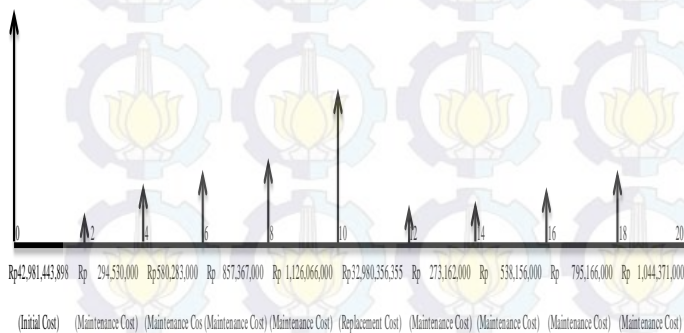
#### J. Biaya Pemeliharaan Perkerasan Kaku

Total biaya Layanan Pemeliharaan Perkerasan Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan sebesar Rp. 15,135,257,674.30,-. Masa layanan dan pemeliharaan selama 1643 hari dan masa pemeliharaan 180 hari setelah PHO, sehingga total menjadi 1823 hari. Biaya pemeliharaan ini sesuai dengan C.1 Kontrak Berbasis Kinerja diasumsikan dikeluarkan pada tahun ke-2 tanpa memperhitungkan ketersediaan PAGU TA. BBPJJN V, karena sistem pembayaran mengikuti prestasi keluaran hasil pekerjaan pelaksana.

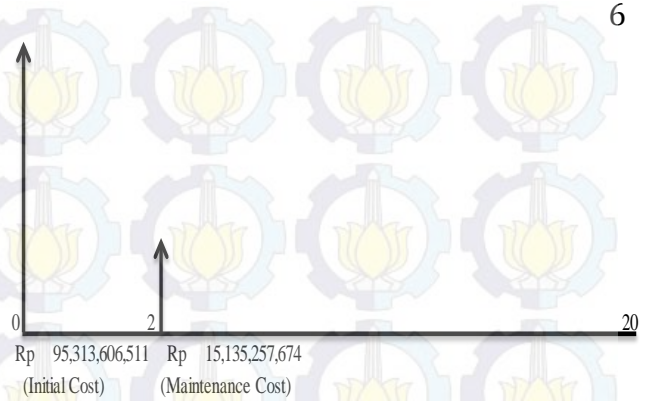
Selain itu, biaya pemeliharaan ini hanya berlaku pada tahun ke-2 hingga tahun ke-7, setelah itu menjadi tanggung jawab dari PPK dengan asumsi pengeluaran biaya pemeliharaan rutin hanya pekerjaan *sealant* yang dianggap ringan.

#### K. Metode Nilai Sekarang

Pada metode ini semua aliran kas dikonversikan menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlahkan sehingga (P) yang diperoleh mencerminkan aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan. Arus kas dengan perencanaan perkerasan lentur seperti pada gambar 6.1 dengan total biaya Rp.75,967,309,324 dan umur rencana 20 tahun. Sedangkan arus kas dengan perencanaan perkerasan kaku seperti pada gambar 6.2 dengan total biaya Rp.110,448,864,185,- dengan umur rencana 20 tahun.



Gambar 3. Arus Kas Perencanaan Perkerasan Lentur



Gambar 4. Arus Kas Perencanaan Perkerasan Kaku

#### IV. KESIMPULAN

Hasil akhir dari penelitian ini yaitu mengetahui nilai *life cycle cost* dari kedua perencanaan perkerasan pada Jalan Batas Kota Bojonegoro-Padangan, antara lain:

1. Berdasarkan hasil perencanaan perkerasan lentur terhadap prediksi kenaikan laulintas selama 20 tahun, diperlukan biaya sebesar Rp.78,503,471,209,- menggunakan perkerasan lentur.
2. Sesuai dengan kontrak berbasis kinerja yang berlaku pada Proyek Peningkatan Struktur jalan tersebut, maka diperlukan biaya sebesar Rp.110,448,864,185,- dengan perkerasan kaku.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kelly, J., and Steven Male. 1993. "*Value Management in Design and Construction : The Economic Management of Projects*" E & FN. Spon, London.
- [2]. Direktorat Jenderal Bina Marga, "*Manual Desain Perkerasan.*" Jakarta: (2013)
- [3]. Kirk,S. J., and Alphonse J. 1995. "*Life Cycle Costing for Design Professionals.*" edisi kedua. Mc Graw-Hill,Inc., New York.
- [4]. Pujawan, IN. 2003. *Ekonomi Teknik*. Guna Widya. Surabaya.
- [5]. Hardiyatmo, Hary Christady. 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. [7]. Balitbang, Katalog Pengembangan Model Implementasi **Performance Based Contract (PBC)** Untuk Pemeliharaan Jalan di Indonesia.



