



PEMILIHAN BAHAN MATERIAL KONSTRUKSI BAHU JALAN BERDASARKAN JENIS KERUSAKAN DAN ANALISA EKONOMINYA (STUDI KASUS JALAN BATAS KOTA TAKENGON - UWAK)

Usman^a, Sofyan M. Saleh^b, Yuhanis Yunus^c

^aMagister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

^bJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

^cJurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Banda Aceh

*Corresponding author, email address: Rubbayie@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received 19 December 2018

Received in revised form 22 February 2019

Accepted 28 February 2019

Keywords:

Vehicle Operational Cost (VOC), Benefit Cost Ratio (BCR), economic indicators, Road Construction

ABSTRACT

This research is located in Takengon - Uwak City boundary section. The benefit of this research is to figure out the proper type of road construction for investment based on financial feasibility with respect to Vehicle Operational Cost (VOC), Benefit Cost Ratio (BCR), Net Present Value (NPV), and Internal Rate of Return (IRR). The data used in this study was secondary data obtained from related institutions. The research method used in this research was economic indicators with two scenarios, that is; 1. Road improvement with no handling/ existing (Do Nothing), and 2. Road improvement. From the calculation results, it was obtained the price of construction and maintenance for each shoulder of the road construction, that is, the shoulder using Material Class B was IDR 5.493.388.958, the material class B shoulder with Geocel IDR. 4.946.201.289, and road construction using concrete IDR. 6.162.438.275. The saving of VOC produced was IDR. 23,006,00. The results of the economic analysis performed for the three types of construction with the Net Present Value (NVP) method resulted in Road Construction by Shoulder Using Materials Class B and Geocell is the best alternative to make an investment because it produces the largest NPV Value, that is, NPV=IDR 1,808,869,588,00. The highest BCR value is BCR = 1.49, with IRR value = 14.855%

©2018 Magister Teknik Sipil Unsyiah. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Kemiringan memanjang jalan yang lebih besar dibandingkan kemiringan melintang jalan pada jalan dengan kondisi topografi pegunungan mengakibatkan air melimpah dan mengalir searah badan dan bahu jalan pada saat musim hujan. Kecepatan aliran air yang mengalir ke lereng semakin bertambah dan dapat mengakibatkan gerusan pada permukaan bahu jalan tanpa perkerasan.

Jalan dengan kondisi bahu yang tidak baik akan menimbulkan kecepatan kendaraan yang melintasi jalan tersebut akan berkurang terutama pada jalan 2 jalur 2 arah di pegunungan. Rendahnya tingkat pelayanan jalan (Level of Service, LOS) berdampak terhadap besarnya biaya bagi pengguna jalan (Road User Cost, RUC) terutama dalam hal pemborosan bahan bakar dan waktu terbuang sia-sia

(Tamin O.Z., 2000). Semakin tinggi kecepatan kendaraan pada suatu ruas jalan maka biaya yang ditimbulkannya akan semakin rendah dan jika kecepatannya rendah maka biaya yang ditimbulkannya akan semakin besar (Bennett, R., 2003).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya proyek yang dibutuhkan untuk membangun jalan dengan bahu menggunakan material Kelas B, material Kelas B dan Geocell, serta Beton, mengetahui penghematan BOK serta mengetahui jenis konstruksi yang layak untuk diinvestasikan pada Ruas Bts. Kota Takengon - Uwak (Km 334+000 - 338+000).

1. KAJIAN PUSTAKA

Jenis Konstruksi Perkerasan

Menurut Hardiyatmo (2007), berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

- 1) Kontruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar.
- 2) Kontruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
- 3) Kontruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Perkiraan Biaya

Ivan. W (2015) menjelaskan biaya pembangunan terdiri dari prakiraan biaya investasi yaitu prakiraan biaya pembangunan fisik ditambah biaya pengelolaan yang terdiri dari biaya operasional dan pemeliharaan rutin.

Analisis Ekonomi

Tamin (2008), Analisis ekonomi dari suatu proyek transportasi diperlukan dikarenakan menyangkut externalities, biaya investasi yang besar dan umur pengembalian dana proyek yang panjang. Selanjutnya dijelaskan bahwa analisis ekonomi yang diperhatikan adalah hasil total, produktivitas atau keuntungan yang didapat dari sumber yang dipakai dalam proyek untuk masyarakat atau perekonomian secara keseluruhan tanpa melihat siapa yang menyediakan sumber dana tersebut.

Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Penghitungan biaya operasi kendaraan menggunakan Metode PCI 1988 sebagaimana dikutip pada Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri (LAPI) ITB (1996) untuk jenis jalan perkotaan (*non toll road*). Komponen biaya dan persamaan penghitungan BOK adalah sebagai berikut:

1. Bahan bakar minyak (BBM);
2. Pemakaian minyak pelumas;
3. Pemakaian ban;
4. Biaya pemeliharaan;
5. Biaya mekanik;
6. Penyusutan;
7. Persamaan dari suku bunga;
8. Persamaan waktu perjalanan awak kendaraan;
9. Persamaan *overhead*.

Bahan bakar minyak (BBM) sangat tergantung dengan jarak tempuh, kecepatan dan geometrik jalan yang dilalui kendaraan tersebut. Selain itu juga cara mengemudi dari sopir juga berpengaruh terhadap pemakaian bahan bakar.

Aspek Finansial

Ivan. W (2015), menjelaskan bahwa suatu investasi merupakan kegiatan penanaman modal jangka panjang, di mana selain investasi tersebut perlu pula disadari dari awal bahwa investasi akan diikuti oleh sejumlah pengeluaran yang lain perlu disiapkan secara periodik.

Metode kelayakan investasi yang umum digunakan adalah:

A. Metode nilai sekarang bersih (Net Present Value)

Net present value adalah selisih antara present value Benefit dikurangi dengan present value cost. Hasil NPV dari suatu proyek yang dikatakan layak secara finansial adalah yang menghasilkan nilai NPV positif. Dalam hal ini semua rencana akan dilaksanakan apabila $NPV > 0$, atau persamaan di atas memenuhi.

B. Benefit Cost Rasio (BCR)

Tamin (2008), menyatakan Benefit cost ratio adalah nisbah antara present value benefit dibagi dengan present value cost. Hasil BCR dari suatu proyek dikatakan layak secara finansial bila nilai BCR lebih besar dari 1 (>1). Nilai ini dilakukan berdasarkan nilai sekarang, yaitu dengan membandingkan selisih manfaat dengan biaya yang lebih besar dari nol dan selisih manfaat serta biaya yang lebih kecil dari nol.

C. Internal rate of Return (IRR)

Internal rate of Return (IRR) ini akan dicari adalah suku bunganya di saat NPV sama dengan nol. Jadi pada metode IRR ini informasi yang dihasilkan berkaitan dengan tingkat kemampuan cash flow dalam mengembalikan investasi yang dijelaskan dalam bentuk % periode waktu.

2. METODE PENELITIAN

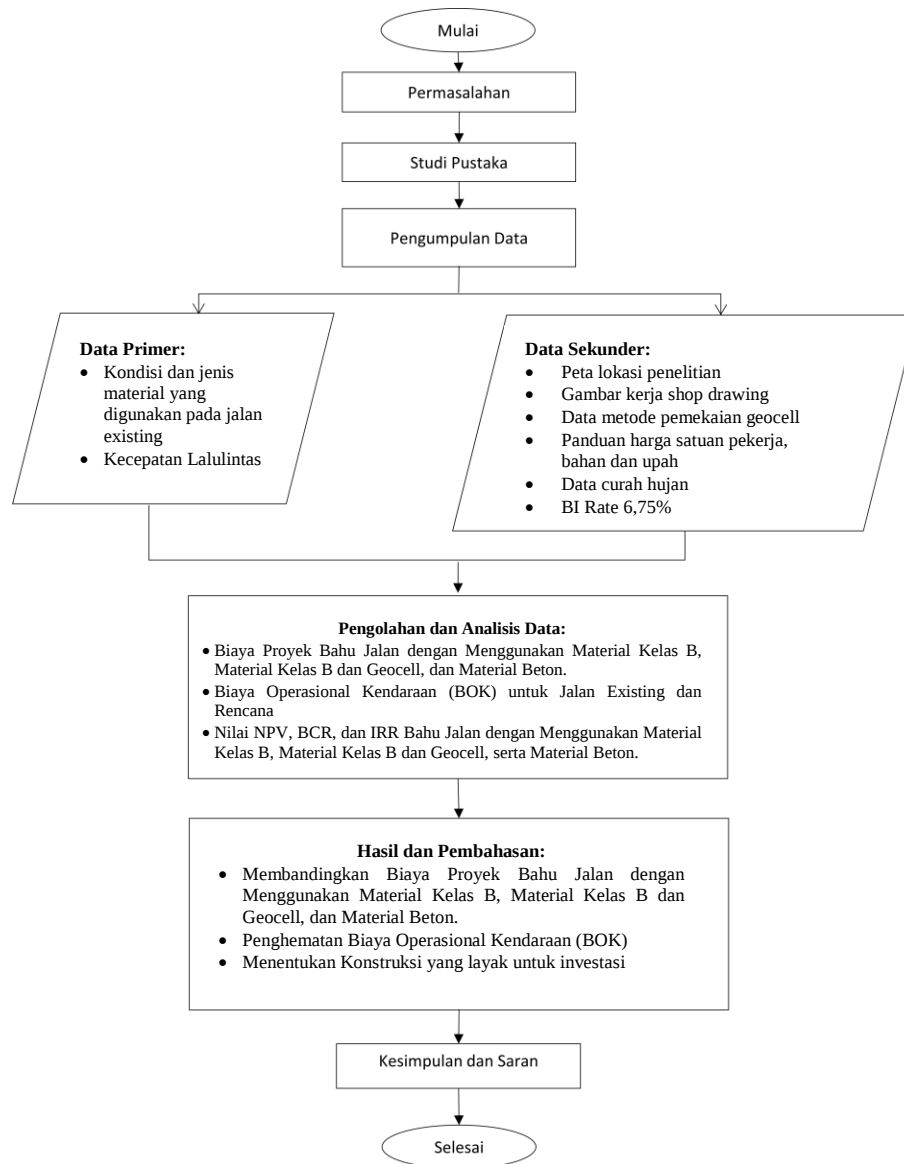
3.1 Metode Pengumpulan Data

Data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Kondisi dan jenis material yang digunakan pada jalan existing;
2. Kecepatan lalu lintas.

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Peta lokasi penelitian;
2. Gambar kerja shop drawing;
3. Data metode pemakaian Geocell untuk modifikasi perkerasan lentur, Geocell GC 1540, dengan tinggi 15 cm dari PT. Krakatau Stell (Persero) Tbk, Indonesia;
4. Panduan harga satuan pekerja, bahan, dan peralatan. Tahun 2015, dibutuhkan untuk menghitung kebutuhan biaya penanganan sesuai dengan jenis penanganan jalan yang diperoleh dari Dinas Pengelolaan Keuangan dan Kekayaan Aceh;
5. Data Curah Hujan untuk menghitung Indeks Erosivitas Hujan (R) diperoleh dari BMG Sultan Iskandar Muda dan Stasiun BMG Cut Nyak Dhien;
6. Tingkat Inflasi 1,07 % dari Badan Pusat Statistik Aceh;
7. BI Rate 6,75% dari Bank Indonesia.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

3.2 Metode Pengolahan Data

Data sekunder berupa gambar kerja *shop drawing* digunakan untuk menghitung voume pekerjaan. Volume pekerjaan yang telah diperoleh kemudian dikali dengan harga satuan masing-masing pekerjaan, hasil kali volume dan harga satuan pekerjaan ini menghasilkan biaya pekerjaan. Langkah perhitungan biaya pekerjaan ini dilakukan untuk menghitung biaya pembangunan, biaya pemeliharaan rutin, dan biaya pemeliharaan berkala untuk konstruksi Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B, Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan Geocell, serta Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Beton.

Data primer berupa data kecepatan lalulintas dikelompokkan berdasarkan jenis kendaraannya dan selanjutnya dirata-ratakan. Hasil perhitungan kecepatan rata-rata tersebut adalah kecepatan tempuh kendaraan berdasarkan jenis kendaraannya. Nilai Biaya Operasional Kendaraa (BOK) diperoleh dari hasil kali kecepatan tempuh berdasarkan jenis kendaraan dengan harga masing-masing Komponen Biaya Operasional Kendaraan (BOK).

3.3 Metode Analisis Hasil

Nilai biaya proyek dan manfaat ekonomi digunakan untuk menganalisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan parameter ekonomi yaitu NPV, BCR, dan IRR, selanjutnya dapat diketahui apakah investasi tersebut layak atau tidak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Biaya Proyek

Biaya proyek pada penelitian ini adalah biaya pembangunan, biaya pemeliharaan berkala, dan biaya pemeliharaan rutin. Biaya proyek yang dihitung pada penelitian ini adalah biaya pembangunan jalan dengan bahu menggunakan material Kelas B, material Kelas B dan Geocell, serta material Beton.

Hasil perhitungan biaya pembangunan bahu jalan untuk ketiga jenis material pada penelitian ini menghasilkan nilai biaya pembangunan Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B adalah nilai biaya pembangunan terendah dibandingkan dengan nilai biaya pembangunan kedua konstruksi lainnya. Hal ini disebabkan oleh jumlah item kegiatan yang lebih sedikit dibandingkan dengan kegiatan Pembangunan Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan Geocell dan biaya satuan kegiatan yang lebih murah dibandingkan dengan biaya satuan kegiatan Pembangunan Jalan dengan Bahu Menggunakan Beton. Biaya pembangunan bahu jalan untuk ketiga jenis material dapat dilihat pada Tabel.1.

Tabel. 1

Biaya pembangunan bahu jalan menggunakan material Kelas B, Kelas B dan Geocell serta Beton

No.	Jenis konstruksi	Uraian kegiatan	Biaya pembangunan (Rp.)
1.	<i>Bahu jalan dengan material Kelas B</i>	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	
		3.1.(1a) Galian biasa	187.160.917,48
		3.2.(2) Timbunan pilihan	237.313.463,87
		DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	
		4.2.2 Agregat Kelas B bahu jalan	957.197.995,40
		(A) Jumlah harga pekerjaan	1.381.672.376,75
		(B) Pajak pertambahan nilai (PPN) = 10% x A	138.167.237,70
		(C) Jumlah total harga pekerjaan = (A) + (B)	1.519.839.614,43
2.	<i>Bahu jalan dengan material Kelas B dan Geocell</i>	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH	
		3.1.(1a) Galian biasa	119.102.402,04
		3.2.(2) Timbunan pilihan	237.313.463,87
		DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	
		4.2.2 Agregat Kelas B bahu jalan	574.318.797,24
		DIVISI 7. STRUKTUR	
		SKH-1.3.5(1) Geotekstil filler, jenis geocell	1.334.156.564,83
		(A) Jumlah harga pekerjaan	2.264.891.227,97
		(B) Pajak pertambahan nilai (PPN) = 10% x A	226.489.122,80
		(C) Jumlah total harga pekerjaan = (A) + (B)	2.491.380.350,77
3.	<i>Bahu jalan dengan material Beton</i>	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	
		5.3.(1) Perkerasan beton semen	4.065.705.859,98
		5.3.(3) Lapis pondasi bawah beton kurus	723.369.582,00
		(A) Jumlah harga pekerjaan	4.789.075.441,98
		(B) Pajak pertambahan nilai (PPN) = 10% x A	478.907.544,20
		(C) Jumlah total harga pekerjaan = (A) + (B)	5.267.982.986,18

Biaya pemeliharaan rutin yang dihitung pada penelitian ini adalah biaya pemeliharaan rutin untuk Konstruksi Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B serta Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan Geocell. Perhitungan biaya pemeliharaan rutin menghasilkan nilai biaya pemeliharaan rutin untuk Konstruksi Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan Geocell lebih rendah dibandingkan nilai biaya pemeliharaan rutin Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B. Hal ini disebabkan volume kegiatan pemeliharaan Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan Geocell diasumsikan 48% dari volume kegiatan yang sama pada pemeliharaan rutin Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B. Biaya pemeliharaan rutin untuk Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B serta Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan Geocell dapat dilihat pada Tabel.2.

Tabel. 2

Biaya pemeliharaan rutin bahu jalan menggunakan material Kelas B, Kelas B dan Geocell serta Beton

No.	Jenis Konstruksi	Uraian Kegiatan	Biaya Pemeliharaan Rutin (Rp.)
1.	<i>Bahu jalan dengan material Kelas B</i>	Perataan dan pelandaian	177.077,973,00
		(A) Jumlah harga pekerjaan	177.077.973,00
		(B) Pajak pertambahan nilai (PPN) = 10% x A	17.700.797,00
		(C) Jumlah total harga pekerjaan = (A) + (B)	194.708.770,00
2.	<i>Bahu Jalan dengan Material Kelas B dan Geocell</i>	Perataan dan Pelandaian	84.963.827,00
		(A) Jumlah harga pekerjaan	84.963.827,00
		(B) Pajak pertambahan nilai (PPN) = 10% x A	8.496.383,00
		(C) Jumlah total harga pekerjaan = (A) + (B)	93.460.210,00

Biaya pemeliharaan berkala bahu jalan dengan menggunakan material Kelas B serta Kelas B dan Geocell diasumsikan 20% dari biaya pembangunan, sedangkan biaya pemeliharaan berkala bahu jalan menggunakan material Beton diasumsikan 10% dari biaya pembangunannya. Hasil perhitungan biaya pemeliharaan berkala untuk ketiga konstruksi dapat dilihat pada Tabel.3.

Tabel. 3

Biaya Pemeliharaan Berkala Bahu Jalan Menggunakan Material Kelas B, Kelas B dan Geocell serta Beton

No.	Jenis konstruksi	Uraian kegiatan	Biaya pemeliharaan berkala (Rp.)
1.	<i>Bahu jalan dengan material Kelas B</i>	DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	
		4.2.2 Agregat Kelas B bahu jalan	957.197.995,40
		(A) Jumlah harga pekerjaan	957.197.995,40
		(B) Pajak pertambahan nilai (PPN) = 10% x A	95.719.800,00
		(C) Jumlah total harga pekerjaan = [(A) + (B)]*20%	210.583.559,00
2.	<i>Bahu jalan dengan material Kelas B dan Geocell</i>	DIVISI 4. PELEBARAN PERKERASAN DAN BAHU JALAN	
		4.2.2 Agregat Kelas B bahu jalan	957.197.995,00
		(A) Jumlah harga pekerjaan	957.197.995,00
		(B) Pajak pertambahan nilai (PPN) = 10% x A	95.719.800,00
		(C) Jumlah total harga pekerjaan = [(A) + (B)]*20%	210.583.559,00
3.	<i>Bahu jalan dengan material Beton</i>	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	
		5.3.(1) Perkerasan beton semen	4.065.705.859,98
		(A) Jumlah harga pekerjaan	4.065.705.859,98
		(B) Pajak pertambahan nilai (PPN) = 10% x A	406.570.586,00
		(C) Jumlah total harga pekerjaan = [(A) + (B)]*10%	447.227.645,00

4.2 Analisa Biaya Operasional Proyek (BOK)

Berdasarkan hasil perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) untuk jalan eksisting dan jalan rencana diperoleh Biaya Operasional Kendaraan (BOK) jalan eksisting sebesar Rp. 43.822,- dan rencana sebesar Rp. 20.816,-. Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) apabila menggunakan konstruksi jalan rencana adalah Rp. 23.006 ,-. Hal ini disebabkan kecepatan kendaraan di jalan rencana lebih tinggi bila dibandingkan kecepatan kendaraan di jalan eksisting, sehingga waktu tempuh kendaraan di jalan rencana lebih singkat dibandingkan waktu tempuh kendaraan di jalan eksisting.

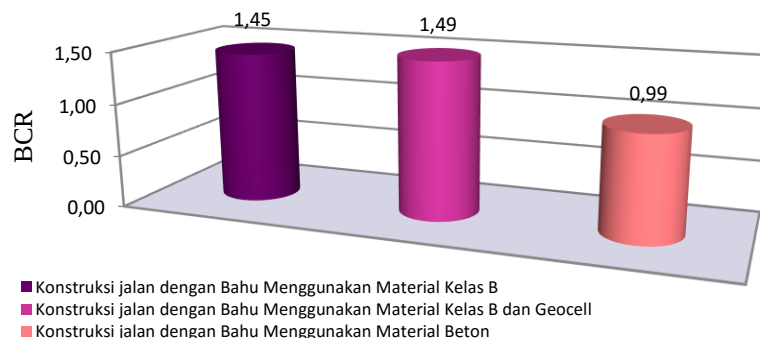
4.3 Kelayakan ekonomi

Kriteria pemilihan alternatif terbaik dengan metode NPV dilakukan dengan cara memilih alternatif yang memiliki nilai NPV terbesar. Perbandingan hasil perhitungan dengan menggunakan Metode NPV yang telah dilakukan sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil perhitungan yang diperoleh diketahui bahwa jenis Konstruksi Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan Konstruksi Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan *Geocell* menghasilkan Nilai NPV > 0 . Nilai NPV Konstruksi Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan *Geocell* yaitu Rp. 1.808.869.589,00 adalah nilai NPV tertinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis Konstruksi Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan *Geocell* adalah alternatif terbaik untuk investasi.



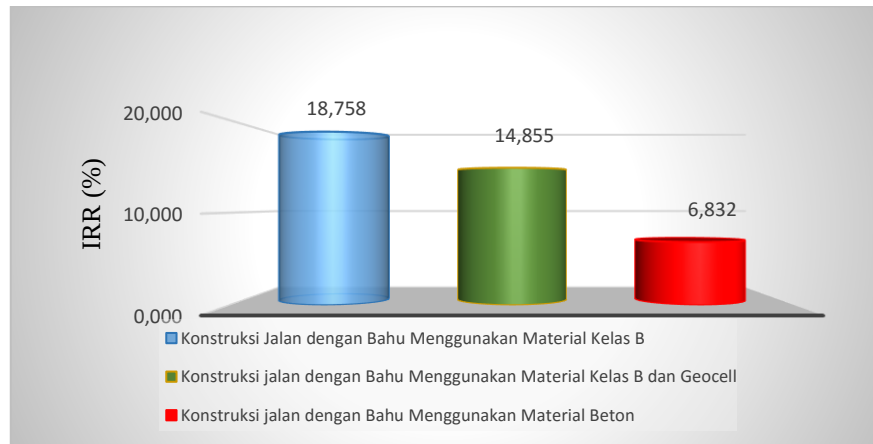
Gambar1. Nilai NPV untuk ketiga jenis konstruksi

Perbandingan hasil perhitungan kelayakan ekonomi dengan menggunakan Metode BCR untuk ketiga jenis konstruksi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Pemilihan alternatif terbaik dengan metode BCR tidak dapat dilakukan dengan menggunakan Analisis Incremental BCR, karena Nilai Benefit untuk ketiga jenis konstruksi bernilai sama sehingga apabila dilakukan pengurangan menghasilkan nilai 0. Penentuan alternatif terbaik dilakukan dengan Metode BCR lainnya adalah dengan memilih nilai BCR tertinggi dari ketiga jenis konstruksi. Konstruksi Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan *Geocell* adalah konstruksi dengan Nilai BCR tertinggi yaitu: 1,49, sehingga dapat disimpulkan bahwa Konstruksi Jalan dengan Bahu Menggunakan Material Kelas B dan *Geocell* adalah konstruksi yang paling layak untuk investasi.



Gambar2. Nilai BCR untuk ketiga jenis konstruksi

Hasil perhitungan dengan Metode IRR menunjukkan bahwa Nilai IRR untuk Konstruksi Bahu Jalan dengan menggunakan Material Kelas B dan *Geocell* adalah jenis konstruksi yang memiliki Nilai IRR yaitu: 14,855%, dan lebih besar dari discout rate yang digunakan untuk menghitung kelayakan sehingga dapat disimpulkan bahwa Konstruksi Bahu Jalan dengan menggunakan Material Kelas B dan *Geocell* yang dipilih untuk melakukan investasi.



Gambar 3. Nilai IRR untuk ketiga jenis konstruksi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan Perhitungan Rencana Biaya untuk masing-masing konstruksi bahu jalan yaitu kontruksi menggunakan Material Kelas B dengan biaya Rp. 5.493.388.958, kontruksi bahu jalan material kelas B dengan Geocel adalah Rp. 4.946.201.289,00. Dan konstruksi bahu jalan menggunakan beton adalah Rp. 6.162.438.275,00.
2. Apabila dilakukan penanganan konstruksi bahu jalan dapat lebih dihemat Biaya Operasional Kendaraan (BOK) sebesar adalah Rp. 23.006,- ini disebabkan kecepatan kendaraan pada jalan yang dilakukan penanganan bahu jalan akan lebih cepat dari pada jalan tanpa penanganan pada bahu jalan.
3. Konstruksi yang paling layak untuk dilaksanakan adalah konstruksi bahu jalan kelas B dan Geocell dengan Nilai NPV paling tinggi adalah Rp. 1.808.869.588,71, Nilai BCR > 1 yaitu 1,49, dan Nilai IRR yang diperoleh lebih besar dari *Discount Rate* yang digunakan dalam perhitungan kelayakan yaitu 6,75%.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penanganan kerusakan bahu jalan dan badan jalan sehingga dapat mengurangi Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pemeliharaan pada RUWASJA ini, instansi berwenang perlu mendokumentasi riwayat jalan dan pelaksanaan survey dalam bentuk database. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan awal kepada instansi yang berwenang untuk tindak lanjuti dan pengembangan lebih lanjut dalam perencanaan konstruksi yang ekonomis dan tahan lama.
3. Kekurangan-kekurangan yang didapat pada penelitian ini disarankan untuk disempurnakan, sehingga saran-saran yang diberikan dapat dijadikan acuan untuk pelaksanaan dan pengembangan dimasa yang akan datang

DAFTAR PUSTAKA

Ivan. W (2015) *Feasibility Study Investasi Pembangunan Perumahan Honco lingke residence di kota Banda Aceh*,

- Guangyue. W, Jianpeng. Z dan Xu. T (2013), *Numerical Analysis of Geocell Protective Slope Stability*, The Open Civil Engineering journal, 2013, 7,223-231
- Manish Y, et al (2014), *Application of Geocells in Reinforcement of soil: A Review*, Journal of civil engineering and enviromental technology volume 1, number 5
- Oktodelina N, Anak A.G.K (2012), *Perbandingan konstruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku serta analisis ekonominya pada pembangunan lan lingkaran mojoagung*, Jurnal Teknik ITS Vol. 1, (Sept, 2012) ISSN: 2301-9271
- Drs. M.Giatman, MSIE, *Ekonomi Teknik*, PT Rajagrafindo Persada, Jakarta
- Aly.M.A.2004. *Jalan Beton Semen*. Yayasan Pengembang Teknologi dan Manajemen. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum.1987.*Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*. Jakarta :Yayasan Badan Penerbit PU.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1995. *Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi* .Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum.2005. Pd-T-08-2005B. Jakarta
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*. Jakarta: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Jakarta: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Direktorat Jendral Bina Marga.1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Direktorat Jendral BinaMarga.
- Ofyar Z. T, 2008, *Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi*. Penerbit ITB
- Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Panduan Analisa Biaya Harga Satuan*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2011. *Kajian Metode Analisa Biaya dan Manfaat hasil Litbang*. Jakarta Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum
- Meidia R, Sofyan. M. S dan Isya. M (2014), *Evaluasi Penanganan Kerusakan Konstruksi Jalan berdasarkan jenis konstruksi dan beban lalu lintas*, Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala, Volume 3, No. 3, Agustus 2014
- Badan Pusat Statistik Aceh, *Aceh dalam angka 2015*, Penerbit Badan Pusat Statistik Aceh (2015)
- Bank Indonesia (2016) Available : www.bi.go.id
- <http://ael.web.id/geocell-sebagai-pelindung-tebing-sungai/>