KERANGKA PENILAIAN *LIFE-CYCLE COST* UNTUK PROYEK PEMELIHARAAN JALAN NASIONAL MENGGUNAKAN KONTRAK BERBASIS KINERJA

Betty Susanti
Mahasiswa Program Studi Doktor Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesha No. 10
Bandung 40132
Telp: (022)2504952
b_susanti@yahoo.com

Reini D. Wirahadikusumah
Dosen Program Studi Teknik Sipil
FakultasTeknikSipildanLingkungan
InstitutTeknologi Bandung
Jalan Ganesha No. 10
Bandung 40132
Telp: (022)2504952
wirahadi@si.itb.ac.id

Abstract

Performance Based Contract (PBC) is one strategy to improve the effectiveness of road maintenance. PBC recently applied in Indonesia in 2011 and driven by Performance-Based Budgeting system. Through this budgeting system, expenditures for national road maintenance projects should be carried out as efficiently as possible and provide a long service life. But the national road agency still do not have an instrument that can be used to assess the efficiency of road maintenance costs for the project which will be delivered using PBC approach. Appropriate method used to assess the life cycle cost (LCC) efficiency of an infrastructure asset is using Life Cycle Cost Analysis (LCCA).This study aims to develop an assessment framework to specifically assess LCC for road maintenance project which will be contracted usingPBC schemes. LCC assessment framework generated in this study takes into account the road agencies and road users cost, with input variables consist of road design, LCCA analysis period, the road performance prediction, and the road maintenance strategies.

Keywords: *life-cycle cost, maintenance, national road, performance-based contract*

Abstrak

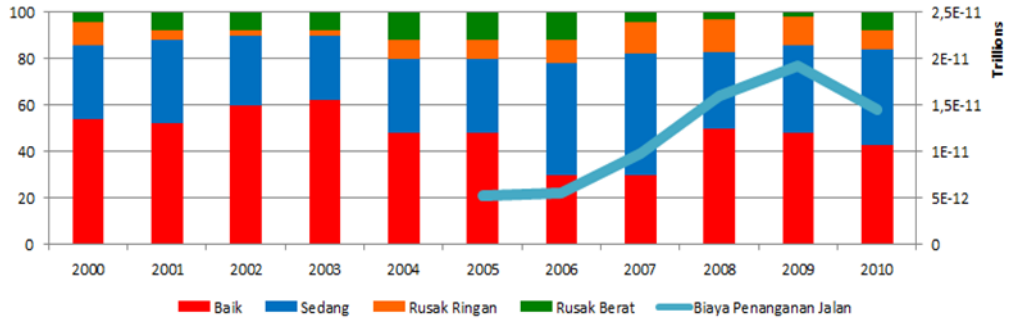
Kontrak Berbasis Kinerja (KBK) merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan efektivitas penanganan jalan. KBK di Indonesia baru diterapkan pada tahun 2011 dan didorong oleh system Penganggaran Berbasis Kinerja. Dengan system penganggaran ini, pengeluaran dana untuk proyek pemeliharaan jalan nasional harus dilakukan seefisien mungkin dan memberikan usia layanan yang lama.Namun pihak pengelola jalan nasional belum memiliki instrumen yang dapat digunakan untuk menilai efisiensi biaya pemeliharaan jalan pada proyek yang akan diselenggarakan menggunakan pendekatan KBK. Metode yang tepat digunakan untuk menilai efisiensi *life cycle cost* (LCC) dari suatu set infrastruktur adalah menggunakan *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA) .Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka penilaian yang secara spesifik dapat menilai LCC proyek pemeliharaan jalan yang dikontrakkan menggunakan skema KBK. Kerangka penilaian LCC yang dihasilkan pada penelitian ini memperhitungkan biaya bagi pihak pengelola dan pengguna jalan, dengan variabel input terdiri dari desain jalan, periode analisis LCCA, prediksi kinerja jalan, serta strategi penanganan jalan.

Kata Kunci: *life-cycle cost, pemeliharaan, jalan nasional, kontrak berbasis kinerja*

PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan memiliki peran yang dominan dalam sistem transportasi nasional. Sebagai gambaran, infrastruktur jalan mengangkut 70% dari total angkutan barang dan 82% dari total angkutan penumpang (World Bank, 2012). Namun tingginya kebutuhan akan infrastruktur jalan masih belum diiringi dengan kualitas dan kuantitas jalan yang memadai. Sebagai bagian dari jaringan jalan di Indonesia, jaringan jalan nasional juga masih belum memadai dari segi kualitas maupun kuantitas, meskipun pemerintah terus meningkatkan alokasi dana untuk pemeliharaan jalan nasional. Pengeluaran dana untuk

pemeliharaan jalan nasional tidak sebanding dengan kualitas jalan yang dihasilkan, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Anggaran Biaya Pemeliharaan Jalan dan Kondisi Jalan Nasional

(Sumber: Ditjen Bina Marga-Kementerian Pekerjaan Umum)

Masih rendahnya kualitas jalan nasional menjadi indikasi belum efektifnya mekanisme pemeliharaan jalan. Manajemen pengelolaan jalan yang efektif semakin menjadi kebutuhan yang krusial bagi pihak pengelola jalan. Salah satu strategi pemeliharaan jalan yang berorientasi kepada kualitas dan kinerja layanan jalan yang lebih baik serta efisiensi biaya jangka panjang adalah melalui penerapan skema kontrak *Performance Based Contract* (PBC) atau Kontrak Berbasis Kinerja (KBK) (Pakkala 2002, Segal, dkk. 2003, Stankevich, dkk. 2005, Zietlow 2005). Terdapat fakta yang menunjukkan bahwa peningkatan kondisi jalan sebanyak 13% sejalan dengan penurunan biaya proyek rata – rata sebesar 25% (Stankevich, dkk, 2005). Data dari beberapa negara juga menunjukkan bahwa penghematan biaya proyek pemeliharaan jalan yang menerapkan metode KBK berkisar antara 10% - 40% (Pakkala, 2005).

Penerapan KBK di Indonesia baru dimulai pada tahun 2011. Proyek percontohan KBK diterapkan pada ruas jalan di Pantura Jawa Barat dan Jawa Tengah. Penerapan KBK pada awalnya didorong oleh sistem penganggaran pemerintah yang beralih kepada sistem Penganggaran Berbasis Kinerja. Dengan sistem penganggaran ini, pengeluaran dana untuk proyek – proyek pemeliharaan jalan nasional harus dilakukan seefisien mungkin, difokuskan pada berbagai proyek yang tepat, dan hasil yang memberikan usia layanan yang lama. Namun hingga saat ini, pihak pengelola jalan nasional belum memiliki instrumen yang dapat digunakan untuk menilai efisiensi biaya pemeliharaan jalan di sepanjang siklus hidup *(life cycle)* jalan pada proyek yang akan diselenggarakan menggunakan pendekatan KBK.

Metode yang konsisten dan valid untuk menilai biaya siklus hidup *(life cycle cost)* dari suatu aset infrastruktur adalah menggunakan metode *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA). Metode LCCA telah banyak diterapkan dalam menilai efisiensi biaya jangka panjang untuk proyek pekerjaan jalan (Kaini dan Li 2006; Chan et al. 2008; Karim 2011; Goh dan Yang 2009, 2010, Whyte dan Pham, 2012). Kerangka komprehensif untuk menilai *life cycle cost* (LCC) proyek pekerjaan jalan telah dikembangkan oleh Harrison, dkk (1999). Namun kerangka penilaian tersebut spesifik dikembangkan untuk menentukan alternatif desain jalan dan menentukan strategi preservasi jalan yang terbaik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka penilaian yang dapat digunakan secara spesifik untuk menilai LCC proyek pemeliharaan jalan yang dikontrakkan menggunakan skema KBK.

KAJIAN PUSTAKA

Karakteristik Kontrak Berbasis Kinerja

KBK merupakan jenis kontrak yang mengatur spesifikasi output dan *outcome* dari proyek pemeliharaan jalan yang harus dicapai selama masa kontrak (Segal, dkk. 2003, Zietlow.2004, Stankevich, dkk.2005, World Bank.2005, Hyman. 2009, Zietlow 2005a,b; Liautaud 2004). *Outcome* pada KBK berupa tingkat layanan jalan *(level of service)* yang berkaitan dengan semua dimensi kinerja yang harus dipenuhi oleh penyedia jasa. Beberapa indikator kinerja dapat berbasis pengguna jalan, sedangkan beberapa indikator kinerja yang lain dapat dinyatakan dalam terminologi ekonomi, seperti menurunnya biaya kecelakaan, biaya waktu perjalanan, serta biaya operasional kendaraan (Hyman, 2009). Dalam KBK, indikator kinerja bisa berjumlah sangat banyak. Pada dasarnya indikator kinerja harus mampu meminimalisir total biaya sistem, (termasuk biaya jangka panjang untuk pemeliharaan jalan), meminimalisir biaya bagi pengguna jalan, serta memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan (Zietlow 2004).KBK mengintegrasikan pekerjaan desain, konstruksi, hingga pemeliharaan jalan dalam satu paket kontrak. Durasi kontrak umumnya berlangsung *multi years.* Dengan karakteristik ini, penerapan KBK pada proyek pemeliharaan jalan berpotensi menjamin kualitas dan layanan jalan menjadi lebih baik, yang pada akhirnya mampu menghasilkan efisiensi biaya pemeliharaan jalan untuk jangka panjang.

Penerapan Metode *Life Cycle Cost Analysis* Pada Proyek Konstruksi Jalan

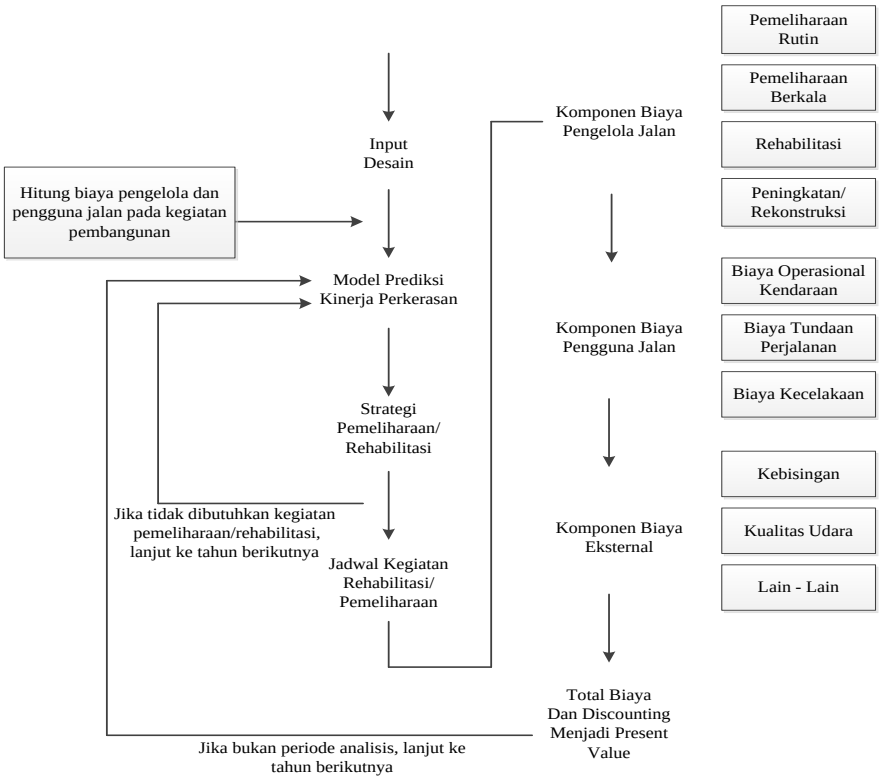
Metode LCCA telah banyak diterapkan dan dikembangkan untuk menilai efektivitas dan efisiensi proyek infrastruktur jalan. Chan, dkk (2008) melakukan penilaian efektivitas prosedur LCCA sebagai alat manajemen aset bagi pihak pengelola jalan. Zhang (2009) serta Goh dan Yang (2009, 2010) mengembangkan model LCCA dengan memasukkan pertimbangan aspek *sustainability* untuk mengevaluasi proyek infrastruktur jalan. Kaini dan Li (2006) mengembangkan metode LCCA berbasis risiko untuk menghitung biaya dan benefit pada proyek pekerjaan jalan. Li dan Madanu (2009) menunjukkan bahwa penggunaan LCCA berbasis ketidakpastian menghasilkan nilai biaya atau benefit yang lebih mendekati nilai aktual dibandingkan dengan perhitungan nilai yang menggunakan pendekatan berbasis risiko. Christensen (2012) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai permasalahan yang terkait dengan perhitungan benefit bagi pengguna jalan pada model analisis *Life Cycle Cost Benefit* (LCCB), dimana benefit dievaluasi berdasarkan biaya. Whyte dan Pham (2012) mengevaluasi praktek penerapan LCCA serta mengembangkan model *spreadsheet* LCCA untuk proyek infrastruktur jalan di Australia.

Dari berbagai penelitian yang telah ada, belum terdapat kajian yang membahas mengenai evaluasi biaya jangka panjang pemeliharaan jalan untuk proyek yang diselenggarakan menggunakan suatu tipe kontrak. Secara teoritis, penggunaan suatu tipe kontrak akan memiliki strategi penanganan jalan yang spesifik, yang akan mempengaruhi besarnya nilai *life cycle cost* jalan. Penelitian ini akan menerapkan metode LCCA untuk mengembangkan kerangka penilaian *life cycle cost* yang spesifik untuk menilai proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan tipe kontrak KBK.

Kerangka Eksisting Penilaian *Life Cycle Cost* Proyek Konstruksi Jalan

Kerangka komprehensif LCCA yang spesifik digunakan untuk menilai LCC dari berbagai alternatif perkerasan jalan atau berbagai skema preservasi jalan telah dikembangkan oleh

Harrison, dkk (1999). Gambar 2 menunjukkan bahwa penilaian LCC yang komprehensif untuk suatu proyek pekerjaan jalan harus memperhitungkan biaya bagi pihak pengelola jalan, biaya pengguna jalan, serta komponen biaya eksternal. Besarnya biaya dari masing – masing komponen LCCA dipengaruhi oleh input desain, model prediksi kinerja perkerasan jalan, serta strategi dan jadwal penanganan jalan. Penilaian LCC proyek pekerjaan jalan secara komprehensif dimulai dari pekerjaan pembangunan hingga rekonstruksi jalan. Kerangka penilaian LCC tersebut juga dapat digunakan untuk menilai LCC proyek pekerjaan preservasi jalan eksisting, yaitu pekerjaan pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala, rehabilitasi, dan peningkatan atau rekonstruksi jalan. Karena KBK merupakan salah satu alternatif strategi preservasi jalan, maka kerangka penilaian tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan kerangka penilaian LCC untuk proyek pemeliharaan jalan yang diselenggarakan menggunakan pendekatan KBK.



Gambar 2 Kerangka Komprehensif LCCA

Sumber: Harrison, dkk (1999)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil studi literatur yang dilakukan secara komprehensif terhadap konsep LCCA.Survey menggunakan metode wawancara semi terstruktur dilakukan kepada pihak pengelola jalan nasional yang terlibat dalam proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan pendekatan KBK untuk mengidentifikasi strategi penanganan jalan pada skema KBK. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan induktif untuk menghasilkan kerangka penilaian LCC yang dapat diterapkan untuk menilai efektivitas proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan metode KBK. Sesuai dengan ketentuan di dalam Permen

PU No. 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan, pemeliharaan jalan yang dimaksud pada penelitian ini adalah kegiatan penanganan jalan untuk mempertahankan kondisi jalan agar tetap berfungsi secara optimal, yaitu meliputi kegiatan pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, rehabilitasi, atau rekonstruksi jalan.

PENGEMBANGAN KERANGKA PENILAIAN LCC

Pengembangan kerangka penilaian LCC untuk proyek pemeliharaan jalan yang diselenggarakan menggunakan skema KBK pada penelitian ini mengacu kepada kerangka penilaian eksisting yang telah dikembangkan oleh Harrison, dkk (1999). Berdasarkan kerangka komprehensif tersebut, dapat diidentifikasi berbagai variabel yang menjadi input LCCA dan berbagai komponen biaya yang membentuk LCC proyek pekerjaan jalan. Kerangka penilaian ini dikembangkan sesuai dengan karakteristik penanganan jalan yang menggunakan skema KBK. Pada pendekatan KBK, proyek pekerjaan jalan diselenggarakan dengan metode *delivery design-build-operate-maintain*. KBK di Indonesia mengintegrasikan pekerjaan peningkatan jalan hingga pemeliharaan rutin; sedangkan jadwal penanganan jalan pada pendekatan KBK ditentukan berdasarkan kondisi jalan dan sesuai dengan indikator kinerja jalan yang telah ditentukan di dalam kontrak.

Variabel Input LCCA

Penilaian LCC proyek sangat dipengaruhi oleh strategi penanganan jalan pada proyek yang ditinjau. Labi dan Sinha (2003) menyatakan bahwa strategi penanganan jalan merupakan kombinasi antara lingkup pekerjaan penanganan jalan serta jadwal pelaksanaan pekerjaan. Strategi penanganan jalan dipengaruhi oleh desain jalan, lamanya periode analisis LCCA, serta jumlah volume lalu lintas dan beban kendaraan yang berpengaruh terhadap kinerja perkerasan jalan.

Desain jalan terkait dengan jenis perkerasan jalan yang digunakan, lebar perkerasan, panjang jalan, serta usia rencana jalan. Jenis perkerasan jalan yang berbeda akan berdampak pada perbedaan strategi penanganan jalan. Perkerasan aspal umumnya membutuhkan pemeliharaan rutin yang lebih sering untuk memperbaiki kerusakan atau kegagalan struktural lainnya yang lebih sering terjadi. Sedangkan perkerasan beton memiliki karakteristik durabilitas dan kekuatan yang lebih baik untuk beban lalu lintas yang sama pada penggunaan lapis perkerasan aspal (Whyte dan Pham, 2012). Lebar perkerasan dan panjang jalan akan menentukan volume pekerjaan dan menentukan besarnya biaya proyek pemeliharaan jalan.

Usia rencana jalan dan periode analisis LCCA merupakan faktor yang mempengaruhi jadwal, frekuensi, dan jenis pekerjaan pemeliharaan jalan. Sedangkan kinerja perkerasan jalan dipengaruhi oleh kemampuan elemen – elemen perkerasan dalam mempertahankan fungsinya selama usia rencana jalan untuk melayani beban kendaraan diatasnya. Dengan demikian, beban kendaraan merupakan faktor yang mempengaruhi kinerja perkerasan jalan. Kinerja perkerasan jalan pada proyek KBK dilakukan dengan memprediksi penurunan kondisi perkerasan jalan secara reguler selama periode kontrak dan selama usia rencana jalan. Jika penurunan kondisi jalan cukup signifikan, maka tindakan penanganan jalan harus ditentukan, dan seluruh biaya yang terkait dengan aktivitas penanganan jalan tersebut harus diperhitungkan.

Komponen Biaya LCCA

Kajian terhadap berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat dua komponen biaya yang selaludiperhitungkan dalam LCCA, yaitu biaya pengelola dan pengguna jalan. Tabel1menunjukkanpertimbangankomponenbiaya LCCA dariberbagaipenelitianterdahulu. Sejalan dengan kajian – kajian tersebut, maka kerangka penilaian yang dikembangkan pada penelitian ini hanya akan mempertimbangkan komponen biaya pengelola dan pengguna jalan. Karena biaya pengguna jalan memiliki korelasi positif terhadap biaya eksternal, maka perhitungan biaya eksternal pada penelitian ini tidak dimasukkan pada kerangka penilaian LCCA untuk proyek KBK.

Tabel1 KomponenBiaya LCCA

Peneliti dan Tahun	KomponenBiaya LCCA				
	Pengelola Jalan	Pengguna Jalan			Biaya Eksternal (Lingkungan)
		BOK	BTP	BK	
FHWA (1998)	√	√	√	√	
Kainidan Li (2006)	√	√	√	√	
Chan, dkk (2008)	√		√		
Zhang (2009)	√	√	√	√	
Gohdan Yang (2009)	√	√	√	√	√
Li danMadanu (2009)*	√	√	√	√	
Gohdan Yang (2010)	√			√	√
Christensen (2012)	√	√	√	√	√
Whyte dan Pham (2012)	√				

Keterangan: BOK=BiayaOperasionalKendaraan; BTP=BiayaTundaan Perjalanan; BK=BiayaKecelakaan.

* Memasukkan biaya emisi udara dalam konponen biaya pengguna jalan

1. Biaya Pengelola Jalan

   Biayapengelolajalanadalahsemuabiaya yang dikeluarkan oleh pihak pengelola jalan untuk melaksanakan semua kegiatan yang terkait dengan kegiatan pemeliharaan jalan.Biaya proyek pemeliharaan jalan pada KBK meliputi biaya pengadaan penyedia jasa perencana dan pelaksana konstruksi beserta biaya pelaksanaan pekerjaannya; dan biaya pengadaan konsultan pengawas beserta biaya pekerjaan pengawasan. Pada kerangka penilaian ini, biaya yang dipertimbangkan hanya biaya pelaksanaan pekerjaan fisik/konstruksi, yaitu biaya untuk pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan jalan. Biaya administrasi untuk pengadaan penyedia jasa tidak dimasukkan didalam perhitungan, karena nilai biaya ini sangat kecil dan menjadi tidak signifikan jika dikonversi menjadi *present value* pada LCCA dengan periode analisis yang panjang. Biaya pekerjaan penyusunan desain dan pekerjaan pengawasan konstruksi juga tidak dimasukkan, karena biaya ini juga tidak signifikan, yaitu hanya 3% - 5% dari biaya pekerjaan konstruksi. Penanganan jalan hingga akhir periode analisis LCCA akan menghasilkan *salvage value*, sehingga nilai ini perlu dimasukkan dalam perhitungan biaya pengelola jalan.

   Kerangka penilaian LCC pada penelitian ini dikembangkan secara khusus untuk menilai LCC proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan skema KBK. Untuk itu kerangka penilaian yang dikembangkan ini tidak memasukkan komponen biaya pembangunan jalan, karena pendekatan KBK di Indonesia hanya diterapkan pada pekerjaan preservasi jalan eksisting. Hal ini sejalan dengan konsep

KBK itu sendiri dan juga sejalan dengan program preservasi jalan di Ditjen Bina Marga – Kementerian Pekerjaan Umum, yang menerapkan KBK pada proyek preservasi jalan, yaitu meliputi pekerjaan peningkatan jalan, rehabilitasi, pemeliharaan berkala, dan pemeliharaan rutin jalan.

Pada dasarnya LCCA merupakan proses estimasi di sepanjang periode analisis. Banyak aspek ketidakpastian yang berpotensi terjadi sehingga menyebabkan estimasi nilai *life cycle cost* tidak sesuai dengan prediksi. Ketidakpastian dapat terjadi pada berbagai variabel input LCCA. Namun variabel input LCCA yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel input lainnya adalah prediksi kinerja perkerasan jalan. Ketidakpastian pada kinerja perkerasan jalan akan mempengaruhi lingkup pekerjaan dan jadwal penanganan jalan, sehingga akan menimbulkan ketidakpastian pada estimasi biaya bagi pihak pengelola maupun pengguna jalan. Untuk itu kerangka penilaian LCCA yang dikembangkan pada penelitian ini akan memasukkan pertimbangan terhadap aspek ketidakpastian prediksi kinerja jalan yang dapat menyebabkan terjadinya risiko pada strategi penanganan jalan, sehingga menyebabkan terjadinya risiko peningkatan biaya penanganan jalan yang akan berdampak bagi pihak pengelola jalan nasional.

2. Biaya Pengguna Jalan

   Semua biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak pengguna jalan selama periode analisis dan dinyatakan dalam terminologi moneter disebut sebagai biaya pihak pengguna jalan (Hall, dkk. 2003). Berdasarkan FHWA (1998), biaya pengguna jalan terdiri dari dua dimensi, yaitu komponen biaya pengelola jalan serta kategori biaya pengguna jalan. Komponenbiayapenggunajalan yang umumdinilaipada LCCA adalahBiayaOperasionalKendaraan (BOK), biayatundaanperjalanan, danbiayakecelakaan.Biayatundaanperjalanansecaraumummendominasibiayalaindidala mkomponenbiayapenggunajalan. Kategori biaya pengguna jalan terdiri dari (a) *work zone user cost* atau biaya pengguna jalan pada saat adanya pekerjaan jalan pada ruas jalan yang dilalui, dan (b) *in service user cost* atau biaya pengguna jalan pada kondisi lalu lintas normal.Biayapenggunajalanharusmenjadibagiandari total biayatransportasipadainvestasijalan, karenanilaikomponenbiayainiseringkalimelampauibiayapengelolajalansecarasignifikan (Zhang, 2009). Perhitunganbiayapenggunajalan pada proyek KBK dilakukanpadakategoribiaya*work zone*danbiayaoperasional normal *(in service)*, karena KBK menerapkan indikator kinerja layanan jalan dan mengharuskan adanya manajemen lalu lintas selama berlangsungnya aktivitas penanganan jalan.

3. Biaya Eksternal

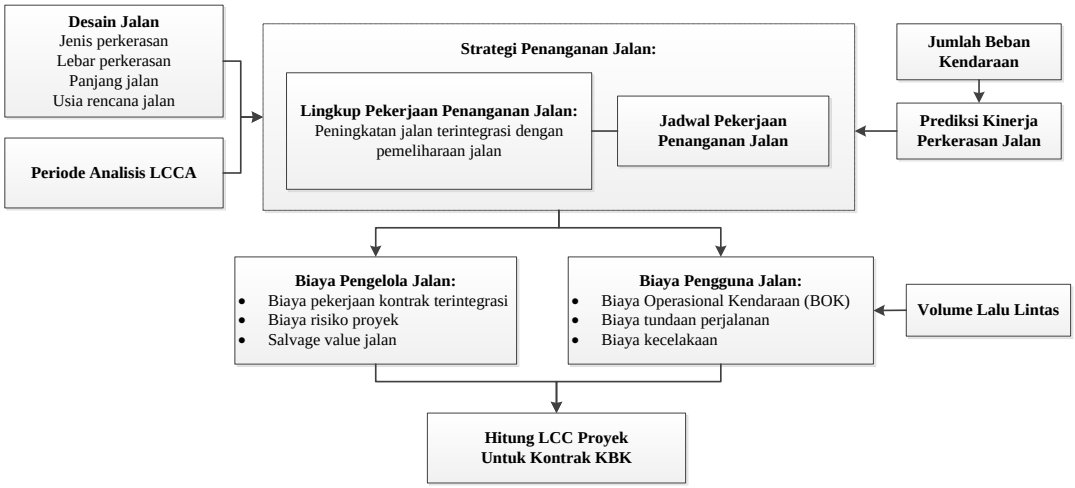
   Komponen biaya eksternal meliputi biaya – biaya yang terkait dengan aspek lingkungan atau *sustainability,* diantaranya dapat berupa biaya kebisingan, kualitas udara atau emisi, dan sebagainya. Mengintegrasikan konsep *sustainability* ke dalam LCCA pada sektor konstruksi masih belum banyak diterapkan, karena identifikasi terhadap berbagai indikator *sustainability* itu sendiri masih belum banyak dilakukan dan dikembangkan, sehingga elemen – elemen biaya dari berbagai ukuran *sustainability* belum diverifikasi oleh pihak industri terkait. Berdasarkan pertimbangan tersebut di atas, maka kerangka LCCA yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak memasukkan komponen biaya eksternal sebagai bagian dari komponen biaya yang diperhitungkan dalam LCCA proyek pekerjaan jalan yang dikontrakkan menggunakan skema KBK.

Kerangka Penilaian LCC Proyek Pemeliharaan Jalan Menggunakan Skema KBK

Berdasarkan uraian di atas, dapat ditentukan bahwa strategi penanganan jalan pada proyek pemeliharaan jalan yang dikontrakkan menggunakan skema KBK merupakan pekerjaan yang mengintegrasikan pekerjaan peningkatan hingga pemeliharaan rutin. Sesuai dengan karakteristik KBK yang mengatur mengenai kinerja layanan jalan di sepanjang masa kontrak, maka jadwal penanganan jalan harus didasarkan pada kondisi jalan dan indikator kinerja yang harus dipenuhi. Strategi penanganan jalan ini dipengaruhi oleh desain jalan, periode analisis LCCA, serta prediksi kinerja perkerasan jalan. Variabel desain jalan dan periode analisis merupakan parameter konstan dalam LCCA, sedangkan prediksi kinerja perkerasan jalan merupakan aspek yang bersifat probabilistik. Prediksi kinerja perkerasan jalan secara teoritis sangat dipengaruhi oleh jumlah beban kendaraan.

Strategi penanganan jalan akan menentukan besarnya biaya pengelola jalan dan pengguna jalan. Pada penilaian LCC proyek pemeliharaan jalan yang dikontrakkan menggunakan skema KBK, komponen biaya pengelola jalan terdiri dari biaya pelaksanaan pekerjaan penanganan jalan untuk kontrak terintegrasi, biaya risiko pada kegiatan penanganan jalan, serta *salvage value* dari jalan yang ditinjau. Sedangkan biaya pengelola jalan pada proyek pemeliharaan jalan yang menggunakan skema KBK harus memperhitungkan komponen biaya pengelola jalan yang terdiri dari BOK, biaya tundaan perjalanan, dan biaya kecelakaan. Perhitungan biaya pengguna jalan juga dilakukan pada kondisi *in-service* dan *work zone.* Kerangka penilaian LCC untuk proyek pemeliharaan jalan nasional yang diselenggarakan menggunakan skema KBK dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.

Kerangka penilaian yang telah dikembangkan pada penelitian ini dapat digunakan untuk menilai kelayakan penerapan KBK pada proyek pekerjaan pemeliharaan jalan nasional. Nilai LCC yang dihasilkan dari berbagai alternatif proyek penanganan jalan yang akan dikontrakkan dibawah skema KBK dapat digunakan sebagai salah satu indikator penilaian kelayakan penerapan KBK untuk proyek – proyek yang ditinjau.



Gambar 3 Kerangka Penilaian LCC Proyek KBK

KESIMPULAN

Kerangka penilaian LCCA yang dihasilkan dari penelitian ini mempertimbangkan biaya bagi pihak pengelola dan pengguna jalan yang sesuai dengan strategi penanganan jalan pada pendekatan KBK. Komponen biaya pengelola jalan terdiri dari biaya pelaksanaan

pekerjaan penanganan jalan untuk kontrak terintegrasi, biaya risiko pada kegiatan penanganan jalan, serta *salvage value* dari jalan yang ditinjau. Sedangkan biaya pengelola jalan pada proyek pemeliharaan jalan yang menggunakan skema KBK memperhitungkan komponen biaya pengelola jalan yang terdiri dari BOK, biaya tundaan perjalanan, dan biaya kecelakaan. Perhitungan biaya pengguna jalan pada kerangka penilaian ini dilakukan pada kondisi *in-service* dan *work zone.*Kerangka penilaian yang telah dikembangkan pada penelitian ini dapat digunakan untuk menilai kelayakan penerapan KBK pada proyek pekerjaan pemeliharaan jalan nasional.

REFERENSI

Chan, Arthur., Keoleian, Gregory., dan Gabler, Eric. 2008. Evaluation of Life-Cycle Cost Analysis Practices Used by the Michigan Department of Transportation. *Journal of Transportation Engineering.* 134:6, 236-245.

Federal Highway Administration., 1998. *Life Cycle Cost Analysis in Pavement Design.*Publication No. FHWA-SA-98-079, Pavement Division Interim Technical Bulletin, US Department of Transportation.

Goh dan Yang., 2009. Extending Life-Cycle Costing (LCC) Analysis for Sustainability Considerations in Road Infrastructure Projects. *Proceedings of 3rd CIB International Conference on Smart and Sustainable Built Environment*. Delft-Amsterdam.

Goh dan Yang. 2010. Responding to Sustainability Challenge and Cost Implications in Highway Construction Projects. CIB-W101: Spatial Planning and Infrastructure Development. Salford Quays – United Kingdom. www.kenken.go.jp/japanese/contents/cib/w101/pdf/935.pdf, diakses tanggal 5 Februari 2012.

Harrison, Rob., Waalkes, Steve., dan Wilde, William James. 1999. A Life Cycle Cost Analysis of Rigid Pavements. *Project Summary Report 1739-S.* Center for Transportation Research - The University of Texas at Austin.

Hyman, William. A. 2009. Performance-Based Contracting for Maintenance. *NCHRP Synthesis 389.* http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_syn_389.pdf,diakses tanggal 20 Juli 2011.

Karim, Hawzheen. 2011. Road Design for Future Maintenance – Life-cycle Cost Analysis for Road Barriers. *Doctoral Thesis*. Stockholm - Sweden.

Kaini, Praveen dan Li, Zongzhi. 2006. A Methodology for Risk-Based Highway Project Benefit-Cost Analysis. *MRUTC Project 07-10: Optimal Investment Decision Making for Highway Transportation Asset Management under Risk and Uncertainty.* Illinois Institute of Technology, Chicago-Illinois.

Labi, Samuel., dan Sinha, Kumares. C. 2003. Life Cycle Evaluation of Highway Pavement Preventive Maintenance. *Journal of the Transportation Research Board.* TRB 2003 Annual Meeting.

Liautaud, G. 2004. *Maintaining Roads: Experience With Output-Based Contracts in Argentina.* World Bank, Washington D.C.

Li, Zongzhi dan Madanu, Sunil. 2009. Highway Project Level Life-Cycle Benefit/Cost Analysis Under Certainty, Risk, and Uncertainty: A Methodology with Case Study. *Journal of Transportation Engineering Vol. 135 (8).* Juli 2009, 516-526.

Pakkala, P. 2002. Innovative Project Delivery Methods for Infrastructure - International Perspective. Finnish Road Enterprise.

Pakkala, P. 2005. Performance-Based Contracts—International Experiences.*Proc., TRB Workshop on Performance-Based Contracting.*

Permen PU No. 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan.

Segal, G. F., Moore, A. T., and McCarthy, S.2003. *Contracting for Road and Highway Maintenance.* Reason Public Policy Institute. LosAngeles.

Stankevich, N., Qureshi, N., and Queiroz, C. 2005. Performance-based Contracting for Preservation and Improvement of Road Assets. *TransportNote TN-27*. The World Bank. Washington, D.C.

Whyte dan Pham. 2012. *Life Cycle Analysis for Infrastructure Project Pavement Design*. http://asec2012.conference.net.au/papers/012.pdf.

World Bank. 2005. *Sample Bidding Documents-Procurement of Works and Services under Output- and Performance-based Road Contracts and Sample Specifications.*

World Bank. 2012. Investing in Indonesia's Roads - Improving Efficiency and Closing the Financing Gap. *Road Sector Public Expenditure Review 2012*. Jakarta.

Zhang, Han. 2009. Sustainable Pavement Asset Management Based on Life Cycle Models and Optimization Methods. *Doctoral Dissertation – University of Michigan.*

Zietlow, G. 2004. *Implementing Performance-Based Road Management and Maintenance Contract in Developing Countries – An Instrument of German Technical Cooperation.* German Development Cooperation.

Zietlow, G. 2005a. *Cutting Costs and Improving Quality through Performance-Based Road Management and Maintenance Contracts - The Latin American and OECD Experiences*. http://www-esd.worldbank.org/pbc_resource_guide/Docs-latest%20edition/cases-and-pdfs/PBRMC-05.pdf, diakses tanggal 9 September 2011.

Zietlow, G. 2005b. *Using Micro-Enterprises to Create Local Contracting Capacity - The Latin American Experience*. http://www-esd.worldbank.org/pbc_resource_guide/Docs-latest%20edition/cases-and-pdfs/Zietlow_Using_Micro-Enterprises_2005.pdf, diakses tanggal 9 September 2011.