

Jurnal TEKNIK SIPIL

Angelina Eva Lianasari

Potensi Batu Bauksit Pulau Bintang
Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton

Yosafat Aji Pranata,
Leny Elvira

Analisis Kegagalan Struktur Bangunan
Rumah Tinggal Dengan Metode Elemen
Hingga Linier

Agustinus Wahjono

Pengaruh Fiber Bendrat Terhadap Kuat Geser
Balok Beton Bertulang Dengan Senggang

Alfian

Analisa Sensitivitas Pertumbuhan
Lalu lintas dan Probabilitas Risiko
Pada Pembangunan Jalan Tol
Kategori *Priority Project*

Rudi Waluyo,
Andre Antononi

Faktor-faktor Penentu Keberhasilan
Pelaksanaan Proyek Perumahan
Berdasarkan Mutu, Biaya dan Waktu

Budiman Soamole,
Benidiktus Susanto

Analisis Persepsi Penumpang
Terhadap Kualitas Pelayanan
Angkutan Laut Di Pelabuhan Regional Sanana
Kab. Kepulauan Sula, Prop. Maluku Utara

Ferry Fatnanta

Permodelan Koefisien Gelombang Transmisi
Pada Pemecah Gelombang Kantong Pasir
Tipe Tenggelam

Yohanna Lilis Handayani,
Andy Hendri,
Arief Aditya

Analisa Hujan Rancangan *Partial Series*
Dengan Berbagai Panjang Data
dan Kala Ulang Hujan

Jurnal **TEKNIK SIPIL**

Volume 12 Nomor 3, Oktober 2013

ISSN 1411-660X

Jurnal Teknik Sipil adalah wadah informasi bidang Teknik Sipil berupa hasil penelitian, studi kepustakaan maupun tulisan ilmiah terkait. Terbit pertama kali Oktober tahun 2000 dengan frekuensi terbit dua kali setahun pada bulan Oktober, April. (ISSN 1411-660X)

Pemimpin Redaksi

Agatha Padma L, S.T., M.Eng

Anggota Redaksi

Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.

Ir. Pranawa Widagdo, M.T.

Ferianto Raharjo, S.T., M.T.

Mitra Bebestari

Ir. A. Koesmargono, MCM, Ph.D

Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng

Dr. Ir. Imam Basuki, M.T

Ir. Peter F. Kaming, M.Eng, Ph.D

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D

Tata Usaha

Hugo Priyo Nugroho

Alamat Redaksi dan Tata Usaha:

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari No.44 Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 487711 (hunting) Fax (0274) 487748

Email : jurnalsipil@mail.uajy.ac.id

Redaksi menerima sumbangan artikel terpilih di bidang Teknik Sipil pada Jurnal Teknik Sipil.
Naskah yang dibuat merupakan pandangan penulis dan tidak mewakili Redaksi

Jurnal Teknik Sipil diterbitkan oleh Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pelindung: Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Penanggung Jawab: Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jurnal **TEKNIK SIPIL**

Volume 12 Nomor 3, Oktober 2013

ISSN 1411-660X

Jurnal Teknik Sipil adalah wadah informasi bidang Teknik Sipil berupa hasil penelitian, studi kepustakaan maupun tulisan ilmiah terkait.

DAFTAR ISI

POTENSI BATU BAUKSIT PULAU BINTAN SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON <i>Angelina Eva Lianasari</i>	155-160
ANALISIS KEGAGALAN STRUKTUR BANGUNAN RUMAH TINGGAL DENGAN METODE ELEMEN HINGGA LINIER <i>Yosafat Aji Pranata, Leny Elvira</i>	161-172
PENGARUH FIBER BENDRAT TERHADAP KUAT GESER BALOK BETON BERTULANG DENGAN SENGGANG <i>Agustinus Wahjono</i>	173-180
ANALISA SENSITIVITAS PERTUMBUHAN LALU LINTAS DAN PROBABILITAS RISIKO PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL KATEGORI <i>PRIORITY PROJECT</i> <i>Alfian</i>	181-191
FAKTOR-FAKTOR PENENTU KEBERHASILAN PELAKSANAAN PROYEK PERUMAHAN BERDASARKAN MUTU, BIAYA DAN WAKTU <i>Rudi Waluyo, Andre Antononi</i>	192-201
ANALISIS PERSEPSI PENUMPANG TERHADAP KUALITAS PELAYANAN ANGKUTAN LAUT DI PELABUHAN REGIONAL SANANA KAB. KEPULAUAN SULA, PROP. MALUKU UTARA <i>Budiman Soamole, Benidiktus Susanto</i>	202-209
PERMODELAN KOEFISIEN GELOMBANG TRANSMISI PADA PEMECAH GELOMBANG KANTONG PASIR TIPE TENGGELAM <i>Ferry Fatnanta</i>	210-220
ANALISA HUJAN RANCANGAN <i>PARTIAL SERIES</i> DENGAN BERBAGAI PANJANG DATA DAN KALA ULANG HUJAN <i>Yohanna Lilis Handayani, Andy Hendri, Arief Aditya</i>	221-232

ANALISA SENSITIVITAS PERTUMBUHAN LALU LINTAS DAN PROBABILITAS RISIKO PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL KATEGORI *PRIORITY PROJECT*

Alfian

Fakultas Teknik Universitas Riau,
Kampus Bina Widya KM. 12,5 Simpang Baru – Pekanbaru, 28293
e-mail: ALFmalik@gmail.com

Abstract: The development of toll roads in Indonesia are done through the public-private partnerships scheme. The main revenue of toll roads derived from the toll roads users. Therefore, the rate of traffic growth during the concession period is an important factor. Pekanbaru - Kandis is a project toll road of priority categories, but no investors who interested in investing. This study was conducted to determine the effect of the volume and rate of traffic growth and the probability of investment risk, so it can be used as a reference to make investment decisions. The toll road is assumed to operating in 2016. The analysis was done through simulation with 10,000 iterations on traffic growth rate varies between 1% to 10%, the vehicles tariff Category I is Rp. 490/km, and a concession period of 35 years. The results of the stochastic analysis provides information that toll road Pekanbaru - Kandis financially feasible at the traffic growth rate more or equal to 10%, with relatively low losses probability (percentile 1.71%). Eligibility is due to the assumption of a very high volume of vehicles at the beginning of the toll roads operation wich is 15.274 vehicles/day. If the investor makes limits of probability of losses at 5% (percentile 5%), the investment is very risky if traffic growth <10% per year. Growth rate of traffic vehicle Category III, IV and V are a risk factor ranking 3rd (under SBI and inflation). However, the rate of traffic growth has no significant relationship to the NPV.

Keywords: investments, concessions, risk, stochastic, traffic.

Abstrak: Pembangunan jalan tol di Indonesia dikembangkan melalui konsep kerjasama pemerintah dan swasta. Pengelolaan jalan tol oleh pihak swasta dibayang-bayangi oleh risiko dan ketidakpastian investasi. Pendapatan utama jalan tol berasal dari tarif tol yang dibayar oleh pengguna jalan tol. Oleh sebab itu, volume dan tingkat pertumbuhan lalu lintas selama masa konsesi merupakan unsur yang sangat berpengaruh terhadap tingkat pengembalian investasi. Rencana pembangunan ruas tol Pekanbaru–Kandis adalah salah satu ruas tol kategori *priority project* yang belum diminati oleh pihak swasta. Kajian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh volume dan tingkat pertumbuhan lalu lintas serta probabilitas risiko investasi, sehingga dapat digunakan sebagai salah satu pedoman dalam membuat keputusan investasi oleh calon investor dan kreditor. Jalan tol diasumsikan mulai beroperasi pada tahun 2016. Analisa dilakukan melalui simulasi dengan 10.000 iterasi pada tingkat pertumbuhan lalu lintas bervariasi antara 1% sampai 10%, tarif awal kendaraan Golongan I Rp. 490/km, dan masa konsesi selama 35 tahun. Hasil analisa melalui pendekatan stokastik memberikan informasi bahwa pembangunan ruas tol Pekanbaru – Kandis layak secara finansial pada tingkat pertumbuhan lalu lintas $\geq 10\%$ dengan probabilitas risiko kerugian relatif rendah (*percentile* 1,71%). Kelayakan ini dipengaruhi oleh asumsi proyeksi volume lalu lintas di awal masa operasi yang cukup tinggi yaitu 15.274 kendaraan/hari. Jika investor membatasi probabilitas kerugian pada tingkat 5% (*percentile* 5%), maka investasi sangat berisiko bila pertumbuhan lalu lintas < 10% per tahun. Tingkat pertumbuhan lalu lintas kendaraan Golongan III, IV dan V merupakan faktor berisiko ranking ke-3 (di bawah SBI dan inflasi). Namun, tingkat pertumbuhan lalu lintas tidak memiliki pengaruh dan hubungan yang cukup signifikan terhadap *Net Present Value*.

Kata kunci: investasi, konsesi, lalu lintas, risiko, stokastik.

PENDAHULUAN

Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT) merilis dalam *Investment Opportunities Toll Road in*

Indonesia 2010 tentang rencana pembangunan 30 ruas jalan tol di Indonesia yang akan dikembangkan melalui mekanisme *Public-Private Partnership*. Daftar rencana ruas jalan

tol dikelompokkan ke dalam dua kategori yaitu: 15 (lima belas) ruas jalan tol kategori *Priority Project* sepanjang 401,73 kilometer dengan total investasi Rp. 67,279 triliun, dan 15 (lima belas) ruas jalan tol kategori *Potencial Project* sepanjang 943,28 kilometer dengan total investasi Rp. 75,563 triliun (Alfian, 2010). Salah satu ruas jalan tol kategori *potential project* yang ditawarkan kepada investor adalah ruas tol Pekanbaru-Kandis-Dumai sepanjang kurang lebih 135.00 kilometer yang diusulkan oleh Pemerintah Provinsi Riau. Di dalam dokumen *Public Private Partnerships, Infrastructure Projects Plane in Indonesia* (2012) status rencana pembangunan ruas tol Pekanbaru-Kandis-Dumai kemudian ditingkatkan menjadi *priority project*.

Meskipun sudah masuk ke dalam kategori *priority project*, hingga saat ini belum ada investor yang berminat pada pembangunan jalan tol Pekanbaru-Kandis-Dumai. Ruas jalan Pekanbaru-Dumai merupakan bahagian dari jaringan jalan nasional yang berada di lintasan Timur Sumatera (Aceh-Medan-Dumai-Pekanbaru-Jambi-Palembang-Lampung), dan bahagian dari *Asean Highway Network*. Berdasarkan data dari JICA, pembangunan ruas jalan tol Pekanbaru-Kandis-Dumai memerlukan total investasi sebesar Rp. 8,445 triliun, dengan volume lalu lintas awal sebesar 8.837 kendaraan/hari, dan tarif kendaraan golongan I sebesar Rp. 900/km (*Preparatory Survey for Public-Private Partnership Infrastructure Project in Republic of Indonesia*, 2009).

Pendapatan jalan tol terdiri dari pendapatan yang diperoleh dari tarif yang dikenakan kepada pengguna jalan tol dan lain-lain pendapatan yang berkaitan baik secara langsung maupun tidak langsung dengan perusahaan suatu ruas jalan tol. Tarif jalan tol dapat dievaluasi dan disesuaikan satu kali dalam setiap dua tahun dan ditetapkan oleh pemerintah berdasarkan kepada; kebutuhan biaya operasi dan pemeliharaan, peningkatan kapasitas yang ada, biaya untuk pengembangan jalan tol, dan laju inflasi. Tarif tol dihitung dengan melihat kemampuan bayar pengguna jalan tol, besar

keuntungan biaya operasi kendaraan (BKBOK), dan kelayakan investasi (Pasal 48, UU Nomor 38 Tahun 2004).

Besaran tarif tol ditentukan menurut golongan jenis kendaraan bermotor yang diatur melalui Kepmen PU Nomor: 370/KPTS/M/2007. Dengan demikian, volume dan tingkat pertumbuhan lalu lintas selama masa konsesi sangat berpengaruh terhadap perolehan pendapatan jalan tol sehingga menjadi faktor yang sensitif dalam pengelolaan suatu ruas jalan tol.

Bain dan Wilkins (2002) dalam Wibowo (2005a) dan Alfian (2010) menyebutkan bahwa hal spesifik yang membedakan investasi jalan tol dengan investasi di sektor infrastruktur lainnya adalah adanya periode peninjakan (*ramp-up period*). Biasanya pada periode ini ditandai dengan sangat tingginya pertumbuhan lalu lintas karena memang berangkat dari volume yang lebih rendah secara signifikan daripada yang diharapkan, dan diakhiri dengan melambatnya pertumbuhan sehingga mencapai suatu kestabilan yang kurang lebih sama dengan pertumbuhan lalu lintas di jalan-jalan tol sekitarnya yang telah mapan.

Berdasarkan Standard & Poor's (2002) yang melakukan studi empiris terhadap hubungan antara risiko volume lalu lintas dan periode peninjakan (*ramp-up period*) mengemukakan perbedaan antara estimasi yang dibuat oleh pihak bank dengan estimasi yang dibuat oleh pihak lain. Hasil studi tersebut mencakup koreksi lalu lintas pada tahun pertama operasional dan setelah masa peninjakan, serta durasi periode peninjakan untuk masing-masing tingkat risiko seperti pada Tabel 1.

Untuk menghitung besarnya volume lalu lintas pada *ramp-up period*, Wibowo (2005a) memanfaatkan hasil studi tersebut untuk menginterpolasi pertumbuhan volume lalu lintas yang tidak biasa selama *periode ramp-up* sebagaimana diformulasikan seperti pada Persamaan 1.

Tabel 1. Faktor Koreksi Menurut Tingkat Risiko

Estimasi oleh	Tingkat Risiko					
	Bank			Pihak Lain		
	rendah	sedang	tinggi	rendah	sedang	tinggi
Koreksi lalu lintas di tahun pertama (α_1 , %)	-10	-20	-30	-20	-35	-55
Durasi <i>ramp-up</i> (tahun)	2	5	8	2	6	8
Koreksi lalu lintas setelah <i>ramp-up</i> (α_M , %)	0	-5	-10	0	-10	-20

Sumber : Bain dan Wilkins (2002)

$$g_k = \begin{cases} \left[\frac{1 - \left(\frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln k + \alpha_1 \right)}{1 - \left(\frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln (k-1) + \alpha_1 \right)} \right] g_f + \left[\frac{1 - \left(\frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln k + \alpha_1 \right)}{1 - \left(\frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln (k-1) + \alpha_1 \right)} \right] - 1 & \text{untuk } k = 2, 3, \dots, M \\ g_f & \text{untuk } k > M \end{cases} \quad (1)$$

dimana: g_k adalah pertumbuhan lalu lintas di tahun k , g_f adalah pertumbuhan lalu lintas yang stabil, α_1 adalah koreksi volume lalu lintas di tahun pertama, α_M adalah koreksi di akhir periode *ramp-up*, dan M adalah akhir periode *ramp-up*.

Pendekatan stokastik dilakukan sebagai upaya untuk mengakomodasi ketidakpastian dalam kajian investasi jalan tol. Parameter yang dihasilkan adalah berupa tingkat pengembalian (*mean*) dan risiko (*covariance*), yang dikenal dengan metode *dual risk-return* (Wibowo 2005c). Salah satu model yang digunakan untuk mengevaluasi kelayakan investasi proyek infrastruktur jalan tol melalui pendekatan stokastik adalah model *NPV-at-Risk* yang dikembangkan oleh Ye dan Tiong (2000) untuk menganalisa kelayakan investasi pada kasus-kasus fiktif dalam kondisi ketidakpastian. Prinsip dasar *NPV-at-Risk* adalah menyertakan unsur risiko dan ketidakpastian pada *cashflow* melalui analisa stokastik (probabilistik) dan didiskon dengan *weighted average cost of capital* (WACC). Fitriani, dkk. (2006) mengembangkan model *NPV-at-Risk* dengan melakukan kajian kelayakan investasi pada kasus nyata pada proyek jalan tol Cisumdawu. *Cashflow* proyek didiskon dengan *risk-free rate*, mengacu kepada Wibowo (2005a).

Melalui pendekatan yang sama, Alfian (2010) kemudian melakukan kajian kelayakan investasi pada rencana pembangunan jalan tol Pekanbaru–Dumai.

Risiko dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan teori probabilitas. Kesulitan dalam melakukan pengukuran terhadap risiko disederhanakan dengan model CAPM (*capital asset pricing model*) yang dikembangkan oleh WF. Sharpe dengan menggunakan model normatif dari Markowitz. Dalam CAPM, risiko didefinisikan sebagai representasi dari tingkat sensitivitas laju pengembalian (*return*) suatu aset terhadap volatilitas pasar, yang diberi simbol β (beta). Nilai β yang tinggi identik dengan risiko yang tinggi pula (Alfian, 2010). CAPM ditulis dalam bentuk Persamaan 2.

$$E(r_i) = r_f + \beta_{im} [E(r_m) - r_f] \quad (2)$$

dimana: $E(r_i)$ adalah *expected return of capital asset*, r_f adalah *risk free rate*, β_{im} adalah *systematic risk*, r_m adalah *risk market* (adalah tingkat keuntungan porto folio pasar).

Wibowo dan Kochendörfer (2005) memanfaatkan Persamaan 2 untuk menghitung biaya modal sendiri (*cost of equity*) dan biaya utang (*cost of debt*).

$$r_e = r_f + \beta_e (r_m - r_f) \quad (3)$$

$$r_d = r_f + \beta_d (r_m - r_f) \quad (4)$$

$$\beta_e = \frac{\text{Cov}(r_d, r_m)}{\sigma_m^2} \text{ dan } \beta_d = \frac{\text{Cov}(r_e, r_m)}{\sigma_m^2} \quad (5)$$

Dalam Persamaan 3 dan 4 *market risk premium* ($r_m - r_f$) adalah selisih antara *market return* dan *net free interest rate*. Nilai *riskfree rate* (r_f) diambil dari data historis Sertifikat Bank Indonesia (SBI).

Pembiayaan pembangunan jalan tol oleh pihak swasta umumnya bersumber dari kombinasi *equity* dan *debt* dengan menggunakan konsep *non-recourse*. Pada sektor transportasi seperti jalan tol, biasanya nilai *debt equity ratio* (DER) berada pada kisaran 70:30 (Kohli et al. 1997, Ahluwalia 1997, Ferreira dan Khatami 1999, dalam Fitriani dkk. 2006). Penilaian kelayakan investasi pada umumnya didasarkan kepada penilaian tunggal, yaitu dengan membandingkan antara laju dan tingkat pengembalian investasi (prediksi) dengan pengembalian yang diharapkan (*expected return*). Akan tetapi, untuk proyek infrastruktur yang memiliki karakteristik rentan terhadap risiko dan ketidakpastian (*risk and uncertain*) seperti halnya jalan tol, maka penilaian tunggal tentu saja sangat riskan karena minim informasi. Salah satu faktor berisiko dalam investasi jalan tol adalah volume dan tingkat pertumbuhan lalu lintas selama masa konsesi.

Kajian ini mengambil studi kasus rencana pembangunan tahap pertama ruas tol Pekanbaru-Kandis sepanjang 46,20 km. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi yang lebih lengkap, yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam membuat keputusan investasi (terbatas kepada pertimbangan finansial).

Penilaian kelayakan investasi pada kajian ini akan dianalisis dengan menggunakan metode umum dengan memasukkan unsur risiko dan ketidakpastian, serta mempertimbangkan struktur modal melalui pendekatan stokastik. Informasi ini diharapkan akan memberikan Gambaran dari perspektif akademik kepada pihak pemerintah, debitur, dan kreditur tentang tingkat pertumbuhan lalu lintas (sebagai faktor berisiko) dan probabilitas risiko, serta

pengaruhnya terhadap kelayakan investasi pembangunan ruas tol Pekanbaru – Kandis.

METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan melakukan kajian literatur untuk memperkaya informasi dan mendukung analisis, meliputi: (1) kajian sistem dan karakteristik perusahaan jalan tol di Indonesia, (2) kajian rekayasa lalu lintas dan teknik jalan raya, (3) analisa investasi dengan pendekatan deterministik dan stokastik, (4) kajian faktor risiko dan ketidakpastian, (5) fungsi distribusi probabilitas, dan (6) simulasi. Referensi yang dijadikan sumber kajian adalah berupa buku-buku teks, peraturan perundang-undangan dan regulasi terkait, jurnal ilmiah yang dipublikasikan, hasil-hasil riset yang dipublikasikan, dan juga informasi terkait yang diakses melalui internet.

Desain penelitian dirancang agar dapat menjelaskan secara ilmiah bagaimana urutan dan tata cara penelitian ini dilakukan meliputi: kajian literatur, pengembangan model lalu lintas, pengembangan model *cashflow*, penetapan variabel berisiko, pemodelan risiko dan ketidakpastian, pengumpulan dan verifikasi data, simulasi, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan. Parameter-parameter dalam pelaksanaan pembangunan jalan tol diasumsikan sebagai variabel-variabel random mengikuti fungsi distribusi statistik. Variabel-variabel yang dipertimbangkan sebagai variabel yang berisiko pada penelitian ini adalah, inflasi, volume lalu lintas pada awal masa operasional, tingkat pertumbuhan lalu lintas, lama waktu konstruksi, lama waktu pembebasan lahan, biaya operasional dan pemeliharaan, biaya investasi, Sertifikat Bank Indonesia (SBI), dan *Jakarta Inter Bank Offer Rate* (JIBOR).

Data penelitian bersifat data sekunder terdiri dari data internal dan eksternal proyek. Data internal proyek adalah keseluruhan data teknis yang terkait dengan pelaksanaan proyek bersumber dari dokumentasi Studi Investigasi dan Desain (SID) Jalan Tol Pekanbaru–Dumai yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi Riau (2004). Data-data teknis yang terkait dengan pelaksanaan proyek, meliputi: data teknis dan fisik ruas jalan yang ditinjau, biaya investasi proyek, biaya operasional dan pemeliharaan, biaya perbaikan dan penggantian fasilitas tol,

$$e_j = \begin{cases} \frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln j + \alpha_1 & \text{untuk } j = 1, 2, \dots, M \\ \alpha_M & \text{untuk } j > M \end{cases} \quad (6)$$

pendapatan tol, estimasi awal volume lalu lintas, dan rencana penetapan tarif awal tol.

Data eksternal proyek adalah data-data yang terkait dengan indikator ekonomi domestik (periode 2005–2012) yang berpengaruh terhadap keputusan kelayakan investasi antara lain: tingkat inflasi nasional dan daerah, Sertifikat Bank Indonesia (SBI), *Jakarta Inter Bank Offer Rate* (JIBOR), beta (β) risiko di industri jalan tol, *borrowing rate*, dan *market return*. Pemodelan lalu lintas direncanakan mengikuti fungsi logaritmis. Kesalahan prediksi lalu lintas sebagai fungsi waktu di tahun (j) selama *ramp-up period* (M) menurut fungsi logaritmis dinyatakan dalam Persamaan 6.

Tingkat pertumbuhan lalu lintas selama masa peninjakan (*ramp-up period*) dan pengaruh risiko kesalahan prediksi dihitung dengan memanfaatkan studi empiris yang dilakukan oleh Standard & Poor's (2002).

Total Biaya Investasi (TBI)

$$TBI_i = TBP_i + BPL_i + BF + IDC \quad (7)$$

dimana: TBP_i adalah total biaya proyek pada tahun i , BF adalah biaya finansial, IDC adalah *interest during construction*, $i = 0, 1, \dots, C$, adalah durasi pelaksanaan konstruksi.

Biaya konstruksi (BK) dan pengaruh ketidakpastian biaya konstruksi:

$$BK_i = BK_q \prod_{k=q}^i (1 + F_k) \quad (8)$$

Biaya pembebasan lahan (BPL) dan ketidakpastian biaya pembebasan lahan:

$$BPL_i = BPL_q \prod_{k=q}^i (1 + F_k) \quad (9)$$

dimana: F_k adalah laju inflasi di tahun k , $F_k = 0$ jika $q = i$.

Pendapatan (*revenue*) Tol (REV):

$$REV_j = \sum_{t=1}^u P_{tj} \times V_{tj} \times L \times 330, \quad \text{untuk } j = C + 1, \dots, N \quad (10)$$

dimana: P_{tj} adalah tarif tol untuk kendaraan golongan t di tahun j , V_{tj} adalah volume lalu lintas harian kendaraan jenis t per kilometer, N adalah periode konsesi, L adalah panjang jalan tol (km), dan 330 adalah *annualization factor*.

Penentuan tarif tol pada tahun berikutnya:

$$P_{t(j+1)} = P_{tj} \prod_{j=C+1}^N (1 + F_j), \quad j = C + 1, \dots, N \quad (11)$$

dimana: $P_{t(j+1)}$ adalah tarif tol untuk kendaraan golongan t pada tahun ($j+1$), dan P_{tj} adalah tarif tol untuk kendaraan golongan t pada tahun j .

Pengembangan model *cashflow* disederhanakan dengan pembatasan mengacu kepada pendekatan empiris dari penelitian yang dilakukan Wibowo (2005c) sebagai berikut: (1) Depresiasi dihitung menggunakan metode garis lurus, (2) Jumlah hari pelayanan optimum dalam satu tahun adalah 330 hari, (3) Komposisi lalu lintas dianggap konstan selama periode operasional, dan (4) Prioritas penggunaan dana jika terjadi *cashflow* positif berturut-turut adalah; biaya operasional, pembayaran bunga, pajak penghasilan, pembayaran pokok utang, dan pembayaran ekuitas. Pengembangan model *cashflow* dimaksudkan untuk menggambarkan hubungan antar variabel-variabel dalam perhitungan *cashflow* proyek melalui penerapan metode *NPV-at-Risk*, dengan mengacu kepada Fitriani, dkk (2006) sebagai berikut:

Volume lalu lintas dalam ketidakpastian:

$$V_{t(j+1)} = \min[V_{tj}(1 + g_j)(1 + \varepsilon_j), r_t \phi] \quad \text{untuk } j = C + 1, \dots, N \quad (12)$$

dimana : V_{tj} adalah volume lalu lintas kendaraan golongan t di tahun j (di awal operasi), g_j adalah laju pertumbuhan lalu lintas di tahun j , dan ε_j adalah kesalahan peramalan pertumbuhan lalu lintas di tahun j , r_t adalah komposisi kendaraan masing-masing golongan, dan ϕ adalah *traffic threshold* (kendaraan/hari)

Depresiasi (DEP) :

$$DEP_j = \frac{TBI}{N - C}, \quad \text{untuk } j = C + 1, \dots, N \quad (13)$$

dimana: N adalah periode konsesi, dan C adalah periode konstruksi.

Pendapatan Bersih (*Net Cashflow After Tax*, NCFAT).

$$NCFAT_j = (REV_{total_j} - BOM_j - PBB_j - DEP_j)(1 - T) + DEP_j \quad (14)$$

dimana: PBB_j adalah Pajak Bumi dan Bangunan di tahun j , T adalah pajak pendapatan, NCE_j adalah *non-cash expenses*

Net Present Value (NPV)

$$NPV = NCFAT (1 + \delta_k)^{-1} - TBI \quad (15)$$

dimana: δ_k adalah *discount rate* di tahun k ,

Pemodelan risiko dilakukan dengan dua cara yaitu; (1) untuk data-data yang tersedia, pemodelan risiko dibuat dengan memanfaatkan *probabilistic density function* (PDF) dengan bantuan *software Best Fit versi 4.5*; (2) untuk data-data historis yang tidak lengkap, pemodelan risiko dilakukan melalui analisa subyektif menggunakan pendapat para ahli dan informasi dari penelitian sebelumnya. Perhitungan volume lalu lintas dan *cashflow* proyek selama masa konsesi, serta kuantifikasi variabel berisiko dilakukan dengan menggunakan *software @Risk ver. 4.5*. Variabel-variabel yang telah dimodelkan disimulasi sebanyak 10.000 iterasi dengan tipe *Latin Hypercube Sampling* (LHS). Setiap simulasi menggunakan tingkat pertumbuhan lalu lintas berbeda mulai dari 1% hingga 10%.

Urutan penggunaan komponen *cashflow* ditetapkan dengan prioritas sebagai berikut: (1) biaya operasional dan pemeliharaan, (2) depresiasi (*non-cash expenses*), (3) bunga (*interest*), (4) pajak, (5) pokok utang, dan (6) ekuitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahun dasar (*basis*) penelitian ini adalah tahun 2012. Beberapa data diverifikasi dengan mengacu kepada penelitian terdahulu dan

informasi dari pembangunan jalan tol lainnya. Ruas jalan Tol Pekanbaru–Kandis di desain 2 lajur 2 arah dengan pembatas median (4/2 D) dan diasumsikan beroperasi awal tahun 2016 dengan volume lalu lintas awal 15.274 kendaraan/hari. Tingkat pertumbuhan lalu lintas normal dan stabil diambil 1% s/d 10% (asumsi dalam SID = 9,5%). Kapasitas layanan maksimum sebesar 155.429 kendaraan/hari (perhitungan menurut MKJI 1997). Suku bunga pinjaman bank selama masa konstruksi (*interest during construction*, IDC) diasumsikan mengambang 3% (300 *basis point*) di atas JIBOR. Data teknis dan finansial proyek diambil dari SID Jalan Tol Pekanbaru–Dumai (Laporan Akhir, 2004). Hasil olahan data teknis dan finansial dirangkum pada Tabel 2.

Rangkuman hasil pemodelan variabel-variabel yang dianggap berisiko menggunakan *software Best Fit versi 4.5* ditampilkan dalam Tabel 3. *Cashflow* proyek didiskon dengan *risk free rate* (r_f). Hasil perhitungan *discount rate* ditampilkan pada Tabel 4.

Tarif kendaraan Golongan I pada tahun 2004 sebesar Rp. 310/km disesuaikan setiap dua tahun berdasarkan laju inflasi sehingga diperoleh tarif tol tahun 2016 untuk kendaraan Golongan I sebesar Rp. 490/km.

Tabel 2. Data Teknis dan Finansial Proyek

Unsur Teknis dan Finansial	Nilai Berdasarkan :	
	Data SID	Data Peneliti
Tahun dasar perhitungan	2004	2012
Nama ruas	Pekanbaru – Kandis	Pekanbaru – Kandis
Panjang jalan (KM)	46,20	46,20
Masa konstruksi (tahun)	2 (2006, 2007)	2 (2014, 2015)
Tahun mulai operasi	2008	2016
Masa konsesi (konstruksi + operasi) (tahun)	35 (2 + 33)	35 (2 + 33)
Biaya pengadaan lahan (Rp)	29.477.000.000,00	53.997.000.000,00
Biaya konstruksi (Rp)	1.251.398.535.319,00	2.493.867.000.000,00
Estimasi volume lalu lintas awal (kend/hari)	8.946	15.274
Komposisi lalu lintas (Gol. I : IIA : IIB) (%)	45,69 : 10,63 : 43,68	45,69 : 10,63 : 43,68
Tarif awal gol I (Rp./km)	310,00	490,00
Indeks tarif antar golongan (Gol. I : IIA : IB)	1 : 1,5 : 2	1 : 1,5 : 2
Biaya operasi dan pemeliharaan (Rp)	1% dari biaya konstruksi	1% dari biaya konstruksi
Pertumbuhan lalu lintas (%)	9,50	Variasi 1 s/d 10
<i>Interest During Construction</i> (IDC)	JIBOR+3%	JIBOR+3%
DER	70:30	70:30
Biaya pendanaan (%)	1,00	1,00

Sumber : Diolah dari hasil SID Jalan Tol Pekanbaru–Dumai

Tabel 3. Pemodelan Variabel Berisiko

Variabel Ketidakpastian	Fungsi Distribusi Probabilitas (<i>PDF</i>)	Parameter	Keterangan (sumber data)
Inflasi kota Pekanbaru (%)	Normal (empiris)	$\mu = 7,86\%, \sigma = 4,03 \%$	- BPS dan BI (Jan 2005-Jul 2012)
SBI	Normal (empiris)	$\mu = 8,24\%, \sigma = 2,35\%$	- <i>Software Best Fit 4.5</i>
JIBOR	Normal (empiris)	$\mu = 8,63\%, \sigma = 2,57\%$	
Volume lalu lintas awal operasi (Golongan I, II, III, IV, dan V) kendaraan/hari	Lognormal (<i>subjektif</i>)	$\mu = 6.979, 1.624, 3.336, 1.668, 1.668$ $COV = \sigma/\mu = 10\%$	- <i>Mean</i> (μ) diolah dari hasil SID Proyek - <i>COV</i> , asumsi subyektif dari praktisi
Biaya operasi dan pemeliharaan (Rp)	<i>Lognormal</i> (<i>subjectif</i>)	$\mu = 20\%$ dari pendapatan kotor per tahun (%) $COV = \sigma/\mu = 10\%$	Wibowo (2005a)
Biaya pengadaan lahan	Lognormal (<i>subjektif</i>)	$\mu = \text{Rp}.53.997.000.000,00$ $COV = \sigma/\mu = 20\%$	- <i>Mean</i> (μ) dari hasil SID Proyek
Durasi pengadaan lahan	Normal (<i>subjektif</i>)	$\mu = 1$ tahun $COV = \sigma/\mu = 50\%$	- <i>COV</i> , asumsi subyektif dari praktisi
Biaya konstruksi	Lognormal (<i>subjektif</i>)	$\mu = \text{Rp}.2.493.867.000.000,00$ $COV = \sigma/\mu = 20\%$	
Durasi konstruksi	Normal (<i>subjektif</i>)	- DED $\mu = 1$ thn, $COV = 5\%$ - konst $\mu = 2$ thn, $COV = 20\%$	

Tabel 4. Perhitungan *Discount Rate*

Indikator	Nilai	Keterangan	Sumber
<i>Risk free rate</i> (r_f)	8,24%	SBI, 3 bulanan (nilai <i>mean</i>)	Bank Indonesia
<i>Risk premium</i> (r_p)	6,70%	Selisih antara ekspektasi pengembalian pasar dengan <i>risk free rate</i> (r_m-r_f)	Wibowo (2006)
<i>Beta Equity</i> (β_e)	0,99	Sensitivitas pengembalian atas investasi <i>equity</i> terhadap pengembalian pasar	Wibowo (2006)
<i>Beta Debt</i> (β_d)	0,43	Sensitivitas pengembalian atas investasi pinjaman terhadap pengembalian pasar	Wibowo dan Kochendorfer (2005)
<i>Cost of Equity</i> (r_e)	14,87%	Hasil perhitungan	Rumus (3)
<i>Cost of Debt</i> (r_d)	11,12%	Hasil perhitungan	Rumus (4)
<i>Tax</i>	30%	Pajak Penghasilan (PPh)	Ketentuan
<i>WACC (weighted average cost of capital)</i>	9,91%	$WACC = (1 - tax)r_d \frac{D}{D + E} + r_e \frac{E}{D + E}$	Hasil perhitungan

Hasil simulasi yang dianalisa hanya untuk risiko rendah karena pada tingkat risiko sedang dan tinggi akan memberikan hasil yang lebih ekstrim. Data statistik hasil simulasi pada tingkat pertumbuhan lalu lintas 1%-4% tidak ditampilkan karena tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kelayakan investasi. Berdasarkan pemodelan terhadap *cashflow* dengan menggunakan *Microsoft Excel* pada tingkat pertumbuhan lalu lintas 10% menunjukkan bahwa $NPV > 0$ (positif) diperoleh pada tahun 2033 (tahun ke-20 dari masa konsesi). Rangkuman hasil simulasi pada akhir masa konsesi (tahun 2048) memberikan data statistik NPV (*Net Present Value*) seperti dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan nilai statistik NPV pada Tabel 5 menunjukkan bahwa $NPV > 0$ (positif) pada *percentile* 5% diperoleh pada tingkat pertumbuhan lalu lintas $\geq 10\%$. Bagi investor yang memiliki kecenderungan tidak menyukai risiko (*risk averse*) dan memilih untuk membuat batasan berinvestasi pada probabilitas kerugian sebesar 5%, maka investasi pada jalan tol Pekanbaru – Kandis memiliki risiko cukup tinggi jika tingkat pertumbuhan lalu lintas $< 10\%$. Misalnya pada tingkat pertumbuhan lalu lintas 9%, $NPV = 0$ berada pada *percentile* 5,32%. Ini menunjukkan bahwa probabilitas kerugian lebih besar dari batasan yang ditetapkan. Bahkan pada tingkat pertumbuhan lalu lintas 10% masih ada probabilitas risiko kerugian pada *percentile* 1,71%.

Tabel 5. Data Statistik NPV Hasil Simulasi

Data Statisti (risiko rendah, konsesi 35 thn)	NPV (Rp. Juta)					
	Tingkat Pertumbuhan Lalu lintas					
	5%	6%	7%	8%	9%	10%
<i>Minimum</i>	(1.796.531,63)	(1.426.762,38)	(1.273.640,50)	(1.482.912,88)	(1.118.517,75)	(1.170.714,13)
<i>Maximum</i>	26.579.076,00	44.592.080,00	67.330.240,00	80.995.368,00	70.909.752,00	89.133.712,00
<i>Mean</i>	1.311.041,07	1.972.641,10	2.752.667,98	3.539.720,36	4.235.931,30	4.768.651,16
<i>Std Deviation</i>	2.253.975,01	2.927.277,97	3.650.697,18	4.253.375,74	4.842.190,56	5.149.334,99
<i>Median</i>	682.399,25	1.146.719,13	1.732.206,13	2.359.309,50	2.853.524,25	3.354.891,75
<i>Percentile 5%</i>	(760.450,88)	(608.265,56)	(411.258,25)	(224.924,25)	(24.285,73)	152.028,42
<i>Percentile 95%</i>	5.342.003,50	7.155.504,50	9.265.827,00	10.886.421,00	12.810.265,00	14.036.218,00
<i>Sensitivity Rank</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Regression</i>	0,093	0,090	0,082	0,063	0,057	0,042
<i>Correlation</i>	0,105	0,115	0,076	0,087	0,087	0,071

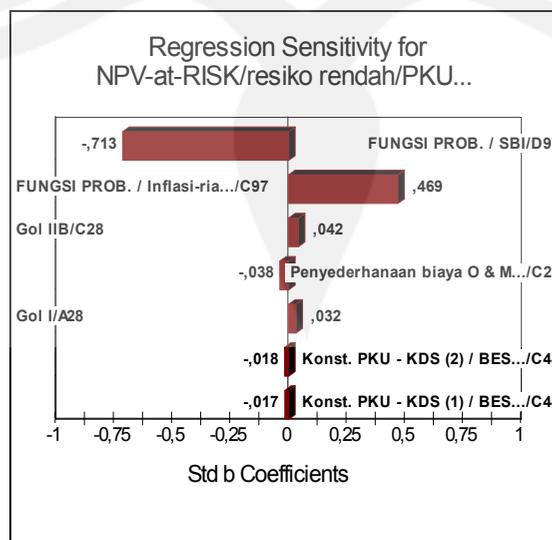
Data NPV Minimum pada akhir masa konsesi (tahun 2048) masih menunjukkan nilai negatif (NPV < 0) yang relatif sangat tinggi. Melalui simulasi diperoleh juga informasi bahwa dengan perpanjangan masa konsesi sampai 100 tahun, pada tingkat pertumbuhan lalu lintas 10%, nilai NPV Minimum masih bernilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa perpanjangan masa konsesi tidak berpengaruh terhadap adanya probabilitas risiko kerugian jika pertumbuhan lalu lintas $\leq 10\%$.

Regresi dan korelasi memiliki nilai baku pada interval 0 sampai 1. Nilai 0 menyatakan tidak ada pengaruh atau hubungan, sedangkan nilai 1 menyatakan hubungan atau pengaruh yang sangat kuat. Tanda negatif (-) menyatakan hubungan atau pengaruh yang berlawanan, sedangkan tanda positif (+) menyatakan hubungan atau pengaruh searah.

Tabel 6 dan Gambar di atas menunjukkan bahwa volume dan pertumbuhan lalu lintas kendaraan golongan III, IV dan V (Gol. II B) merupakan faktor paling berisiko ranking ke-3 (dibawah SBI dan inflasi) jika pertumbuhan lalu lintas $\leq 10\%$. Misalnya pada tingkat pertumbuhan lalu lintas 10%, nilai regresi dan korelasi bertanda positif dengan nilai masing-masing 0,042 dan 0,071. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan lalu lintas memiliki pengaruh dan hubungan yang searah dengan pendapatan jalan tol. Artinya, jika volume lalu lintas naik maka pendapatan tol akan mengalami kenaikan pula, dan sebaliknya. Nilai regresi semakin menurun mengikuti peningkatan tingkat pertumbuhan lalu lintas. Pada keadaan tingkat pertumbuhan lalu lintas tertentu dimana nilai regresi mendekati 0 (nol) maka ranking pertumbuhan lalu lintas sebagai faktor berisiko akan menurun pula

Tabel 6. Sensitivitas Variabel Berisiko Hasil Simulasi

<i>Sensitivity</i>			
<i>Rank</i>	<i>Name</i>	<i>Regr</i>	<i>Corr</i>
#1	SBI / \$D\$97	-0,713	-0,814
#2	Inflasi Pekanbaru / \$C\$97	0,469	0,531
#3	Kendaraan Gol IIB / \$C\$28	0,042	0,071
#4	Biaya O & M / \$C\$21	-0,038	-0,033
#5	Kendaraan Gol I / \$A\$28	0,032	0,044
#6	Konstruksi PKU - KDS (2) / \$C\$48	-0,018	-0,039
#7	Konstruksi PKU - KDS (1) / \$C\$44	-0,017	-0,020
#8	Kendaraan Gol IIA / \$B\$28	0,000	0,018
#9	JIBOR / \$E\$97	0,000	0,005
#10	DED - FED / \$C\$36	0,000	-0,004
#11	Pembebasan lahan / \$C\$40	0,000	0,008



Gambar 1. Diagram Tornado Sensitivitas Variabel Berisiko

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa terhadap kelayakan investasi pada rencana pembangunan ruas tol Pekanbaru–Kandis (salah satu ruas tol kategori *priority project*), dengan bantuan *software @Risk Ver. 4.5*, dimana tingkat pertumbuhan lalu lintas sebagai variabel berisiko diasumsikan tumbuh pada tingkat 1% sampai dengan 10% per tahun, tarif kendaraan Golongan I sebesar Rp. 490/km, masa konsesi 35 tahun (termasuk 2 tahun masa konstruksi), basis perhitungan adalah tahun 2012, dan tahun awal operasi jalan tol adalah 2016, diperoleh informasi bahwa pembangunan ruas tol Pekanbaru–Kandis layak secara finansial pada tingkat pertumbuhan lalu lintas $\geq 10\%$, dengan probabilitas risiko kerugian relatif rendah (*percentile* 1,71%). Kelayakan ini dipengaruhi oleh asumsi proyeksi volume lalu lintas di awal masa operasi (tahun 2016) yang cukup tinggi yaitu 15.274 kendaraan/hari.

Jika investor membatasi probabilitas kerugian pada tingkat 5% (*percentile* 5%), maka investasi pada pembangunan ruas tol Pekanbaru–Kandis sangat berisiko bila pertumbuhan lalu lintas kurang dari 10% pertahun, di mana volume dan tingkat pertumbuhan lalu lintas untuk kendaraan Golongan III, IV dan V (IIB) merupakan faktor berisiko (sensitif) ranking ke-3 (di bawah SBI dan inflasi). Namun, volume dan tingkat pertumbuhan lalu lintas tidak memiliki pengaruh dan hubungan yang cukup signifikan terhadap *Net Present Value* (NPV) jalan tol. Hal ini disebabkan oleh karena asumsi volume lalu lintas di awal masa operasi yang cukup tinggi.

Kajian dengan pendekatan stokastik (probabilitas) dalam penelitian ini memberikan informasi yang lebih lengkap dan variatif dibandingkan dengan kajian sejenis yang umumnya menggunakan pendekatan deterministik yang hanya memberikan informasi tunggal. Akan tetapi, mengingat asumsi volume dan tingkat pertumbuhan lalu lintas, serta tarif jalan tol yang digunakan dalam penelitian ini merupakan proyeksi dari data yang berasal dari Studi Investigasi dan Desain (SID) Pemerintah Provinsi Riau tahun 2004, maka hasil yang diperoleh akan mengalami bias bila dibandingkan jika menggunakan data

terbaru, terutama data volume dan tingkat pertumbuhan lalu lintas pada ruas jalan Pekanbaru-Kandis-Dumai. Disamping itu, diperlukan pula dilakukan penelitian kembali terhadap *ability to pay* (ATP) dan *willingness to pay* (WTP) untuk dijadikan dasar dalam penetapan tarif tol yang wajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aczel, Amir D., 1996, *Complete Business Statistics*, Third edition, Irwin Book Team, USA.
- Alfian, 2010, Analisa Kelayakan Investasi Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Dengan Penerapan Model NPV-at-Risk, *Master Tesis. Program Pascasarjana Universitas Riau*, Pekanbaru.
- Anonim, 2005c, Estimating General Threshold Traffic Levels of Typical Build, Operate, and Transfer Toll Road Projects in Indonesia. *Journal of Construction Management and Economics*, (Month 2005) 23, 1-10.
- Bain and Wilkins.2002. *Credit Implications of Traffic Risk in Start-Up Toll Facilities*. Infrastructures Finance, Standard & Poor's, September 2002.
- Brealey, R.A., Stewart C. Myers, and Alan J. Marcus, 2007, *Fundamentals of Corporate Finance*, Fifth edition, New York: Mc Graw Hill.
- Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Fitriani H., Puti Farida, dan Andreas Wibowo. 2006, Kajian Penerapan Model NPV-at-Risk Sebagai Alat Untuk Melakukan Evaluasi Investasi Pada Proyek Infrastruktur Jalan Tol, *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan*, Vol. II, No. 1, Juni.
- Levi, H., Sarnat, M, 1994, *Capital Investment and Financial Decision*. Fifth edition. New York: Prentice Hall.
- Pemerintah Provinsi Riau, 2004, *Laporan Akhir Pekerjaan Studi Investigasi dan Desain (SID) Jalan Tol Pekanbaru – Dumai*, Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah Provinsi Riau.
- Wibowo, A., 2005a, Pendekatan Stokastik dan Deterministik Dalam Kajian Investasi Proyek Infrastruktur, *Prosiding 25 Tahun*

- Pendidikan MRK di Indonesia, 18-19 Agustus 2005, Dt Teknologi Bandung.*
- Wibowo, A. dan Kochendorfer, B., 2005, Financial Risk Analysis of Project Finance in Indonesia Toll Roads. *Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 131, No. 9, 963-973.*
- Wibowo, A., 2006, Mengukur Risiko dan Atraktivitas Investasi Infrastruktur di Indonesia, *Jurnal Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Vol. 13, No. 3, 123-131*
- Widiatmoko, D., 2008, Model Stokastik Kelayakan Finansial Proyek Jalan Tol Berbasis *Adjusted Present Value (APV)* Studi Kasus Ruas Jalan Tol Dalam Kota Bandung, *Master Tesis. Program Pasca Sarjana Teknik Sipil UNPAR, Konsentrasi Pengelolaan Jaringan Jalan, Bandung.*
- Ye, S. dan Tiong, R.L.K., 2000, NPV-at-Risk Method in Infrastructure Project Investment Evaluation, *Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 126, No.3, 227-233.*
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2010 Tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden Nomor 67 Tahun 2005 Tentang Kerjasama Pemerintah Dengan Badan Usaha Dalam Penyediaan Infrastruktur.
- <http://riau.bps.go.id/inflasi-bulanan.html>, diakses pada tanggal 21 Juli 2012.
- http://www.bi.go.id/biweb/Templates/Moneter/Default_Suku_Bunga_SBI.aspx?NRMOD, diakses pada tanggal 21 Juli 2012.
- <http://www.bi.go.id/web/en/Moneter/JIBOR/Da+ta+Historis+JIBOR/>, diakses pada tanggal 21 Juli 2012.