



UNIVERSITAS INDONESIA

ANALISIS 4D MIKROGRAVITY DAN
GRADIEN VERTIKAL 4D MIKROGRAVITY
(Studi Kasus Amblesan Semarang)

TESIS

IWAN MAULANA
0906495034

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM PASCA SARJANA FISIKA
KEKHUSUSAN GEOFISIKA RESERVOAR
JAKARTA
JUNI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

ANALISIS 4D MIKROGRAVITY DAN
GRADIEN VERTIKAL 4D MIKROGRAVITY
(Studi Kasus Amblesan Semarang)

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Magister Sains


IWAN MAULANA
0906495034

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM PASCA SARJANA FISIKA
KEKHUSUSAN GEOFISIKA RESERVOAR
JAKARTA
JUNI 2012

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko.

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Iwan Maulana
NPM : 0906495034
Tanda tangan : 
Tanggal : 30 Juni 2012

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik analisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

HALAMAN PENGESAHAN

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran mengenai pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko dengan melakukan analisis kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol (Studi Kasus Amblesan Semarang)

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : IWAN MAULANA
NPM : 0906495034
Program Studi : Geofisika
Judul Skripsi : ANALISIS 4D MIKROGRAVITY DAN GRADIEN VERTIKAL 4D MIKROGRAVITY (Studi Kasus Amblesan Semarang)

Struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk

probabilistic simulation dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terhadap perbedaan resiko antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa sejalan level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk parkir yang memerlukan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam

pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk mengurangi resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang mematuhi prasyarat untuk memperoleh gelar Magister Sains dalam program peminatan Geofisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Simulasi adalah metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini membantu dalam proses penyusunan Tesis ini, antara lain

menjadi bagian dari penelitian ini hasil penelitian yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

1. Dr. Yunus Daud, selaku pembimbing I yang disela-sela kesibukannya telah banyak membantu, memberikan arahan dan masukan serta memberikan waktunya untuk berdiskusi dengan penulis.

2. Prof. Dr. Suprayitno Munadi, Dr. M. Syamsu Rosid, dan Dr. rer.nat. Abdul Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% - 25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut menerima konsekwensi.

3. Dr. Yunus Daud, selaku Ketua Program peminatan Geofisika FMIPA UI, yang telah banyak memberikan saran dan masukan yang sangat bermanfaat.

4. Orang tua dan segenap keluarga penulis atas doa dan motivasinya tinggi penyertaan modal sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.

5. Isteri dan anak-anakku tercinta, Hendarti, Wine Nadira Maulana, Nadine Perlu dicatat bahwa kasus Febrianti Maulana, Wira Yudha Maulana dan Muhammad Hadin Maulana mengenai berbagai skenario pendanaan yang sama yang disajikan pada penelitian ini.

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

6. Yang terhormat para Dosen, Karyawan Departemen FMIPA UI, Pak Suparman yang telah banyak membantu penulis dalam mengurus surat – surat dan berbagai berkas untuk melengkapi syarat pengajuan tesis.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk mengurangi resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang mematuhi prasyarat untuk memperoleh gelar Magister Sains dalam program peminatan Geofisika, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

7. Teman-teman Geofisika Reservoir 2009 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

8. Sahabat baikku Mahmud Yusuf, MT dan Agus Setya, MT, Zil, S.Si, Hasan, S.Si yang telah banyak meluangkan waktu untuk berdiskusi, sangat tinggi karena mengajarkan banyak hal dan membimbing sampai terselesaikannya Tesis Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam

9. Rekan-rekan pada Bidang Instrumentasi, Rekayasa dan Kalibrasi Peralatan Geofisika BMKG atas waktu yang diberikan dan Drs. M. Husni, Dipl.Seis kuantitatif dan kualitas sebagai abstrak.

10. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan kepada Simulasi adalah penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat penulis harapkan agar nantinya dalam penyusunan laporan yang akan datang, penulis dapat membuatnya dengan lebih baik dari yang sebelumnya.

Akhirnya, penulis berharap agar Tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, serta dapat memperkaya pengetahuan kita semua dalam bidang Geofisika menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Jakarta, 30 Juni 2012

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada setiap kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iwan Maulana

NPM : 0906495034

Program Studi : S2 Ilmu Fisika (Geofisika Reservoir)

Departemen : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISI 4D MIKROGRAVITY DAN GRADIEN VERTIKAL 4D MIKROGRAVITY (Studi Kasus Amblesan Semarang)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 30 Juni 2012

Yang menyatakan



(Iwan Maulana)

ABSTRAK

ABSTRAK

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Land subsidence (amblesan tanah) adalah suatu fenomena alam yang banyak terjadi di kota-kota besar yang berdiri di atas lapisan sedimen, seperti kota Semarang. Untuk mengidentifikasi pengaruh amblesan tanah dan penurunan muka air tanah tersebut dilakukan studi gayaberat mikro 4D di daerah penelitian ini.

Pengambilan data dilakukan dua kali yaitu pada Juli 2007 dan Agustus 2009. Anomali gayaberat mikro 4D dan anomali gradien gayaberat mikro 4D diperoleh dari proses pengurangan data gayaberat pada bulan Agustus 2009 oleh data gayaberat bulan Juli 2007. Data gayaberat observasi tersebut setelah penelitian ini dilakukan koreksi pasang surut (tide), koreksi apungan (drift) dan interpolasi Kriging. Dalam penelitian ini, pemodelan inversi dilakukan dengan menggunakan software GRAV3D sedangkan interpretasi amblesan tanah dan penurunan muka air tanah dilakukan dengan menggunakan software Golden Surfer.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor diminta untuk memahami keutuhan ekuitas berkisar antara 20% - 25%. Anomali positif terdapat di sebelah utara kota Semarang menunjukkan adanya penurunan muka tanah akibat amblesan dan penambahan massa karena tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap debt-financed yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

Kata kunci : *Gayaberat mikro 4D, gradien gayaberat mikro 4D, interpolasi Kriging.*

ABSTRAK

ABSTRACT

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketertarikan pada faktor luar yang tinggi. Land subsidence is a natural phenomenon that occurs in many large cities, like Semarang which stands on the top layer of sediment. To identify the effect of land subsidence and groundwater reduction 4D microgravity study was carried out in this research area.

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh dari struktur pendanaan proyek infrastruktur jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada upaya apa yang dilakukan untuk mengurangi resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh *World Bank Institute* menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period AR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *average ratio* dan *social benefit from the project*. Observed gravity data have been corrected with tide, drift and Kriging interpolation. In this study, inversion modeling was performed using software GRAV3D while the interpretation of land subsidence and groundwater reduction was using Surfer Golden software.

The maps of 4D microgravity and the gradient of kriging interpolation results show positive and negative anomalies. The positive anomaly is found in the northern city of Semarang showing a decrease of the land surface due to subsidence and the addition of mass due to the intrusion of sea water. Negative anomaly in the southern part of Semarang shows a reduction of mass due to decreased groundwater.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan mekanisme investasi yang digunakan. Perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

Key words: microgravity 4D, 4D microgravity gradient, Kriging interpolation.

ABSTRAK

DAFTAR ISI

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengidentifikasi variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk mengurangi resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi ini. kemudian dikembangkan oleh *World Bank Institute* menjadi bagian dari *InfraRisk model* untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV, IRR, debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, *investor* menuntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 10% - 20% dari total investasi. Perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario yang mungkin saja terjadi. Oleh karena itu, penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Manfaat | 4 |
| 1.5 Waktu dan Lokasi Penelitian | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB 2. LANDASAN TEORI | 7 |
| 2.1 Metoda Gayaberat | 7 |
| 2.1.1 Hukum Newton tentang Gravitasi | 7 |

ABSTRAK

| | |
|---|----|
| 2.1.2 Potensial Tiga Dimensi | 9 |
| Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. | 10 |
| 2.2 Koreksi dalam Metoda Gayaberatasi | 10 |
| 2.2.1 Koreksi Pasang Surut (<i>Tide</i>) | 11 |
| Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap struktur pendanaan yang akan digunakan serta <i>return</i> yang dianggap menguntungkan. | 11 |
| 2.2.2 Koreksi Apungan (<i>Drift</i>) | 12 |
| 2.2.3 Koreksi Lintang (<i>Latitude Correction</i>) | 13 |
| 2.2.4 Koreksi Udara bebas (<i>Free Air Correction</i>) | 13 |
| 2.2.5 Koreksi Bouguer | 15 |
| 2.2.6 Koreksi Medan (<i>Terrain Correction</i>) | 16 |
| 2.3 Anomali Bouger | 19 |
| 2.4 Anomali Gayaberat dan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk <i>probabilistic simulation</i> dan <i>multi-period VAR (Value at Risk)</i> sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, <i>debt service coverage ratio</i> dan <i>social benefit from the project</i> . | 19 |
| 2.5 Teori Gayaberat Antar Waktu | 21 |
| 2.6 Respon Gayaberat Mikro oleh Dinamika Air Bawah Permukaan | 24 |
| Berdasarkan analisis hasil simulasi 2.6.1 Gradien Vertikal Gayaberat bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara <i>investor</i> dan <i>lender</i> dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif <i>investor</i> sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% - 25% sementara itu perspektif <i>lender</i> cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa resiko yang terjadi <i>lender</i> akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak <i>lender</i> hanya akan menerima konsekwensi terhadap <i>debt-financed</i> yang rendah. | 25 |
| 2.7 Interpolasi Kriging | 26 |
| BAB 3. TINJAUAN GEOLOGI | 28 |
| 3.1 Geologi Regional | 28 |
| 3.1.1 Topografi | 28 |
| 3.1.2 Geomorfologi | 29 |
| 3.1.2.1 Satuan Geomorfik Perbukitan Vulkanik | 30 |
| Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya disebabkan pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang dilakukan sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik | 30 |
| 3.1.2.2 Satuan Geomorfik Perbukitan Lipatan | 30 |
| 3.1.2.3 Satuan Geomorfik Gawir Sesar | 30 |
| 3.1.2.4 Satuan Geomorfik Dataran Aluvial Pantai | 30 |
| 3.1.3 Stratigrafi | 31 |

ABSTRAK

| | |
|---|-----------|
| Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi | 32 |
| 3.1.3.1 Satuan Batuan Napal – Batupasir Gampingan | 32 |
| 3.1.3.2 Satuan Batupasir Breksi Vulkanik | 32 |
| 3.1.3.3 Satuan Breksi Vulkanik | 33 |
| 3.1.3.4 Satuan Endapan Dataran Delta | 33 |
| 3.1.3.5 Endapan Pasang Surut | 34 |
| 3.1.3.6 Endapan Aluvial Sungai | 34 |
| 3.1.4 Struktur Geologi | 34 |
| 3.1.4.1 Kekar | 34 |
| 3.1.4.2 Sesar | 35 |
| 3.1.4.3 Lipatan | 35 |
| 3.2 Hidrologi | 37 |
| 3.3 Dampak Pemanfaatan Air Tanah | 39 |
| 3.3.1 Penurunan Muka Air Tanah | 41 |
| 3.3.2 Intrusi Air Laut | 43 |
| 3.3.3 Amblesan Tanah | 43 |
| 3.4 Iklim dan Cuaca | 45 |
| BAB 4. AKUISISI DAN PENGOLAHAN DATA | 46 |
| 4.1 Akuisisi Data | 46 |
| 4.2 Peralatan | 47 |
| 4.3 Prosedur Penelitian | 48 |
| 4.3.1 Pengambilan Data Lapangan | 48 |
| 4.3.2 Proses Data | 49 |
| 4.3.2.1 Proses Dasar | 49 |
| 4.3.2.1.1 Koreksi Pasang Surut (<i>tide correction</i>) | 50 |

ABSTRAK

| | |
|--|----|
| 4.3.2.1.2 Koreksi Apungan (<i>drift correction</i>) | 50 |
| 4.3.2.1.3 Gayaberat Lokal | 50 |
| 4.3.2.2 Proses Lanjutan | 52 |
| 4.4 Interpretasi Data | 52 |
| 4.4.1 Interpretasi Kualitatif | 52 |
| 4.4.2 Interpretasi Kuantitatif | 53 |
| 4.4.2.1 Pemodelan Kedepan (<i>Forward Modeling</i>) data gayaberat 4D | 53 |
| a. Pemodelan gayaberat Mikro 4D Akibat Penurunan Muka Air Tanah | 54 |
| b. Pemodelan Gayaberat Mikro 4D Akibat Kenaikan Muka Air Tanah | 55 |
| c. Pemodelan Gayaberat Mikro 4D Akibat Amblesan Tanah | 56 |
| 4.4.2.2 Pemodelan Kebelakang (<i>Inversion Modeling</i>) data gayaberat mikro 4D | 57 |
| 4.4.2.2.1 Metodologi Pemodelan inversi 3-D | 57 |
| a. Metodologi Inversi 3-D Gayaberat Langsung (<i>Direct Inversion Gravity Methodology</i>) | 57 |
| b. Pemodelan Daerah Penelitian | 60 |
| BAB 5. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 66 |
| 5.1 Gayaberat Observasi | 66 |
| 5.2 Anomali Gayaberat Mikro 4D | 68 |

ABSTRAK

| | |
|--|----|
| 5.3 Anomali Gradien Vertikal Gayaberat Mikro 4D | 70 |
| 5.4 Tinggi Muka Air Tanah | 73 |
| 5.5 Amblesan Tanah | 74 |
| 5.6 Karakteristik Anomali Gayaberat Mikro 4D dan Gradien Gayaberat Mikro 4D | 75 |
| 5.7 Pemodelan Kebelakang (<i>Inversion Modeling</i>) | 84 |
| BAB 6. PENUTUP | 90 |
| 6.1 Kesimpulan | 90 |
| 6.2 Saran | 91 |
| DAFTAR REFERENSI | 92 |
| DAFTAR LAMPIRAN | 95 |

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

DAFTAR GAMBAR

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk mengurangi resiko tersebut.

Gambar 1.1 Lokasi Geografi Semarang 5

Gambar 2.1 Gaya tarik-menarik antara dua benda 7

Gambar 2.2 Potensial dan kuat medan massa 3 dimensi 9

Gambar 2.3 Teknik looping akuisisi data gayaberat 12

Gambar 2.4 Gayaberat terukur pada mean sea level geoid dan terukur di permukaan Bumi dengan elevasi h 14

Gambar 2.5 Koreksi Bouguer terhadap data gayaberat terukur 15

Gambar 2.6 Koreksi medan terhadap gayaberat terukur 16

Gambar 2.7 Hammer chart sektor J 18

Gambar 2.8 Cincin melingkar yang terbagi menjadi 8 kompartemen untuk menghitung koreksi terrain (TC) 18

Gambar 2.9 Dua tingkat kotak pengukuran gayaberat untuk menentukan gradien vertikal 25

Gambar 2.10 Grafik dan persamaan semi-variogram 27

Gambar 3.1 Peta ketinggian daerah Semarang hasil pengukuran Desember 2003 29

Gambar 3.2 Struktur Geologi daerah Semarang dan sekitarnya 37

Gambar 3.3 Penampang selatan-utara akuifer airtanah daerah Semarang hasil pemboran 38

Gambar 3.4 Aliran Air tanah regional daerah Semarang dan sekitarnya 39

Gambar 4.1 Lokasi dan titik ukur gayaberat 46

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor diminta untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 54% - 58%.

Sebab Simulasi Infisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus disetujui dan tidak hanya skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

| | | |
|--|---|--------------------------------|
| <p>Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol Desember 2009... sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif</p> | <p>Gambar 4.2 Data curah hujan Semarang pada Januari 2007 sampai Desember 2009... (a) Alat ukur gayaberat mikro Scintrex Autograv CG-5 ... (b) Pengukuran Gradien Vertikal (c) GPS jenis navigasi Garmin 60CSX</p> | <p>47 48 48 48</p> |
| <p>struktur pendanaan yang akan digunakan serta return yang dipegang menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari</p> | <p>Gambar 4.4 Diagram Alir Pengolahan Data Gambar 4.5 Model penurunan muka air tanah dan respon gayaberat ... Gambar 4.6 Model kenaikan muka air tanah dan respon gayaberat Gambar 4.7 Model amblesan tanah dan respon gayaberat</p> | <p>51 54 55 56</p> |
| <p>penelitian ini hasil keharusan yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.</p> | <p>Gambar 4.8 Format data observasi Gambar 4.9 Format data observasi daerah penelitian Gambar 4.10 Format data topografi Gambar 4.11 Format data topografi daerah penelitian</p> | <p>61 62 62 63</p> |
| <p>Berdasarkan analisis skenario diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% - 25%. Sementara itu perspektif lender yang konservatif pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut</p> | <p>Gambar 4.12 Format file mesh Gambar 4.13 Diagram alir dari proses inversi Gambar 5.1 Peta gayaberat observasi Semarang periode Juli 2007 Gambar 5.2 Peta gayaberat observasi Semarang periode Agustus 2009</p> | <p>64 65 67 67</p> |
| <p>tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap debt-financed yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya disertai pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang dijabarkan pada penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik</p> | <p>Gambar 5.3 Peta anomali gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 Gambar 5.4 Peta anomali gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 yang dioverlay terhadap hasil interpolasi kriging</p> | <p>69 69 69</p> |
| <p>pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik</p> | <p>Gambar 5.5 Peta kontur gradien gayaberat periode Juli 2007</p> | <p>71</p> |

ABSTRAK

| | |
|--|--|
| <p>Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi infrastruktur jalan tol sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap struktur pendanaan yang akan digunakan serta return yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh Iwan Maulana Institute, menjadi bagian dari Infrisk model penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.</p> <p>Berdasarkan analisis skenario pendanaan yang seharusnya digunakan pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat tepat dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik</p> | <p>Gambar 5.6 Peta kontur gradien gayaberat periode Agustus 2009 71</p> <p>Gambar 5.7 Peta anomali gradien gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 72</p> <p>Gambar 5.8 Peta anomali gradien gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 yang dioverlay terhadap hasil interpolasi kriging 72</p> <p>Gambar 5.9 Peta anomali perubahan tinggi muka air tanah daerah Semarang periode Juli 2007 – Agustus 2009 73</p> <p>Gambar 5.10 Peta anomali amblesan daerah Semarang periode Juli 2007 – Agustus 2009 74</p> <p>Gambar 5.11 Hasil observasi gayaberat periode Juli 2007 dan Agustus 2009 dan hasil gayaberat mikro 4D dengan pemodelan kebelakang serta error dari hasil pemodelan 85</p> <p>Gambar 5.12 (a) Hasil pemodelan inversi Juli 2007 model GCV 86 (b) Hasil pemodelan inversi Agustus 2009 mode GCV 86 (c) Hasil pemodelan inversi anomali gayaberat mikro 4D. 86</p> <p>Gambar 5.13 Sebaran kontras densitas penampang U-S hasil pemodelan anomali gayaberat mikro 4D dengan teknik inversi pada irisan UTM X = 432300 dan UTM X = 438000 87</p> <p>Gambar 5.14 Sebaran kontras densitas penampang B-T hasil pemodelan anomali gayaberat mikro 4D dengan teknik inversi pada irisan UTM Y = 9228000 dan UTM Y = 9224200 89</p> |
|--|--|

ABSTRAK

DAFTAR TABEL

| | | |
|---|---|----|
| Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk | percepatan gravitasi di berbagai tempat pada permukaan | |
| besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko | Tabel 2.1 | 20 |
| sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. | Percepatan gravitasi di berbagai tempat pada permukaan bumi | |
| Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam | | |
| pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengidentifikasi variabel resiko yang berpengaruh serta | Tabel 3.1 | 31 |
| upaya apa yang dilakukan | Susunan Stratigrafi daerah Semarang bagian utara | |
| Tabel 3.2 | Jumlah sumur bor dan pengambilan air tanah di kota Semarang | 41 |
| kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada | | |
| struktur pendanaan yang akan digunakan serta <i>return</i> yang dianggap menguntungkan. | Tabel 3.3 | 41 |
| Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. <i>Monte Carlo</i> | Penurunan Tanah di kota Semarang | |
| <i>simulation</i> merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam | | |
| kegiatan investasi. Program ini | Tabel 5.1 | 75 |
| menjadi bagian dari <i>Infrisk</i> model untuk keperluan analisis simulasi dan belyakan. Dalam | Karakteristik anomali gayaberat mikro antar waktu | |
| penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk | gradien vertikal antar waktu | |
| <i>probabilistic simulation</i> dan <i>multi-period VAR (Value at Risk)</i> sebagai variabel keputusan | Tabel 5.2 | 76 |
| utama investasi seperti <i>NPV</i> , <i>IRR</i> , <i>debt service coverage ratio</i> dan <i>social benefit from the</i> | Perbandingan nilai gayaberat mikro 4D dan gradien | |
| <i>project</i> . | gayaberat mikro 4D segmen 1 s/d segmen 3 | |
| Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh | Tabel 5.3 | 77 |
| resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara <i>investor</i> dan <i>lender</i> dalam | Perbandingan nilai gayaberat mikro 4D dan gradien | |
| menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif <i>investor</i> sangat beragam | gayaberat mikro 4D segmen 4 s/d segmen 6 | |
| sejalan dengan meningkatnya resiko, <i>investor</i> cenderung untuk dapat memenuhi kebutuhan | Tabel 5.4 | 78 |
| ekuitas berkisar antara 15%-25% mikro 4D | Perbandingan nilai gayaberat mikro 4D dan gradien | |
| level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi <i>lender</i> akan selalu menuntut | gayaberat mikro 4D segmen 7 | |
| tinggi penyertaan modal dari <i>investor</i> . Dengan demikian, pihak <i>lender</i> hanya akan | Tabel 5.5 | 78 |
| menerima konsekwensi terhadap <i>debt financed</i> yang rendah | Statistik nilai gayaberat mikro 4D dan gradien gayaberat | |
| Perlu dicatat bahwa analisis ini tidak dilaksanakan sebagai sebuah biaya yang lengkap | mikro 4D | |
| mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. | Tabel 5.6 | 79 |
| Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam | Hubungan antara anomali gayaberat mikro 4D dan | |
| merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek | gradien vertikal gayaberat mikro 4D dengan sumber | |
| jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario | anomali | |
| pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan | Tabel 5.7 | 80 |
| dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan | Nilai gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus | |
| hasil analisis yang lebih baik | 2009 antar segmen | |
| | Tabel 5.8 | 82 |
| | Nilai gradien gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – | |
| | Agustus 2009 antar segmen | |

ABSTRAK

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. | |
| LAMPIRAN A | 95 |
| Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta <i>return</i> yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. <i>Monte Carlo simulation</i> merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh <i>World Bank Institute</i> , menjadi bagian dari <i>Infrisk</i> model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk <i>probabilistic simulation</i> dan <i>multi-period VAR (Value at Risk)</i> sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, <i>debt service coverage ratio</i> dan <i>social benefit from the project</i> . | |
| LAMPIRAN B | 99 |
| Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara <i>investor</i> dan <i>lender</i> dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif <i>investor</i> sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif <i>lender</i> cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi <i>lender</i> akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak <i>lender</i> hanya akan menerima konsekwensi terhadap <i>debt-financed</i> yang rendah. | |
| Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi <i>Infrisk</i> yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik | |

BAB 1

PENDAHULUAN

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan pilihan yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

1.1 Latar Belakang

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara mikro antar waktu merupakan pengembangan dari metode gayaberat dengan kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Prinsip dari metoda gayaberat mikro 4D adalah pengukuran gayaberat mikro secara berulang baik harian, mingguan, bulanan atau tahunan dengan menggunakan alat gravitometer dalam orde μGal . Program ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute, sehingga kita dapat mengamati kemungkinan adanya perubahan rapat massa dan geometri (bentuk) sumber bawah permukaan sebagai fungsi x , y , z dan t . Hal ini mengimplementasikan bahwa anomali gayaberat adalah anomali antar waktu yang utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan dikeluar bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi akuisisi data. (Kadir, 2003).

Perkembangan metode gayaberat pada berbagai aspek mengakibatkan sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan anomali hingga orde mikroGal, memungkinkan metode ini digunakan untuk menerima konsekuensi terhadap debt financed yang rendah pemantauan dalam bidang minyak dan gas bumi maupun bidang non minyak dan gas bumi. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Penggunaan metode gayaberat mikro antar waktu ini telah banyak dilakukan seperti untuk monitoring reservoir minyak dan gas bumi, reservoir panas bumi, reservoir air tanah, pemantauan pergerakan injeksi air pada reservoir pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

gas, pemantauan amblesan tanah, pemantauan magma dan prediksi letusan besar. Namun investasi merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi (Sarkowi, 2008).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daerah yang dominan mengalami amblesan tanah dan penurunan tinggi muka air tanah di Kota Semarang. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian terkait dengan fenomena upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif masalah amblesan, penurunan tinggi muka air tanah, dan intrusi air laut. Abidin dkk. (2009), menyatakan bahwa amblesan diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu pengambilan air, kompaksi alamiah, pembebanan di permukaan akibat bangunan dan infrastruktur, serta aktivitas tektonik. Hutasoit dan Pindratno (2004) menyatakan bahwa pengambilan air tanah bukan penyebab satu-satunya terjadinya amblesan dan selain itu juga secara geologi dan hidrogeologi serta aktivitas manusia mengakibatkan rentannya terhadap fenomena amblesan. (Marsudi, 2001) menyatakan penurunan tinggi muka air tanah akan menyebabkan

kenaikan tegangan efektif pada tanah dan apabila besarnya tegangan efektif melampaui tegangan yang diterima tanah sebelumnya maka tanah akan mengalami konsolidasi yang mengakibatkan amblesan tanah. Penurunan permukaan tanah tersebut diperparah dengan adanya reklamasi pantai dan pembebanan tanah oleh bangunan-bangunan yang ada di atas tanah tersebut.

Kota Semarang adalah kota pantai yang berkembang dari tahun ke tahun menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai aspek permasalahan yang seharusnya diselesaikan pada

Sebab Simulasi Injeksi air terutama dari Kota Semarang bagian atas yang berupa pegunungan atau dataran tinggi di Kabupaten Semarang. Endapan tersebut dibawa oleh sungai-sungai yang bermuara di Laut Jawa. Endapan alluvial ini terus menumpuk selama pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol dengan amblesan tanah dan penurunan tinggi muka air tanah berdasarkan peta kontur keduanya.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap resiko, dengan melakukan analisis secara struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dijanjikan menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV*, *IRR*, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mengetahui daerah yang lebih dominan di lokasi penelitian, khususnya kota Semarang apakah terjadi amblesan tanah, penambahan atau pengurangan muka airtanah.

1.5 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengukuran gayaberat pada lokasi kota Semarang dilakukan pada tanggal sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15-20% dan 20-25% tergantung pada tingkat resiko yang rendah pada level tertinggi, artinya biaya yang dituntut oleh investor untuk mendapatkan tingkat tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 1.1. Lokasi Geografi Semarang (Google earth, 2012)

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tesis ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor diuntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25% tentang Hukum Newton tentang Gravitasi, Potensial Tiga Dimensi, tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

BAB II : LANDASAN TEORI

Landasan teori membahas mengenai metoda gayaberat, yang berisi tentang Hukum Newton tentang Gravitasi, Potensial Tiga Dimensi, Koreksi Dalam Metoda Gayaberat, Anomali Bouger, Anomali Gayaberat, Teori Gayaberat Antar Waktu, Respon Gayaberat Mikro oleh dinamika air bawah permukaan, Interpolasi Kriging.

BAB III : TINJAUAN GEOLOGI REGIONAL

Bab ini berisi tentang geologi daerah penelitian mengenai tofografi, geomorfologi, Stratigrifi, Struktur Geologi, Hidrologi, Dampak

Sebab Simulasi Infiel yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Pemanfaatan air tanah, Iklim dan Cuaca.

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi ini mengandung risiko

BAB IV : AKUISISI DAN PENGOLAHAN DATA

Membahas proses akuisisi, Peralatan, Prosedur Penelitian terdiri dari Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pengambilan data lapangan, proses data, tahapan-tahapan dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap pemodelan kedepan (*forward modeling*) dan pemodelan kebelakang (*inversion modeling*).

BAB V : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank* menjadi bagian dari *Infrisk model*. Amblesan Tanah, Karakteristik anomali gayaberat mikro 4D dan penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk gradien gayaberat mikro 4D, Pemodelan Kebelakang (*inversion probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis hasil simulasi Berisi kesimpulan dari penelitian dan saran dari penulis pengaruh risiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

BAB 2

LANDASAN TEORI

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan kegiatan yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

2.1 Metoda Gayaberat

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang digunakan sebagai variabel keputusan.

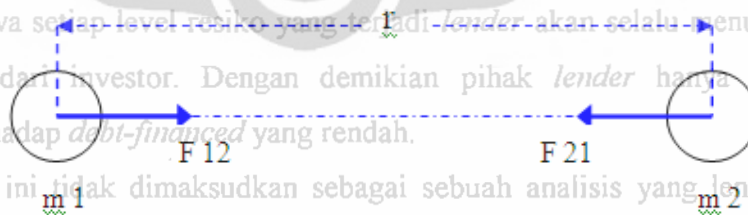
Metode gayaberat merupakan salah satu metode dalam geofisika yang digunakan untuk mengetahui geometri cekungan, ketebalan sedimen, dan analisis tektonik regional. Metode gayaberat pada awalnya dalam bidang perminyakan digunakan untuk survei regional dalam penentuan geometri cekungan, ketebalan sedimen, dan analisis tektonik regional.

Seiring dengan perkembangan ketelitian alat ukur, maka pemanfaatan metode gayaberat bukan hanya untuk eksplorasi regional tetapi juga untuk penentuan prospek, penilaian cadangan, hingga manajemen reservoir (Widianto, 2008).

2.1.1. Hukum Newton tentang Gravitasi

Teori yang mendasar dalam metoda gayaberat adalah hukum gravitasi umum Newton (1642-1727) yang menyatakan bahwa gaya gravitasi antara dua benda merupakan gaya tarik-menarik yang besarnya berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan, diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur, perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap debt-financed yang rendah.



Gambar 2.1 Gaya tarik-menarik antara dua benda

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

Jika dua benda dengan massa m_1 dan m_2 dipisahkan oleh jarak r , maka gaya tarik menarik antara kedua benda tersebut adalah :

Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastuktur yang membutuhkan modal investasi yang besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran mengenai pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah *simulation* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model yang digunakan untuk analisis investasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *IRR*, *EBITDA*, *NPV* dan lain sebagainya yang berkaitan dengan *infrastructure project*.

dengan $F =$ Gaya (Newton)

$r =$ jarak antara dua massa benda (meter)

$m_1, m_2 =$ massa benda (kg)

$G =$ konstanta gravitasi umum ($6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)

$\hat{r} =$ vektor satuan dari m_1 ke m_2 (Plummer, 2003).

Dari persamaan (2.1) dapat diketahui besarnya medan gayaberat di m_2 , yaitu dengan membagi F dengan m_2 yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\vec{g}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}(\vec{r})}{m_2} = -G \frac{m_1}{r^2} \hat{r} \quad (2.2)$$

Apabila massa bumi adalah M_e dan jari-jari bumi adalah R , dengan menganggap bumi homogen, berbentuk *sferis* dan tidak berotasi, maka medan gayaberat dapat dinyatakan sebagai gradien dari suatu fungsi potensial skalar $U(\vec{r})$, dapat ditulis Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, *investor* dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap risiko yang dihadapi.

$$\vec{g}(\vec{r}) = -\nabla U(\vec{r}) \quad (2.3)$$

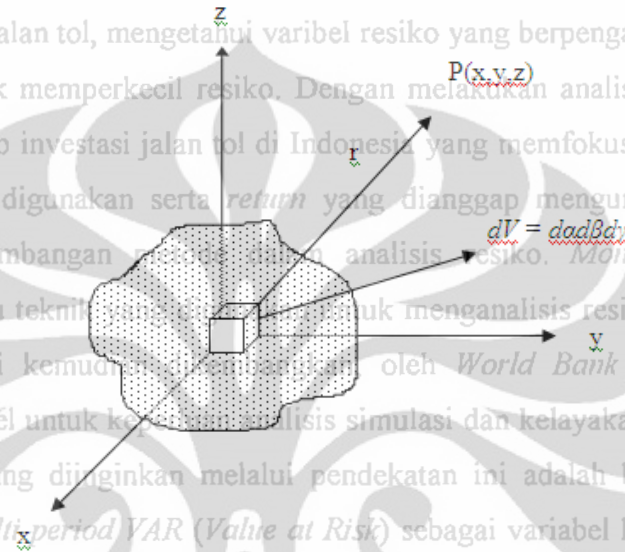
Dari persamaan (2.3) dapat diperoleh potensial gayaberat seperti berikut:

$$U(r) = \int_{\infty}^R g\left(\frac{r}{r}\right) \cdot d\vec{r} = -GM \int_{\infty}^R \frac{dr}{r^2} = \frac{GM}{R} \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) menyatakan suatu usaha untuk menggerakkan sebuah massa dari suatu titik tak berhingga jauhnya dengan sembarang lintasan, ke suatu titik mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

2.1.2. Potensial Tiga Dimensi

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol menunjukkan sebuah massa tiga dimensi dengan bentuk sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Gambar 2.2 menunjukkan sebuah massa tiga dimensi dengan bentuk sembarang.



Gambar 2.2 Potensial dan kuat medan massa 3 dimensi

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi pada proyek infrastruktur jalan tol, maka investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang di tender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor yang tidak hanya akan menerima konsekuensi terhadap debt-financed yang rendah.

Apabila suatu massa 3 dimensi bentuk sembarang terdistribusi secara kontinu dengan rapat massa $\Delta\rho(\alpha,\beta,\gamma)$, maka potensial gayaberat di titik $P(x,y,z)$ sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang di tender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor yang tidak hanya akan menerima konsekuensi terhadap debt-financed yang rendah.

$$U(x, y, z) = G \iiint \frac{\Delta\rho(\alpha, \beta, \gamma)}{[(x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\gamma)^2]^{\frac{3}{2}}} d\alpha d\beta d\gamma \quad (2.5)$$

Medan gayaberat akibat distribusi rapat massa di atas diperoleh dengan mendiferensialkan persamaan (2.5) terhadap x,y dan z yang hasilnya adalah:

$$\Delta g_x(x, y, z) = -\frac{\partial U(x, y, z)}{\partial x} = -G \iiint \frac{\Delta\rho(\alpha, \beta, \gamma)(x-\alpha)}{[(x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\gamma)^2]^{\frac{3}{2}}} d\alpha d\beta d\gamma \quad (2.6)$$

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya sekedar diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif diharapkan hanya faktor variasi densitas bawah permukaan, sehingga pengaruh 4 faktor lainnya harus dikoreksi atau direduksi dari nilai pembacaan gravimeter.

Dalam metode gayaberat yang diharapkan hanya faktor variasi densitas bawah permukaan, sehingga pengaruh 4 faktor lainnya harus dikoreksi atau direduksi dari nilai pembacaan gravimeter.

2.2.1. Koreksi Pasang Surut (Tide)

Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan efek gayaberat benda-benda di luar Bumi seperti Matahari dan Bulan. Penurunan efek tidal ini hampir sebagian besar menggunakan persamaan Longman (1959). Dalam prakteknya, koreksi tidal dilakukan dengan cara mengukur nilai gayaberat di stasiun yang sama (base) pada interval waktu tertentu, kemudian bacaan gravimeter tersebut di plot terhadap waktu agar menghasilkan suatu persamaan yang digunakan untuk menghitung koreksi tidal. Nilai koreksi pasang surut (tidal) ini selalu ditambahkan pada pembacaan gayaberat.

Berdasarkan analisis terhadap perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 20% - 30% sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap debt-financed yang rendah.

$$g_t = g_{obs} + tide_{obs} \tag{2.9}$$

dengan :

g_t = gayaberat terkoreksi tidal

g_{obs} = gayaberat bacaan

$tide_{obs}$ = koreksi tidal

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

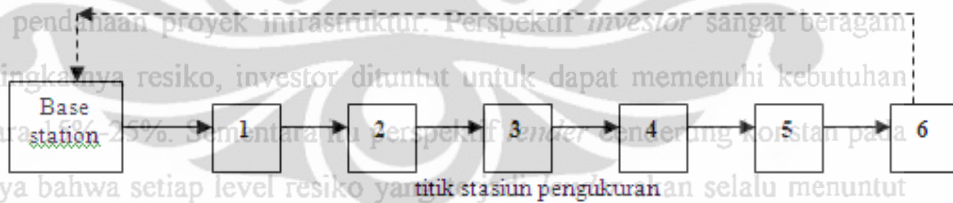
2.2.2. Koreksi Apungan (Drift)

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Koreksi apungan dilakukan sebagai akibat adanya perbedaan pembacaan gayaberasat di stasiun yang sama pada waktu yang berbeda, yang disebabkan karena adanya guncangan pegas alat gravimeter selama proses transportasi dari satu stasiun ke stasiun lainnya. Untuk menghilangkan efek ini, akuisisi data gayaberasat didesain dalam suatu rangkaian tertutup (loop), sehingga besar penyimpangan tersebut dapat diketahui dan diasumsikan linier pada selang waktu tertentu. Nilai koreksi drift pada masing-masing titik stasiun adalah :

$$drift_n = \frac{(t_n - t_1)}{(t_N - t_1)} (g_N - g_1) \tag{2-10}$$

dimana :

- t_n = waktu pembacaan pada stasiun ke-n
- t_1 = waktu pembacaan pada stasiun base (awal looping)
- t_N = waktu pembacaan pada stasiun base (akhir looping)
- g_1 = bacaan gravitimeter (terkoreksi tidal) pada stasiun base (awal looping)
- g_N = bacaan gravitimeter (terkoreksi tidal) pada stasiun base (akhir looping)
- $drift_n$ = besarnya koreksi drift pada stasiun ke-n



Gambar 2.3 Teknik looping akuisisi data gayaberasat

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

$$g_{id} = g_i - drift \tag{2-11}$$

dimana :

g_n = gayaberat terkoreksi tidal dan drift

g_t = gayaberat terkoreksi tidal

2.2.3. Koreksi Lintang (Latitude Correction)

Telah diketahui bahwa bentuk Bumi lebih mendekati bentuk spheroidal yang menggelembung di ekuator dan 'flatten' di kutub, untuk pendekatan bentuk Bumi tersebut digunakan spheroid referensi. Spheroid referensi ini adalah suatu elipsoid 'oblate' yang digunakan sebagai pendekatan untuk muka laut rata-rata (geoid) dengan mengabaikan efek benda diatasnya. Sesuai dengan Woolard (1979), secara teoritis spheroid referensi (g lintang) diberikan oleh persamaan GRS67 (Geodetic Reference System 1967) :

$$g_n = 97831.846(1 + 0.005278895 \sin^2 \phi + 0.000023462 \sin^4 \phi) \text{ mGal} \quad (2-12)$$

dengan ϕ adalah sudut lintang dalam radian, dan g_n nilai teoritis gayaberat untuk Bumi elipsoid model GRS yang digunakan.

2.2.4. Koreksi Udara Bebas (Free-Air Correction)

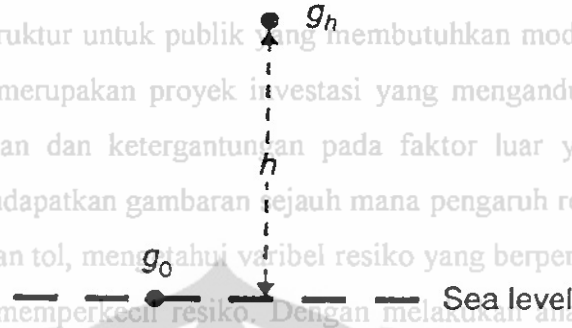
Dengan berkurangnya nilai gravitasi akibat jarak yang semakin jauh dari geoid, maka dibutuhkan koreksi udara bebas. Koreksi udara bebas adalah menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

perbedaan gravitasi yang diukur pada *mean sea level* (geoid) dengan gravitasi yang diukur pada ketinggian h meter dengan tidak ada batuan diantaranya.

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif telah diketahui bahwa bentuk Bumi lebih mendekati bentuk spheroidal yang menggelembung di ekuator dan 'flatten' di kutub, untuk pendekatan bentuk Bumi tersebut digunakan spheroid referensi. Spheroid referensi ini adalah suatu elipsoid 'oblate' yang digunakan sebagai pendekatan untuk muka laut rata-rata (geoid) dengan mengabaikan efek benda diatasnya. Sesuai dengan Woolard (1979), secara teoritis spheroid referensi (g lintang) diberikan oleh persamaan GRS67 (Geodetic Reference System 1967) :

Berdasarkan analisis yang dilakukan, diketahui bahwa hasil analisis mengenai resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 20% - 30% dengan tingkat pengembalian yang cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai aspek yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 2.4 Gayaberat terukur pada *mean sea level* geoid dan terukur di permukaan Bumi dengan elevasi h (Reynolds, 1997)

Nilai gayaberat pada *mean sea level* dengan menganggap bentuk bumi yang ideal, spheroid, tidak berotasi, dan massa terkonsentrasi pada pusatnya, yaitu :

$$g_o = \frac{\gamma M}{R^2} \tag{2-13}$$

g_o adalah gravitasi bumi dengan bentuk spheroid dan R merupakan jari-jari bumi.

Nilai gayaberat pada stasiun pengukuran dengan elevasi h (meter) dari *mean sea level* (Kadir, 2000) adalah :

$$g_h = \frac{\gamma M}{(R+h)^2} = g_o + h \frac{\partial g_o}{\partial R} \tag{2-14}$$

Perbedaan nilai gayaberat antara yang terletak *mean sea level* dengan titik yang terletak pada elevasi h (meter) adalah koreksi udara bebas (FAC) diberikan sebagai persamaan berikut (Telford, 1990) :

$$FAC = \partial g_F = \frac{\partial g_o}{\partial R} \cdot h = -\frac{2\gamma M}{R^3} h \approx -\frac{2g_o}{R} h \approx -0,3085h \text{ mGal} \tag{2-15}$$

dengan $g_o = 981785 \text{ mGal}$ dan $R = R_{equator} = 6371000 \text{ meter}$.

Sehingga besarnya anomali pada posisi tersebut menjadi FAA (Free Air Anomali) yaitu :

$$FAA = g_{absolut} - g_n \mp FAC \tag{2-16}$$

FAC positif pada elevasi di atas *mean sea level*, dan negatif jika dibawah *mean sea level*.

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif

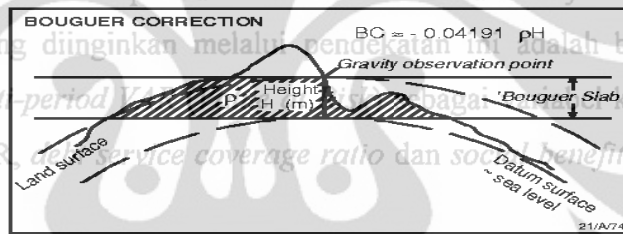
Struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah salah satu perkembangan *mean sea level* dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu metode dalam analisis resiko. Analisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute* menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil kemuliaan yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAK* (*Value at Risk*) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, *investor* dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sedangkan perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

2.2.5. Koreksi Bouguer

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol harus diperhitungkan karena adanya pengaruh tarikan dari massa yang berada di antara stasiun dan bidang datum yang belum diperhitungkan sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan metode Monte Carlo dan analisis resiko. Koreksi Bouguer diberikan oleh persamaan (2-17) pada struktur pendanaan yang akan digunakan sebagai referensi yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan dari metode analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik simulasi yang menggunakan analisis statistik dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation dan multi-period Value at Risk (VaR) sebagai keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, dan service coverage ratio dan social benefit from the project.



Gambar 2.5 Koreksi Bouguer terhadap data gayaberat terukur (Zhou, 1990)

Berdasarkan analisis hasil simulasi, resiko terbesar yang dihadapi adalah resiko yang berbentuk resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan. Pendekatan koreksi Bouguer pada persamaan (2-17) hanya berlaku untuk survei gayaberat yang bersifat lokal, sedangkan untuk survey regional harus ditambahkan koreksi akibat kelengkungan Bumi, karena terdapat gap dengan pendekatan slab horizontal Bouguer (Kadir, 2000).

Anomali gayaberat setelah diaplikasikan koreksi udara bebas dan koreksi bouguer atau disebut Simple Bouguer Anomali (SBA) :

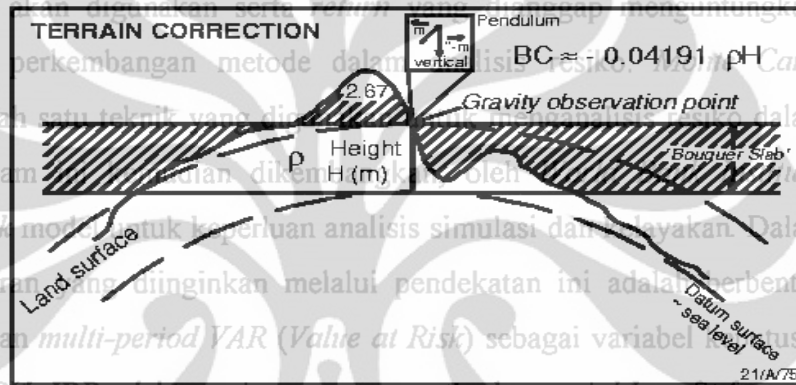
$$SBA = FAA - BC$$

$$SBA = g_{absolut} - g_n \pm 0,3085 * h = 0,04192 * \rho * h \quad (2-18)$$

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaklukkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dengan nilai SBA dalam mGal.

2.2.6. Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi ja Daerah yang memiliki topografi relatif datar cukup melakukan koreksi sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketertutupan pada faktor luar yang tinggi sampai mendapatkan nilai SBA, sedangkan untuk daerah dengan topografi Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam berundulasi diperlukan koreksi medan (TC). Koreksi ini diterapkan sebagai akibat pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kua bumi tidak datar, berundulasi sesuai dengan topografinya.



Gambar 2.6 Koreksi medan terhadap gayaberat terukur

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh Adanya bukit dan lembah yang terletak berdekatan dengan stasiun resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam pengukuran akan menghasilkan gaya tarik antara pusat massa bukit atau pusat menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan me lembah yang merupakan massa kosong dengan pendulum gravimeter. Gaya tarik ekuitas berkisar antara 15% - 26%. Seandainya ini adalah investasi pada kontrak pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap debt-financed yang rendah.

Perhitungan koreksi terrain (TC) dapat dilakukan dengan menggunakan *Hammer chart* seperti pada Gambar 2.7 yang dikembangkan oleh Sigmund mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

1. Inner zone

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi memiliki radius yang tidak terlalu besar sehingga beda elevasi bisa didapatkan sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketertutupan pada faktor luar yang tinggi dari pengamatan langsung di lapangan. Dapat dibagi menjadi beberapa zona :

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

- Zona B : radius 6,56 – 54,6 ft, dibagi menjadi 4 kompartemen
- Zona C : radius 54,6 – 175 ft, dibagi menjadi 6 kompartemen

2. Outer zone

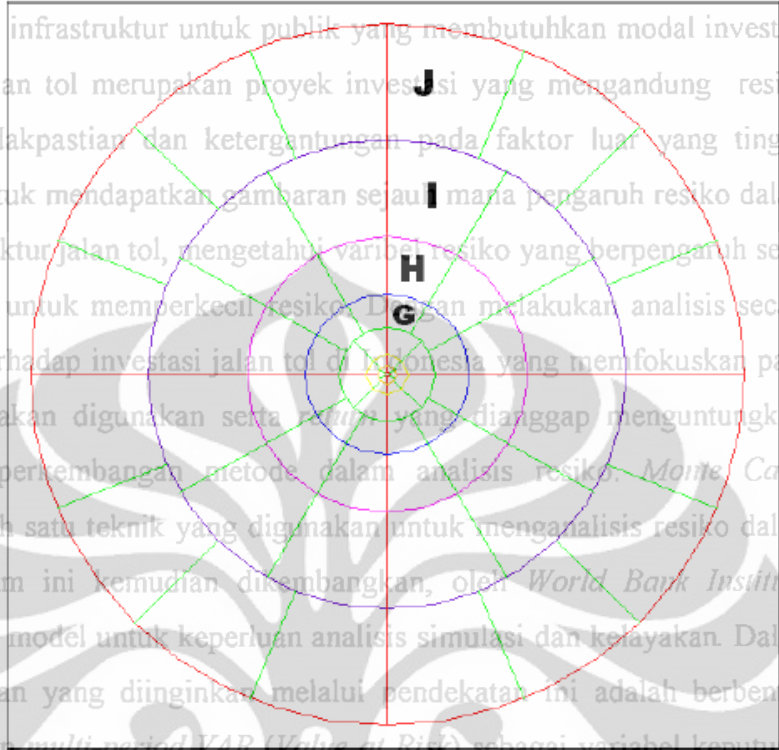
Memiliki radius yang cukup jauh, sehingga dibutuhkan analisa peta topografi Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* yang dapat digunakan untuk menganalisis resiko. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV, IRR, debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

- Zona D : radius 175 – 558 ft, dibagi menjadi 6 kompartemen
- Zona E : radius 558 – 1280 ft, dibagi menjadi 8 kompartemen
- Zona F : radius 1280 – 2936 ft, dibagi menjadi 8 kompartemen
- Zona G : radius 2936 – 5018 ft, dibagi menjadi 12 kompartemen

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko yang dihadapi. Perspektif *lender* cenderung konstan pada ekuitas berkisar antara 15% - 25%. Semakin tinggi resiko yang dihadapi maka konstanta pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *tender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

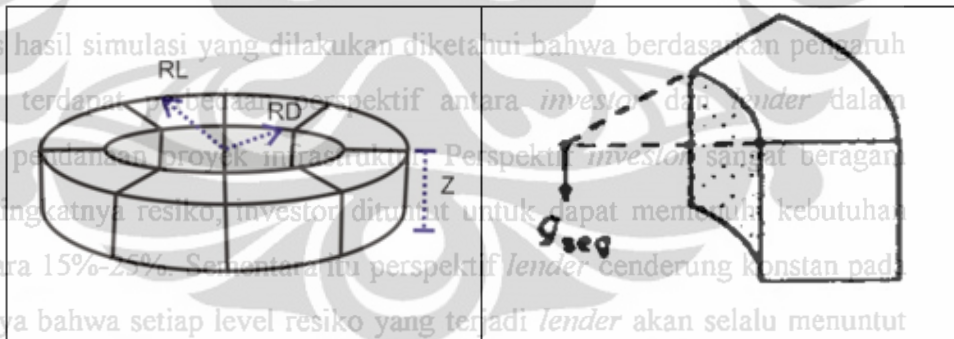
Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi yang sangat besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *IRR, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project*.



Gambar 2.7 Hammer Chart hingga sektor J (modifikasi dari Hammer, 1939)

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dalam investasi. Dengan demikian, nilai TC akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.



Gambar 2.8 Cincin melingkar yang terbagi menjadi 8 kompartemen untuk menghitung koreksi terrain (TC)

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang sebenarnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang dipakai dalam penelitian ini, memang terbatas dalam merefleksikan realitas pada titik di tengah cincin untuk tiap kompartemen, yaitu :

$$TC = \frac{2\pi G \rho}{n} [RL - RD + \sqrt{RD^2 + z^2} - \sqrt{RL^2 + z^2}] mGal \quad (2-19)$$

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

dimana :

- n : jumlah kompartemen pada zona tersebut
- RL : Radius luar pada zona tersebut
- RD : Radius dalam pada zona tersebut
- z : beda elevasi rata-rata kompartemen dengan titik pengukuran

Koreksi terrain (TC) untuk masing-masing stasiun pengukuran gravity adalah total dari TC kompartemen-kompartemen dalam satu stasiun pengukuran tersebut.

Karena komponen gaya horizontal (koreksi terrain) bersifat mengurangi nilai gayaberat terukur, maka koreksi terrain harus ditambahkan pada simpel Bouguer anomali, sehingga anomalnya menjadi *Complete Bouguer Anomali* menjadi bagian dari *InfRisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV, IRR, Cost service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

2.3 Anomali Bouguer

Data pengukuran gayaberat yang telah dikoreksi tide, drift, dan diikat Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh terhadap g ikat (978062.721 mGal) menghasilkan g absolut. Pada data g absolut resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam dilakukan koreksi lintang (g_n), koreksi udara bebas (FAC), koreksi Bouguer menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan me (BC), dan koreksi terrain (TC) sehingga didapatkan Anomali Bouguer Lengkap ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada (CBA) dalam mGal, yang diberikan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 CBA &= g_{absolut} - (g_{koreksi}) \\
 CBA &= g_{absolut} - (g_n \mp FAC + BC - TC) \\
 CBA &= g_{absolut} - g_n \pm 0,3085h - 0,04192\rho h - TC
 \end{aligned}
 \tag{2-20}$$

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

2.4 Anomali Gayaberat

Secara umum anomali gayaberat yang diamati di permukaan adalah Sebab Simulasi *InfRisk* dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai risiko yang ada dalam manajemen proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario superposisi dari semua sumber anomali, dan bagaimana cara memisahkan suatu pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

anomali dari anomali yang lain merupakan masalah yang penting dalam interpretasi. Pada anomali gayaberasat mikro antar waktu, sumber-sumber anomali tersebut berasal dari permukaan (perubahan dan pergeseran permukaan tanah) dan bawah permukaan (dinamika fluida dan perubahan rapat massa) pada reservoir. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif. Dalam penelitian metoda gayaberasat ini, ditunjukkan perbedaan nilai struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dijanjikan menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, *Gen World Bank Institute*, menjadi bagian dari penelitian ini. Namun kenyataannya lain, bumi berotasi pada porosnya secara teratur, berbentuk sferoidal, dan mempunyai ketidakteraturan densitas secara lateral. Akibatnya terdapat perbedaan nilai gayaberasat untuk setiap tempat yang berbeda di permukaan bumi.

Berdasarkan analisis hasil Jadi yang berubah dari suatu tempat ke tempat lain adalah percepatan resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dimungkinkan untuk memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% 25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi (dalam hal ini kebutuhan tinggi penyertaan modal) akan diterima oleh lender. Dengan demikian pihak lender harus menerima konsekwensi terhadap resiko yang rendah.

Tabel 2.1 Percepatan gravitasi di berbagai tempat pada permukaan bumi (Kanginan, 1997)

| Tempat | Lintang | Ketinggian (meter) | Percepatan gravitasi (ms ⁻² atau N/kg) |
|---------------|-------------|--------------------|---|
| Kutub Utara | 90° | 0 | 9,832 |
| Greenland | 70° | 20 | 9,825 |
| Stockholm | 59° | 45 | 9,818 |
| Brussels | 51° | 102 | 9,811 |
| Banff | 51° | 1376 | 9,808 |
| New York | 41° | 38 | 9,803 |
| Chicago | 42° | 182 | 9,803 |
| Denver | 40° | 1638 | 9,796 |
| San Francisco | 38° | 114 | 9,800 |
| Canal Zone | 9° | 6 | 9,782 |
| Jawa | 6° Selatan | 7 | 9,782 |
| Selandia Baru | 37° Selatan | 3 | 9,800 |

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

2.5 Teori Gayaberat Antar Waktu

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol memiliki risiko yang sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Anomali gayaberat antar waktu adalah selisih antara nilai gayaberat pengamatan (Gobs), antara anomali Bouguer sederhana (ABS), ataupun antara anomali Bouguer lengkap (ABL) pada suatu stasiun pengamatan dari dua pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif dapat diketahui penyebab anomali Bouguer lengkap (ABL) adalah selisih antara nilai gayaberat hasil pengamatan dengan nilai gayaberat teoritik yang didefinisikan pada stasiun pengamatan.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif dapat diketahui penyebab anomali Bouguer lengkap (ABL) adalah selisih antara nilai gayaberat hasil pengamatan dengan nilai gayaberat teoritik yang didefinisikan pada stasiun pengamatan.

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang dihasilkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.

Persamaan (2-21) dapat disederhanakan menjadi :

$$\Delta g(x, y, z) = gobs - g\phi + FAC - BC + TC \tag{2-21}$$

$$\Delta g(x, y, z) = gobs - g\phi + (c1 - c2\rho)h1 + c3\Delta h1 \tag{2-22}$$

dimana :

- $\Delta g(x, y, z)$: Anomali Bouguer lengkap (ABL)
- gobs : Nilai gayaberat pengamatan
- g ϕ : Nilai gayaberat teoritik pada lintang ϕ
- FAC : Koreksi udara bebas
- BC : Koreksi Bouguer
- TC : Koreksi medan
- c1 : Konstanta untuk koreksi udara bebas (= 0,30876 mGal/m)
- c2 : Konstanta untuk koreksi Bouguer untuk lempeng terbatas (=0,04193 ρ mGal/m)
- c3 : Konstanta untuk koreksi medan
- ρ : Rapat massa
- H : Elevasi stasiun pengamatan
- Δh : Beda elevasi stasiun pengamatan dengan elevasi rata-rata kompartemen di sekelilingnya

Perlu dicatat bahwa analisis ini tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek pembangunan sejenislah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Sarkowi (2007) menyatakan bahwa anomali gayaberat mikro antar waktu adalah :
 Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi
 besar. Namun investasi jalan $\Delta g(x, y, z, \Delta t) = \Delta g(x, y, z, t_2) - \Delta g(x, y, z, t_1)$ mengandung resiko (2-21)
 sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.
 dengan

$$\Delta g(x, y, z, t_1) = gobs(1) - g\phi(1) + (c_1 - c_2\rho)h_1 + c_3\Delta h_1$$

$$\Delta g(x, y, z, t_2) = gobs(2) - g\phi(2) + (c_1 - c_2\rho)h_2 + c_3\Delta h_2$$

Jika selama selang dua periode pengamatan terjadi perubahan elevasi stasiun
 struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.
 pengamatan, maka persamaan (2-21) dapat dituliskan menjadi :

$$\Delta g(x, y, z, \Delta t) = (gobs(2) - gobs(1)) - (g\phi(2) - g\phi(1))$$

+ $(c_1 - c_2\rho)(h_2 - h_1) + c_3(\Delta h_2 - \Delta h_1)$ (2-22)
 Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation*
 merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam
 kegiatan investasi. Program ini kemudian menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam
 penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk

Keterangan :

$\Delta g(x, y, z, \Delta t)$: Anomali gayaberat mikro antar waktu

$\Delta g(x, y, z, t_1)$: Anomali Bouguer lengkap periode 1

$\Delta g(x, y, z, t_2)$: Anomali Bouguer lengkap periode 2

$gobs(1)$: Nilai gayaberat pengamatan periode 1

$gobs(2)$: Nilai gayaberat pengamatan periode 2

$g\phi(1)$: Nilai gayaberat teoritik pada lintang ϕ periode 1

$g\phi(2)$: Nilai gayaberat teoritik pada lintang ϕ periode 2

h_1 : Elevasi stasiun pengamatan periode 1

h_2 : Elevasi stasiun pengamatan periode 2

Δh_1 : Beda elevasi stasiun pengamatan dengan topografi di
 sekelilingnya periode 1.

Perlu dicatat bahwa Δh_2 ini tidak Beda elevasi stasiun pengamatan dengan topografi di
 mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.
 Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam

Apabila selama selang periode pengamatan tidak terjadi pergeseran stasiun
 jalan tol di Indonesia mengamati pada arah horizontal ($\phi_1 = \phi_2$), maka, Persamaan (2-22) dapat
 pendanaan harus disederhanakan menjadi :
 disederhanakan menjadi :

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan
 hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan salah satu bentuk infrastruktur publik yang menuntut modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko.

$$\Delta g(x, y, z, \Delta t) = (g_{obs}(2) - g_{obs}(1)) + (c_1 - c_2\rho) + c_3(\Delta h_2 - \Delta h_1) \quad (2-23)$$

Untuk benda 3 dimensi dengan distribusi rapat massa $\rho(\alpha, \beta, \gamma)$, nilai gayaberat struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan mikro antar waktu di suatu stasiun pengamatan P (x,y,z) dipermukaan dinyatakan Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis resiko. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project*.

$$(g_{obs}(2) - g_{obs}(1)) = \Delta g(x, y, z, \Delta t) - (c_1 - c_2\rho)(h_2 - h_1) + c_3(\Delta h_2 - \Delta h_1) \quad (2-24)$$

Berdasarkan persamaan (2-24) dan (2-25) diperoleh :

$$\Delta g(x, y, z, \Delta t) = \iiint_0^{\infty} \frac{G\Delta\rho(\alpha, \beta, \gamma, \Delta t)(z - \gamma)}{[(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2 + (z - \gamma)^2]^{3/2}} d\alpha d\beta d\gamma \quad (2-25)$$

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan terhadap pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, *investor* dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% - 20% dari total pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Efek topografi tidak berpengaruh pada anomaly gayaberat mikro antar waktu maka konsolidasi tanah yang menyebabkan amblesan tidak menyebabkan tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan berkurangnyanya massa tanah sehingga koreksi Bouguer dapat diabaikan. menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

$$(g_{obs}(2) - g_{obs}(1)) = \iiint_0^{\infty} \frac{G\Delta\rho(\alpha, \beta, \gamma, \Delta t)(z - \gamma)}{[(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2 + (z - \gamma)^2]^{3/2}} d\alpha d\beta d\gamma - (c_1 - c_2\rho)(h_2 - h_1) - c_3(\Delta h_2 - \Delta h_1) \quad (2-26)$$

Berdasarkan pernyataan di atas, maka Persamaan (2-26) dapat disederhanakan Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai jenis pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas pendanaan dalam penyelenggaraan jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Berdasarkan pernyataan di atas, maka Persamaan (2-26) dapat disederhanakan menjadi:

$$(g_{obs}(2) - g_{obs}(1)) = \left[G \iiint_0^{\infty} \frac{\Delta\rho(\alpha, \beta, \gamma, \Delta t)(z - \gamma)}{[(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2 + (z - \gamma)^2]^{3/2}} d\alpha d\beta d\gamma + c_1(h_2 - h_1) \right] \quad (2-27)$$

Persamaan (2-27) di atas menunjukkan bahwa selisih nilai gayaberat hasil pengamatan (g_{obs}) dari dua pengukuran berturut-turut dengan selang waktu tertentu sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi disebabkan oleh perubahan rapat massa bawah permukaan (berhubungan dengan perubahan tinggi muka air tanah) dan amblesan.

2.6 Respon gayaberat mikro oleh dinamika air bawah permukaan

Perubahan kedalaman muka air tanah pada suatu tempat dipengaruhi oleh : musim, curah hujan, pengambilan air tanah oleh manusia dan lain-lain. Perubahan gayaberat akibat adanya dinamika muka air tanah dapat diturunkan dengan melakukan simulasi respon gayaberat mikro terhadap penurunan air muka tanah maupun menggunakan pendekatan koreksi Bouguer sederhana dengan memasukkan variabel porositas (Sarkowi, 2002) :

$$gw = 2\pi G\rho\phi h$$

$$gw = 0.04193 \rho\phi h$$

$$\Delta gw = 41.93 \rho\phi h$$

(2-28)

dimana :

Δgw : perubahan nilai gravitasi karena adanya perubahan tinggi air tanah

ρ : densitas fluida (gr/cc)

ϕ : porositas (%)

h : penurunan atau kenaikan permukaan air tanah (meter)

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai aspek. Dengan asumsi porositas batuan 30% maka setiap terjadi penurunan muka air tanah 1 m akan memberikan respon gayaberat sebesar 12,579 mikroGal.

Sebab Simulasi Infiisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

2.6.1. Gradien vertikal gayaberat

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol menggunakan teknik gradient gayaberat dikembangkan dari besaran gradien diferensial, sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi, dimana gradien ditentukan dari suatu interval data gayaberat lapangan.

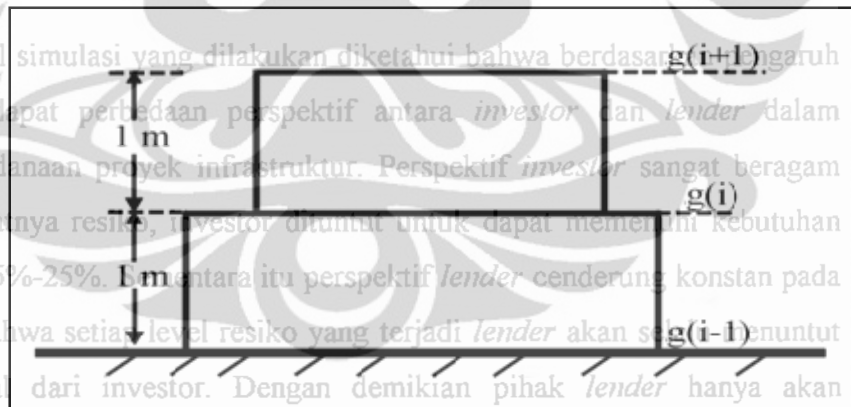
Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif pada data yang ada.

Gambar.2.9 mengilustrasikan konsep *finite-difference* untuk menentukan gradien-gayaberat. Skema struktur untuk pengukuran gradient gayaberat vertikal dibuat dari dua buah kotak dengan ketinggian kotak masing-masing 1 meter, sehingga variasi *finite-difference* atau interval besaran dari gradien vertikal dapat ditentukan.

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Untuk pengukuran gayaberat dengan tiga beda tinggi yaitu $h_{(i-1)}$, $h_{(i)}$, dan $h_{(i+1)}$, maka turunan tegak pertama pengukuran dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\frac{\partial g}{\partial z} = \left(\frac{g(i-1) - g(i)}{h(i-1) - h(i)} \right) \text{ miliGal/m} \tag{2-29}$$

menjadi bagian dari *Infrisk model* untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi period VAB (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.



Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor menuntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Gambar 2.9 Dua tingkat kotak pengukuran gayaberat untuk menentukan gradien vertikal (Sarkowi, 2008)

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaknai sebagai analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Gradien vertikal hasil pengukuran langsung ini berbeda dengan gradien vertikal gayaberat yang diturunkan dari gravitasi normal dengan tidak merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan sering disebut dengan koreksi udara bebas.

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana publik yang membutuhkan modal investasi (2-30)

besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh mana pengaruh resiko dalam (2-32)

pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko tersebut.

Amblesan tanah akan memberikan respon gayaberat mikro antar waktu positif. Gradien vertikal antar waktu oleh amblesan tanah akan memberikan respon 0 struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. (nol) (Sarkowi, 2008).

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi.

2.7 Interpolasi Kriging

metode ini dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk

probabilistic simulation dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *IRR, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project*.

Metode Kriging dapat digolongkan kedalam estimasi stochastic dimana perhitungan secara statistik dilakukan untuk menghasilkan interpolasi.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, *investor* menuntut tingkat dan memenuhi kebutuhan

ekuitas berkisar antara 30% - 50%. Sedangkan *lender* lebih cenderung memilih tingkat level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi, *lender* akan selalu menuntut

tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Kecepatan perhitungan tergantung dari banyaknya sampel data yang digunakan dan cakupan dari wilayah yang diperhitungkan.

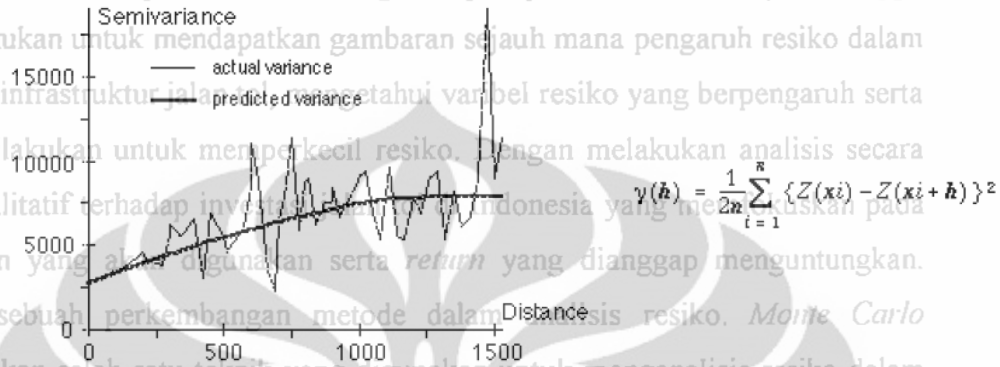
Perlu dicatat bahwa *Kriging* adalah sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario dan menggunakan *semivariogram* yang merepresentasikan

perbedaan spasial dan nilai diantara semua pasangan sampel data. *Semivariogram* merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi yang besar. Namun nilai z dan jumlah sampel data n diperlihatkan pada persamaan di (Gambar 2.10).



Gambar 2.10 Grafik dan persamaan semi-variogram (ESRI, 1999).

Pada gambar ini juga ditunjukkan grafik dari sebuah *semivariogram*. Pada jarak yang dekat (sumbu horisontal), *semivariance* bernilai kecil. Tetapi pada jarak yang lebih besar, *semi-variance* bernilai tinggi yang menunjukkan bahwa

Berdasarkan analisis variasil dari nilai z tidak lagi berhubungan dengan jarak sampel point. Jenis risiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% - 25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya

tahap dalam menggunakan metode ini adalah : analisa statistik dari sampel data, pemodelan variogram, membuat hasil interpolasi dan menganalisa nilai variance. Metode ini sangat tepat digunakan bila kita mengetahui korelasi menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya disertai pada sebuah kasus. Sebab Simulasi dapat menampilkan puncak, lembah atau nilai yang berubah drastis dalam jarak yang dekat.

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

BAB 3

TINJAUAN GEOLOGI

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

3.1 Geologi Regional

3.1.1. Topografi

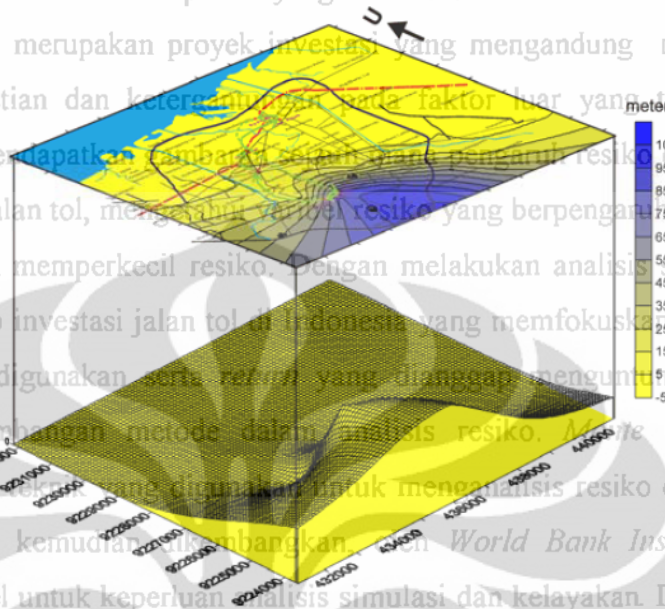
Kota Semarang merupakan Ibukota Propinsi Jawa Tengah, berada pada struktur perlintasan Jalur Jalan Utara Pulau Jawa yang menghubungkan Kota Surabaya dan Jakarta. Secara geografis, terletak diantara $109^{\circ} 35'$ – $110^{\circ} 50'$ Bujur Timur dan $6^{\circ} 50'$ – $7^{\circ} 10'$ Lintang Selatan. Dengan luas $373,70 \text{ km}^2$ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 Kota Semarang memiliki batas-batas wilayah administrasi sebagai berikut :

- Sebelah utara : Laut Jawa
- Sebelah Selatan : Kabupaten Semarang
- Sebelah Timur : Kabupaten Demak dan Kabupaten Grobogan
- Sebelah Barat : Kabupaten Kendal

Topografi wilayah Kota Semarang terdiri dari dataran rendah dan dataran sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada kemiringan 0 – 2% sedang ketinggian ruang bervariasi antara 0 - 3,5 m. Bagian Selatan merupakan daerah perbukitan, dengan kemiringan 2 – 40% dan ketinggian antara 90 - 200 m di atas permukaan air laut (DPL).

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungannya pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran secara kuantitatif mengenai resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengidentifikasi resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta resiko yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk



Gambar 3.1 Peta ketinggian daerah Semarang hasil pengukuran Desember 2003 (Supriyadi, 2008)

probabilistic simulation dan multi-period VAR (Supriyadi, 2008) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.

3.1.2. Geomorfologi

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan morfologi yang tajam antara bagian utara dengan bagian selatan wilayah penelitian. Bagian selatan memperlihatkan kenampakan morfologi yang tinggi dan terjal, batuanannya tersusun oleh batu pasir vulkanik dan breksi berumur kuartar. Di tengah-utara membentuk perbukitan bergelombang level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap utang yang rendah.

Berdasarkan beda tinggi sudut kelerengan, kondisi geologi yang mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus, mengontrol dan kenampakan di lapangan, wilayah Kota Semarang dapat dibagi menjadi 4 Satuan geomorfik, yaitu Satuan Geomorfik Perbukitan Vulkanik, Satuan Geomorfik Perbukitan Lipatan, Satuan Geomorfik Gawir Sesar dan Satuan Dataran Aluvial Pantai.

pendanaan harus diidentifikasi dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

3.1.2.1. Satuan Geomorfik Perbukitan Vulkanik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi merupakan daerah perbukitan bergelombang menengah hingga kuat, dengan sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif, satuan geomorfik seperti breksi laharik, breksi piroklastik, lava andesit batu pasir vulkanik, struktur pendanaan yang akan digunakan serta risiko yang dihadapi menggunakan hasil aktifitas Gunungapi Ungaran Muda dan sebagian Gunungapi Ungaran Tua. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *World Bank Institute*, penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan dikontrol oleh batulempung gampingan, breksi vulkanik, batupasir tufaan, tufa, utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

3.1.2.2. Satuan Geomorfik Perbukitan Lipatan

Merupakan daerah perbukitan bergelombang menengah hingga lemah, dengan ketinggian 25-300 m dari muka air laut, dengan beda tinggi 100-300 m, penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan dikontrol oleh batulempung gampingan, breksi vulkanik, batupasir tufaan, tufa, utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*. Berdasarkan analisis, Formasi Kalibuk dan sebagian Formasi Vulkanik Ungaran Tua. Satuan resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15-25%, sementara perspektif lender yang konsisten pada level tertinggi, arti Garang, Kali Kreo, Kali Gede, perbukitan candi dan di bagian utara Gunung api tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

3.1.2.3. Satuan Geomorfik Gawir Sesar

Formasi geomorfik Gawir Sesar menempati lembah terjal di sepanjang Kali Garang, Kali Kreo, Kali Gede, perbukitan candi dan di bagian utara Gunung api Ungaran berarah relatif baratlaut – tenggara, utara – selatan dengan luas sekitar 5% wilayah telitian. Formasi ini membentuk morfologi yang relatif terjal, dengan Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya didasarkan pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Monte Carlo* sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah difustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

3.1.2.4. Satuan Geomorfik Dataran Aluvial Pantai

Satuan ini melampar di bagian utara daerah penelitian hingga garis pantai, jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah difustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

10 m dpl., dengan beda tinggi <10 m, dan kelerengan <1%. Satuan ini dominan tersusun oleh endapan aluvial pantai dan sebagian endapan fluviatil. resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

3.1.3. Stratigrafi

Di bagian tengah Semarang (Tinjomoyo dan Kalialang) banyak tersingkap batuan sedimen fasies laut berumur Tersier yang dapat diamati di sepanjang Sungai Garang dan Kripih. Batuan sedimen fasies darat juga dapat diamati di sepanjang Sungai Garang dan Kripih. Batuan sedimen fasies darat terdiri dari : batupasir vulkanik, konglomerat, dan breksi vulkanik. Sedangkan bagian utara Semarang terdapat endapan aluvial yang terdiri dari : kerikil, pasir, pasir lanauan, lanau dan lempung. Ketebalan endapan aluvial mencapai 50 m atau lebih.

Susunan stratigrafi bagian utara daerah Semarang dapat diamati pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Susunan Stratigrafi daerah Semarang bagian Utara (Marsudi, 2001)

| No | PENELITI | BLOK | PENULIS, 2000 | STRATIGRAFI SEMARANG | | PEMERIAN | | | | |
|-----|---|------|---------------|----------------------|---------------|--|--|---|-----|--|
| | | | | KOLOM BATUAN | SATUAN BATUAN | | | | | |
| 2,1 | LUCER SATUAN KRONO STRATIGRAFI HOLOSEN | 1969 | | ENDE. ALUVIAL SUNGAI | Qsa | <ul style="list-style-type: none"> Endapan Aluvial Sungai : lempung, lanau, pasir dan kerikil - bongkah Endapan Fasang Surut : Lempung Lunak, lanau, pasir halus-sedang. Endapan Dataran Delta : Lempung, Lanau, pasir dan kepikil. | | | | |
| | | | | ENDE. PASANG SURUT | Qsp | | | | | |
| | | | | ENDE. DATARAN DELTA | Qad | | | | | |
| | | | | 6 | MIOSEN | NEOGEN | | SATUAN BATUAN BREKSI VULKANIK | Qb | FORMASI NOTOPURO Terdiri dari breksi vulkanik, batupasir tufan, dan konglomerat. |
| | | | | | | | | SATUAN BATUAN BATUPASIR - BREKSI VULKANIK | QTd | FORMASI DAMAR Terdiri dari batupasir tufan, tufa, konglomerat, breksi vulkanik dan lempung hitam. |
| | | | | | | | | SATUAN BATUAN NAPAL - BATUPASIR GAMPINGAN | TPK | FORMASI KALIBUK Terdiri dari napal, pasir gampingan, batulempung biru. |
| | | | | | | | | | | |

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan memin... ekuitas berkisar antara 15% - 25%. Sem... level tertinggi, artinya bahwa setiap le... tinggi penyertaan modal dari invest... menerima konsekwensi terdapat deb... Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak d... mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infr... merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. dan menganalisis? proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Berdasar Tabel di atas, yang berumur paling tua adalah batuan sedimen besar. Namun endapan pasang surut dan endapan aluvial sungai. Formasi Kalibiuk terdiri dari perselingan antara napal batupasir tufaan dan batupasir gampingan, secara keseluruhan didominasi lapisan napal. Satuan batupasir –breksi vulkanik (Formasi Damar) terletak di atas satuan batuan napal-batupasir gampingan (Formasi Kalibiuk) dan terletak tidak selaras dengan satuan batuan breksi vulkanik (Formasi Notopuro) yang berada di atasnya.

Pembahasan stratigrafi dari batuan yang tersingkap, dimulai dari satuan batuan yang berumur tua sampai yang muda, adalah sebagai berikut :

3.1.3.1. Satuan Batuan Napal – Batupasir Gampingan

Singkap batuan ini terdapat di sepanjang sungai Garang dan Kripik. Ketebalan batuan diperkirakan mencapai 250 meter dengan satuan batuan selang-

seling antara napal, batupasir tufaan dan batupasir gampingan. Secara umum batuan tersebut didominasi oleh lapisan napal dengan batupasir gampingan sebagai sisipannya.

Urutan butir batuan semakin ke atas, batumannya semakin berbutir kasar seperti batupasir kerikilan dan konglomerat serta bersifat gampingan. Dapat disimpulkan bahwa satuan batuan napal – batupasir gampingan diendapkan pada fasies laut dalam hingga fasies laut dangkal.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

3.1.3.2. Satuan Batupasir – Breksi Vulkanik

Satuan batupasir – breksi vulkanik terletak tidak selaras di atas satuan napal-batupasir gampingan (formasi Kalibiuk) dan terletak tidak selaras dengan jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko

sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Satuan Batuan ini terdiri dari batupasir vulkanik berselang-seling dengan breksi vulkanik, konglomerat dan tufa. Satuan batuan ini diperkirakan berusia Plistosen Bawah – Plistosen Tengah jika cirri-ciri litologinya dibandingkan dengan Formasi Damar (Van Bemmelen, 1941). Satuan batupasir breksi vulkanik merupakan endapan fasies laharik darat.

3.1.3.3. Satuan Breksi Vulkanik

Satuan Breksi Vulkanik terletak tak selaras di atas Formasi Damar yang menjadi bagian dari endapan bagian tengah – selatan dan dapat dilihat penyebaran singkapannya di daerah Gombel, Jatingaleh, Candi Baru dan Tegalsari. Hubungan dengan satuan batuan di bawahnya (Formasi Damar) tidak selaras dan kontak di atasnya dengan endapan aluvial merupakan bidang erosi.

Berdasarkan analisis hasil penelitian, cirri-ciri dan struktur sedimennya menunjukkan bahwa satuan breksi vulkanik diendapkan sebagai sedimen laharik darat dan di beberapa tempat menunjukkan fasies fluviatil.

3.1.3.4. Satuan Endapan Dataran Delta

Endapan dataran delta terdiri dari lensa kerikil, lensa pasir, lanau dan lempung. Satuan ini menumpang tidak selaras di atas Formasi Notopuro, menjari dengan endapan pasang surut dan endapan aluvial sungai. Penyebaran fasies ini menempati dataran Semarang bagian tengah- utara (Marsudi, 2001).

Berdasarkan analisa litofasies dari log bor, susunan lapisannya merupakan endapan fasies dataran delta. Kontak dengan batuan di bawahnya merupakan bidang erosi (Marsudi, 2001).

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya didasarkan pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk Berdasar analisis litofasies dari log bor, susunan lapisannya merupakan merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

3.1.3.5. Endapan Pasang Surut

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi ini menjari dengan endapan dataran delta bagian atas dan sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Endapan aluvial sungai dengan ketebalan 0 – 20 m dan semakin tebal ke arah utara. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko.

Dari hasil analisa litofasies log bor, susunan lapisan ini merupakan struktur pendanaan yang akan digunakan serta resiko yang dianggap menguntungkan. endapan fasies pasang-surut (Marsudi, 2001).

3.1.3.6. Endapan Aluvial Sungai

Endapan aluvial sungai adalah endapan termuda yang terdiri dari kerikil, pasir, lanau dan lempung. Endapan aluvial sungai tersebut menjari dengan endapan delta dan endapan pasang-surut. Endapan aluvial ini merupakan sedimen yang didominasi oleh fragmen berukuran pasir sampai bongkah yang merupakan ednapan lepas (belum tersemen). Fragmennya terdiri dari batuan beku, bongkahan

breksi dan batu lempung (Marsudi, 2001). Ini bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 10-20%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa pada daerah penelitian terdapat beberapa kekar yang disebabkan oleh

3.1.4. Struktur Geologi

3.1.4.1. Kekar

Pada daerah penelitian terdapat beberapa kekar yang disebabkan oleh tektonik. Kekar-kekar dijumpai pada batuan breksi, batupasir dan batulempung, menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya didasarkan pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi I-fisik yang dibangun dari penelitian ini kelompok terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek timurlaut yang berpasangan dengan tren barat laut serta tren timur laut yang jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi tersebut kemungkinan terbentuk oleh penyebab yang berbeda-beda yang sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

3.1.4.2. Sesar

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif, dalam mendapatkan data-data sesar adalah sebagian besar lahan tertutupi struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh *World Bank Institute* menjadi bagian dari Kuartir. Dari pengamatan, teridentifikasi adanya tujuh buah sesar turun, satu sesar naik dan tiga sesar mendatar. Sesar-sesar tersebut yaitu Sesar Naik Banyumanik, Sesar Mendatar Kali Garang, Sesar Turun Kreo, Sesar-sesar Turun Ungaran Tua dan Sesar-sesar Turun Ungaran Muda.

3.1.4.3. Lipatan

Berdasarkan analisis yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam mempunyai jurus relatif barat-laut-tenggara di bagian timur, bergradasi sejalan dengan meningkatnya resiko, *investor* dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konservatif pada level tertinggi, artinya banyak penyetoran modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

• Antiklin

Antiklin di wilayah penelitian mempunyai tren lipatan secara umum merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

yang miring ke selatan N 98°E/65°, N 106°E/46°. Pada sayap sebelah utara beberapa bagian perlapisan batuan yang berumur Tersier terutama pada Formasi Batulempung Kalibiuk telah mengalami pembalikan dengan kemiringan lapisan kurang lebih 83° dan sayap bagian selatan dengan kemiringan kurang lebih 75°.

Dari analisa peta geologi, sumbu antiklin berada pada dua Formasibatuan, yaitu Formasi Batulempung Kalibiuk dan Formasi Breksi Ungaran Tua. Antiklin pada Formasi Batulempung Kalibiuk mempunyai kemiringan lapisan batuan yang lebih besar dibanding kemiringan lapisan Formasi Breksi Vulkanik Ungaran Tua yang berada di atasnya. Hal ini menunjukkan bahwa proses perlipatan telah mulai sebelumnya dan berlanjut sampai setelah Formasi Breksi Vulkanik Ungaran Tua diendapkan.

- **Sinklin**

Sinklin yang ada di daerah penelitian mempunyai arah sumbu relatif sama dengan sumbu antiklinnya, yaitu relatif baratlaut-tenggara dengan kemiringan lapisan kurang lebih 28° hingga 75°. Dari kenampakan peta geologi menunjukkan bahwa tiga Formasi batuan, mulai yang tertua Formasi Batupasir Banyak, Formasi Batu Lempung Kalibiuk dan Formasi Breksi Vulkanik Ungaran Tua telah mengalami perlipatan. Seperti pada struktur antiklin, kedudukan lapisan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Formasibatuan dibawahnya, yaitu sekitar 3° hingga 10°. Di bagian barat sumbu di batulempung Kalibiuk menerus pada breksi vulkanik Ungaran Tua, walaupun besar dip batuan nya berbeda.

Sebab Simulasi *Monte Carlo* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



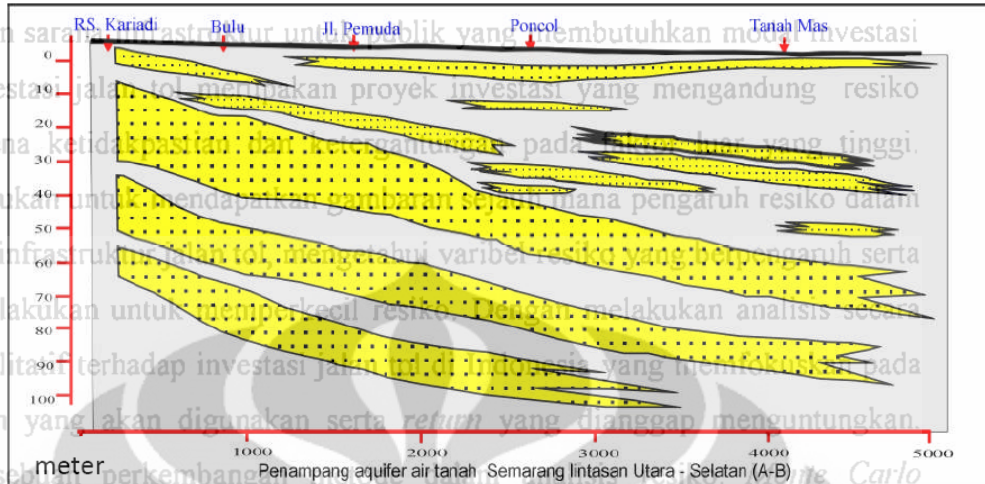
Gambar 3.2 Struktur Geologi daerah Semarang dan sekitarnya (Marsudi, 2001)

3.2 Hidrologi

Potensi air di Kota Semarang bersumber pada sungai-sungai yang mengalir di Kota Semarang antara lain Kali Garang, Kali Pengkol, Kali Kreo, Kali Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur jalan tol sebagai

sejalan dengan memisahkan resiko yang ditanggung oleh investor dan lender, maka ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut utama pembentuk kota bawah yang mengalir membelah lembah-lembah Gunung Ungaran mengikuti alur yang berbelok-belok dengan aliran yang cukup deras.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 3.3 Penampang selatan-utara aquifer air tanah daerah Semarang hasil pembaroran (modifikasi dari Marsudi, 2001)

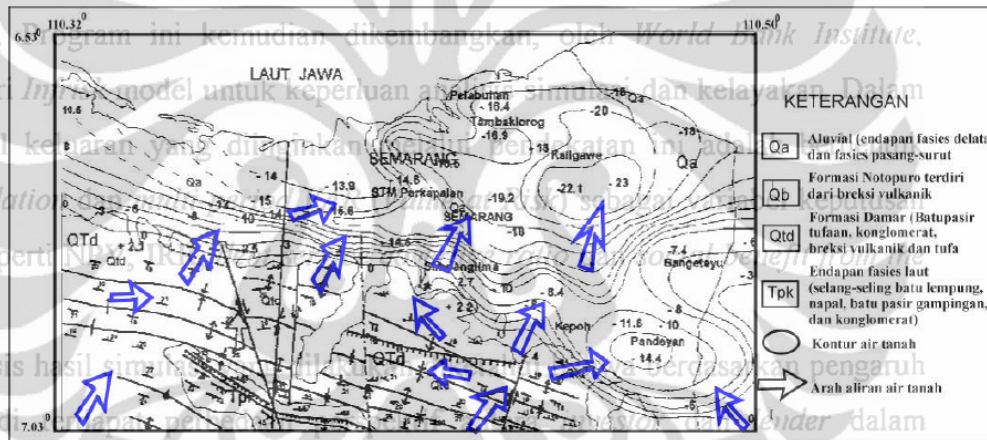
Air Tanah Bebas ini merupakan air tanah yang terdapat pada lapisan pembawa air (aquifer) dan tidak tertutup oleh lapisan kedap air. Permukaan air tanah bebas ini sangat dipengaruhi oleh musim dan keadaan lingkungan sekitarnya. Penduduk Kota Semarang yang berada didataran rendah, banyak memanfaatkan air tanah ini dengan membuat sumur-sumur gali (dangkal) dengan kedalaman rata-rata 3 - 18 m. Sedangkan untuk penduduk di dataran tinggi hanya dapat memanfaatkan sumur gali pada musim penghujan dengan kedalaman berkisar antara 20 - 40 m.

Air Tanah Tertekan adalah air yang terkandung di dalam suatu lapisan tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa debitnya disamping kualitasnya juga memenuhi syarat sebagai air bersih. Debit air ini sedikit sekali dipengaruhi oleh musim dan keadaan di sekelilingnya.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus terletak di ujung Timur laut Kota dan pada mulut sungai Garang lama yang dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

terletak di pertemuan antara lembah sungai Garang dengan dataran pantai. Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi infrastruktur yang besar ini menimbulkan risiko yang sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Kelompok aquifer delta Garang ini disebut pula kelompok aquifer utama karena merupakan sumber air tanah yang potensial dan bersifat tawar. Untuk daerah Semarang yang berbatasan dengan kaki perbukitan air tanah artois ini terletak pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif kedalaman antara 50-90 m. Pada daerah perbukitan kondisi artois masih mungkin ditemukan, karena adanya formasi damar yang permeable dan sering Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Diagram ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari model untuk keperluan analisis risiko dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil kerangka yang ditunjukkan dengan bantuan analisis probabilitas probabilistic simulation utama investasi seperti project. Berdasarkan analisis hasil simulasi, risiko yang terjadi dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-26%. Sementara itu, perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap *ad-juvencia* yang rendah.



Gambar 3.4 Aliran air tanah regional daerah Semarang dan sekitarnya (Marsudi, 2001).

3.3 Dampak Pemanfaatan Air tanah

Pemanfaatan air tanah yang tidak terkontrol dapat menyebabkan dampak negatif. pengambilan air tanah melalui sumur sumur akan mengakibatkan lengkung penurunan muka airtanah (*depression cone*). Jika laju pengambilan airtanah dari sejumlah sumur jauh lebih besar dari pengisiannya, maka lengkung-Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus pada daerah pantai, penurunan airtanah dapat menyebabkan intrusi air laut. dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Pengambilan air tawar yang berlebihan mengakibatkan penurunan muka airtanah besar. Namun tawar dan kenaikan muka air laut sehingga mengakibatkan terjadinya intrusi air sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi laut.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam Beberapa fakta di lapangan menunjukkan dampak negatif akibat pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif, amblesan permukaan tanah, intrusi air laut, dan tergenangnya permukaan tanah akibat tidak bisa mengalirnya air ke laut. Keadaan ini akan mengganggu Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *InfraRisk*.

Kota Semarang dalam neraca sumber daya air tahun 2000, tak kurang dari 38 juta m³ air diambil dari 1.050 sumur artesis. Diperkirakan jumlah itu akan terus meningkat selama pasokan air permukaan belum mencukupi kebutuhan warga utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis, pengambilan air tanah di Kota Semarang semakin meningkat yakni untuk tahun 1990 jumlah sumur 260 buah dengan pengambilan air sebanyak 61.570 m³/hari dan untuk tahun 2000 jumlah sumur meningkat tajam menjadi 1.029 buah dengan sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan pengambilan air sebanyak 107.369 m³/hari seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.1.

Sedangkan untuk penurunan tanah di Kota Semarang, amblesan terdalam 6-8 cm terjadi di sekitar Stasiun Tawang, Johar dan Genuk ambles 4-6 cm dan Tanah menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Mas, Marina, serta Simpanglima ambles 1-4 cm seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.3. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Tabel 3.2 Jumlah sumur bor dan pengambilan air tanah di Kota Semarang

| Tahun | Jumlah Sumur | Pengambilan Air |
|-------|--------------|----------------------------------|
| 1990 | 260 | 61.570 m ³ /hari |
| | | 22.473.050 m ³ /tahun |
| 1995 | 316 | 74.130 m ³ /hari |
| | | 27.057.450 m ³ /tahun |
| 2000 | 1.029 | 107.369 m ³ /hari |
| | | 39.189.827 m ³ /tahun |

Tabel 3.3 Penurunan Tanah di Kota Semarang

| Penurunan Tanah per Tahun | Lokasi |
|---------------------------|------------------------------------|
| 6-8 cm | Stasiun Tawang dan sekitarnya |
| 4-6 cm | Johar dan Genuk |
| 1-4 cm | Tanah Mas, Marina, dan Simpanglima |

3.3.1. Penurunan Muka Air tanah

Dalam daur hidrologi, energi panas matahari menyebabkan terjadinya tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai risiko penurunan yang selanjutnya disebabkan oleh hujan. Sebab Simulasi *Infiltrasi* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi infrastruktur yang sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif. Air hujan yang dapat mencapai permukaan tanah, sebagian akan masuk ke dalam tanah. Air hujan yang tidak terserap ke dalam tanah akan tertampung sementara dalam cekungan-cekungan permukaan tanah, kemudian mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah yang selanjutnya masuk ke sungai. Air yang terinfiltrasi akan tertahan di dalam tanah oleh gaya kapiler yang selanjutnya akan membentuk kelembaban tanah. Apabila tingkat kelembaban tanah telah cukup jenuh, maka air hujan yang baru masuk ke dalam tanah akan bergerak secara lateral, untuk selanjutnya pada tempat tertentu akan keluar lagi ke permukaan tanah dan akhirnya mengalir ke sungai. Alternatif lainnya, air hujan yang masuk ke dalam tanah akan bergerak vertikal menuju lapisan tanah yang lebih dalam dan menjadi bagian dari airtanah. Airtanah tersebut, terutama pada musim kemarau akan mengalir pelan-pelan ke sungai, danau atau tempat penampungan air alamiah lainnya. Berdasarkan analisis probabilitas, diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam mengakibatkan muka airtanah semakin berkurang. Dengan maraknya pembukaan sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan lahan perumahan serta gedung-gedung perkantoran, mempersempit area penyerapan air hujan yang turun sehingga debit air tanah yang diambil dalam skala besar tidak seimbang antara air yang diambil dengan debit infiltrasi hujan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya disertai pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infiltrasi yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

3.3.2. Intrusi Air Laut

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif, maka akan diketahui bagaimana resiko yang dihadapi dalam

Intrusi air laut banyak terjadi di daerah sekitar pantai. Banyaknya pengambilan airtanah secara besar-besaran berdampak pada kekosongan air di dalam tanah sehingga air laut merembes masuk.

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh *World Bank Institute*. Apabila keseimbangan hidrostatik antara airtanah tawar dan airtanah asin menjadi bagian dari penelitian ini, maka akan terjadi pergerakan airtanah asin atau air laut ke arah darat dan terjadilah intrusi air laut. Terminologi intrusi pada *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV*, *IRR*, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis terhadap permasalahan pada pemanfaatan airtanah di daerah pantai, karena berakibat resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam air minum, karena adanya intrusi air laut, maka terjadi degradasi mutu dan tidak sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15-20%. Sementara itu, perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut

3.3.3. Amblesan Tanah

Amblesan tanah dapat didefinisikan sebagai gerakan vertikal ke bawah menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

dari tanah. Penyebab secara alamiah seperti gempa bumi dan pergerakan tektonik. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya dihindari pada sebuah kasus.

Amblesan tanah juga disebabkan oleh aktivitas manusia seperti penggalian tanah, ekstraksi mineral dari bawah tanah dan pemompaan minyak (Doukas, 2004).

Sebab Simulasi *Monte Carlo* dan *Multi-Period VAR* dalam penelitian ini secara langsung merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario berlebihan yang menyebabkan penurunan muka air tanah (Jambrik, 2006). Air pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

tanah merupakan salah satu sumber air yang potensial untuk memenuhi kebutuhan besar. Namun akan air bersih. Oleh sebab itu pemanfaatan air tanah telah meluas dan selalu sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif. Masukan secara alamiah berupa infiltrasi dari air permukaan maupun dari akuifer di atasnya. Sedangkan keluaran secara alamiah berbentuk mata air, aliran sungai, danau, laut dan juga untuk air tanah dangkal berupa evaporasi. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *World Bank Institute*. selanjutnya dapat mengganggu keseimbangan antara masukan dan keluaran penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*. mengakibatkan penyusutan lapisan penutup tersebut. Refleksinya adalah penurunan permukaan tanah. Amblesan tanah tidak dapat dilihat seketika, tetapi resiko yang terjadi teramati dalam kurun waktu yang lama dan berakibat pada daerah yang luas menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam (Hendrayana, 2002). Selain itu, terjadinya amblesan juga disebabkan oleh kondisi sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Berakibat itu perspektif *lender* cenderung konservatif pada level tertinggi, artinya kebutuhan modal yang tinggi akan sangat mempengaruhi tingkat penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya disertai pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Monte Carlo* digunakan dalam analisis ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek diakibatkan oleh konsolidasi. Konsolidasi merupakan gejala yang jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario menggambarkan deformasi yang tergantung pada waktu dalam suatu medium pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

berpori seperti tanah yang mengalami pembebanan. Penurunan konsolidasi terjadi pada tanah berbutir halus yang terletak di bawah muka air tanah. Penurunan yang sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi terjadi memerlukan waktu, lamanya tergantung pada kondisi lapisan tanahnya.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif

3.4 Iklim dan Cuaca

Semarang memiliki iklim tropis 2 (dua) jenis, yaitu, musim kemarau dan musim penghujan yang memiliki siklus pergantian ± 6 bulan. Hujan sepanjang tahun, dengan curah hujan tahunan yang bervariasi dari tahun ke tahun rata-rata 2215 mm sampai dengan 2183 mm dengan maksimum bulanan terjadi pada bulan

Desember sampai bulan Januari. Temperatur udara berkisar antara 25.80°C sampai dengan 29.30°C , kelembaban udara rata-rata bervariasi dari 62 % sampai dengan 84 %. Arah angin sebagian besar bergerak dari arah Tenggara menuju Barat Laut dengan kecepatan rata-rata berkisar antara 5.7 km/jam. (BMKG

Berdasarkan analisis Stasiun Klimatologi Semarang) diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

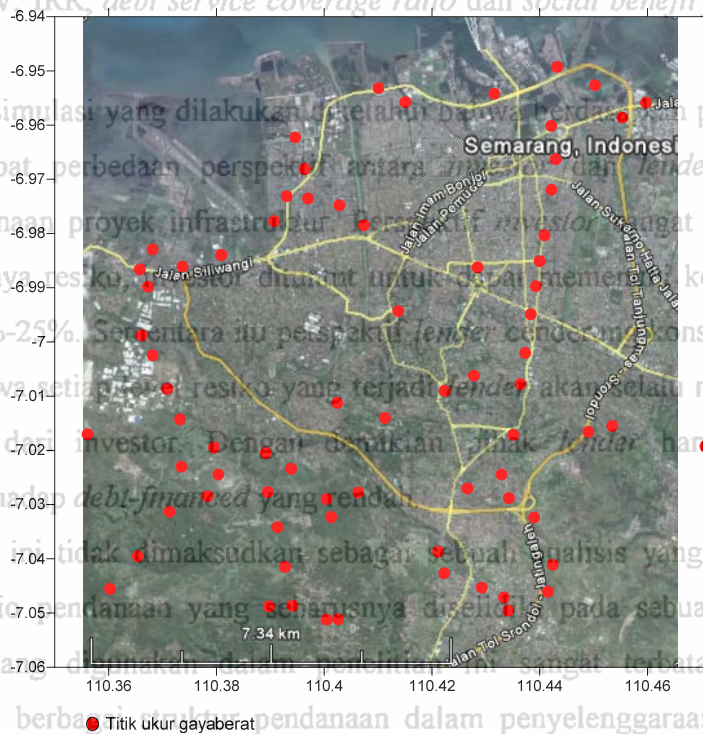
BAB 4

AKUISISI DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Akuisisi Data

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol memiliki risiko yang sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan sebagai modal investasi.

Akuisisi dilakukan di kawasan Semarang dan sekitarnya sebanyak 2 (dua) kali yaitu pada 2 – 4 Juli 2007 dan 15 – 18 Agustus 2009. Titik pengukuran yang dapat memberikan anomali 4D sebanyak 55 titik pengukuran (**Gambar 4.1**). Lokasi titik referensi sebagai base terletak di base Gombel, lokasi ini dipilih menjadi base karena kondisi daerah ini relatif stabil (tidak mengalami amblesan) dibandingkan dengan kota bawah Semarang. Pada satu titik ukur gayaberat dilakukan 2 (dua) kali pengukuran, yaitu pengukuran pada permukaan tanah dan pengukuran gradien vertikal menggunakan tripod dengan ketinggian tertentu.

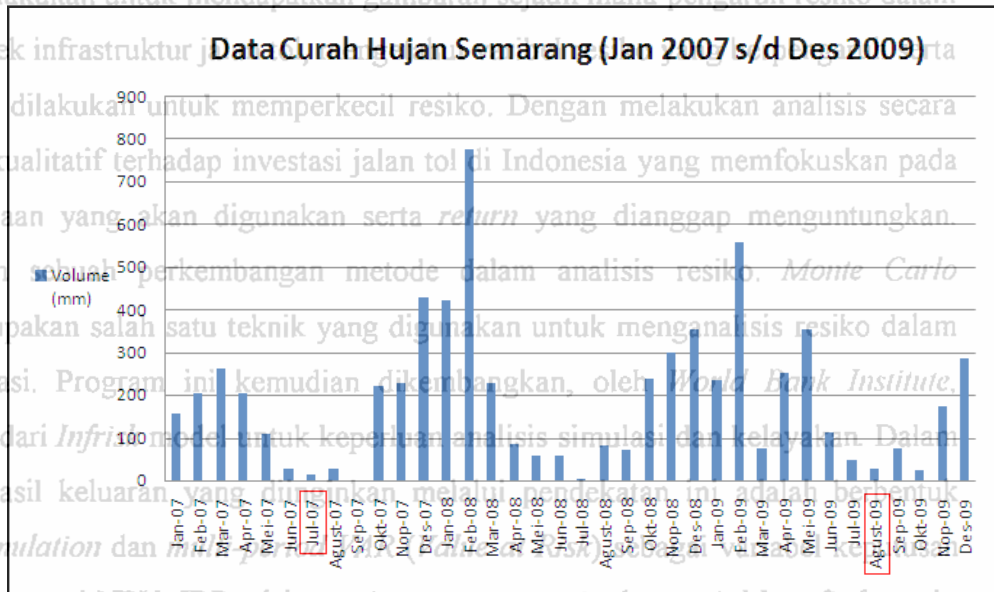


Gambar 4.1 Lokasi dan Titik Ukur Gayaberat (Google Earth, 2012)

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan, diketahui bahwa berdasarkan pengaruh risiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, investor diuntungkan untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konservatif pada level tertinggi, artinya bahwa setiap terjadi risiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian anak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai skenario pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

Pemilihan waktu didasarkan pada pertimbangan kesamaan musim untuk meminimalisasi efek curah hujan terhadap anomali gayaberat yang terukur. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Pengukuran pertama dan kedua dilakukan pada musim kemarau. **(Gambar 4.2)** adalah data curah hujan dari bulan Januari 2007 sampai dengan Desember 2009.



Gambar 4.2 Data curah hujan Semarang pada Januari 2007 sampai Desember 2009. (Sumber : BMKG Stasiun Klimatologi Semarang).

4.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam pengambilan data adalah :

1. Gravimeter Scintrex Autograv CG-5 dan pengukuran gradien vertikal (**Gambar 4.3**). Peralatan ini digunakan untuk pengukuran medan gayaberat di tiap-tiap titik level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut ukur gayaberat yang ada di daerah penelitian. Alat ini mempunyai ketelitian 1 mikroGal atau 10^{-8} m/s^{-2} . Pengukuran gradien vertikal menggunakan tripot dengan ketinggian tertentu.
2. GPS Navigasi Garmin 60 CSx, Peralatan ini digunakan untuk menentukan posisi titik ukur.

Perlu dicatat bahwa basis ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

3. Peralatan pendukung yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : mobil untuk transportasi, beberapa software untuk processing data gayaberat dan untuk interpretasi data gayaberat.



Gambar 4.3 (a) Alat ukur gayaberat mikro Scintrex Autograv CG-5, (b) Pengukuran Gradien Vertikal, (c) GPS jenis navigasi Garmin 60CSx

4.3 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian survei metoda gayaberat secara garis besar dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu tahap pengambilan data lapangan, tahap pemrosesan data dan interpretasi terhadap data yang telah diproses.

4.3.1. Pengambilan Data Lapangan

Pengambilan data lapangan meliputi pembacaan gravimeter, penentuan posisi dan waktu. Pengukuran gayaberat pada penelitian ini menggunakan alat gravimeter *Scintrex CG-5* dan pengukuran gradien vertikal menggunakan tripot dengan ketinggian tertentu. Penentuan posisi dan waktu menggunakan *Global Positioning System* (GPS) Garmin 60CSx. Pemilihan lokasi titik ukur gayaberat dan posisi di lapangan ditentukan dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

Sebab Simulasi

1. Letak titik ukur harus jelas dan mudah dikenal sehingga apabila dikemudian hari dilakukan pengukuran ulang akan mudah untuk mendapatkannya, resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

2. Lokasi titik ukur harus stabil, bebas dari gangguan-gangguan seperti getaran mesin, kendaraan dan lain-lain serta menghindari pengukuran pada tanah yang pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif.

3. Lokasi titik ukur harus terbuka sehingga GPS mampu menerima sinyal dari satelit dengan baik tanpa ada penghalang.

Pengukuran pada titik-titik survei dilakukan dengan metode *looping* dengan *simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *World Bank Institute*.

4.3.2. Proses Data

Pemrosesan data gayaberat secara umum dapat dipisahkan menjadi dua macam yaitu proses dasar dan proses lanjutan. Proses dasar mencakup seluruh proses, mulai dari nilai pembacaan alat di lapangan (Grav reading) sampai diperoleh nilai G observasi (mGal) disetiap titik amat. Proses tersebut meliputi tahap-tahap antara lain pembacaan gravimeter ke nilai miliGal, koreksi apungan (*drift correction*), koreksi pasang surut sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi *MS Excel*.

4.3.2.1. Proses Dasar

Data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan dengan gravimeter Scintrex Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya didasarkan pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *MS Excel* dengan asumsi bahwa anomali gayaberat hanya disebabkan oleh merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pengukuran serta geometri reservoir diasumsikan konstan, maka koreksi yang pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

dilakukan pada gayaberat pembacaan (g_{read}) adalah koreksi apungan (drift) dan koreksi pasang surut (tide). Koreksi lintang dalam pengolahan data ini tidak digunakan karena daerah penelitian berada pada lintang rendah dan tidak terlalu luas, sehingga harga koreksi lintangnya sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Begitu juga untuk koreksi terrain tidak digunakan dalam pengolahan atau analisa data karena data slope atau medan penelitian tidak ada, sehingga tidak dapat diperoleh nilai koreksi terrainnya.

4.3.2.1.1. Koreksi Pasang Surut (*tide correction*)

Besarnya koreksi pasang surut dapat dihitung secara langsung dengan menggunakan gravimeter maupun dengan perhitungan secara teoritis. Pada penelitian ini, untuk perhitungan koreksi pasang surut dilakukan secara langsung menggunakan alat gravimeter Scintrex autograv CG-5 dengan menekan YES pada Tide Correct.

4.3.2.1.2. Koreksi Apungan (*drift correction*)

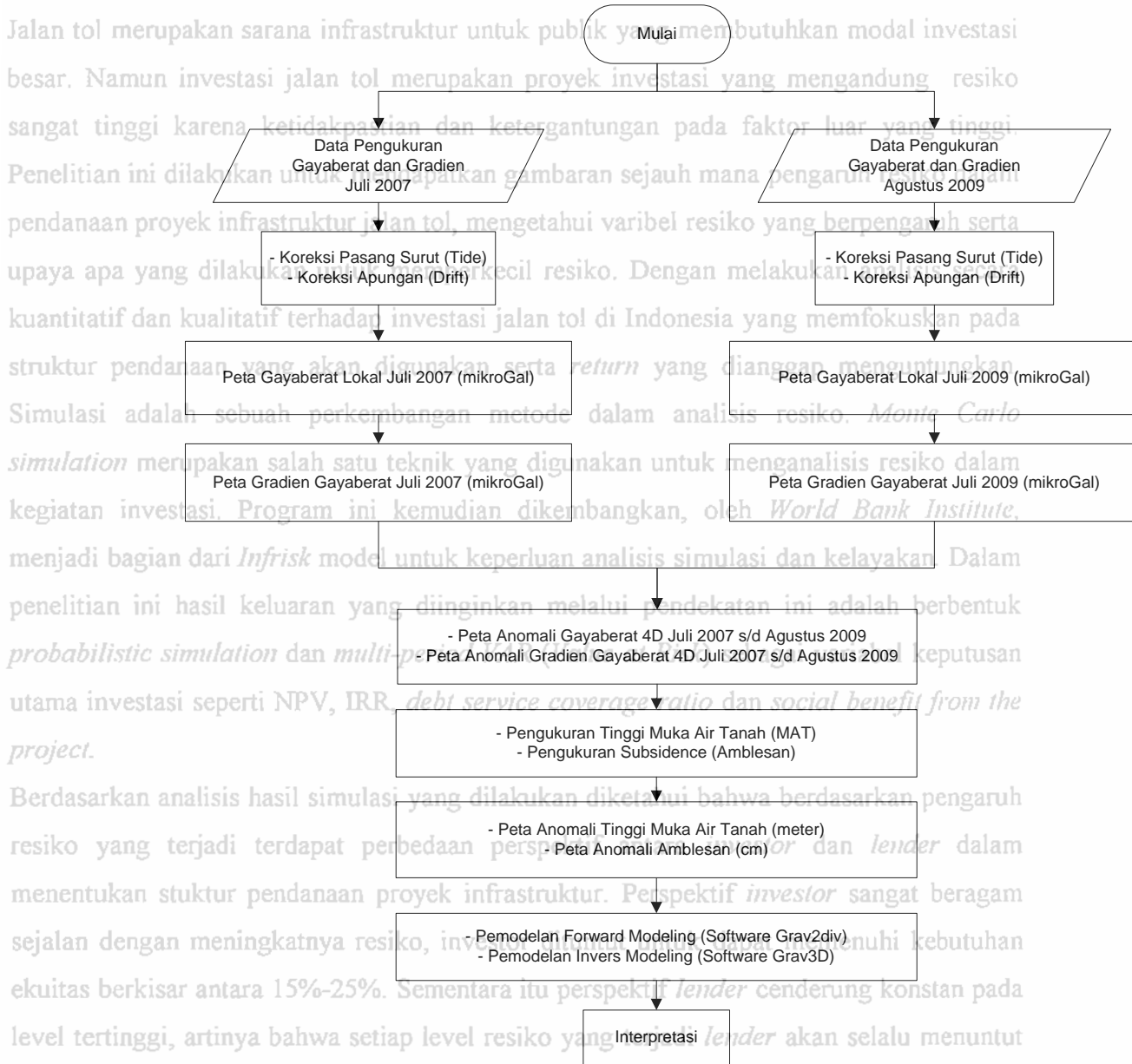
Pada saat akuisisi pengukuran dimulai di base dan diakhiri di base, sehingga besarnya koreksi apungan dapat dihitung dengan asumsi bahwa besarnya penyimpangan berbanding lurus terhadap waktu sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% - 20%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya nilai gayaberat lokal merupakan variasi nilai gayaberat dari satu titik ke titik lain sehingga dalam setiap pengukuran diperlukan adanya titik ikat atau base. Titik ikat ini bersifat tetap, aman dan relatif stabil. Nilai gayaberat lokal didapat dari selisih nilai gayaberat observasi titik pengukuran terhadap titik ikat atau base. Data pengukuran, masing-masing dikoreksi dengan koreksi pasang surut dan koreksi drift untuk mendapatkan peta gayaberat observasi. Pengukuran periode Juli 2007 dijadikan acuan untuk mendapatkan peta anomali gayaberat mikro 4D.

4.3.2.1.3. Gayaberat Lokal

Sebab Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *World Bank Institute*. *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario perkembangan yang sebenarnya disertai pada sebuah kasus. Sebab Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *World Bank Institute*. *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Sebab Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *World Bank Institute*. *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.



Gambar 4.4 Diagram Alir Pengolahan Data

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

4.3.2.2. Proses Lanjutan

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi infrastruktur merupakan proses untuk mempertajam kenampakan gejala geologi pada daerah penyelidikan yaitu pemodelan dengan menggunakan *software Surfer 9*. *Surfer 9* merupakan salah satu perangkat lunak produk Golden Software, Inc. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan Perangkat lunak ini berperan besar dalam pemetaan kawasan. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, *output* dari *software Surfer 9* ini berupa peta kontur dimana di dalam peta Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

4.4 Interpretasi Data

Interpretasi gayaberat secara umum dibedakan menjadi dua yaitu interpretasi kualitatif dan kuantitatif

4.4.1. Interpretasi Kualitatif

Berdasarkan analisis kualitatif dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam anomali Bouguer. Anomali tersebut akan memberikan hasil secara global yang masih sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 19%-25%. Sedangkan dari perspektif lender cenderung kian pada level tertinggi pengaruh anomali terhadap bentuk benda, tetapi tidak sampai memperoleh besaran tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan matematisnya. Misal pada peta kontur anomali Bouguer diperoleh bentuk kontur menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya didasarkan pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Inferensial yang dilaksanakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

4.4.2. Interpretasi Kuantitatif

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi kuantitatif dilakukan untuk memahami lebih dalam hasil sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi interpretasi kualitatif dengan membuat penampang gayaberat pada peta kontur. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam anomali. Teknik interpretasi kuantitatif mengasumsikan distribusi rapat massa dan pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan diamati. Metoda yang digunakan dalam pemodelan gayaberat secara umum dibedakan kedalam dua cara, yaitu pemodelan kedepan (*forward modeling*) dan inversi (*inversion modeling*). Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam perhitungan dengan anomali pengamatan, melalui metoda kuadrat terkecil (*least square*), teknik matematika tertentu, baik linier atau non linier dan menerapkan penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

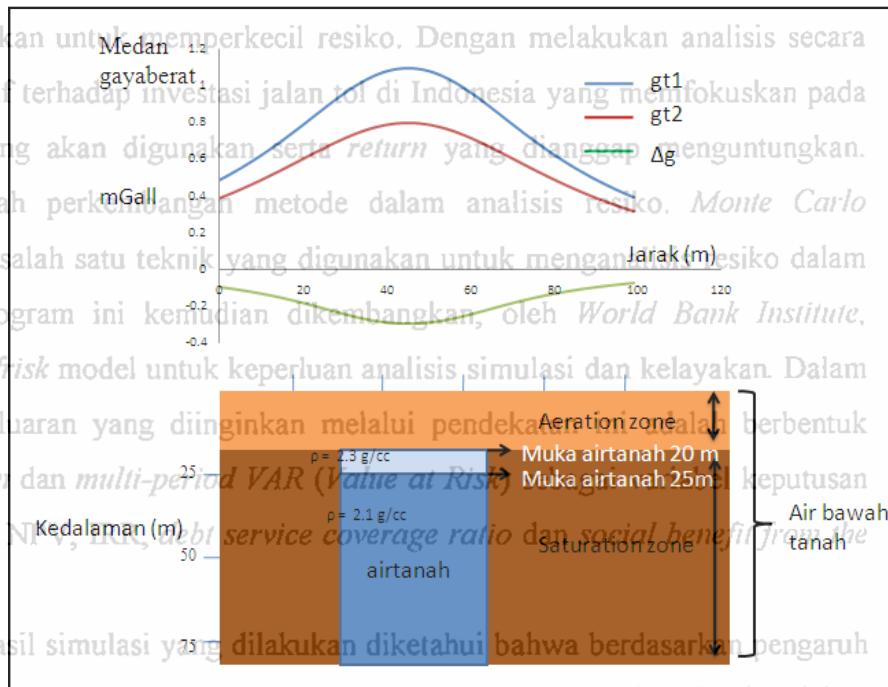
4.4.2.1 Pemodelan Kedepan (*Forward Modeling*) Data Gayaberat 4D

Berdasarkan analisis Interpretasi kuantitatif dilakukan untuk memahami lebih dalam hasil resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam anomali. Teknik interpretasi kuantitatif mengasumsikan distribusi rapat massa dan sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 10%-20%. Sementara itu perspektif lender cenderung konservatif pada level tertinggi. Interpretasi kuantitatif pada penelitian ini adalah analisis model bawah permukaan dari suatu penampang anomali Bouguer dengan menggunakan metoda menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah. poligon yang diciptakan oleh Talwani. Metoda tersebut telah dibuat pada *software GRAV2DC*. Metoda yang digunakan dalam pemodelan gayaberat secara umum dibedakan kedalam dua cara, yaitu pemodelan kedepan (*forward modeling*) dan inversi (*inversion modeling*). Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam perhitungan dengan anomali pengamatan, melalui metoda kuadrat terkecil (*least square*), teknik matematika tertentu, baik linier atau non linier dan menerapkan penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

hasil analisis yang lebih baik

a. Pemodelan gayaberat Mikro 4D Akibat Penurunan Muka Air Tanah

Pada (Gambar 4.5) menunjukkan model respon gayaberat akibat penurunan muka air tanah untuk periode t_1 dan t_2 , dimana air tanah mengalami penurunan sebesar 5 m. Rapat massa pada saat t_1 dan t_2 masing-masing adalah 2.3 gr/cc dan 2.0 gr/cc.



Gambar 4.5 Model penurunan muka air tanah dan respon gayaberat

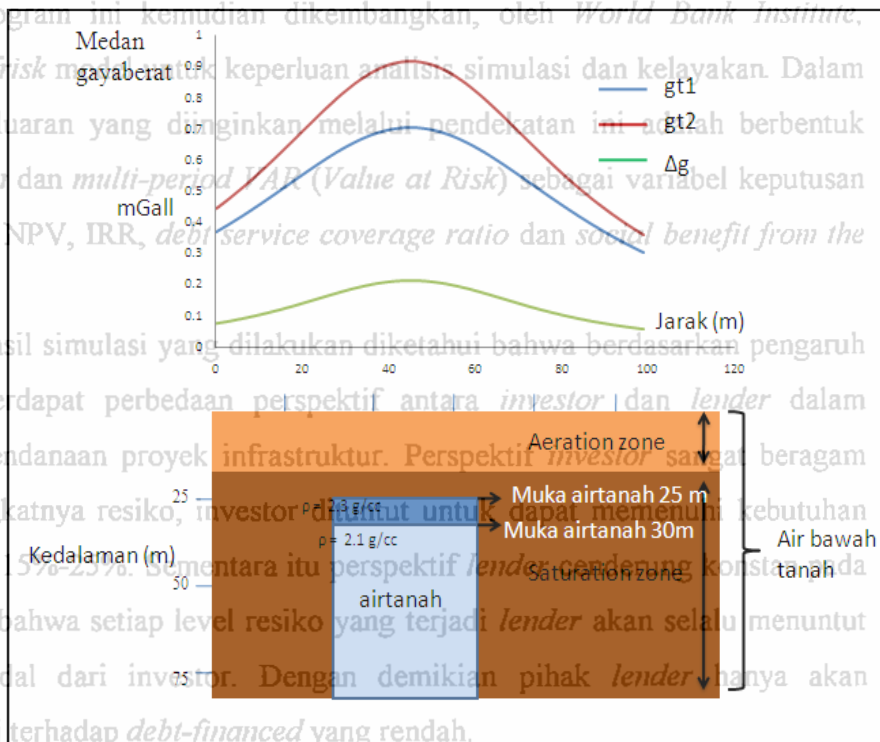
Simulasi dilakukan dengan membuat model bumi 2 lapis yang memanjang ke arah horizontal. Masing-masing lapisan tersebut adalah lapisan zona aerasi setebal 0-20 m dan lapisan zona saturasi pada kedalaman 20-80 m. Zona aerasi adalah zona tak jenuh yang langsung berada di bawah permukaan tanah, sedangkan zona saturasi adalah zona jenuh dimana di zona ini terdapat air tanah. Pada kondisi awal (t_1) akuifer air terisi penuh, pada periode berikutnya (t_2) karena pengambilan air tanah maka terjadi penurunan muka air tanah dengan kedalaman 25 m.

Berdasarkan model di atas dapat disimpulkan bahwa pengurangan air tanah
 Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi
 besar. Namun akan memberikan respon anomali gayaberat mikro 4D yang negatif. Rung resiko
 sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

b. Pemodelan Gayaberat Mikro 4D Akibat Kenaikan Muka Air Tanah

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam
 pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta
 upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko. Dengan melakukan analisis secara
 kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada
 struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

Pada kondisi awal (t_1), muka air tanah berada pada kedalaman 30 m,
 sedangkan pada periode berikutnya (t_2) karena adanya imbuhan air tanah maka terjadi
 kenaikan muka air tanah sebesar 5 m pada kedalaman 25 m. Simulasi ini dapat dilihat
 pada (Gambar 4.6).



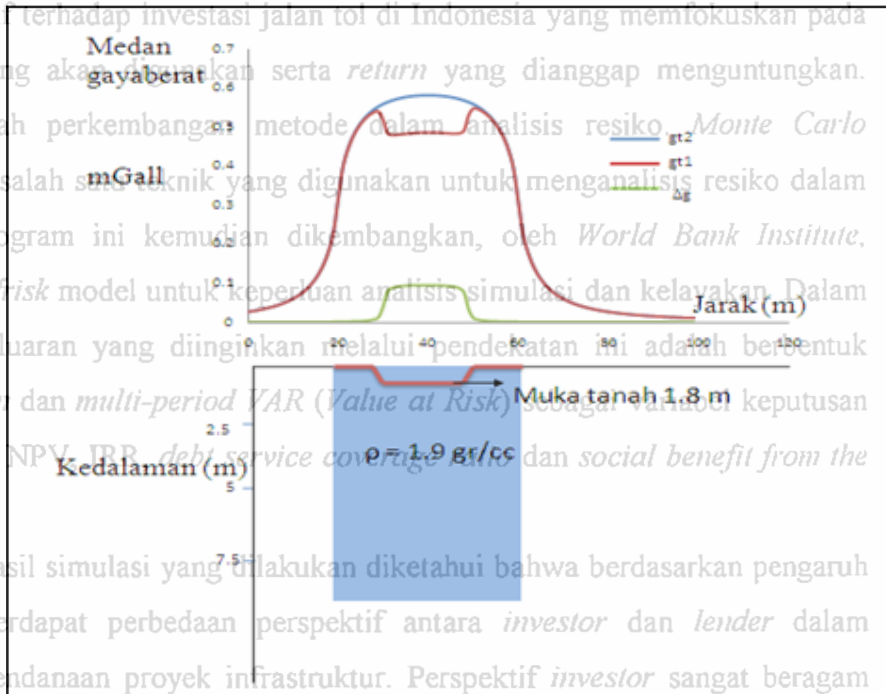
Gambar 4.6 Model kenaikan muka air tanah dan respon gayaberat

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap
 mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.
 Sebab Simulasi Infrastuktur yang dilakukan di atas dapat disimpulkan bahwa imbuhan air tanah atau
 merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek
 intrusi air laut akan memberikan respon anomali gayaberat mikro 4D bernilai positif.

jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario
 pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan
 dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan
 hasil analisis yang lebih baik

c. Pemodelan Gayaberat Mikro 4D Akibat Amblesan Tanah

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dapat dilakukan untuk meminimalkan risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan dilaksanakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko, *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai dasar keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage* dan *social benefit from the project*. Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh risiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, *investor* dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pinak *lender* hanya akan menerima konstanta berupa *financial ratio*.



Gambar 4.7 Model amblesan tanah dan respon gayaberat

Berdasarkan model di atas dapat disimpulkan bahwa adanya amblesan tanah dan intrusi air laut pada air tanah akan memberikan anomali gayaberat mikro 4D bernilai positif.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penurunan muka air tanah akan memberikan respon turunan tegak pertama antar waktu yang negatif, kenaikan muka air tanah akan memberikan respon positif, dan perubahan elevasi permukaan tanah pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

memberikan respon nol. Sedangkan anomali gayaberat mikro 4D merupakan respon besar. Namun gabungan antara dinamika bawah permukaan dengan perubahan permukaan tanah.

4.4.2.2 Pemodelan Kebelakang (*Inversion Modeling*) Data Gayaberat Mikro 4D

4.4.2.2.1 Metodologi Pemodelan inversi 3-D

Pada pemodelan kebelakang (*inversion modeling*), penulis menggunakan upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan *software Grav3D version 2.0* yang dikembangkan oleh *UBC Geophysical Inversion Facility, Department of Earth and Ocean Sciences, University of British Columbia*. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Investment Decision Support System*.

Pemodelan inversi yang dituliskan di bawah ini bersumber dari makalah Li dan Oldenburg (1998). Metoda inversi gayaberat terdiri dari :

1. Algoritma inversi magnetik 3-D : Data gayaberat ditransformasi menjadi data pseudomagnetik menggunakan hubungan Poisson.

2. Inversi data gayaberat secara langsung untuk memperoleh model struktur resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut meminimalisir fungsi model objektif untuk menyesuaikan antara model dengan data tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Dari kedua pendekatan di atas, bumi dimodelkan dengan menggunakan sejumlah besar sel rectangular dari densitas dan kemudian distribusi densitas akhir diperoleh dengan level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut meminimalisir fungsi model objektif untuk menyesuaikan antara model dengan data tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa metodologi Inversi 3-D Gayaberat Langsung (*Direct Inversion Gravity Methodology*) mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diseleksi dan diteliti. Banyak skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

$$F_z(r_i) = \gamma \int_V \rho(r) \frac{z - z_i}{|r - r_i|^3} dv \quad (4.1)$$

dimana :

- $\rho(r)$: Distribusi massa anomali
- γ : Konstanta gravitasi Newton

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dapat dilakukan untuk meminimalkan resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Tujuan kita adalah menentukan densitas ρ secara langsung dari data gayaberat yang diberikan (F_z). Sementara itu error atau ketidak-sesuaian antar data diberikan oleh persamaan berikut ini :

$$\phi_d = \left\| W_d (d - d^{obs}) \right\|^2 \tag{4.2}$$

dimana :

- $d^{(obs)}$: $(F_{z1}, \dots, F_{zN})^T$ adalah vektor data
- d : data prediksi
- W_d : diagonal $(1/\sigma_1, \dots, 1/\sigma_N)$
- σ_i : standar deviasi datum ke- i

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi period VaR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi. Model yang diterima adalah model yang menyebabkan ϕ_d yang cukup kecil.

Untuk memperoleh sebuah model yang teliti maka kita mendefinisikan fungsi objektif densitas dan minimalisir jumlah subjek untuk mengurangi error antara data observasi dengan model yang dihasilkan. Fungsi objektif merupakan fungsi yang tidak dapat berdiri sendiri secara umum kita memerlukan model yang memiliki ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal. Kita memilih fungsi objektif berikut ini :

$$\phi_m(\rho) = \alpha_s \int_V w_s \{w(z)[\rho(r) - \rho_0]\}^2 dv + \alpha_x \int_V w_x \left\{ \frac{\partial w(z)[\rho(r) - \rho_0]}{\partial x} \right\}^2 dv + \alpha_y \int_V w_y \left\{ \frac{\partial w(z)[\rho(r) - \rho_0]}{\partial y} \right\}^2 dv + \alpha_z \int_V w_z \left\{ \frac{\partial w(z)[\rho(r) - \rho_0]}{\partial z} \right\}^2 dv$$

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap (4.3)

dimana fungsi w_s , w_x , w_y dan w_z adalah fungsi bobot spasial sedangkan $\alpha_s, \alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ adalah koefisien yang mempengaruhi komponen relatif fungsi objektif yang berbeda, merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Persamaan (4.3) dapat digunakan untuk membangun banyak model yang berbeda. Model referensi ρ_0 dapat berupa densitas yang diestimasi dari investigasi sebelumnya namun dapat pula berupa model nol. Fungsi w_s mengontrol model final terhadap model referensi. Namun fungsi ini dapat dihilangkan jika tidak diinginkan. Sementara fungsi w_x, w_y, w_z dapat didesain untuk meningkatkan struktur beberapa wilayah dalam domain model. Model referensi dan keempat fungsi bobot 3-D dapat ditambah dengan beberapa informasi lainnya seperti pengetahuan mengenai kontras densitas, data survei geofisika lainnya maupun dari pemahaman interpreter mengenai geologi dan hubungannya dengan densitas. Jika hal ini dilakukan, bukan saja model menjadi bagian yang dihasilkan memiliki error yang kecil tetapi mempresentasikan model bumi

Pemodelan ke depan dari data gayaberat seperti yang didefinisikan pada persamaan (4.1) dapat ditulis dalam bentuk persamaan matriks berikut ini :

$$d = G \rho \tag{4.4}$$

Dimana $\rho = (\rho_1, \dots, \rho_M)^T$ adalah vektor sel densitas. Matriks G memiliki elemen G_{ij} yang menunjukkan kontribusi pada datum ke-i dari sebuah unit densitas pada sel ke-j.

Model fungsi objektif pada persamaan (4.3) dapat ditulis ulang sbb :

$$\phi_m(\rho) = \left\| W_{\rho}(\rho - \rho_0) \right\|^2 \tag{4.5}$$

Dimana W_{ρ} adalah matriks pembobotan model dan bekerjasama dengan koefisien serta fungsi pembobotan digunakan untuk mendefinisikan persamaan (4.3). Problem

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

b. Pemodelan Daerah Penelitian

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek yang memiliki resiko yang tinggi. Dengan melakukan analisis secara 4D. Untuk pemodelan digunakan ukuran grid data sebesar 100 x 100. Bumi dimodelkan dalam 430.530 sel yang memiliki kontras densitas yang sama setiap selnya. Lebar sel dari arah barat hingga timur adalah sebesar 12700 m, lebar dari arah selatan ke utara 11300 m. Kedalaman maksimum bumi diestimasi sebesar 3000 m. Error dalam pemodelan ditentukan dengan menggunakan standar deviasi dari data anomali gayaberas mikro 4D.

Pemodelan inversi menggunakan Grav3D dapat diset menurut mode yang menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini akan dijelaskan mengenai pemilihan mode yang dapat digunakan. Mode 1 (*chifact*) maka program akan memilih parameter regulasi dengan menggunakan *line search* sehingga nilai target dari ketidaksesuaian data dapat diterima. Mode 2 (*constant tradeoff*), pemakai memasukan parameter regulasi dan

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat berorientasi sejalan dengan *investor* yang cenderung berorientasi pada keuntungan yang tinggi. Perspektif *lender* adalah proses numerik yang terbaik untuk memperoleh CV ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut nilai CV yang terkecil.

Berbeda dengan pemodelan kedepan, pada pemodelan kebelakang ada menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat beberapa input yang harus dimasukan yaitu data observasi, data topografi dan data mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

1. Data observasi

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi di sini adalah data anomali gayaberat mikro 4D. Input data sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkiraan dengan analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *! comments* : adalah komentar mengenai data, bersifat optional artinya bisa dicantumkan bisa juga tidak dicantumkan. Biasanya komentar dicantumkan jika data observasi terdiri dari beberapa data lapangan sehingga memudahkan untuk diidentifikasi.

| | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--|
| ! | comments | ... | | | |
| ! | | | | | |
| ndat | | | | | |
| E ₁ | N ₁ | Elev ₁ | Grav ₁ | Err ₁ | |
| E ₂ | N ₂ | Elev ₂ | Grav ₂ | Err ₂ | |
| Endat | N _{ndat} | Elev _{ndat} | Grav _{ndat} | Err _{ndat} | |

Gambar 4.8 Format data observasi (Manual Grav3D, 2001)

Berdasarkan gambar di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

! comments : adalah komentar mengenai data, bersifat optional artinya bisa dicantumkan bisa juga tidak dicantumkan. Biasanya komentar dicantumkan jika data observasi terdiri dari beberapa data lapangan sehingga memudahkan untuk diidentifikasi.

ndat : adalah jumlah data observasi. Data observasi harus sudah digrid sehingga apabila data tidak digrid program tidak akan menampilkan data observasi dan tidak dapat diproses lebih lanjut. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Analisis skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

E₁ hingga E_{ndat} : adalah posisi arah timur (UTM X).

N₁ hingga N_{dat} : adalah posisi arah utara (UTM Y).

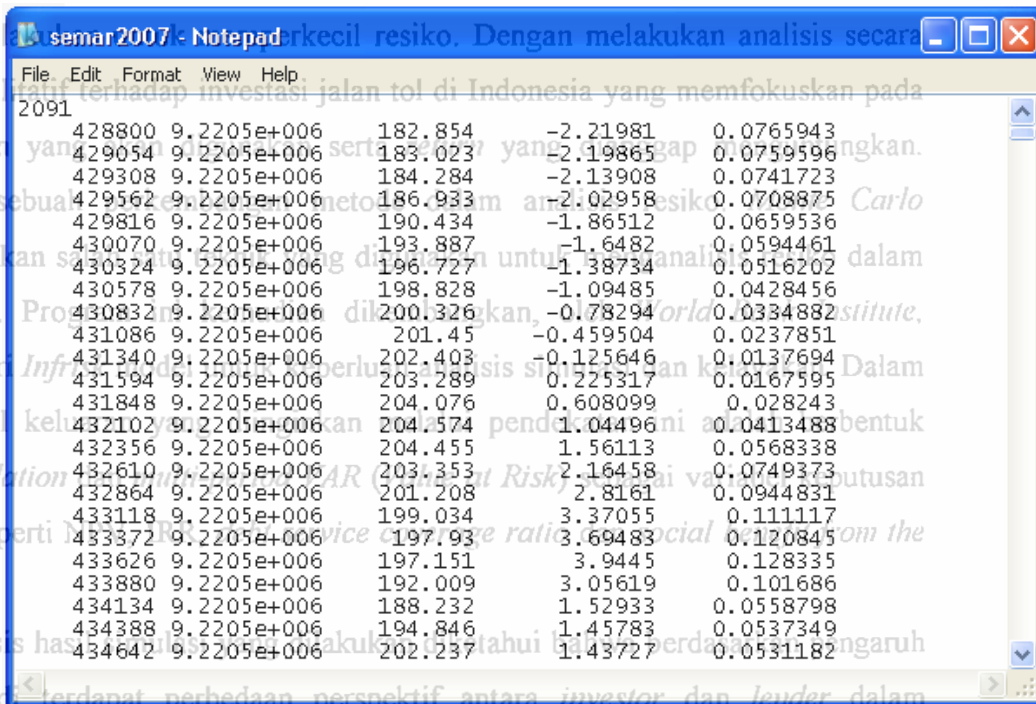
Elev₁ hingga Elev_{ndat} : adalah elevasi / topografi

Grav₁ hingga Grav_{ndat} : adalah anomali gayaberat/data observasi

Err1 hingga *Errndat* : Adalah error tiap datum data bisa berupa 3%, 5% besar. Namun investasi jalan tol merupakan hingga 10% dari nilai data observasi dengan catatan sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. error tidak boleh nol maupun bernilai negatif.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk mengecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang seragam yang menggunakan Simulasi adalah sebuah metode yang menggunakan *Carlo simulation* merupakan salah satu cara untuk menganalisis dalam kegiatan investasi. Penelitian ini dilakukan oleh *Carlo Institute*, menjadi bagian dari *Infrastruktur* berfokus pada analisis kuantitatif. Dalam penelitian ini hasil penelitian menggunakan pendekatan *probabilistic simulation* untuk menganalisis *AR* dan *Risk* yang merupakan keputusan utama investasi seperti *service coverage ratio* dan *social return from the project*.

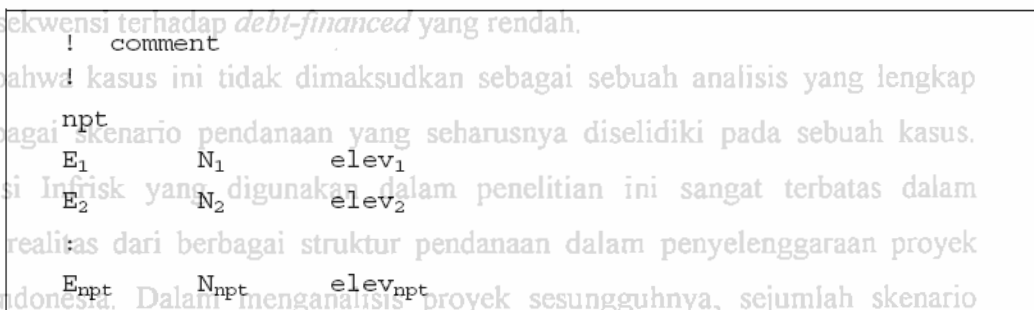
Berdasarkan analisis hasil penelitian dilakukan untuk mengetahui variabel resiko yang berpengaruh terhadap perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.



Gambar 4.9 Format data observasi daerah penelitian

2. Data topografi

Input data topografi memiliki ekstensi *.dat dan memiliki format sebagai berikut :

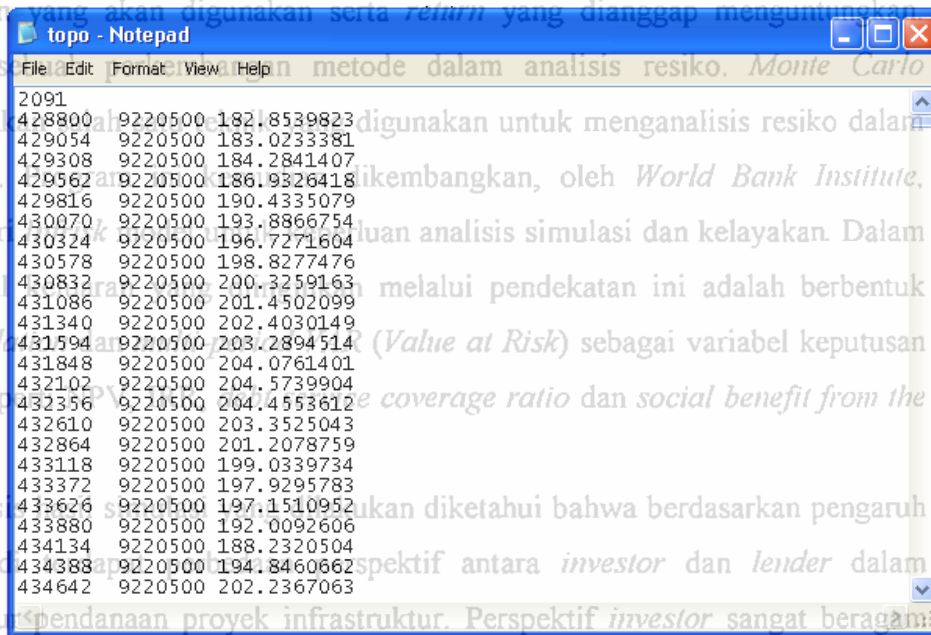


Gambar 4.10 Format data topografi (Manual Grav3D, 2001)

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Berdasarkan gambar di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol adalah komentar yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan Input *data untuk daerah penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 4.11 Format data topografi daerah penelitian

Berdasarkan analisis... diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi... perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor.

3. Model sel bumi (mesh)

Berbeda dengan data observasi dan data topografi, file mesh memiliki desain tersendiri. File mesh tidak memiliki suatu ekstensi data dan tidak memiliki nilai mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. input data. Model sel bumi ini dibuat dari software Grav3D dengan memasukan batasan-batasan daerah yang sesuai dengan luas daerah penelitian. Format dari file mesh sebagai berikut :

Berdasarkan analisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

```

NE NN NV
E0 N0 V0
ΔE1 ΔE2 ... ΔENE
ΔN1 ΔN2 ... ΔNNN
ΔV1 ΔV2 ... ΔVNV
    
```

Gambar 4.12 Format file mesh (Manual Grav3D, 2001)

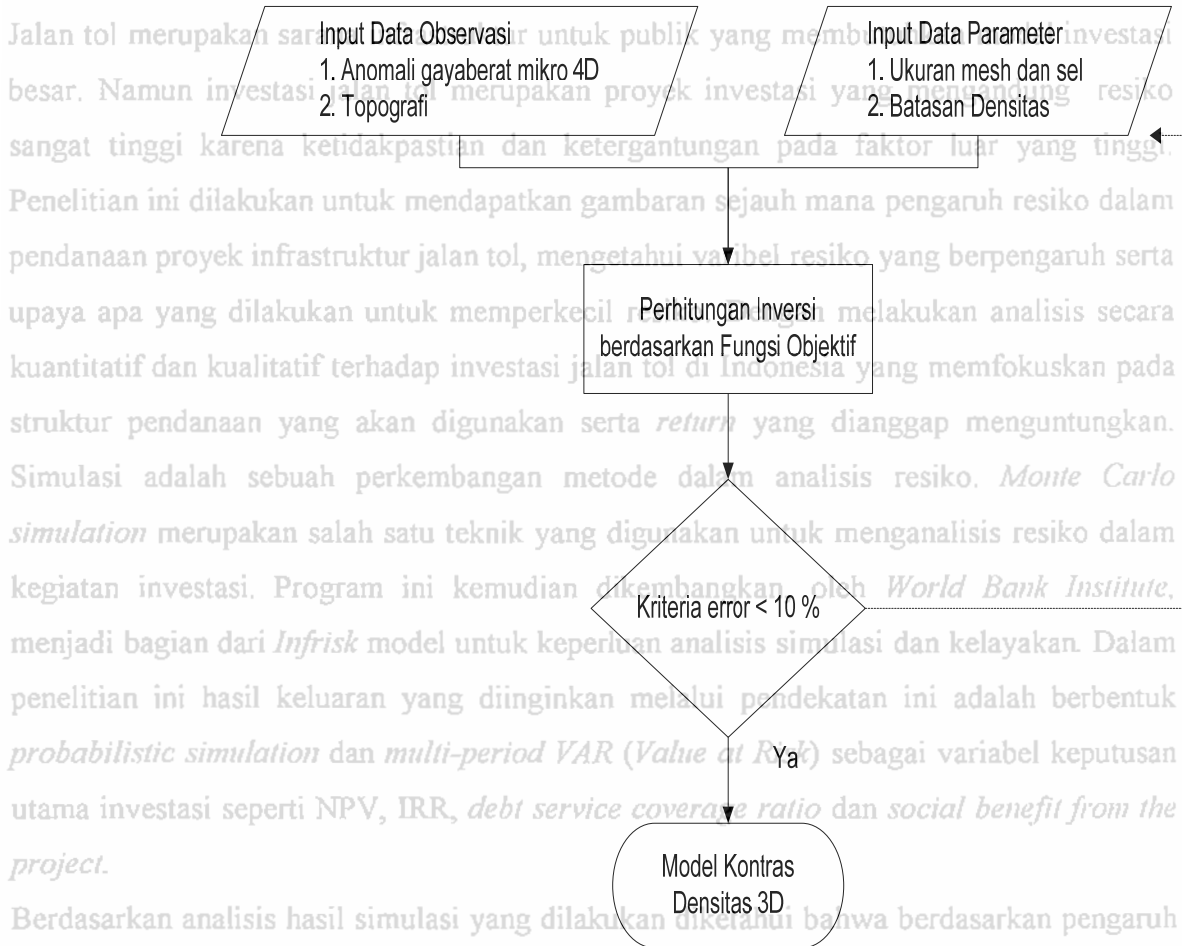
Jalan tol merupakan infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan.

Berdasarkan gambar di atas dapat diuraikan sebagai berikut :

- NE : adalah jumlah sel bumi pada arah timur
- NN : adalah jumlah sel bumi pada arah utara
- NV : adalah jumlah sel bumi pada arah vertikal/kedalaman
- $E_0, N_0, dan V_0$: adalah UTM X, UTM Y dan elevasi. Nilainya diperoleh dari bagian atas file topografi atau data observasi
- ΔE_n : adalah lebar sel bumi pada arah timur (dari barat ke timur)
- ΔN_n : adalah lebar sel bumi pada arah utara (dari selatan ke utara)
- ΔV_n : adalah kedalaman sel bumi (kedalaman maksimum dari lapisan paling atas sampai ke lapisan terbawah)

Pemodelan daerah penelitian menggunakan mesh dengan input ukuran 430530 sel ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menentu tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap debt-financed yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 4.13 Diagram alir dari proses inversi

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap debt-financed yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol memiliki risiko yang sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan, yaitu dengan menggunakan metode Monte Carlo simulation. Analisis dilakukan untuk mengetahui sumber anomali dan daerah yang lebih dominan di lokasi penelitian, khususnya kota Semarang apakah terjadi amblesan tanah, penambahan atau penurunan muka airtanah.

5.1 Gayaberat Observasi

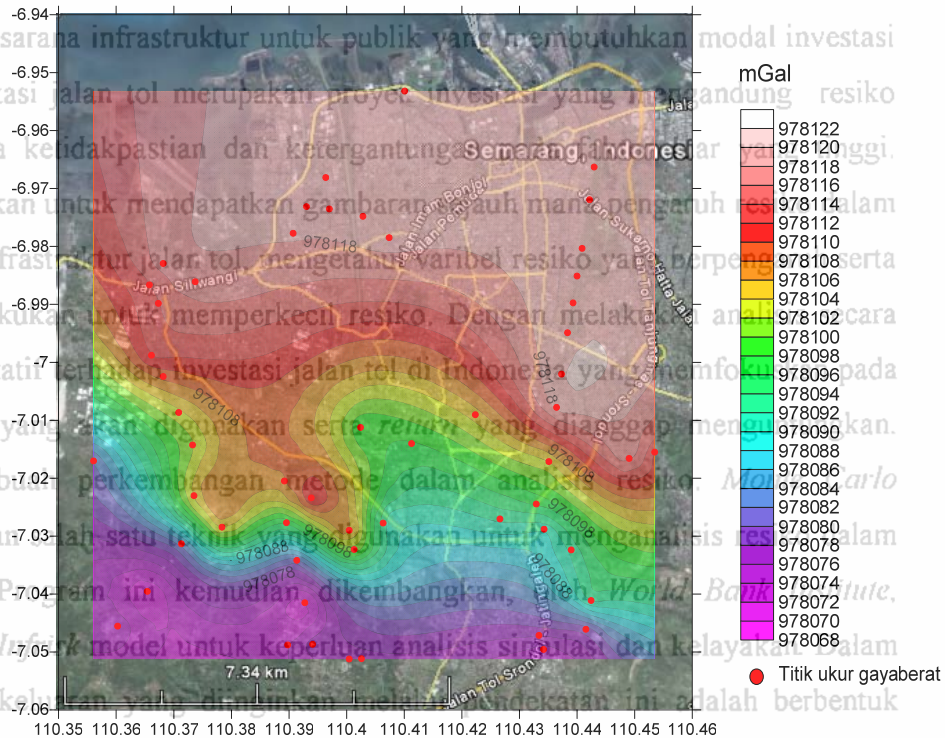
Nilai gayaberat observasi adalah hasil pengukuran gayaberat di lapangan yang telah dikoreksi pasang surut dan salah lingkup (*drift*) untuk mendapatkan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh risiko yang terjadi absolutnya dan digunakan sebagai titik ikat. Semua koreksi data yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai gayaberat lokal relatif terhadap base, (**Gambar 5.1**) memperlihatkan peta anomali gayaberat observasi lokal pada periode Juli 2007 yang dioverlay dengan titik pengukuran gayaberat, sedangkan (**Gambar 5.2**) merupakan peta anomali gayaberat observasi lokal pada periode Agustus 2009 yang dioverlay dengan titik pengukuran gayaberat.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Monte Carlo yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas yang terjadi di lapangan. Pola dan sebaran nilai gayaberat observasi dari dua kali pengukuran tersebut hampir sama, tetapi jika dilihat dari data hasil pengukuran pada setiap titik pengukuran mengalami perubahan pada setiap periodenya. Hasil pengukuran gayaberat tersebut sudah benar karena pada nilai gayaberat observasinya berbanding terbalik dengan elevasi.

hasil analisis yang lebih baik

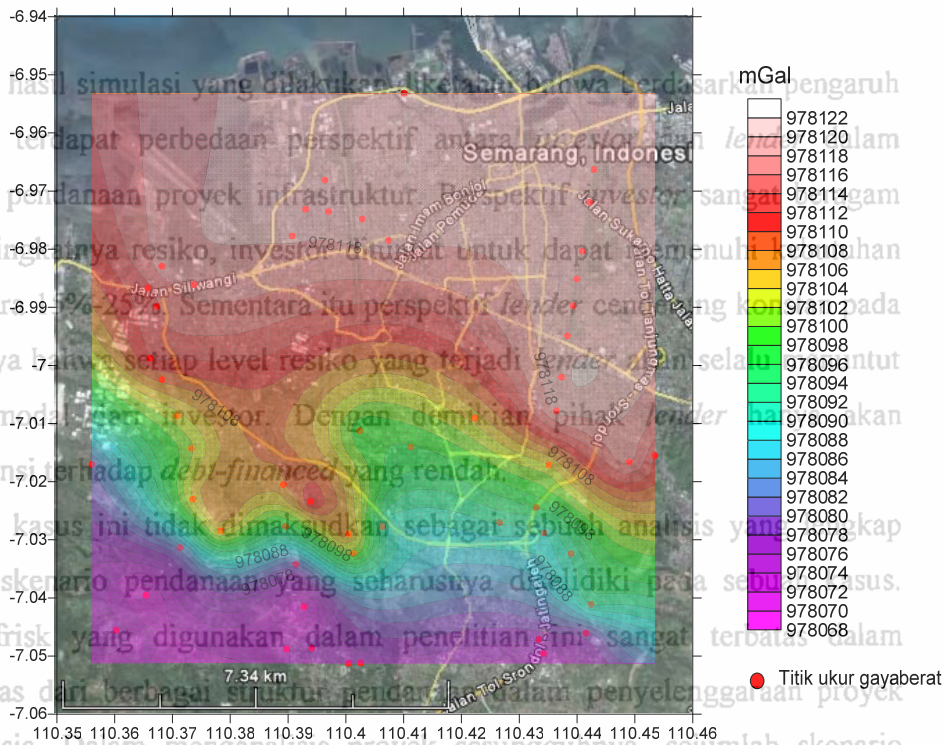
Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran awal mengenai pengaruh pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang difokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta return yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Penelitian ini kemudian dikembangkan, *Monte Carlo simulation* menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan dalam penelitian ini hasil kelayakan yang dihasilkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *Gambar 5.1* Peta gayaberat observasi Semarang periode Juli 2007



Gambar 5.1 Peta gayaberat observasi Semarang periode Juli 2007

utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, *investor* berusaha untuk dapat meningkatkan ekuitas berkisar antara 5%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung mengkontribusi level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* dan selanjutnya tinggi penyertaan modal dari *investor*. Dengan demikian pihak *lender* akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya dipertimbangkan pada setiap kasus. Sebab *Simulasi Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam analisis proyek sebelumnya digunakan skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 5.2 Peta gayaberat observasi Semarang periode Agustus 2009

Nilai gayaberat observasi relative rendah (mencapai 978068 mGal) di bagian selatan, sedang bagian tengah dan utara relative lebih tinggi (mencapai 978120 mGal), sementara elevasi tertinggi ada di bagian selatan dan terendah di bagian utara Semarang.

Titik-titik gayaberat tersebut mempunyai nilai gayaberat tahun 2007 maksimal sebesar 978119.916 mGal dan minimal sebesar 978067.437 mGal, sedangkan nilai gayaberat tahun 2009 maksimal sebesar 978119.791 mGal dan minimal 978066.287 mGal.

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari **5.2 Anomali Gayaberat Mikro 4D**

Survei gayaberat di daerah Semarang dilakukan pada bulan Juli 2007 dan Agustus 2009, yang dapat memberikan anomali 4D sebanyak 55 titik pengukuran dengan tiap titik diukur pada ketinggian yang berbeda. Sehingga kita dapat

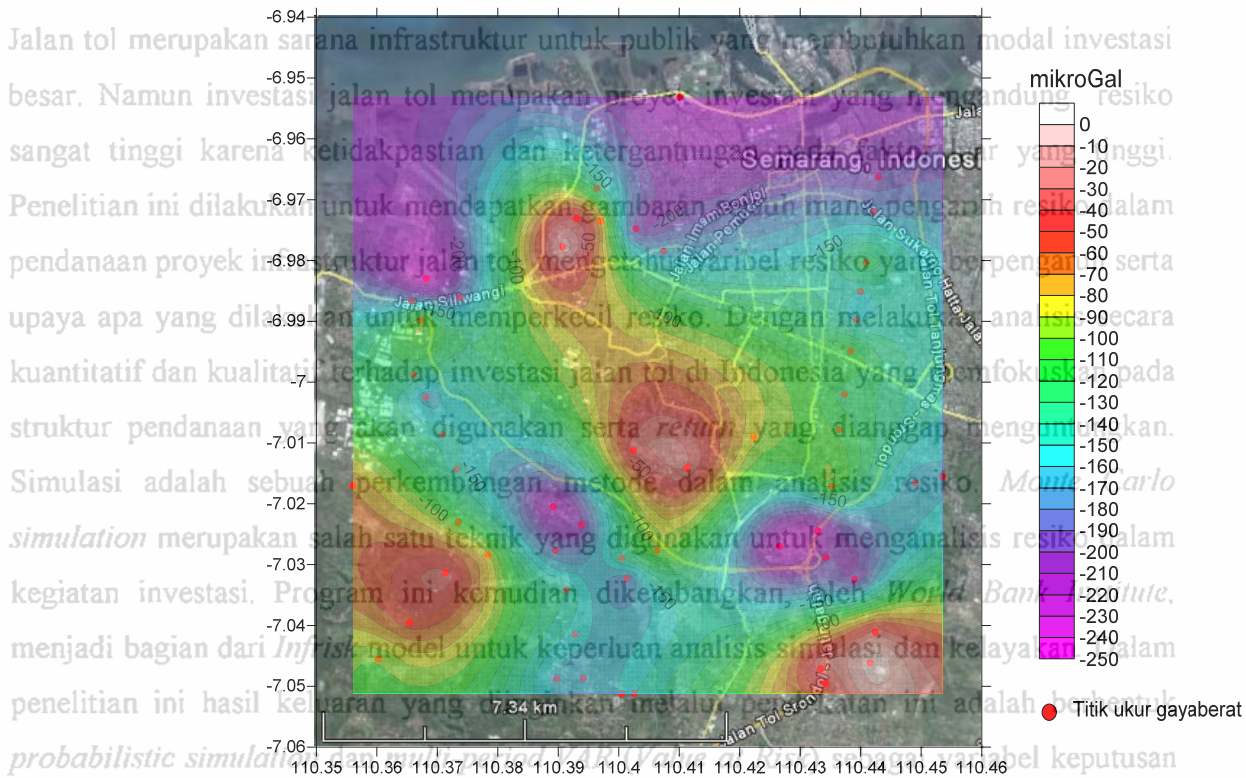
membuat peta anomali gayaberat lokal pada periode saat itu.

Anomali gayaberat mikro 4D minimal didapatkan dari 2 (dua) nilai gayaberat lokal. Anomali pada daerah penelitian diperoleh dengan mengurangi sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan nilai gayaberat lokal periode Agustus 2009 dengan nilai gayaberat lokal periode

Juli 2007. (**Gambar 5.3**) merupakan peta anomali gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009. Anomali gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 mempunyai anomali maksimum 0.125 mikroGal dan minimum -

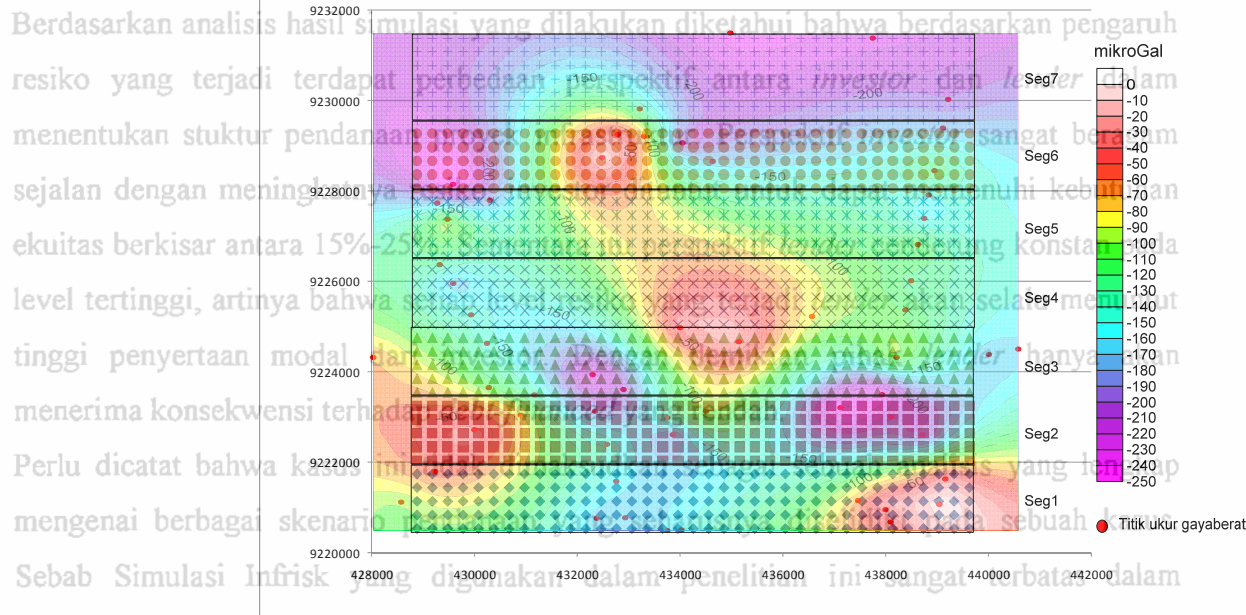
264.114 mikroGal.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 5.3 Peta anomali gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009

project.



Gambar 5.4 Peta Anomali gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 yang dioverlay terhadap hasil interpolasi kriging.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan yang optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa sejalan dengan meningkatnya resiko, tingkat pengembalian yang konstan pada ekuitas berkisar antara 15%-25%. Untuk meminimalkan resiko, tingkat pengembalian level tertinggi, artinya bahwa semakin tinggi tingkat pengembalian yang diterima, maka tingkat resiko yang dihadapi semakin tinggi. Perlu dicatat bahwa ketika tingkat pengembalian yang konstan yang tinggi mengenai berbagai skenario, maka tingkat resiko yang dihadapi semakin tinggi. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini mengabaikan dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

(Gambar 5.4) merupakan peta anomali gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 yang dioverlay dengan hasil interpolasi kriging. Nilai anomali gayaberat mikro 4D didapat dengan menginterpolasi kriging data gayaberat mikro 4D yang sudah ada. Kemudian membagi peta tersebut menjadi 7 (tujuh) segmen, dimulai dari segmen ke-1 dari arah selatan sampai segmen ke-7 di arah utara.

5.3 Anomali Gradien Vertikal Gayaberat Mikro 4D

Gradien vertikal gayaberat 4D merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya dinamika air tanah. Dari simulasi diperoleh bahwa penurunan muka air tanah mempunyai respon gradien vertikal gayaberat 4D yang negatif, dan sebaliknya kenaikan muka air tanah mempunyai respon yang positif. Gradien nol menunjukkan tidak terjadi dinamika air tanah. Amblesan utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.

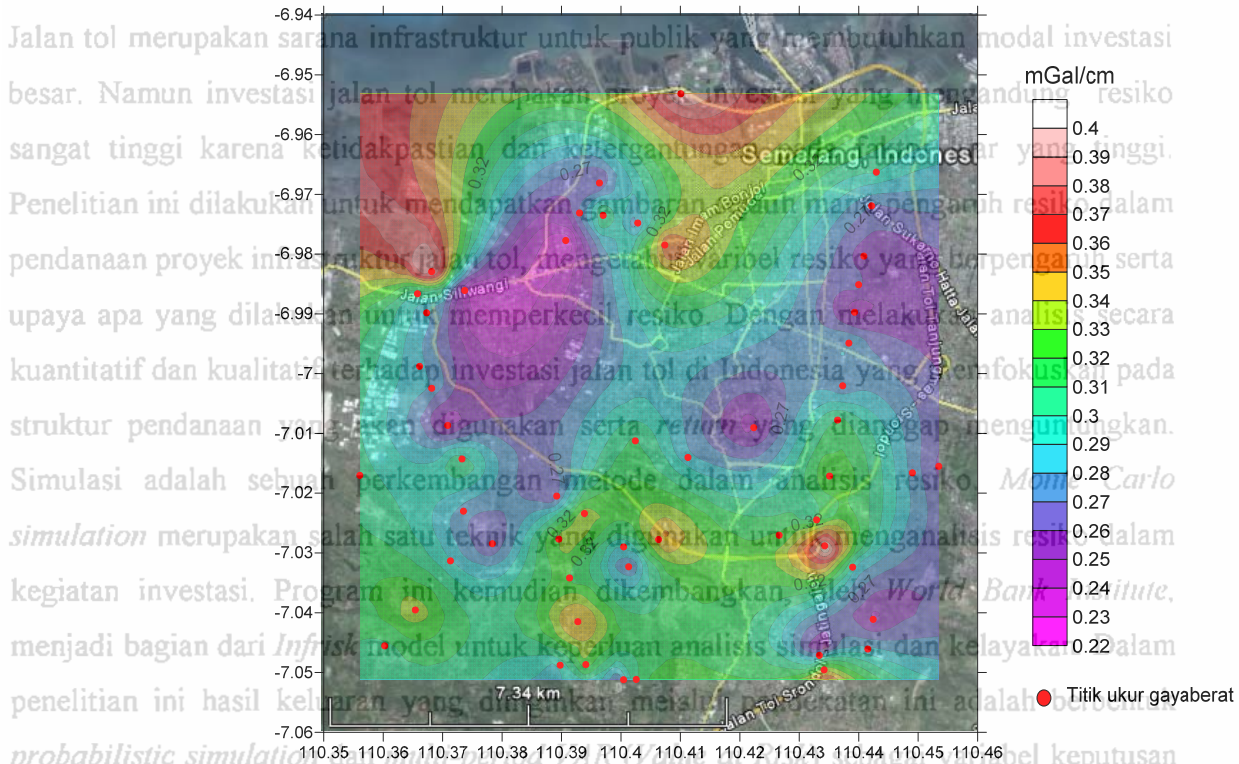
Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terhadap struktur pendanaan proyek infrastruktur, Perspektif investor sangat beragam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal (debt-financed) yang rendah.

Anomali gradien gayaberat mikro 4D didapatkan dari 2 (dua) nilai gradien gayaberat. Anomali pada daerah penelitian diperoleh dengan mengurangkan nilai gradien gayaberat periode Agustus 2009 dengan nilai gradien gayaberat periode Juli 2007.

(Gambar 5.5) memperlihatkan peta anomali gradien gayaberat pada periode Juli 2007 yang dioverlay dengan titik pengukuran gayaberat, sedangkan

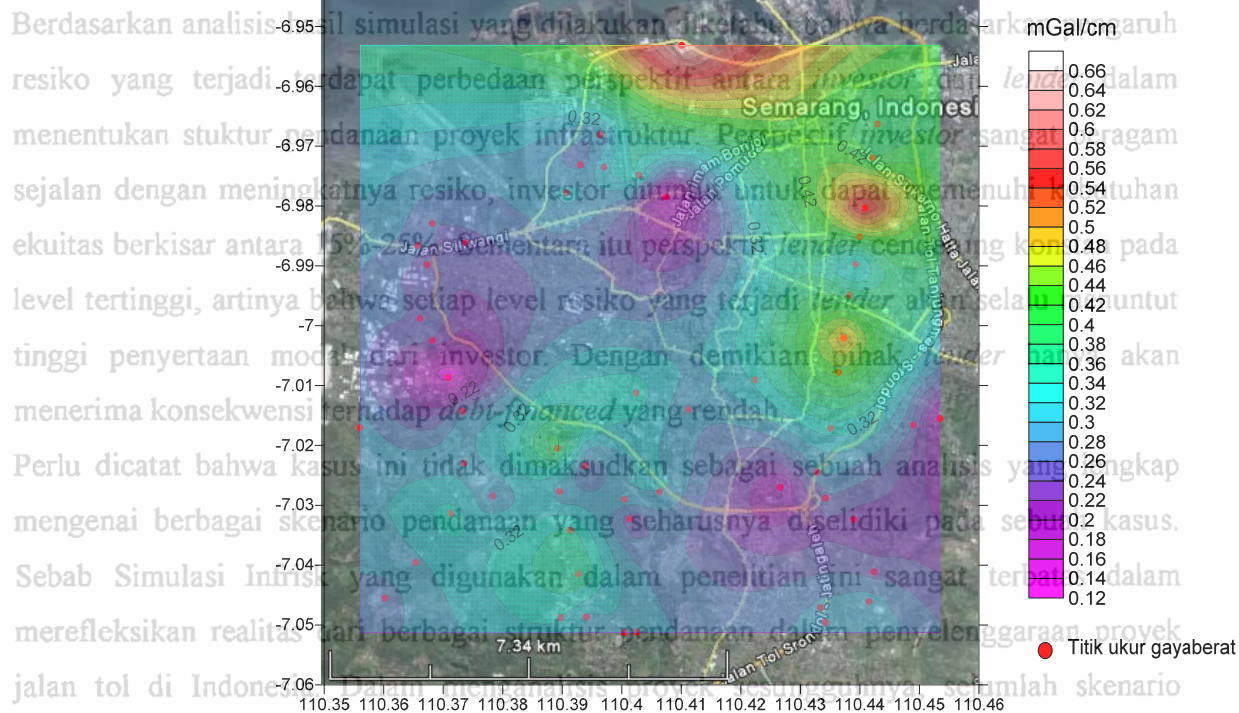
(Gambar 5.6) merupakan peta anomali gradien gayaberat pada periode Agustus 2009. Nilai gradien gayaberat tahun 2007 mempunyai nilai maksimal sebesar 0.413 mGal dan minimal sebesar 0.219 mGal, sedangkan nilai gradien gayaberat tahun 2009 maksimal sebesar 0.646 mGal dan minimal 0.095 mGal.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas yang sebenarnya. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



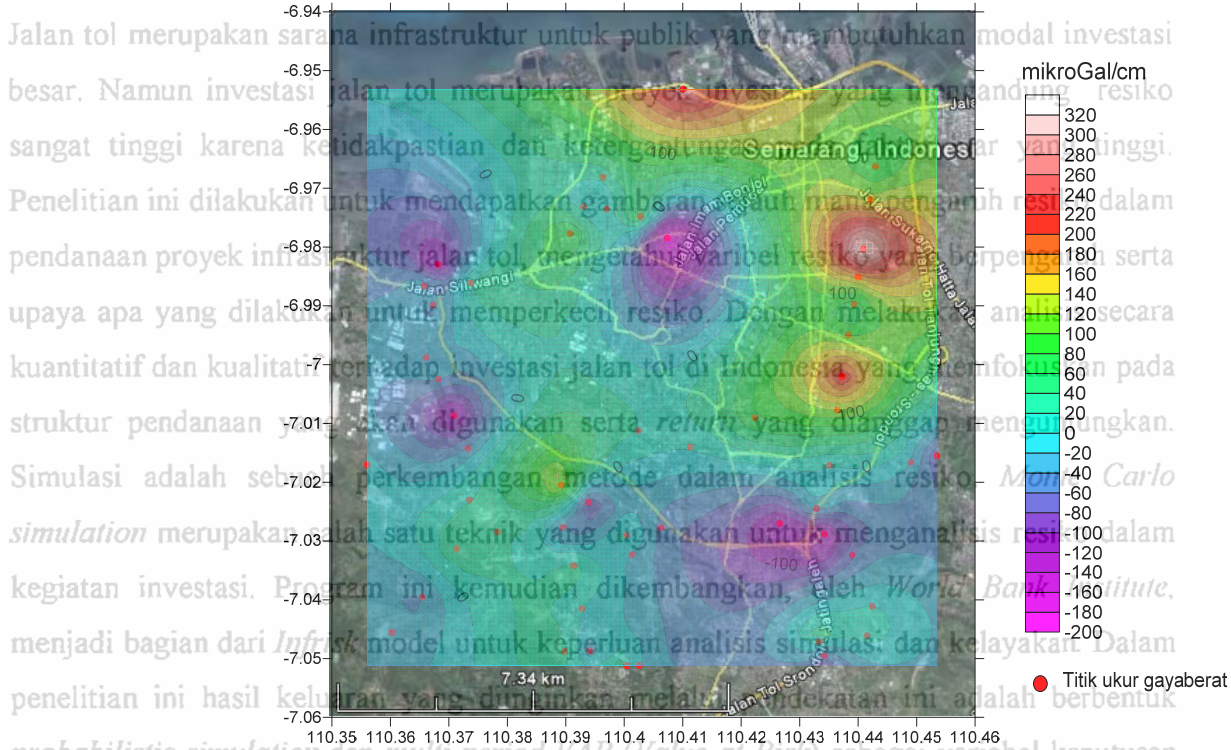
Gambar 5.5 Peta kontur gradien gayaberat periode Juli 2007

utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.



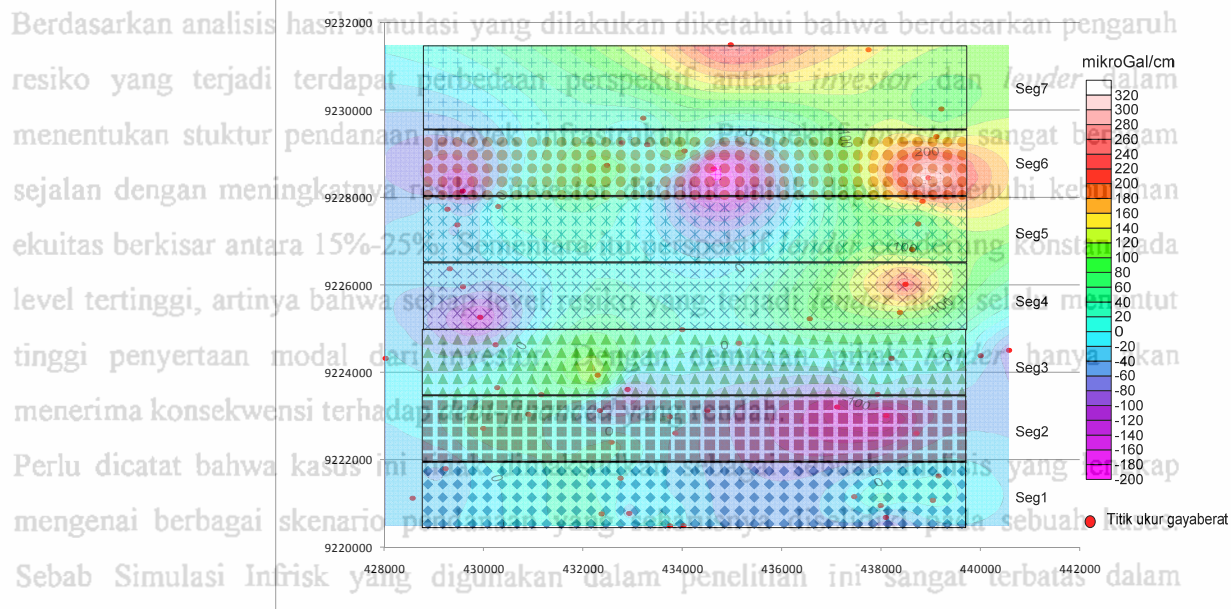
Gambar 5.6 Peta kontur gradien gayaberat periode Agustus 2009

pendanaan harus diselidiki dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 5.7 Peta anomali gradien gayaberat mikro 4D Periode Juli 2007 – Agustus 2009

project.



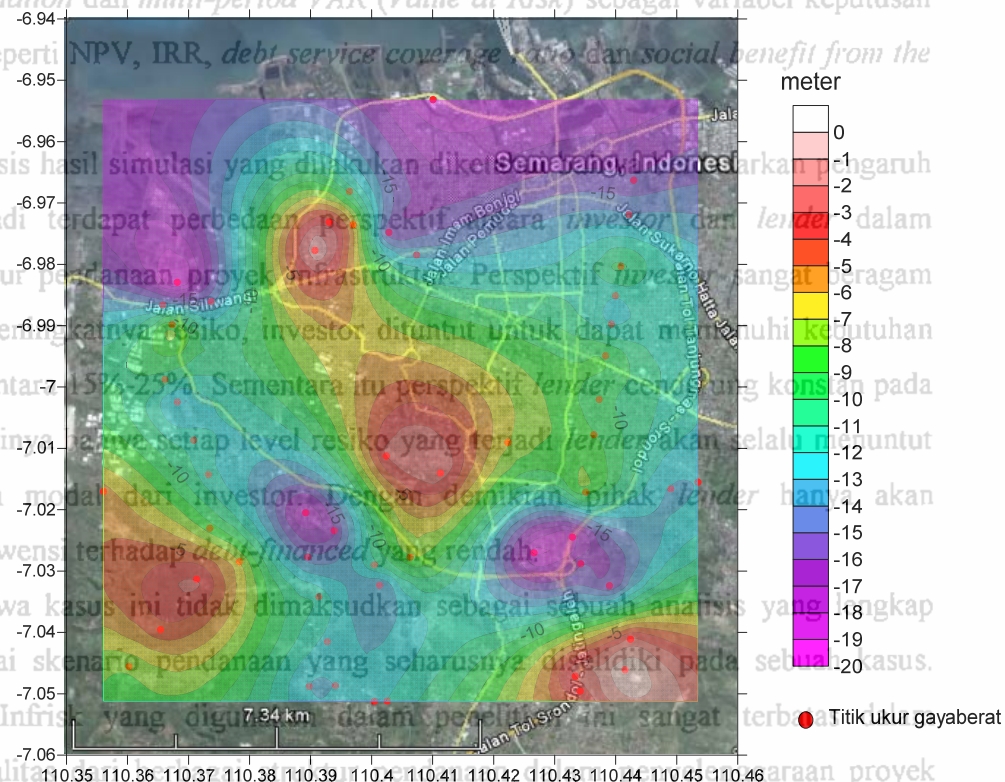
Gambar 5.8 Peta anomali gradien gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 yang dioverlay terhadap hasil interpolasi kriging.

jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Pada (Gambar 5.7) dapat dilihat peta kontur anomali gradien gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 yang mempunyai anomali maksimum sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif.

5.4 Tinggi Muka Air tanah

Selama selang waktu penelitian, tinggi air tanah mengalami perubahan baik berupa kenaikan maupun penurunan. Perubahan tinggi muka air tanah periode Juli 2007 hingga Agustus 2009 ditampilkan pada (Gambar 5.9). Terjadi penurunan yang lebih dominan di utara Semarang yang mempunyai penurunan muka air tanah sekitar 20 m.



Gambar 5.9 Peta anomali perubahan tinggi muka air tanah daerah Semarang Periode Juli 2007 – Agustus 2009

Dalam menganalisis resiko, perlu diperhatikan sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

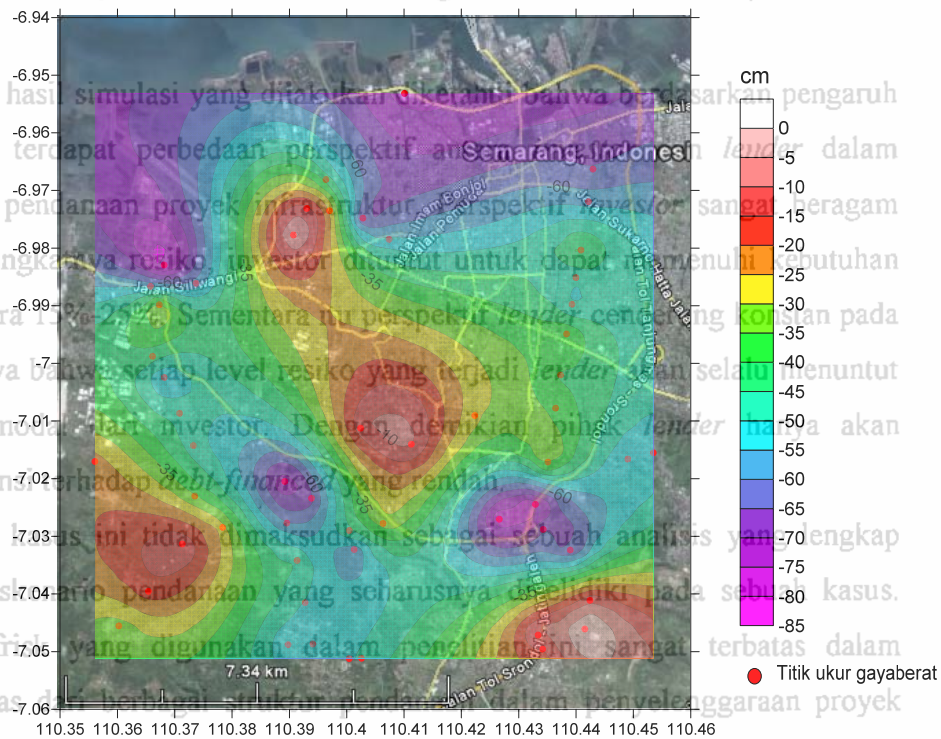
5.5 Amblesan Tanah

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol di Indonesia sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketanggungan pada faktor luar yang tinggi dan Tata Lingkungan (DGTL) Bandung, sebatas mencatat penurunan permukaan tanah di sekitar sumur bor. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif (Supriyadi, 2004).

Pada (Gambar 5.10) dapat dilihat peta kontur anomali amblesan daerah Semarang periode Juli 2007 – Agustus 2009 yang mempunyai anomali penurunan maksimum -85 cm dan minimum -5 cm. Penurunan amblesan tanah lebih dominan di sebelah utara Semarang, di sebelah utara penurunan mencapai -85 cm.

Di bagian tengah amblesan sekitar -20 cm, sedang penurunan relative kecil terjadi di bagian selatan sekitar -5 cm.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan oleh peneliti bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur jalan tol. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dapat untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% - 25%. Sementara itu perspektif lender cenderung lebih konservatif pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender tidak akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa analisis ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrastuktur yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas yang terjadi dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam



Gambar 5.10. Peta anomali amblesan daerah Semarang Periode Juli 2007 – Agustus 2009

pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

5.6 Karakteristik Anomali Gayaberat Mikro 4D dan Gradien Gayaberat

Mikro 4D

Pada **Tabel 5.1** menunjukkan karakteristik anomali gayaberat mikro 4D

dan gradien vertikal gayaberat mikro 4D. Pengurangan air tanah akan memberikan

respon anomali gayaberat mikro 4D negatife, sedangkan penambahan air tanah

memberikan respon gayaberat mikro 4D positif. Pengurangan muka air tanah akan

memberikan gradien vertikal gayaberat 4D yang negatife, dan kenaikan muka air

tanah akan memberikan gradien vertikal gayaberat 4D positif, (Sarkowi, 2008).

Tabel 5.1 Karakteristik Anomali gayaberat mikro antar waktu dan gradien vertikal antar waktu (Sarkowi, 2008).

| No | Gayaberat antar waktu | Gradien Vertikal antar waktu | Amblesan Tanah | Air tanah | Keterangan |
|----|-----------------------|------------------------------|----------------|------------|-----------------------------------|
| 1 | 0 | 0 | Tanah tetap | Air tetap | Tidak ada perubahan |
| 2 | 0 | + | Tanah turun | Air tambah | Tanah turun = air tambah |
| 3 | 0 | - | Tanah turun | Air kurang | Tanah naik = air turun |
| 4 | + | 0 | Tanah turun | Air tetap | |
| 5 | + | + | Tanah turun | Air tambah | berdasarkan pengaruh |
| 6 | + | + | Tanah tetap | Air tambah | |
| 7 | + | + | Tanah naik | Air tambah | Grav tanah naik < Grav air tambah |
| 8 | + | - | Tanah turun | Air turun | Grav tanah turun > Grav air turun |
| 9 | - | 0 | Tanah naik | Air tetap | |
| 10 | - | + | Tanah naik | Air naik | Grav tanah naik > Grav air naik |
| 11 | - | - | Tanah naik | Air turun | |
| 12 | - | - | Tanah turun | Air turun | Grav Tanah turun < Grav air turun |
| 13 | - | - | Tanah tetap | Air turun | |

Hasil interpolasi kriging pada daerah penelitian dibagi menjadi 7 (tujuh)

segmen dan berdasarkan statistik dari segmen-segmen tersebut dapat diketahui

nilai rata-rata anomali gayaberat mikro 4D dan anomali gradien gayaberat mikro

4D sehingga diketahui daerah mana yang lebih dominan di lokasi penelitian,

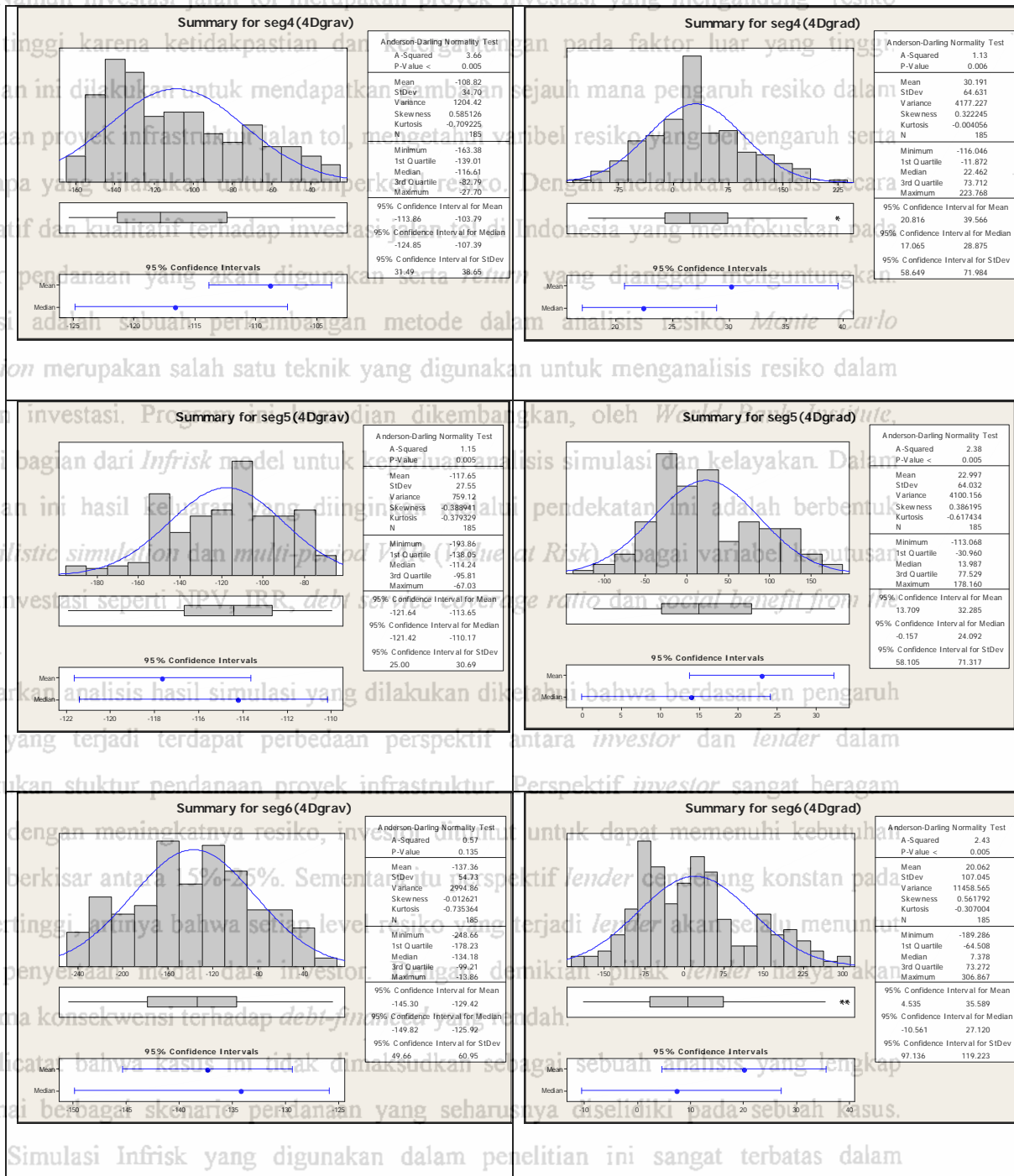
apakah terjadi amblesan tanah, penambahan atau pengurangan muka air tanah..

Berikut hasil analisis statistik pengukuran menggunakan software mini tab.

Tabel 5.2 Perbandingan nilai gayaberat mikro 4D dan gradien gayaberat mikro 4D segmen 1 s/d segmen 3

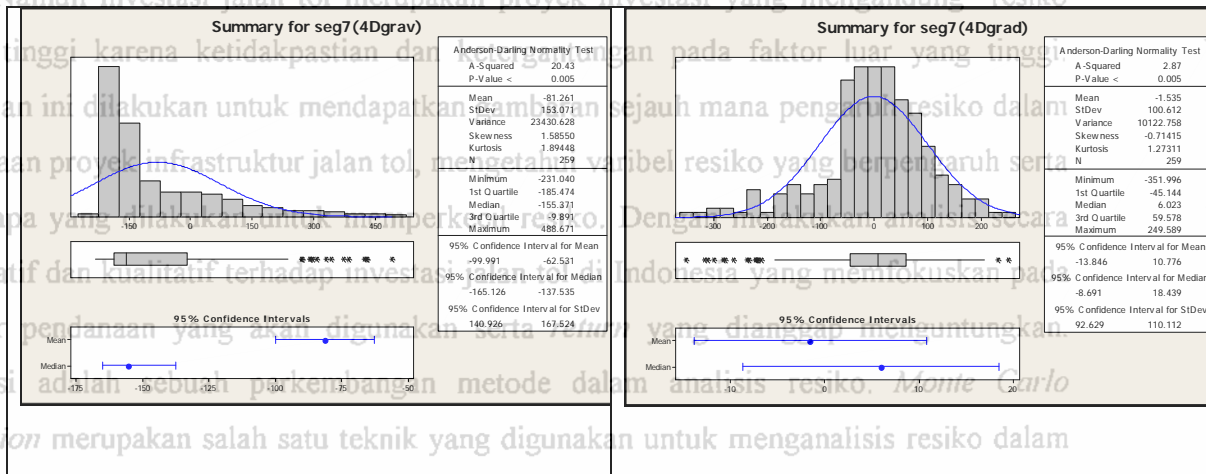
| Summary for seg1(4Dgrav) | Summary for seg1(4Dgrad) |
|--|---|
| <p>Anderson-Darling Normality Test A-Squared 12.07 P-Value < 0.005</p> <p>Mean -145.47 StDev 99.56 Variance 9912.68 Skewness -0.599817 Kurtosis -0.185722 N 185</p> <p>Minimum -411.26 1st Quartile -199.52 Median -133.41 3rd Quartile -78.72 Maximum 5.40</p> <p>95% Confidence Interval for Mean -159.91 -131.03</p> <p>95% Confidence Interval for Median -153.50 -108.67</p> <p>95% Confidence Interval for StDev 90.35 110.89</p> | <p>Anderson-Darling Normality Test A-Squared 1.23 P-Value < 0.005</p> <p>Mean -23.280 StDev 30.494 Variance 942.102 Skewness -0.170408 Kurtosis -0.891993 N 185</p> <p>Minimum -86.337 1st Quartile -47.144 Median -21.585 3rd Quartile 0.886 Maximum 33.971</p> <p>95% Confidence Interval for Mean -27.732 -18.826</p> <p>95% Confidence Interval for Median -27.267 -16.210</p> <p>95% Confidence Interval for StDev 27.852 34.186</p> |
| <p>Anderson-Darling Normality Test A-Squared 2.18 P-Value < 0.005</p> <p>Mean -145.63 StDev 72.82 Variance 5303.09 Skewness -0.385310 Kurtosis -0.757798 N 185</p> <p>Minimum -324.89 1st Quartile -194.71 Median -141.44 3rd Quartile -73.91 Maximum -33.11</p> <p>95% Confidence Interval for Mean -154.19 -135.07</p> <p>95% Confidence Interval for Median -160.74 -123.64</p> <p>95% Confidence Interval for StDev 64.08 81.11</p> | <p>Anderson-Darling Normality Test A-Squared 1.61 P-Value < 0.005</p> <p>Mean -37.260 StDev 44.983 Variance 2023.463 Skewness -0.379025 Kurtosis -0.740752 N 185</p> <p>Minimum -148.998 1st Quartile -70.488 Median -32.160 3rd Quartile -0.009 Maximum 36.293</p> <p>95% Confidence Interval for Mean -43.785 -30.735</p> <p>95% Confidence Interval for Median -40.659 -25.719</p> <p>95% Confidence Interval for StDev 40.819 50.101</p> |
| <p>Anderson-Darling Normality Test A-Squared 0.28 P-Value 0.648</p> <p>Mean -122.21 StDev 45.15 Variance 2038.18 Skewness 0.069199 Kurtosis -0.198911 N 185</p> <p>Minimum -235.60 1st Quartile -155.31 Median -123.09 3rd Quartile -89.36 Maximum -33.00</p> <p>95% Confidence Interval for Mean -128.76 -115.66</p> <p>95% Confidence Interval for Median -131.94 -111.88</p> <p>95% Confidence Interval for StDev 40.97 50.28</p> | <p>Anderson-Darling Normality Test A-Squared 1.01 P-Value 0.011</p> <p>Mean -5.896 StDev 38.676 Variance 1495.846 Skewness 0.588648 Kurtosis 0.463984 N 185</p> <p>Minimum -82.477 1st Quartile -31.579 Median -11.744 3rd Quartile 15.166 Maximum 119.093</p> <p>95% Confidence Interval for Mean -11.507 -0.286</p> <p>95% Confidence Interval for Median -16.017 -4.759</p> <p>95% Confidence Interval for StDev 35.096 43.076</p> |

Tabel 5.3 Perbandingan nilai gayaberat mikro 4D dan gradien gayaberat mikro 4D segmen 4 s/d segmen 6



Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketidakpastian pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan jawaban sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi infrastruktur jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta return yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perlakuan metode dalam analisis risiko Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Proses ini dimulai dengan dikembangkannya, oleh World Bank, menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil kejaran yang diinginkan adalah pendekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation dan multi-period (Project Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, debt ratio dan social benefit from the project. Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh risiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, investor ingin untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 5%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi artinya bahwa semakin tinggi level risiko yang terjadi lender akan menuntut tinggi penyerahan modal dari investor. Demikian pula lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap debt financing yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

Tabel 5.4. Perbandingan nilai gayaberat mikro 4D dan gradien gayaberat mikro 4D segmen 7



Tabel 5.5 Statistik nilai gayaberat mikro 4D dan gradien gayaberat mikro 4D

| 4DGrav | mean | min | max | stdv | 4DGrad | mean | min | max | stdv |
|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| Seg1 | -145.47 | -411.26 | 5.40 | 99.56 | Seg1 | -23.28 | -86.34 | 33.97 | 30.69 |
| Seg2 | -145.63 | -324.89 | -33.11 | 72.82 | Seg2 | -37.26 | -149.00 | 36.29 | 44.98 |
| Seg3 | -122.21 | -235.60 | 13.00 | 45.15 | Seg3 | -5.90 | -82.48 | 119.08 | 38.68 |
| Seg4 | -108.82 | -163.38 | -27.70 | 34.70 | Seg4 | 30.19 | -116.05 | 223.77 | 64.63 |
| Seg5 | -117.65 | -193.86 | -67.03 | 27.55 | Seg5 | 23.00 | -113.07 | 178.16 | 64.03 |
| Seg6 | -137.36 | -248.66 | -13.86 | 54.73 | Seg6 | 20.06 | -189.29 | 306.87 | 107.04 |
| Seg7 | -81.26 | -231.04 | 488.67 | 153.07 | Seg7 | -1.54 | -352.00 | 249.59 | 100.61 |

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketidakpastian pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki risiko. Dengan menggunakan cara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi infrastruktur jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta nilai yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang digunakan untuk melakukan analisis adalah berbentuk probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi. Berdasarkan analisis ini dapat diketahui bahwa risiko yang dihadapi dalam proyek infrastruktur jalan tol di Indonesia sangat tinggi. Untuk dapat menentukan besarnya risiko yang dihadapi oleh investor, perlu dilakukan analisis risiko sejalan dengan meningkatnya risiko, investor diminta untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap debt-financed yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Tabel 5.6 Hubungan antara anomali gayaberat mikro 4D dan gradien vertikal gayaberat mikro 4D dengan sumber anomali

| No | Gayaberat Antar waktu | Gradien antarwaktu | Amblesan Tanah | Airtanah | Sumber Anomali |
|----------|-----------------------|--------------------|----------------|-----------|--|
| Segmen 1 | (-) | (-) | Tanah turun | Air turun | Pengurangan airtanah |
| Segmen 2 | (-) | (-) | Tanah turun | Air turun | Pengurangan airtanah |
| Segmen 3 | (-) | (-) | Tanah turun | Air turun | Pengurangan airtanah |
| Segmen 4 | (-) | (+) | Tanah naik | Air naik | Amblesan tanah, intrusi air laut |
| Segmen 5 | (-) | (+) | Tanah naik | Air naik | Amblesan tanah, intrusi air laut |
| Segmen 6 | (-) | (+) | Tanah naik | Air naik | Amblesan tanah, intrusi air laut |
| Segmen 7 | (-) | (+) | Tanah naik | Air naik | Amblesan tanah, intrusi air laut, Reklamasi pantai |

Berdasar **Tabel 5.6**. Karakteristik anomali gayaberat mikro 4D, gradien vertikal

gayaberat mikro 4D dapat disimpulkan :

- Pengurangan muka air tanah akan memberikan respon anomali gayaberat mikro 4D yang negative, sedangkan penambahan air tanah memberikan respon gayaberat mikro 4D positif. Amblesan tanah akan memberikan respon gayaberat mikro 4D positif.
- Pengurangan muka air tanah akan memberikan respon gradien vertikal level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan memberikan gradien vertikal gayaberat mikro antara waktu yang positif.
- Amblesan tanah akan memberikan respon gradien vertikal gayaberat mikro 4D 0 (nol) dan menunjukkan tidak terjadi dinamika air tanah. (Sarkowi, 2008).

Tabel 5.7 Nilai gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 antar segmen

| Segmen | No | Nama Lokasi | UTM X | UTM Y | Grav2009 | Grav2007 | Grav4D | Grav4D mikroGal | |
|--------|----|--|------------------------------|---------|------------|------------|------------|-----------------|---------|
| 1 | 2 | Perum Kadri Pesona Asri | 429344 | 9221168 | 978073.615 | 978073.717 | -0.101 | -101.397 | |
| | 3 | SD Sadeng 2 | 429912 | 9221833 | 978067.385 | 978067.437 | -0.052 | -52.501 | |
| | 18 | UNNES | 432605 | 9220815 | 978071.649 | 978071.817 | -0.167 | -167.198 | |
| | 21 | Pemancar Lativi | 432932 | 9221620 | 978067.287 | 978067.442 | -0.154 | -154.746 | |
| | 24 | Dekanat FPPS UNNES | 433082 | 9220827 | 978074.797 | 978074.961 | -0.163 | -163.250 | |
| | 28 | FPOK UNNES | 433784 | 9220547 | 978075.178 | 978075.339 | -0.161 | -161.029 | |
| | 31 | Teknik Elektro UNNES | 434019 | 9220553 | 978074.947 | 978075.096 | -0.148 | -148.747 | |
| | 39 | Jalan Bukit Nangka Bukit Sari | 436965 | 9221203 | 978066.285 | 978066.722 | -0.437 | -437.944 | |
| | 42 | Pos Satpam Villa Bukit Mas | 437421 | 9221003 | 978076.568 | 978076.586 | -0.018 | -18.354 | |
| | 43 | Plang Bukit Diponegoro | 437510 | 9220735 | 978072.653 | 978072.709 | -0.056 | -56.424 | |
| | 53 | Bukit Diponegoro Patok BPN | 438321 | 9221120 | 978077.796 | 978077.796 | 0.000 | 0.124 | |
| | 55 | Sumur Perum Dosen Poltek | 438420 | 9221670 | 978093.532 | 978093.562 | -0.030 | -30.282 | |
| | 2 | 10 | Pertigaan Yayasan Al Hidayah | 430564 | 9222742 | 978081.619 | 978081.650 | -0.031 | -31.119 |
| | | 14 | Mushola Istiqomah | 431342 | 9223060 | 978106.498 | 978106.581 | -0.083 | -83.512 |
| 17 | | Sekaran Café | 432578 | 9223146 | 978095.354 | 978095.539 | -0.184 | -184.732 | |
| 20 | | Jl. Sejahtera Selatan | 432778 | 9222429 | 978080.469 | 978080.608 | -0.139 | -139.199 | |
| 27 | | Pendopo Kebun binatang | 433782 | 9223004 | 978108.202 | 978108.338 | -0.136 | -136.266 | |
| 29 | | Tinjomoyo | 433876 | 9222637 | 978101.880 | 978102.063 | -0.182 | -182.777 | |
| 33 | | Menara Telkomsel | 434431 | 9223142 | 978090.632 | 978090.727 | -0.094 | -94.573 | |
| 38 | | Kesatrian No. 16 | 436671 | 9223224 | 978092.379 | 978092.624 | -0.245 | -245.353 | |
| 44 | | SMP 17 Pintu Gerbang | 437519 | 9223028 | 978089.727 | 978089.924 | -0.197 | -197.362 | |
| 49 | | Jangli Permai DTK.P TK665 | 438038 | 9222635 | 978092.230 | 978092.439 | -0.209 | -209.579 | |
| 3 | 1 | Pager Bambu Runcing | 428878 | 9224321 | 978081.579 | 978081.648 | -0.069 | -69.346 | |
| | 11 | Menara Telkom | 430776 | 9224627 | 978101.198 | 978101.346 | -0.147 | -147.792 | |
| | 12 | Masjid Al Hidayah Gigiksari BMP Gn. Pati | 430805 | 9223661 | 978105.564 | 978105.673 | -0.108 | -108.904 | |
| | 15 | Hibah-12 | 431562 | 9223502 | 978108.173 | 978108.145 | 0.027 | 27.933 | |
| | 16 | Ristek-7 | 432537 | 9223942 | 978107.275 | 978107.507 | -0.232 | -232.253 | |
| | 23 | Dewi Sartika Timur X No.38 | 433053 | 9223621 | 978112.621 | 978112.827 | -0.206 | -206.201 | |
| | 36 | Lap. Voli Belakang Akpol | 434975 | 9224661 | 978097.699 | 978097.723 | -0.024 | -24.048 | |
| | 41 | Jembatan Tol BPN 11.01.02 | 437367 | 9223509 | 978096.490 | 978096.738 | -0.248 | -248.128 | |

| | | | | | | | | |
|---|----|---|--------|---------|------------|------------|--------|----------|
| 4 | 45 | After Villa Candi Asri | 437608 | 9224320 | 978103.276 | 978103.368 | -0.092 | -92.022 |
| | 57 | Bukit Mrican Permai | 439146 | 9224381 | 978117.658 | 978117.825 | -0.167 | -167.097 |
| | 58 | Perusda Air Minum Kedung Mundu | 439636 | 9224502 | 978111.683 | 978111.846 | -0.163 | -163.039 |
| | 5 | Tk Aisyah | 429986 | 9226339 | 978112.432 | 978112.562 | -0.129 | -129.920 |
| | 8 | Candi Kencana 105 | 430212 | 9225933 | 978108.463 | 978108.635 | -0.172 | -172.273 |
| | 9 | Candimas Raya 295 | 430510 | 9225247 | 978103.203 | 978103.346 | -0.142 | -142.771 |
| | 30 | Karang Kempel Pos Kampling | 433996 | 9224967 | 978098.004 | 978098.038 | -0.033 | -33.020 |
| 5 | 37 | Jalan Kawi | 436197 | 9225213 | 978104.785 | 978104.873 | -0.088 | -88.605 |
| | 46 | STO Telkom Sompok Baru | 437754 | 9225355 | 978119.014 | 978119.126 | -0.112 | -112.101 |
| | 47 | Kec. Semarang Sltm | 437849 | 9225990 | 978119.791 | 978119.916 | -0.125 | -125.126 |
| | 4 | Hibah-42 | 429945 | 9227682 | 978113.336 | 978113.507 | -0.171 | -171.348 |
| | 6 | Poliklinik Perdana Jl. Gatsu | 430116 | 9227329 | 978113.887 | 978113.973 | -0.086 | -86.838 |
| | 13 | Pos Kampling Jl. Hanoman Raya | 430822 | 9227743 | 978116.818 | 978116.999 | -0.181 | -181.540 |
| | 48 | Barito 32 | 437962 | 9226779 | 978119.330 | 978119.436 | -0.106 | -106.275 |
| 6 | 50 | DTK-173 Jl. Barito | 438068 | 9227349 | 978119.331 | 978119.489 | -0.158 | -158.152 |
| | 51 | Pompa Air Barito | 438143 | 9227860 | 978118.819 | 978118.971 | -0.151 | -151.853 |
| | 7 | Masjid Jamik Istiqomah Perumnas Krapyak | 430208 | 9228091 | 978116.931 | 978117.195 | -0.264 | -264.113 |
| | 19 | Jl. Anjasmoro Tengah 1 | 432699 | 9228671 | 978118.269 | 978118.279 | -0.009 | -9.907 |
| | 22 | Kencono Wunggu 5 | 432954 | 9229179 | 978118.286 | 978118.322 | -0.036 | -36.392 |
| | 26 | Balai Desa Krobokan | 433393 | 9229136 | 978118.595 | 978118.666 | -0.070 | -70.744 |
| | 32 | Indomaret Erowati | 434037 | 9228995 | 978118.928 | 978119.134 | -0.206 | -206.731 |
| 7 | 34 | Masjid Taqwa Indraspasta | 434540 | 9228589 | 978118.831 | 978118.996 | -0.165 | -165.357 |
| | 52 | Jl. Tirtoyoso 10 Barito | 438240 | 9228389 | 978118.797 | 978118.913 | -0.115 | -115.965 |
| | 54 | Layang Barito | 438382 | 9229318 | 978118.621 | 978118.796 | -0.175 | -175.913 |
| 7 | 25 | Semarang Indah Blok D.11 | 433324 | 9229735 | 978118.325 | 978118.457 | -0.132 | -132.414 |
| | 35 | PT.SSM Jl. Arteri | 434834 | 9231387 | 978118.513 | 978118.750 | -0.237 | -237.191 |
| | 40 | Toko Toshiba Bawah Jl. Arteri | 437211 | 9231276 | 978119.322 | 978118.808 | 0.513 | 513.158 |
| | 56 | Jl. Cintadui I Barito | 438469 | 9229941 | 978118.652 | 978118.852 | -0.199 | -199.806 |

level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap debt-financed yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Tabel 5.8 Nilai gradien gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 antar segmen

| Segmen | No | Nama Lokasi | UTM X | UTM Y | Grad ver (mGal/cm) 2009 | Grad ver (mGal/cm) 2007 | Grad 4D (mGal/cm) | Grad 4D (mikroG /cm) | |
|--------|----|--|------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|--------|
| 1 | 2 | Perum Kadri Pesona Asri | 429344 | 9221168 | 0.271 | 0.306 | -0.034 | -33.627 | |
| | 3 | SD Sadeng 2 | 429912 | 9221833 | 0.294 | 0.340 | -0.046 | -45.633 | |
| | 18 | UNNES | 432605 | 9220815 | 0.321 | 0.285 | 0.036 | 35.864 | |
| | 21 | Pemancar Lativi | 432932 | 9221620 | 0.363 | 0.364 | 0.000 | 0.232 | |
| | 24 | Dekanat FPPS UNNES | 433082 | 9220827 | 0.294 | 0.329 | -0.034 | -34.198 | |
| | 28 | FPOK UNNES | 433784 | 9220547 | 0.300 | 0.260 | 0.040 | 40.153 | |
| | 31 | Teknik Elektro UNNES | 434019 | 9220553 | 0.290 | 0.320 | -0.029 | -29.352 | |
| | 39 | Jalan Bukit Nangka Bukit Sari | 436965 | 9221203 | 0.256 | 0.307 | -0.051 | -50.683 | |
| | 42 | Pos Satpam Villa Bukit Mas | 437421 | 9221003 | 0.287 | 0.242 | 0.045 | 45.173 | |
| | 43 | Plang Bukit Diponegoro | 437510 | 9220735 | 0.287 | 0.368 | -0.080 | -80.458 | |
| | 53 | Bukit Diponegoro Patok BPN | 438321 | 9221120 | 0.296 | 0.284 | 0.013 | 12.524 | |
| | 55 | Sumur Perum Dosen Poltek | 438420 | 9221670 | 0.247 | 0.246 | 0.002 | 1.729 | |
| | 2 | 10 | Pertigaan Yayasan Al Hidayah | 430564 | 9222742 | 0.332 | 0.291 | 0.041 | 41.463 |
| | | 14 | Mushola Istiqomah | 431342 | 9223060 | 0.280 | 0.257 | 0.024 | 23.677 |
| 17 | | Sekaran Café | 432578 | 9223146 | 0.284 | 0.341 | -0.057 | -56.710 | |
| 20 | | Jl. Sejahtera Selatan | 432778 | 9222429 | 0.350 | 0.318 | 0.033 | 32.507 | |
| 27 | | Pendopo Kebun binatang | 433782 | 9223004 | 0.301 | 0.284 | 0.017 | 16.981 | |
| 29 | | Tinjomoyo | 433876 | 9222637 | 0.237 | 0.262 | -0.025 | -24.843 | |
| 33 | | Menara Telkomsel | 434431 | 9223142 | 0.307 | 0.359 | -0.051 | -51.405 | |
| 38 | | Kesatrian No. 16 | 436671 | 9223224 | 0.188 | 0.322 | -0.134 | -133.547 | |
| 44 | | SMP 17 Pintu Gerbang | 437519 | 9223028 | 0.254 | 0.413 | -0.158 | -158.423 | |
| 49 | | Jangli Permai DTK.P TK665 | 438038 | 9222635 | 0.228 | 0.289 | -0.060 | -60.256 | |
| 3 | 1 | Pager Bambu Runcing | 428878 | 9224321 | 0.291 | 0.304 | -0.013 | -12.761 | |
| | 11 | Menara Telkom | 430776 | 9224627 | 0.283 | 0.317 | -0.034 | -33.625 | |
| | 12 | Masjid Al Hidayah Gigiksari BMP Gn. Pati | 430805 | 9223661 | 0.293 | 0.273 | 0.020 | 19.556 | |
| | 15 | Hibah-12 | 431562 | 9223502 | 0.260 | 0.260 | 0.000 | 0.215 | |
| | 16 | Ristek-7 | 432537 | 9223942 | 0.405 | 0.258 | 0.147 | 147.263 | |

| | | | | | | | | |
|---|----|---|--------|---------|-------|-------|--------|----------|
| | 23 | Dewi Sartika Timur X No.38 | 433053 | 9223621 | 0.254 | 0.343 | -0.088 | -88.330 |
| | 36 | Lap. Voli Belakang Akpol | 434975 | 9224661 | 0.283 | 0.281 | 0.003 | 2.797 |
| | 41 | Jembatan Tol BPN 11.01.02 | 437367 | 9223509 | 0.283 | 0.298 | -0.015 | -15.067 |
| | 45 | After Villa Candi Asri | 437608 | 9224320 | 0.330 | 0.334 | -0.004 | -3.896 |
| | 57 | Bukit Mrican Permai | 439146 | 9224381 | 0.261 | 0.277 | -0.016 | -15.566 |
| | 58 | Perusda Air Minum Kedung Mundu | 439636 | 9224502 | 0.175 | 0.257 | -0.081 | -81.426 |
| 4 | 5 | Tk Aisyah | 429986 | 9226339 | 0.260 | 0.283 | -0.022 | -22.476 |
| | 8 | Candi Kencana 105 | 430212 | 9225933 | 0.248 | 0.282 | -0.033 | -33.322 |
| | 9 | Candimas Raya 295 | 430510 | 9225247 | 0.095 | 0.237 | -0.142 | -142.232 |
| | 30 | Karang Kempel Pos Kampling | 433996 | 9224967 | 0.332 | 0.314 | 0.019 | 18.979 |
| | 37 | Jalan Kawi | 436197 | 9225213 | 0.323 | 0.242 | 0.082 | 81.676 |
| | 46 | STO Telkom Sompok Baru | 437754 | 9225355 | 0.430 | 0.315 | 0.115 | 115.256 |
| | 47 | Kec. Semarang Sltn | 437849 | 9225990 | 0.497 | 0.270 | 0.228 | 228.021 |
| 5 | 4 | Hibah-42 | 429945 | 9227682 | 0.277 | 0.285 | -0.007 | -7.294 |
| | 6 | Poliklinik Perdana Jl. Gatsu | 430116 | 9227329 | 0.236 | 0.290 | -0.053 | -53.222 |
| | 13 | Pos Kampling Jl. Hanoman Raya | 430822 | 9227743 | 0.253 | 0.226 | 0.028 | 28.143 |
| | 48 | Barito 32 | 437962 | 9226779 | 0.375 | 0.286 | 0.090 | 89.858 |
| | 50 | DTK-173 Jl. Barito | 438068 | 9227349 | 0.294 | 0.238 | 0.056 | 55.881 |
| | 51 | Pompa Air Barito | 438143 | 9227860 | 0.426 | 0.264 | 0.163 | 162.603 |
| 6 | 7 | Masjid Jamik Istiqomah Perumnas Krapyak | 430208 | 9228091 | 0.260 | 0.408 | -0.148 | -148.294 |
| | 19 | Jl. Anjasmoro Tengah 1 | 432699 | 9228671 | 0.310 | 0.219 | -0.092 | 91.869 |
| | 22 | Kencono Wunggu 5 | 432954 | 9229179 | 0.264 | 0.267 | -0.002 | -2.076 |
| | 26 | Balai Desa Krobokan | 433393 | 9229136 | 0.320 | 0.326 | -0.006 | -5.621 |
| | 32 | Indomaret Erowati | 434037 | 9228995 | 0.346 | 0.269 | 0.078 | 77.818 |
| | 34 | Masjid Taqwa Indraspasta | 434540 | 9228589 | 0.141 | 0.365 | -0.223 | -223.495 |
| | 52 | Jl. Tirtoyoso 10 Barito | 438240 | 9228389 | 0.592 | 0.253 | 0.340 | 339.559 |
| | 54 | Layang Barito | 438382 | 9229318 | 0.394 | 0.268 | 0.127 | 126.575 |
| 7 | 25 | Semarang Indah Blok D.11 | 433324 | 9229735 | 0.278 | 0.255 | 0.024 | 24.165 |
| | 35 | PT.SSM Jl. Arteri | 434834 | 9231387 | 0.646 | 0.391 | 0.255 | 255.264 |
| | 40 | Toko Toshiba Bawah Jl. Arteri | 437211 | 9231276 | 0.370 | 0.741 | -0.371 | -370.825 |
| | 56 | Jl. Cintadui I Barito | 438469 | 9229941 | 0.377 | 0.301 | 0.076 | 76.301 |

mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

5.7 Pemodelan Kebelakang (*Inversion Modeling*)

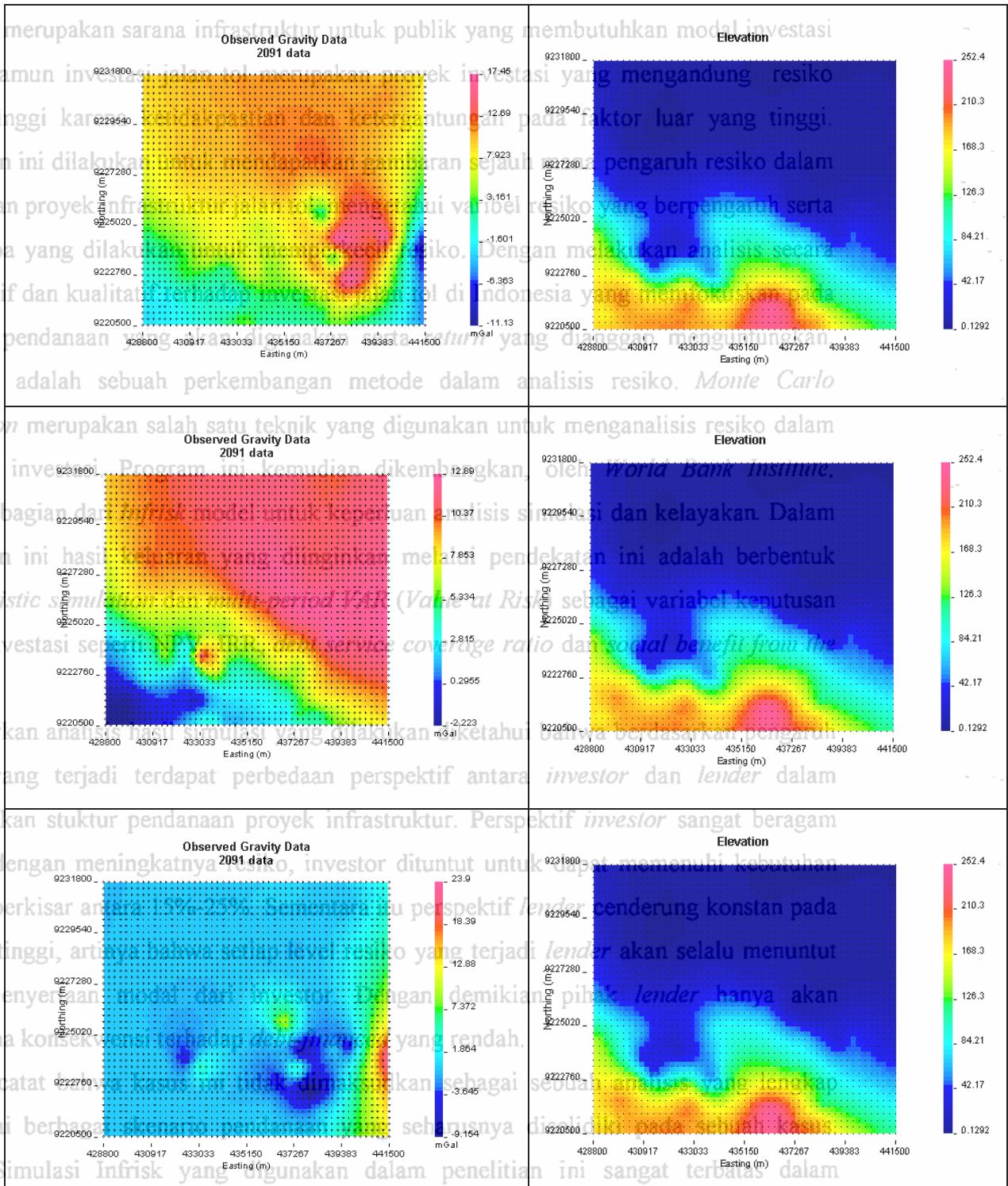
Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek (*inversion modeling*), penulis menggunakan *software Grav3D version 2.0* yang dikembangkan oleh University British Columbia.

Data yang digunakan dalam pemodelan adalah data anomali gayaberat struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Dengan menggunakan *software Grav3D version 2.0* yang dikembangkan menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk perangkat lunak mengaplikasikan analisis GCV (*Generalized Cross Validation*) pada *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project*. *Error control* yang dimasukkan dalam pemodelan kumulatif yang terkecil. Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memahami kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% - 25%. Sebaliknya, *lender* akan selalu menuntut level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Hasil observasi gayaberat periode Juli 2007 dan Agustus 2009 menggunakan pemodelan kebelakang (*inversion modeling*) dan hasil anomali gayaberat mikro 4D dengan pemodelan kebelakang serta elevasi dari hasil pemodelan dapat dilihat pada **Gambar 5.11**. Respon anomali yang dihasilkan dari pemodelan kebelakang (*inversion modeling*) ini adalah berkisar antara +23,9 s/d -

9.154 mGal. **Gambar 5.12** (a) Hasil pemodelan inversi Juli 2007 mode GCV, (b)

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 5.11 Hasil observasi gayaberat periode Juli 2007 dan Agustus 2009 dan hasil anomali gayaberat mikro 4D dengan pemodelan kebelakang serta error dari hasil pemodelan

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi infrastruktur yang memerlukan modal investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketidaktuntunan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur yang memiliki variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap resiko infrastruktur yang ada di Indonesia yang menunjukkan struktur pendanaan yang dapat digunakan untuk dianggarkan menggunakan Monte Carlo simulation adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari Risk model untuk keperluan analisis simulasional dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil analisis yang dihasilkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation yang menggunakan Monte Carlo Risk (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti $service\ coverage\ ratio$ dan $social\ benefit\ from\ the\ project$. Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan jenis resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 20% - 25%. Sedangkan dari perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyerahan modal dan pinjaman. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap $debt\ maturity$ yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario investasi yang seharusnya dilakukan pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dan ketidakpastian yang ada dalam pelaksanaan proyek infrastruktur jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis resiko, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

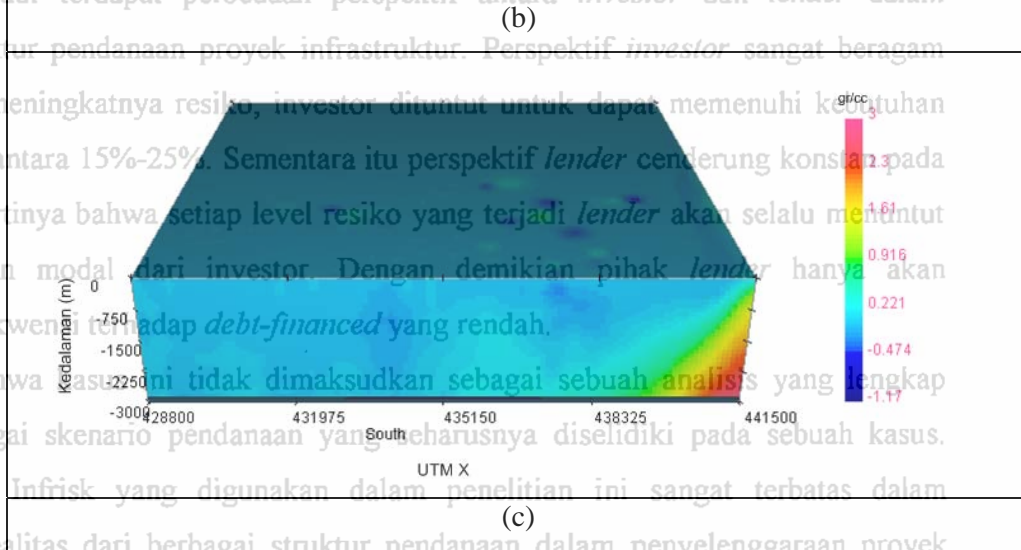
Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang difokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta UTM yang dianggap menguntungkan.



Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV*, *IRR*, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.



Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh risiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.



Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam (b) Hasil pemodelan inversi Agustus 2009 mode GCV, skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Gambar 5.12 (a) Hasil pemodelan inversi Juli 2007 mode GCV,

(b) Hasil pemodelan inversi Agustus 2009 mode GCV, skenario

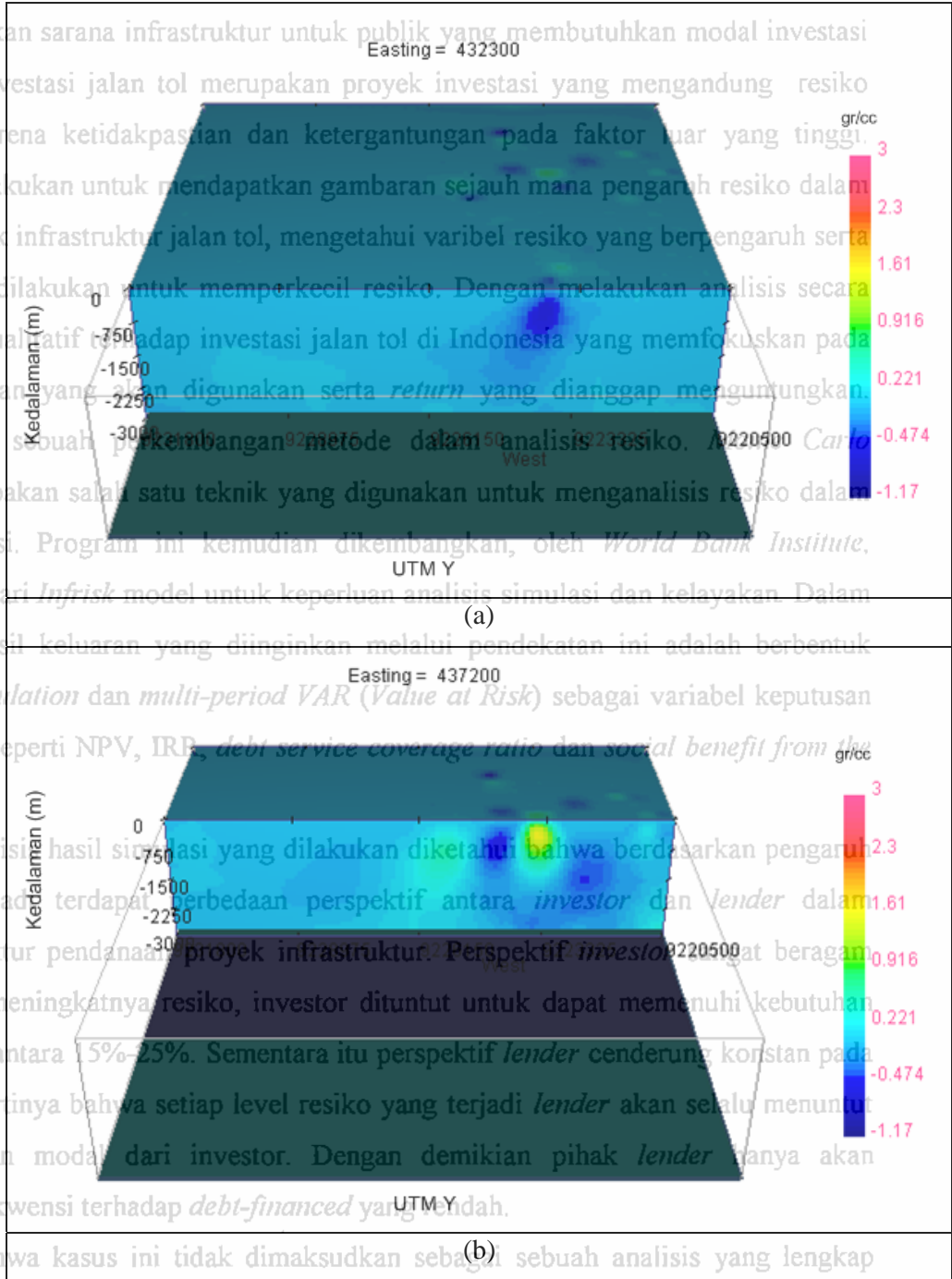
(c) Hasil pemodelan inversi anomali gayaberat mikro 4D

pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan.



Gambar 5.13 Sebaran kontras densitas penampang U-S hasil pemodelan anomali gayaberat mikro 4D dengan teknik inversi pada irisan UTM X = 432300 dan UTM X = 437200

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam pemodelan ini hanya sebagai gambaran merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

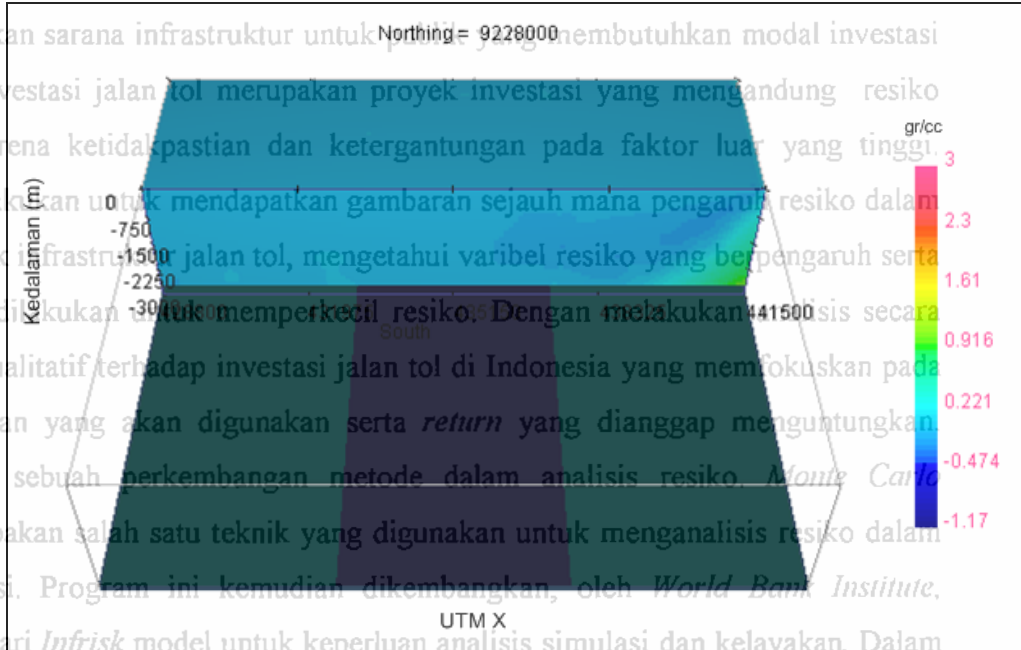
Pada **Gambar 5.13** penampang U-S hasil pemodelan inversi, secara umum menunjukkan bahwa daerah yang dilintasi mengalami pengurangan massa jenis fluida (skala warna biru). Pengurangan massa jenis fluida semakin banyak pada bagian timur dan selatan Semarang. Hal ini diamati dari perubahan kontras densitas yang semula berkisar pada 0.221 g/cc menjadi kisaran -1.17 g/cc. Pengurangan air yang lebih dominan terdapat pada UTM X 432300, UTM Y 9226150 s/d 9223325 daerahnya meliputi Simpang Lima, Pleburan, Wonodri dan Tegalsari.

Kontras densitas positif sekitar 1.61 g/cc yang berhubungan dengan penambahan massa jenis fluida muncul di bagian timur Semarang. Hal ini bisa mengindikasikan adanya rob dan atau intrusi air laut yang sudah mencapai daerah sekitar Mirota.

Pada **Gambar 5.14** penampang B-T hasil pemodelan inversi, secara umum menunjukkan terdapat daerah yang mengalami penambahan dan pengurangan massa jenis fluida. Pengurangan massa jenis fluida semakin banyak pada bagian timur dan selatan Semarang. Hal ini diamati dari perubahan kontras densitas pada rentang -0.474 g/cc s/d 2.3 g/cc. Kontras densitas positif yang berhubungan dengan penambahan massa jenis fluida muncul di bagian timur Semarang. Hal ini akibat adanya sumber air yang berada di sebelah timur dan selatan, dimana pada daerah tersebut dekat dengan sungai yang berarah utara-selatan.

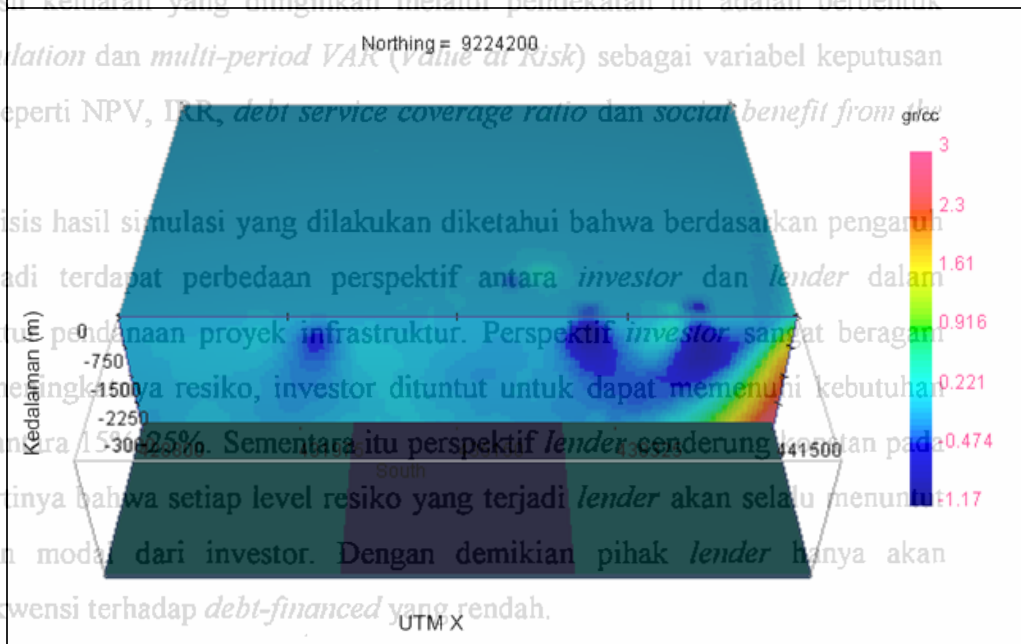
Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk



(a)

probabilistic simulation dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from project*. Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan besarnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15-30-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung berfokus pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.



(b)

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario

Gambar 5.14 Sebaran kontras densitas penampang B-T hasil pemodelan S. anomali gayaberat mikro 4D dengan teknik inversi pada irisan UTM Y = 9228000 dan UTM Y = 9224200

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan sebagai alat bantu dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

BAB 6

PENUTUP

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam

pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta jenis yang dianggap menguntungkan.

6.1 Kesimpulan

Simulasi adalah perubahan yang terjadi di permukaan dan di bawah permukaan. Dari hasil penelitian daerah Semarang terus mengalami subsidence dan pengurangan air tanah yang berlebihan sehingga terjadi intrusi air laut. *simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*.

Hubungan antara anomali gayaberat antar waktu dan gradien vertikal antar waktu menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil analisis yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk

probabilistic simulation dan *multi model IIR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terhadap amblesan tanah (*subsidence*) antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor, sebagai bagian

sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut

Dari analisis anomali gayaberat antar waktu dan gradien antar waktu dapat diidentifikasi sebagai berikut :

• Daerah Semarang pada segmen 1, 2 dan 3 merupakan daerah Semarang. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas

• Pada segmen 4, 5, 6, 7 merupakan daerah yang mengalami pengurangan air tanah yang berlebihan dan terjadi penambahan air tanah atau kenaikan muka air tanah karena intrusi air laut dan terjadi *subsidence* secara bersamaan..

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam

6.2 Saran

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol yang dapat penulis berikan adalah yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif.

1. Titik pengukuran harus terdistribusi lebih baik, tersebar dengan jarak berdekatan di seluruh lokasi penelitian agar mendapatkan kontur anomali yang lebih representatif dengan ketelitian tinggi.
2. Untuk perhitungan yang lebih teliti sebaiknya dilakukan koreksi yang lebih baik di bagian utara lokasi penelitian, sehingga dapat dianalisis lebih baik. Misalnya koreksi curah hujan, koreksi terhadap intrusi air laut, koreksi terhadap pengaruh rob, koreksi bangunan, dan koreksi amblesan yang lebih detail.
3. Berdasarkan analisis, diketahui bahwa di daerah Semarang utara mengalami penurunan muka air tanah yang relatif tinggi, sedangkan di daerah Semarang selatan merupakan daerah yang stabil dalam hal dinamika muka air tanahnya. Informasi ini bisa digunakan untuk referensi penelitian berikutnya.

Berdasarkan analisis hasil penelitian, terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap debt-financed yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

DAFTAR REFERENSI

- Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang memerlukan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketertarikan pada faktor-hur yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis risiko yang dihadapi dalam pendanaan proyek infrastruktur transportasi silindris di Hanoi, Vietnam, 19-22 October 2009 upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif menggunakan metode dalam analisis resiko. Metode *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAK (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.
- Abidin, H.Z., Andreas H., Gumilar I., Gamal M., Fukuda Y., Deguchi T., (2009) : *Land Subsidence and Urban Development in Jakarta (Indonesia)*, 7th FIG Regional Conference Spatial Data Serving People: Land Governance and the Environment – Building the Capacity Hanoi, Vietnam, 19-22 October 2009
- Bemmelen, R. W. Van, 1941, *The Geology of Indonesia vol. IA*, Government Printing Office, The Hague
- Blakely, R. J. (1996), *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BMKG, 2012. Stasiun Klimatologi Semarang
- Damiyati, Ninik. 2004. Airtanah Selalu Jadi Masalah. Diakses dari <http://www.suara merdeka.com>. [diunduh pada tanggal 10 Januari 2012]
- Doukas, Ioannis. 2004. Monitoring and Analysis of Ground Subsidence due to Water Pumping in the Area of Thessaloniki, Hellas. *FIG Working Week 2004*, 1-14 (2004). Athens, Greece
- ESRI. 1999. *ArcView Help*. Redlands, Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Hammer, S. (1939), *Terrain Corrections for Gravimeter Station*, *Geophysics*, 4, 184-194.
- Hendrayana, Heru. 2002. *Dampak Pemanfaatan Airtanah*. Yogyakarta: UGM.
- Hunt, T.M., Sugihara. 1995. Correcting For Effect Of Ground Subsidence In Microgravity Monitoring. *Journal of Geophysics*, 109-114
- Hutasoit, L.M., dan Pindratno M.H., (2004) : Amblesan tanah di DKI Jakarta, *Buku Longsor – P3TPSLK BPPT*, Jakarta
- Jambrik, R. 2006. Analysis of Water Level and Land Subsidence Data From Thorez Open-Pit Mine, Hungary. *Mine Water and The Environment*, Vol. 14. Pp 13-22
- Kadir, W. G. A. (2000), *Eksplorasi Gaya Berat dan Magnetik*, Teknik Geofisika, FIKTM, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Kanginan, M. (1995), *Fisika SMU Kelas I*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

- Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena
- Marsudi, 2001. *Prediksi Laju Amblesan Tanah di Dataran Aluvial Semarang Provinsi Jawa Tengah*. Disertasi Program Pasca sarjana ITB.
- Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek
- Plummer, Charles C. 2003. *Physical geology 9th edition*. New York : The McGraw-Hill Companies, Inc. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang
- Reynold, J. M. (1997), *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, Jhon Wiley and Sons Inc, England.
- Simulasi adalah
- Santoso, Djoko. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Departemen Teknik Geofisika ITB.
- simulation* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi.
- Sarkowi, 2002. *Penerapan metode microgravity 4D untuk monitoring peningkatan produksi minyak*. Jurnal Sains Teknologi FMIPA Universitas Lampung.
- penelitian ini hasil kelua yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.
- Sarkowi, M. (2007). *Gayaberat mikro antar waktu untuk analisa perubahan kedalaman muka air tanah (Studi kasus dataran aluvial Semarang)*, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
- Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan perubahan resiko yang terjadi terdapat
- Sarkowi. 2008. *Gradien Vertikal Gayaberat Mikro Antar Waktu Dan Hubungannya Dengan Dinamika Airtanah*. Seminar Nasional Sains dan menentukan stuktur pend
- Teknologi-II, 49-56 (2008). Lampung : Universitas Lampung
- sejalan dengan meningkatnya resiko investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% - 25%. Sementara itu tingkat *debt service coverage ratio* berada pada level tertinggi, artinya bahwa
- Supriyadi. 2004. Aplikasi Metode Turunan Vertikal Pertama Gayaberat Mikro Time-Lapse Untuk Pendugaan Dinamika Airtanah. *Prosiding Himpunan Ahli Geofisika Indonesia*, 497-502 (2004). Semarang: Unnes.
- tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.
- Supriyadi, (2008) : *Pemisahan anomali gayaberat akibat amblesan dan akibat penurunan muka air tanah berdasarkan data gayaberat mikro antar waktu menggunakan model based filter (studi kasus Dataran Aluvial Semarang)*, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
- Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario
- Sebab Simulasi
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.P. (1990) : *Applied Geophysics* –2nd ed, Cambridge University Perss.
- danaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia
- Widianto, E., (2008) : *Penentuan konfigurasi struktur batuan dasar dan jenis cekungan dengan data gayaberat serta implikasinya pada target* pendanaan harus diselidiki
- dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

eksplorasi minyak dan gas bumi di Pulau Jawa, Disertasi Program Doktor,
Institut Teknologi Bandung.

Yovita, A. 2004. Semarang di Kepung Air Rob. Diakses dari

<http://www.kompas.com>. [diunduh pada tanggal 10 Januari 2012]

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

LAMPIRAN A

Tabel 5.7 Nilai gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 antar segmen

| Segmen | No | Nama Lokasi | UTM X | UTM Y | Grav2009 | Grav2007 | Grav4D | Grav4D mikroGal | |
|--------|----|-------------------------------|------------------------------|---------|------------|------------|------------|-----------------|---------|
| 1 | 2 | Perum Kadri Pesona Asri | 429344 | 9221168 | 978073.615 | 978073.717 | -0.101 | -101.397 | |
| | 3 | SD Sadeng 2 | 429912 | 9221833 | 978067.385 | 978067.437 | -0.052 | -52.501 | |
| | 18 | UNNES | 432605 | 9220815 | 978071.649 | 978071.817 | -0.167 | -167.198 | |
| | 21 | Pemancar Lativi | 432932 | 9221620 | 978067.287 | 978067.442 | -0.154 | -154.746 | |
| | 24 | Dekanat FPPS UNNES | 433082 | 9220827 | 978074.797 | 978074.961 | -0.163 | -163.250 | |
| | 28 | FPOK UNNES | 433784 | 9220547 | 978075.178 | 978075.339 | -0.161 | -161.029 | |
| | 31 | Teknik Elektro UNNES | 434019 | 9220553 | 978074.947 | 978075.096 | -0.148 | -148.747 | |
| | 39 | Jalan Bukit Nangka Bukit Sari | 436965 | 9221203 | 978066.285 | 978066.722 | -0.437 | -437.944 | |
| | 42 | Pos Satpam Villa Bukit Mas | 437421 | 9221003 | 978076.568 | 978076.586 | -0.018 | -18.354 | |
| | 43 | Plang Bukit Diponegoro | 437510 | 9220735 | 978072.653 | 978072.709 | -0.056 | -56.424 | |
| | 53 | Bukit Diponegoro Patok BPN | 438321 | 9221120 | 978077.796 | 978077.796 | 0.000 | 0.124 | |
| | 55 | Sumur Perum Dosen Poltek | 438420 | 9221670 | 978093.532 | 978093.562 | -0.030 | -30.282 | |
| | 2 | 10 | Pertigaan Yayasan Al Hidayah | 430564 | 9222742 | 978081.619 | 978081.650 | -0.031 | -31.119 |
| | | 14 | Mushola Istiqomah | 431342 | 9223060 | 978106.498 | 978106.581 | -0.083 | -83.512 |
| 17 | | Sekaran Café | 432578 | 9223146 | 978095.354 | 978095.539 | -0.184 | -184.732 | |
| 20 | | Jl. Sejahtera Selatan | 432778 | 9222429 | 978080.469 | 978080.608 | -0.139 | -139.199 | |
| 27 | | Pendopo Kebun binatang | 433782 | 9223004 | 978108.202 | 978108.338 | -0.136 | -136.266 | |
| 29 | | Tinjomoyo | 433876 | 9222637 | 978101.880 | 978102.063 | -0.182 | -182.777 | |
| 33 | | Menara Telkomsel | 434431 | 9223142 | 978090.632 | 978090.727 | -0.094 | -94.573 | |
| 38 | | Kesatrian No. 16 | 436671 | 9223224 | 978092.379 | 978092.624 | -0.245 | -245.353 | |
| 44 | | SMP 17 Pintu Gerbang | 437519 | 9223028 | 978089.727 | 978089.924 | -0.197 | -197.362 | |
| 49 | | Jangli Permai DTK.P TK665 | 438038 | 9222635 | 978092.230 | 978092.439 | -0.209 | -209.579 | |
| 3 | 1 | Pager Bambu Runcing | 428878 | 9224321 | 978081.579 | 978081.648 | -0.069 | -69.346 | |
| | 11 | Menara Telkom | 430776 | 9224627 | 978101.198 | 978101.346 | -0.147 | -147.792 | |
| | 12 | Masjid Al Hidayah | 430805 | 9223661 | 978105.564 | 978105.673 | -0.108 | -108.904 | |
| | 15 | Gigiksari BMP Gn. Pati | 431562 | 9223502 | 978108.173 | 978108.145 | 0.027 | 27.933 | |
| | 16 | Hibah-12 | 431562 | 9223502 | 978108.173 | 978108.145 | 0.027 | 27.933 | |
| | 16 | Ristek-7 | 432537 | 9223942 | 978107.275 | 978107.507 | -0.232 | -232.253 | |
| | 23 | Dewi Sartika Timur X No.38 | 433053 | 9223621 | 978112.621 | 978112.827 | -0.206 | -206.201 | |
| | 36 | Lap. Voli Belakang Akpol | 434975 | 9224661 | 978097.699 | 978097.723 | -0.024 | -24.048 | |

| | | | | | | | | |
|----|----|---|------------------------------|---------|------------|------------|------------|----------|
| | 41 | Jembatan Tol BPN 11.01.02 | 437367 | 9223509 | 978096.490 | 978096.738 | -0.248 | -248.128 |
| | 45 | After Villa Candi Asri | 437608 | 9224320 | 978103.276 | 978103.368 | -0.092 | -92.022 |
| | 57 | Bukit Mrican Permai | 439146 | 9224381 | 978117.658 | 978117.825 | -0.167 | -167.097 |
| 4 | 58 | Perusda Air Minum Kedung Mundu | 439636 | 9224502 | 978111.683 | 978111.846 | -0.163 | -163.039 |
| | 5 | Tk Aisyah | 429986 | 9226339 | 978112.432 | 978112.562 | -0.129 | -129.920 |
| | 8 | Candi Kencana 105 | 430212 | 9225933 | 978108.463 | 978108.635 | -0.172 | -172.273 |
| | 9 | Candimas Raya 295 | 430510 | 9225247 | 978103.203 | 978103.346 | -0.142 | -142.771 |
| | 30 | Karang Kempel Pos Kampling | 433996 | 9224967 | 978098.004 | 978098.038 | -0.033 | -33.020 |
| | 37 | Jalan Kawi | 436197 | 9225213 | 978104.785 | 978104.873 | -0.088 | -88.605 |
| | 46 | STO Telkom Sompok Baru | 437754 | 9225355 | 978119.014 | 978119.126 | -0.112 | -112.101 |
| | 47 | Kec. Semarang Sltm | 437849 | 9225990 | 978119.791 | 978119.916 | -0.125 | -125.126 |
| | 4 | Hibah-42 | 429945 | 9227682 | 978113.336 | 978113.507 | -0.171 | -171.348 |
| | 5 | 6 | Poliklinik Perdana Jl. Gatsu | 430116 | 9227329 | 978113.887 | 978113.973 | -0.086 |
| 13 | | Pos Kampling Jl. Hanoman Raya | 430822 | 9227743 | 978116.818 | 978116.999 | -0.181 | -181.540 |
| 48 | | Barito 32 | 437962 | 9226779 | 978119.330 | 978119.436 | -0.106 | -106.275 |
| 50 | | DTK-173 Jl. Barito | 438068 | 9227349 | 978119.331 | 978119.489 | -0.158 | -158.152 |
| 51 | | Pompa Air Barito | 438143 | 9227860 | 978118.819 | 978118.971 | -0.151 | -151.853 |
| 6 | | Masjid Jamik Istiqomah Perumnas Krapyak | 430208 | 9228091 | 978116.931 | 978117.195 | -0.264 | -264.113 |
| 19 | | Jl. Anjasmoro Tengah | 432699 | 9228671 | 978118.269 | 978118.279 | -0.009 | -9.907 |
| 6 | 22 | Kencono Wunggu 5 | 432954 | 9229179 | 978118.286 | 978118.322 | -0.036 | -36.392 |
| | 26 | Balai Desa Krobokan | 433393 | 9229136 | 978118.595 | 978118.666 | -0.070 | -70.744 |
| | 32 | Indomaret Erowati | 434037 | 9228995 | 978118.928 | 978119.134 | -0.206 | -206.731 |
| | 34 | Masjid Taqwa Indraspasta | 434540 | 9228589 | 978118.831 | 978118.996 | -0.165 | -165.357 |
| | 52 | Jl. Tirtoyoso 10 Barito | 438240 | 9228389 | 978118.797 | 978118.913 | -0.115 | -115.965 |
| | 54 | Layang Barito | 438382 | 9229318 | 978118.621 | 978118.796 | -0.175 | -175.913 |
| | 25 | Semarang Indah Blok D.11 | 433324 | 9229735 | 978118.325 | 978118.457 | -0.132 | -132.414 |
| | 35 | PT.SSM Jl. Arteri | 434834 | 9231387 | 978118.513 | 978118.750 | -0.237 | -237.191 |
| 7 | 40 | Toko Toshiba Bawah Jl. Arteri | 437211 | 9231276 | 978119.322 | 978118.808 | 0.513 | 513.158 |
| | 56 | Jl. Cintadui I Barito | 438469 | 9229941 | 978118.652 | 978118.852 | -0.199 | -199.806 |

tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Tabel 5.8 Nilai gradien gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 antar segmen

| Segmen | No | Nama Lokasi | UTM X | UTM Y | Grad ver (mGal/cm) 2009 | Grad ver (mGal/cm) 2007 | Grad 4D (mGal/cm) | Grad 4D (mikroG /cm) |
|--------|----|--|------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | 2 | Perum Kadri Pesona Asri | 429344 | 9221168 | 0.271 | 0.306 | -0.034 | -33.627 |
| | 3 | SD Sadeng 2 | 429912 | 9221833 | 0.294 | 0.340 | -0.046 | -45.633 |
| | 18 | UNNES | 432605 | 9220815 | 0.321 | 0.285 | 0.036 | 35.864 |
| | 21 | Pemancar Lativi | 432932 | 9221620 | 0.363 | 0.364 | 0.000 | 0.232 |
| | 24 | Dekanat FPPS UNNES | 433082 | 9220827 | 0.294 | 0.329 | -0.034 | -34.198 |
| | 28 | FPOK UNNES | 433784 | 9220547 | 0.300 | 0.260 | 0.040 | 40.153 |
| | 31 | Teknik Elektro UNNES | 434019 | 9220553 | 0.290 | 0.320 | -0.029 | -29.352 |
| | 39 | Jalan Bukit Nangka Bukit Sari | 436965 | 9221203 | 0.256 | 0.307 | -0.051 | -50.683 |
| | 42 | Pos Satpam Villa Bukit Mas | 437421 | 9221003 | 0.287 | 0.242 | 0.045 | 45.173 |
| | 43 | Plang Bukit Diponegoro | 437510 | 9220735 | 0.287 | 0.368 | -0.080 | -80.458 |
| | 53 | Bukit Diponegoro Patok BPN | 438321 | 9221120 | 0.296 | 0.284 | 0.013 | 12.524 |
| | 55 | Sumur Perum Dosen Poltek | 438420 | 9221670 | 0.247 | 0.246 | 0.002 | 1.729 |
| | 2 | 10 | Pertigaan Yayasan Al Hidayah | 430564 | 9222742 | 0.332 | 0.291 | 0.041 |
| 14 | | Mushola Istiqomah | 431342 | 9223060 | 0.280 | 0.257 | 0.024 | 23.677 |
| 17 | | Sekaran Café | 432578 | 9223146 | 0.284 | 0.341 | -0.057 | -56.710 |
| 20 | | Jl. Sejahtera Selatan | 432778 | 9222429 | 0.350 | 0.318 | 0.033 | 32.507 |
| 27 | | Pendopo Kebun binatang | 433782 | 9223004 | 0.301 | 0.284 | 0.017 | 16.981 |
| 29 | | Tinjomoyo | 433876 | 9222637 | 0.237 | 0.262 | -0.025 | -24.843 |
| 33 | | Menara Telkomsel | 434431 | 9223142 | 0.307 | 0.359 | -0.051 | -51.405 |
| 38 | | Kesatrian No. 16 | 436671 | 9223224 | 0.188 | 0.322 | -0.134 | -133.547 |
| 44 | | SMP 17 Pintu Gerbang | 437519 | 9223028 | 0.254 | 0.413 | -0.158 | -158.423 |
| 49 | | Jangli Permai DTK.P TK665 | 438038 | 9222635 | 0.228 | 0.289 | -0.060 | -60.256 |
| 3 | 1 | Pager Bambu Runcing | 428878 | 9224321 | 0.291 | 0.304 | -0.013 | -12.761 |
| | 11 | Menara Telkom | 430776 | 9224627 | 0.283 | 0.317 | -0.034 | -33.625 |
| | 12 | Masjid Al Hidayah Gigiksari BMP Gn. Pati | 430805 | 9223661 | 0.293 | 0.273 | 0.020 | 19.556 |
| | 15 | Hibah-12 | 431562 | 9223502 | 0.260 | 0.260 | 0.000 | 0.215 |
| | 16 | Ristek-7 | 432537 | 9223942 | 0.405 | 0.258 | 0.147 | 147.263 |

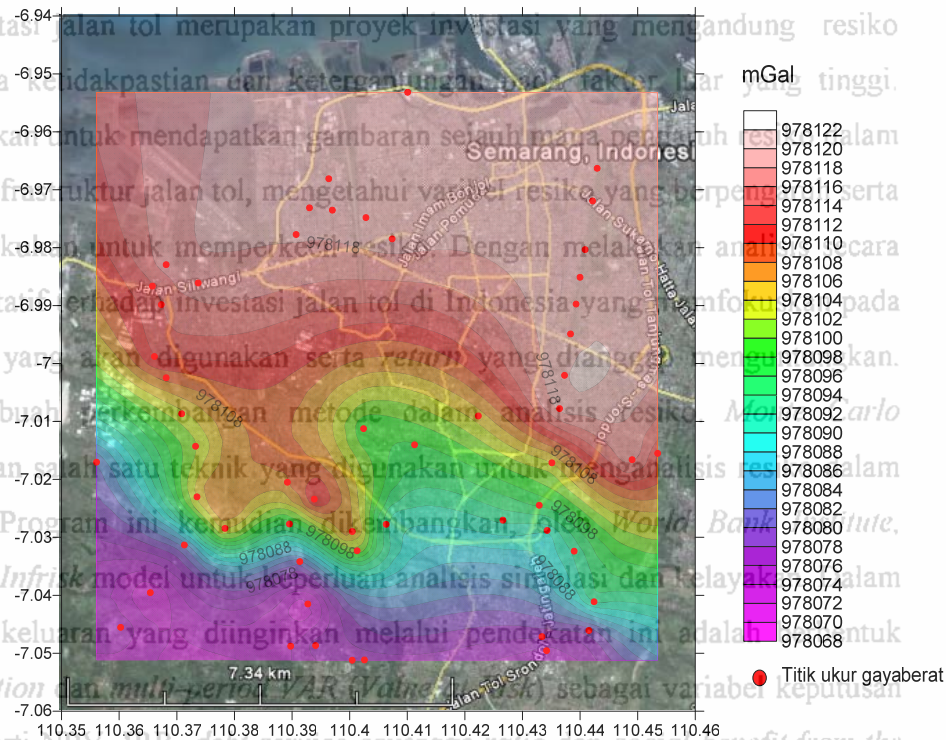
| | | | | | | | | |
|---|----|---|--------|---------|-------|-------|--------|----------|
| | 23 | Dewi Sartika Timur X No.38 | 433053 | 9223621 | 0.254 | 0.343 | -0.088 | -88.330 |
| | 36 | Lap. Voli Belakang Akpol | 434975 | 9224661 | 0.283 | 0.281 | 0.003 | 2.797 |
| | 41 | Jembatan Tol BPN 11.01.02 | 437367 | 9223509 | 0.283 | 0.298 | -0.015 | -15.067 |
| | 45 | After Villa Candi Asri | 437608 | 9224320 | 0.330 | 0.334 | -0.004 | -3.896 |
| | 57 | Bukit Mrican Permai | 439146 | 9224381 | 0.261 | 0.277 | -0.016 | -15.566 |
| | 58 | Perusda Air Minum Kedung Mundu | 439636 | 9224502 | 0.175 | 0.257 | -0.081 | -81.426 |
| 4 | 5 | Tk Aisyah | 429986 | 9226339 | 0.260 | 0.283 | -0.022 | -22.476 |
| | 8 | Candi Kencana 105 | 430212 | 9225933 | 0.248 | 0.282 | -0.033 | -33.322 |
| | 9 | Candimas Raya 295 | 430510 | 9225247 | 0.095 | 0.237 | -0.142 | -142.232 |
| | 30 | Karang Kempel Pos Kampling | 433996 | 9224967 | 0.332 | 0.314 | 0.019 | 18.979 |
| | 37 | Jalan Kawi | 436197 | 9225213 | 0.323 | 0.242 | 0.082 | 81.676 |
| | 46 | STO Telkom Sompok Baru | 437754 | 9225355 | 0.430 | 0.315 | 0.115 | 115.256 |
| | 47 | Kec. Semarang Sltn | 437849 | 9225990 | 0.497 | 0.270 | 0.228 | 228.021 |
| 5 | 4 | Hibah-42 | 429945 | 9227682 | 0.277 | 0.285 | -0.007 | -7.294 |
| | 6 | Poliklinik Perdana Jl. Gatsu | 430116 | 9227329 | 0.236 | 0.290 | -0.053 | -53.222 |
| | 13 | Pos Kampling Jl. Hanoman Raya | 430822 | 9227743 | 0.253 | 0.226 | 0.028 | 28.143 |
| | 48 | Barito 32 | 437962 | 9226779 | 0.375 | 0.286 | 0.090 | 89.858 |
| | 50 | DTK-173 Jl. Barito | 438068 | 9227349 | 0.294 | 0.238 | 0.056 | 55.881 |
| | 51 | Pompa Air Barito | 438143 | 9227860 | 0.426 | 0.264 | 0.163 | 162.603 |
| 6 | 7 | Masjid Jamik Istiqomah Perumnas Krapyak | 430208 | 9228091 | 0.260 | 0.408 | -0.148 | -148.294 |
| | 19 | Jl. Anjasmoro Tengah 1 | 432699 | 9228671 | 0.310 | 0.219 | -0.092 | 91.869 |
| | 22 | Kencono Wunggu 5 | 432954 | 9229179 | 0.264 | 0.267 | -0.002 | -2.076 |
| | 26 | Balai Desa Krobokan | 433393 | 9229136 | 0.320 | 0.326 | -0.006 | -5.621 |
| | 32 | Indomaret Erowati | 434037 | 9228995 | 0.346 | 0.269 | 0.078 | 77.818 |
| | 34 | Masjid Taqwa Indraspasta | 434540 | 9228589 | 0.141 | 0.365 | -0.223 | -223.495 |
| | 52 | Jl. Tirtoyoso 10 Barito | 438240 | 9228389 | 0.592 | 0.253 | 0.340 | 339.559 |
| | 54 | Layang Barito | 438382 | 9229318 | 0.394 | 0.268 | 0.127 | 126.575 |
| 7 | 25 | Semarang Indah Blok D.11 | 433324 | 9229735 | 0.278 | 0.255 | 0.024 | 24.165 |
| | 35 | PT.SSM Jl. Arteri | 434834 | 9231387 | 0.646 | 0.391 | 0.255 | 255.264 |
| | 40 | Toko Toshiba Bawah Jl. Arteri | 437211 | 9231276 | 0.370 | 0.741 | -0.371 | -370.825 |
| | 56 | Jl. Cintadui I Barito | 438469 | 9229941 | 0.377 | 0.301 | 0.076 | 76.301 |

mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

LAMPIRAN B

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor pasar yang tinggi.

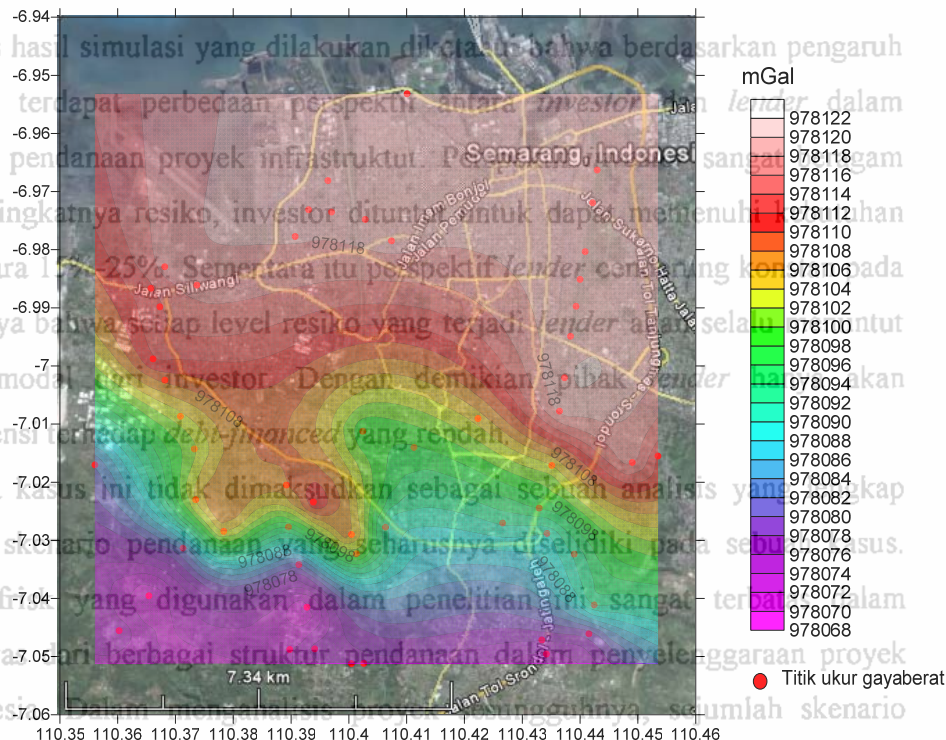
Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran seluas mungkin tentang resiko pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang berfokus pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta return yang diharapkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR dan service coverage ratio dan social benefit from the project.



Gambar 5.1 Peta gayaberat observasi Semarang periode Juli 2007

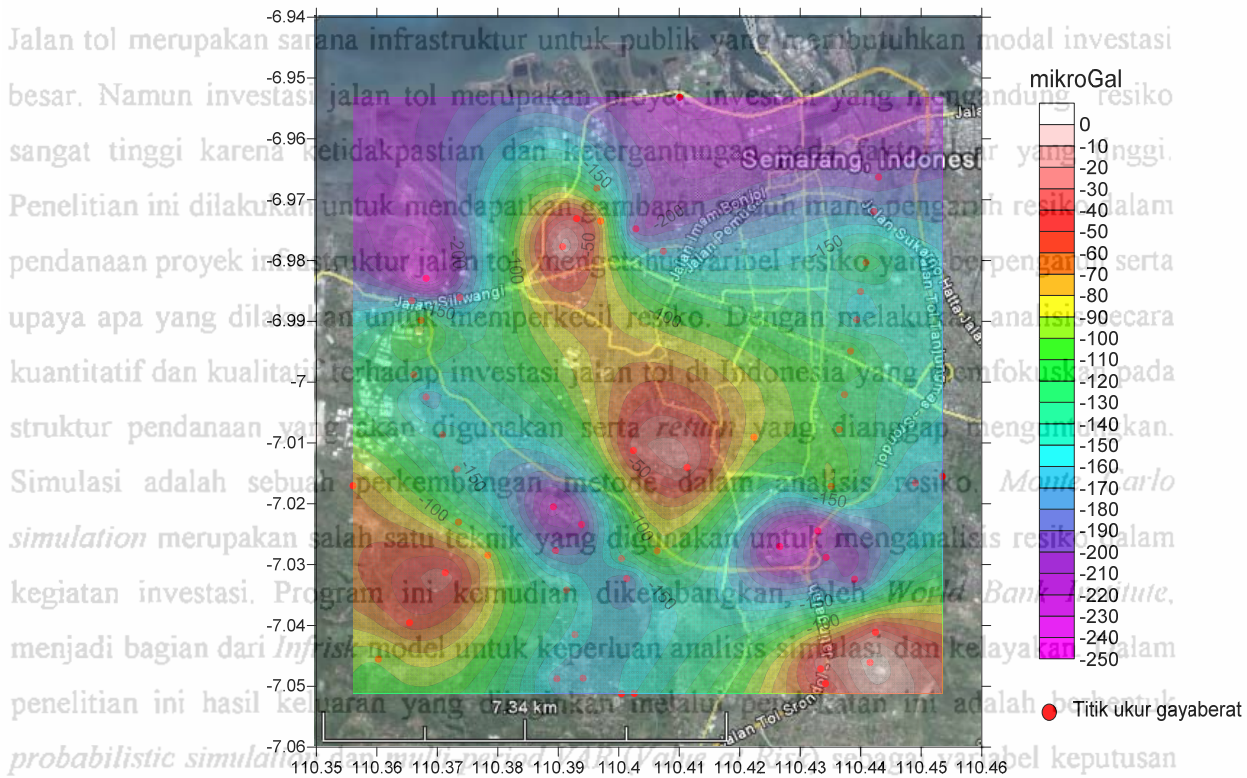
Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi ekuitas berkisar antara 10-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung menginginkan level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender akan menerima konsekuensi terhadap debt-financed yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini, sangat terdapat dalam merefleksikan realita dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelesaian proyek jalan tol di Indonesia. Oleh karena itu, dalam penanganannya, pemilihan skenario pendanaan harus diselidiki.

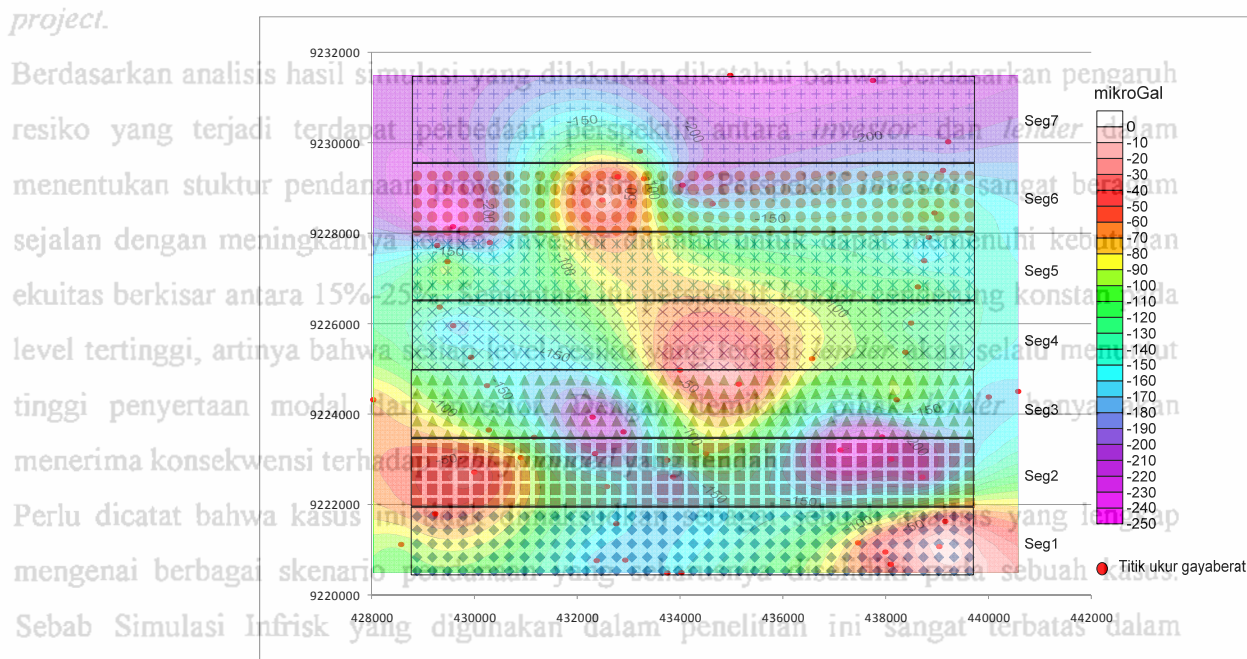


Gambar 5.2 Peta gayaberat observasi Semarang periode Agustus 2009

hasil analisis yang lebih baik



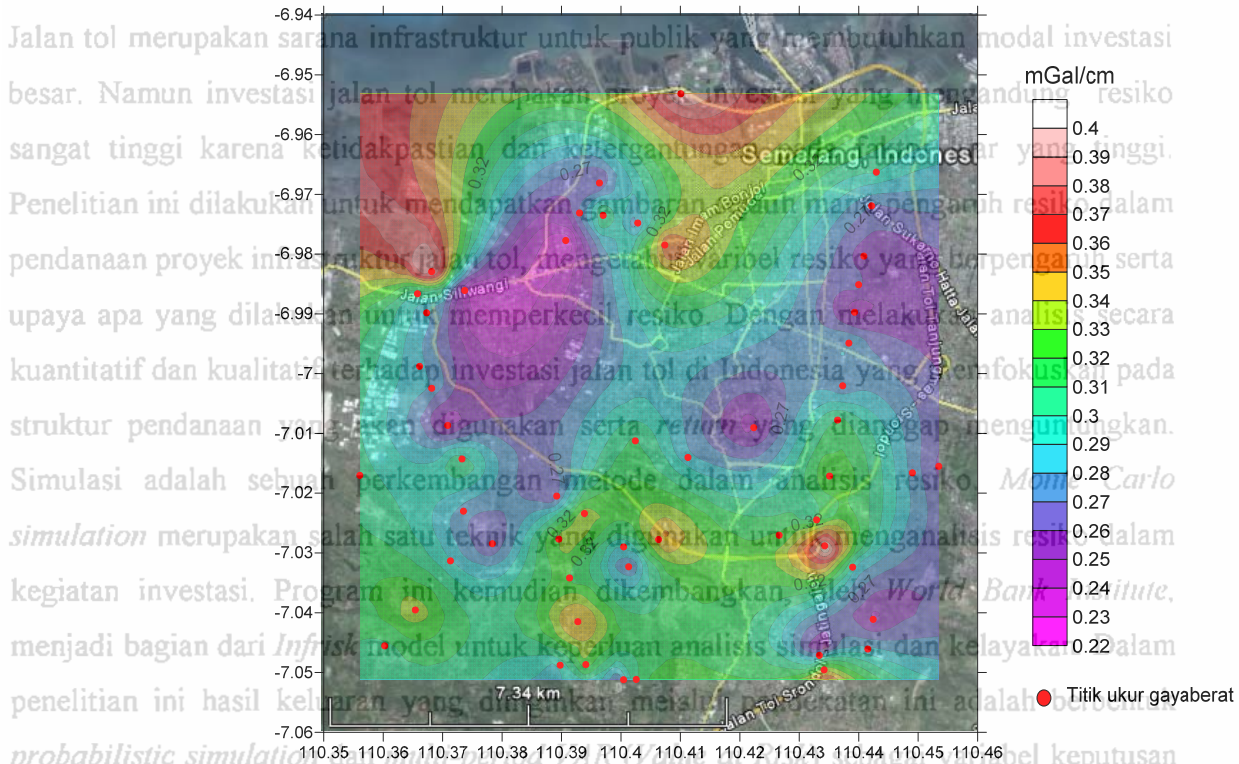
Gambar 5.3 Peta anomali gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009



Gambar 5.4 Peta Anomali gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 yang dioverlay terhadap hasil interpolasi kriging.

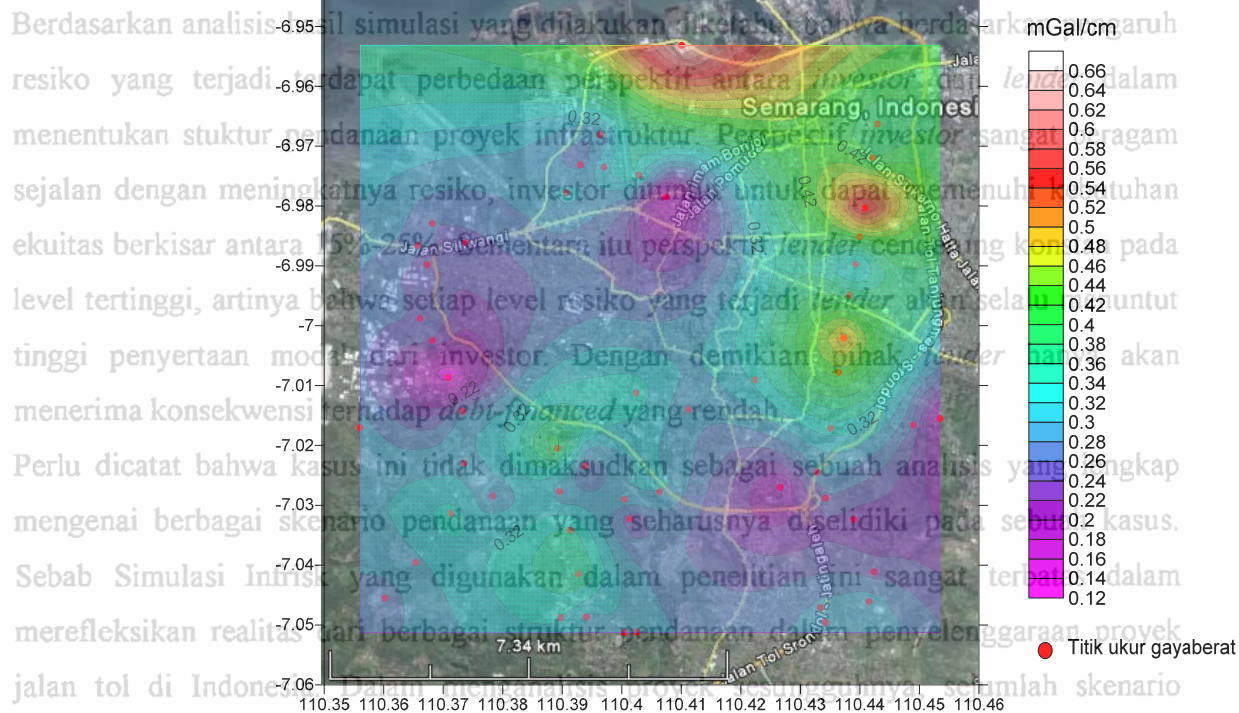
Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi yang sangat tinggi. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketertanganuga pada saat ini yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran secara kuantitatif mengenai pengaruh pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang berfokus pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta return yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan keayatan dalam penelitian ini hasil keluaran yang di dapatkan melalui pendekatan ini adalah berupa probabilistic simulation yang dapat memberikan gambaran mengenai resiko yang dihadapi dalam proyek.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan yang akan digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa sejalan dengan meningkatnya resiko yang dihadapi oleh investor, maka tingkat ekuitas berkisar antara 15%-25% yang akan digunakan oleh investor akan semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi resiko yang dihadapi oleh investor, maka level tertinggi, artinya bahwa semakin tinggi resiko yang dihadapi oleh investor, maka tingkat tertinggi penyertaan modal yang akan digunakan oleh investor akan semakin tinggi. Perlu dicatat bahwa kasus ini menunjukkan bahwa semakin tinggi resiko yang dihadapi oleh investor, maka semakin tinggi tingkat penyertaan modal yang akan digunakan oleh investor. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai aspek yang berkaitan dengan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.



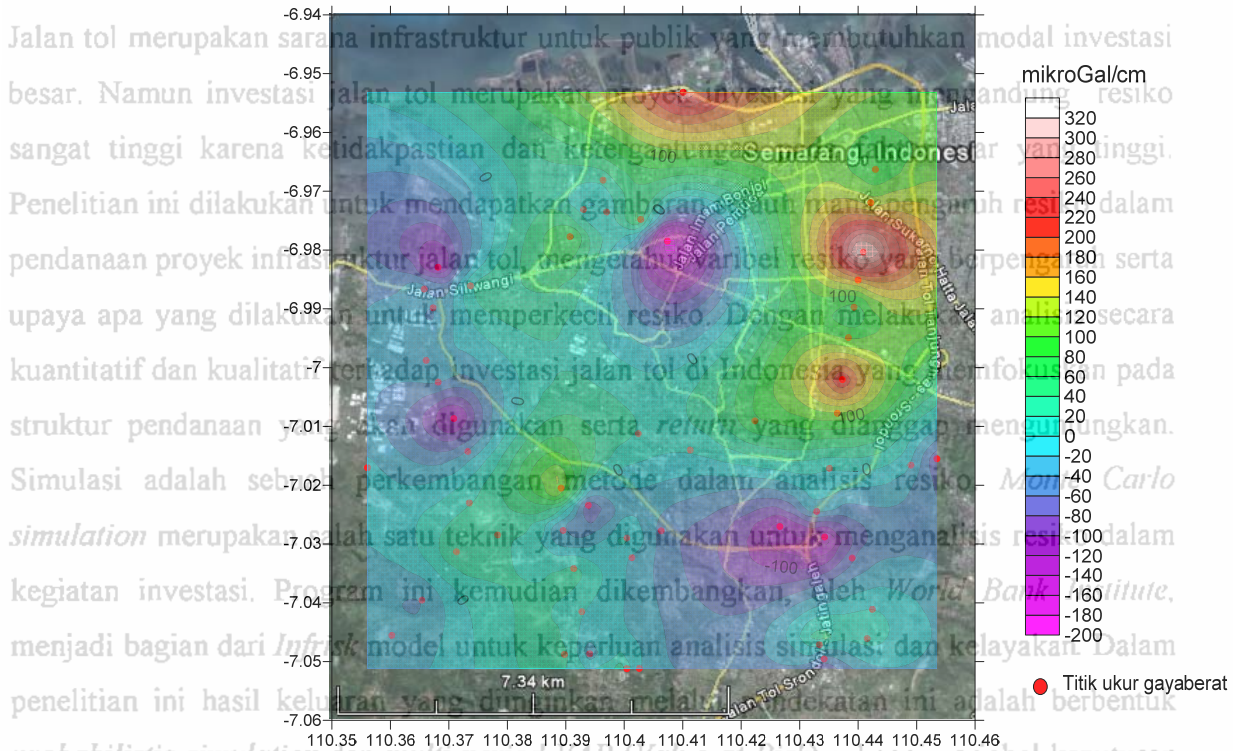
Gambar 5.5 Peta kontur gradien gayaberat periode Juli 2007

utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.



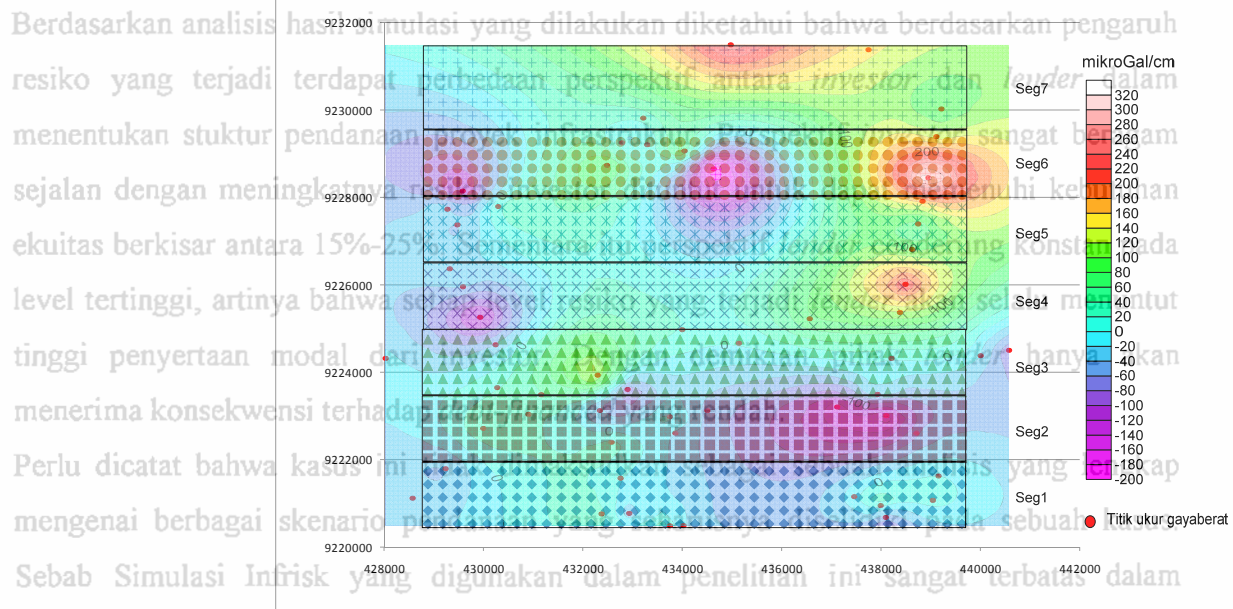
Gambar 5.6 Peta kontur gradien gayaberat periode Agustus 2009

pendanaan harus diselidiki dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 5.7 Peta anomali gradien gayaberat mikro 4D Periode Juli 2007 – Agustus 2009

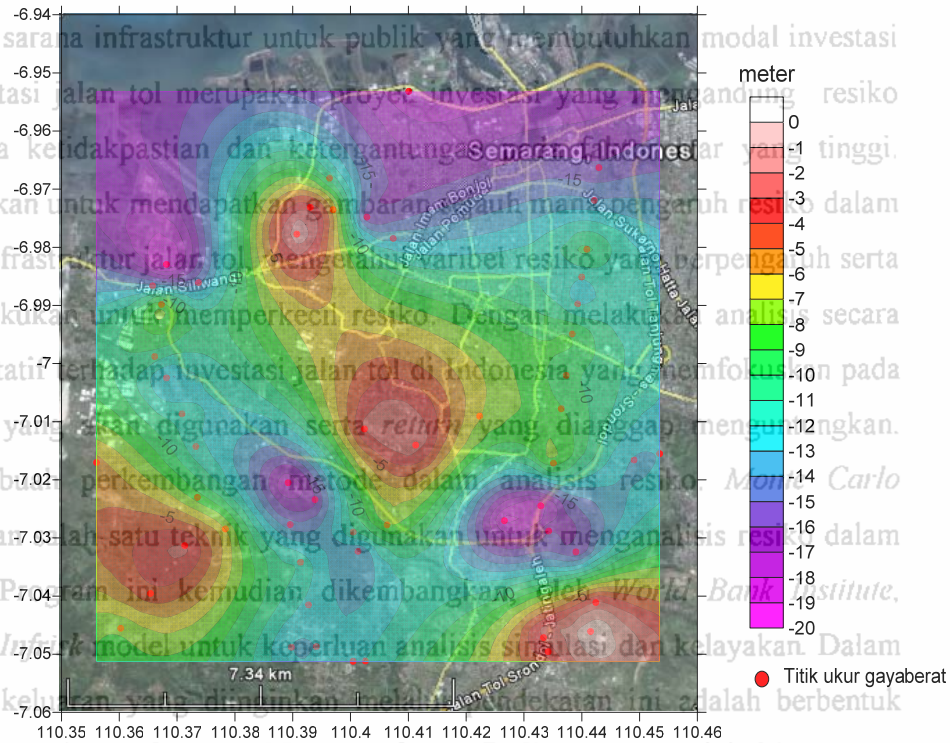
project.



Gambar 5.8 Peta anomali gradien gayaberat mikro 4D periode Juli 2007 – Agustus 2009 yang dioverlay terhadap hasil interpolasi kriging.

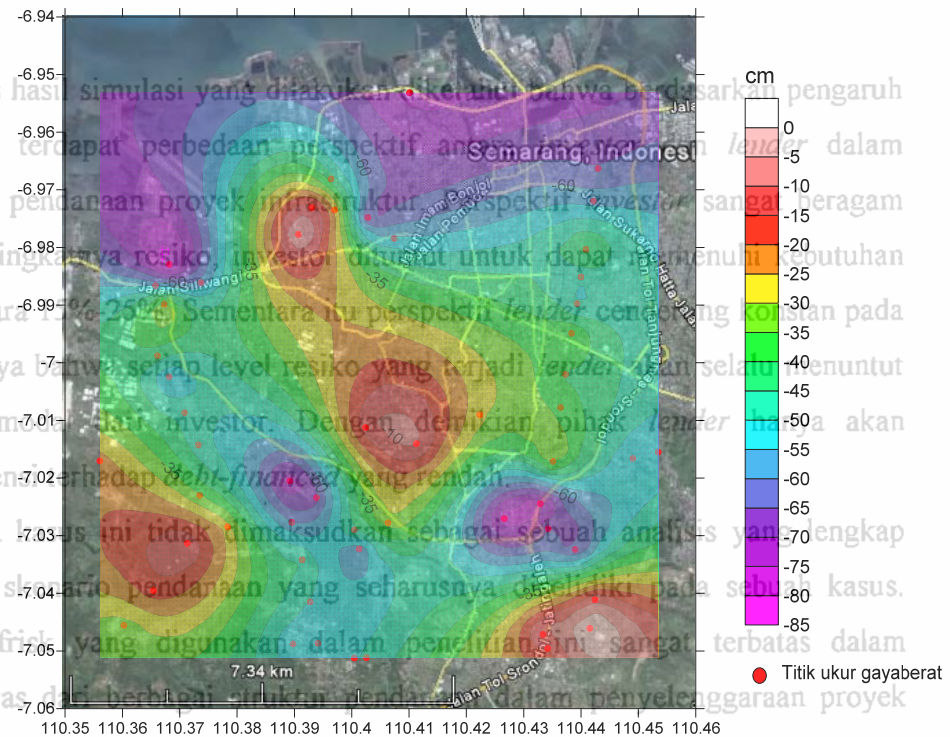
Perlu dicatat bahwa kasus ini mengenai berbagai skenario p... Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan real... jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang bagaimana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Penelitian ini kemudian dikembangkan oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infra* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil kelengkapan yang digunakan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* (analisis risiko) dan *IFAI* (Infrastruktur Analisis Risiko) sebagai simulasi dan analisis



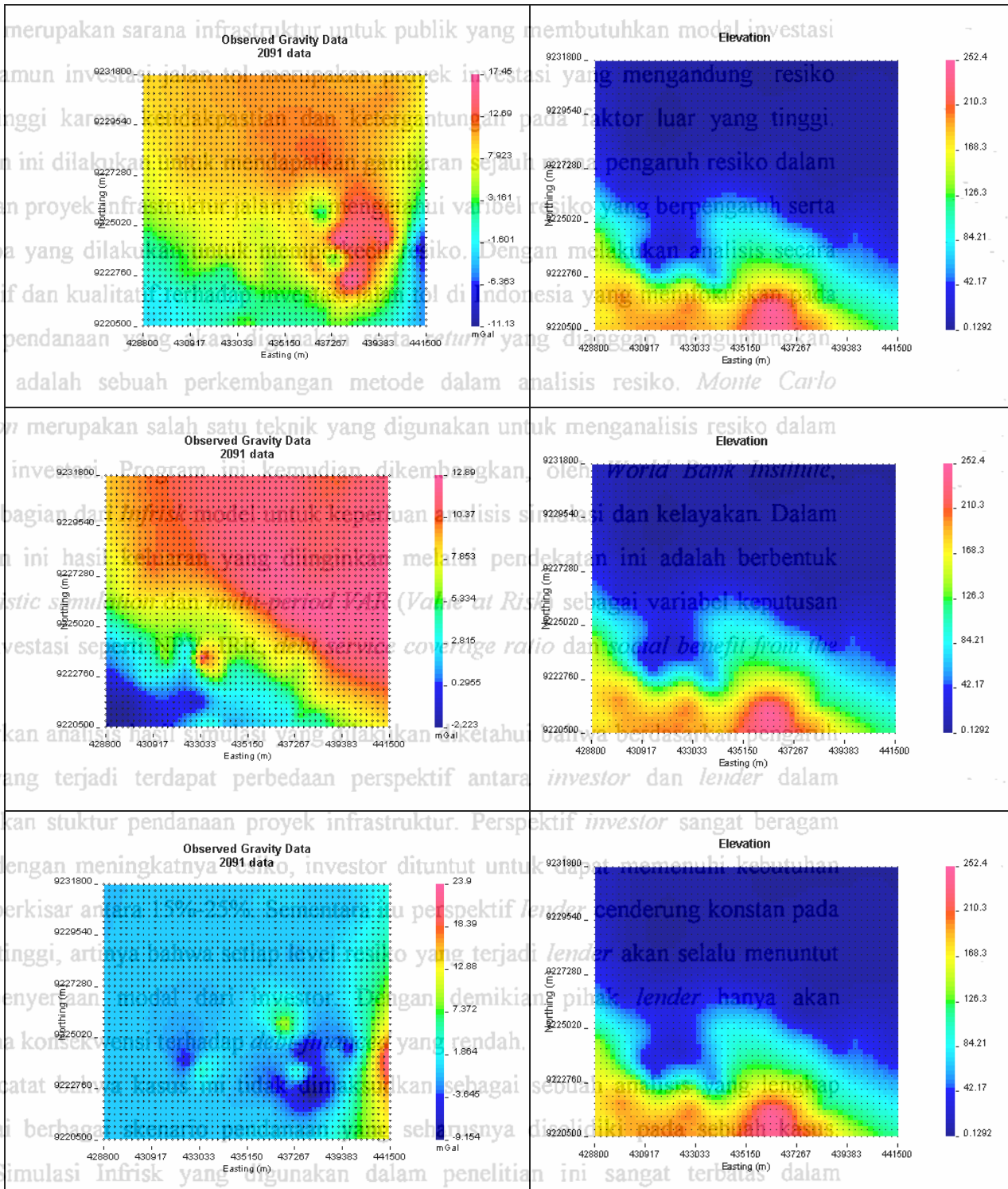
Gambar 5.9 Peta anomali perubahan tinggi muka air tanah daerah Semarang Periode Juli 2007 – Agustus 2009

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *lender* dan *investor* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor diminta untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 5% - 25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung mengkontribusi pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* dan selalu menuntut tinggi penyertaan modal investor. Dengan demikian pihak *lender* harus akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financing* yang rendah.



Gambar 5.10. Peta anomali amblesan daerah Semarang Periode Juli 2007 – Agustus 2009

Perlu dicatat bahwa analisis ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infra* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam analisis *Infra* simulasi, analisis risiko, simulasi skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



Gambar 5.11 Hasil observasi gayaberat periode Juli 2007 dan Agustus 2009 dan hasil anomali gayaberat mikro 4D dengan pemodelan kebelakang serta error dari hasil pemodelan

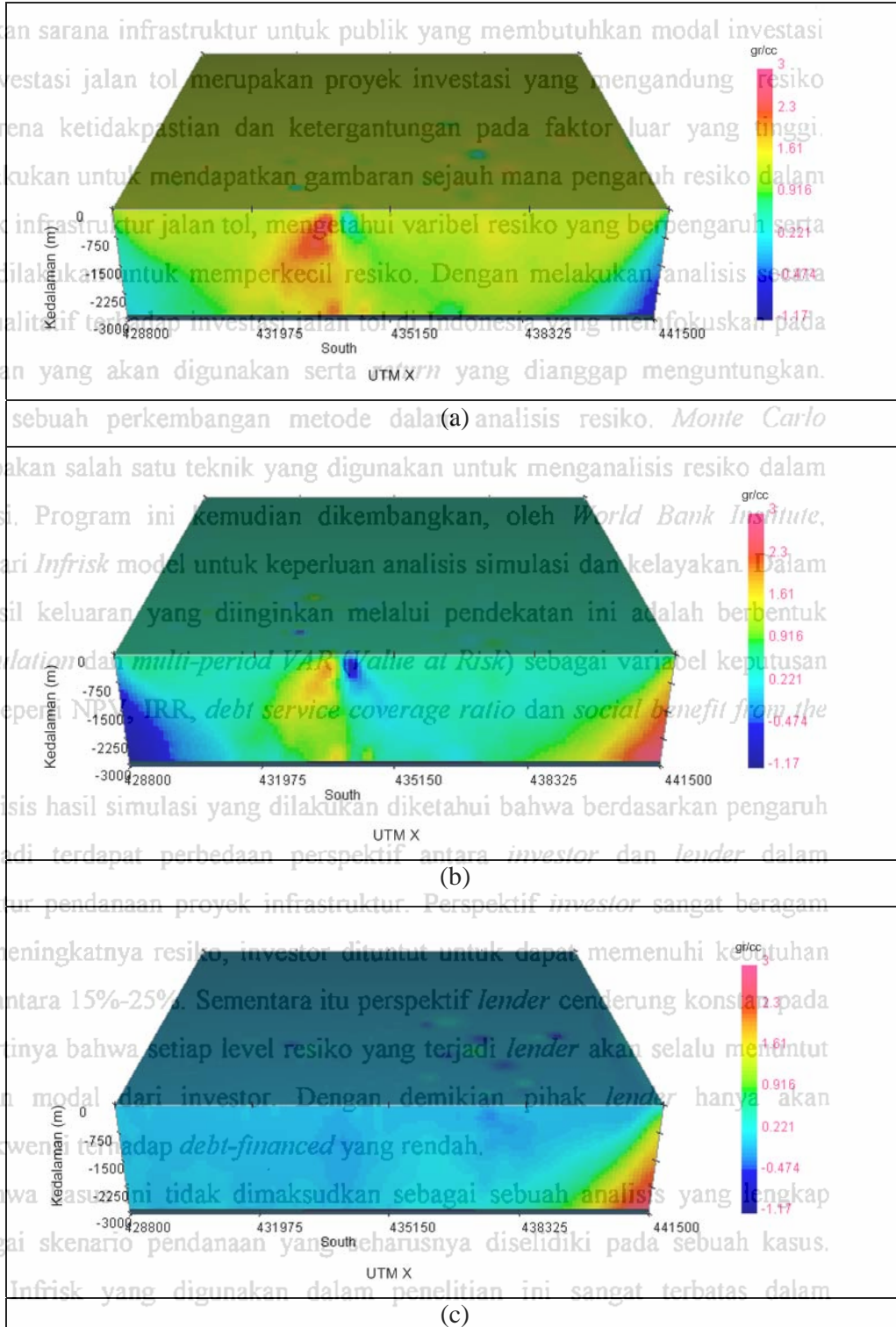
Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi infrastruktur yang memerlukan modal investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketidaktuntunan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur yang memiliki variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap resiko yang ada di Indonesia yang menunjukkan pada struktur pendanaan yang dapat digunakan yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari Risk model untuk keperluan analisis simulasional dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil analisis yang dihasilkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation yang menggunakan Monte Carlo Risk (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti service coverage ratio dan social benefit from the project. Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan jenis resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 20% - 25%. Sedangkan dari perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyerahan modal dan pinjaman. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap resiko yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario investasi yang seharusnya dilakukan pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dan ketidakpastian yang ada dalam pelaksanaan proyek infrastruktur jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis resiko, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang difokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta $WACC$ yang dianggap menguntungkan.

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh risiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai skenario pendanaan dalam proyek infrastruktur.



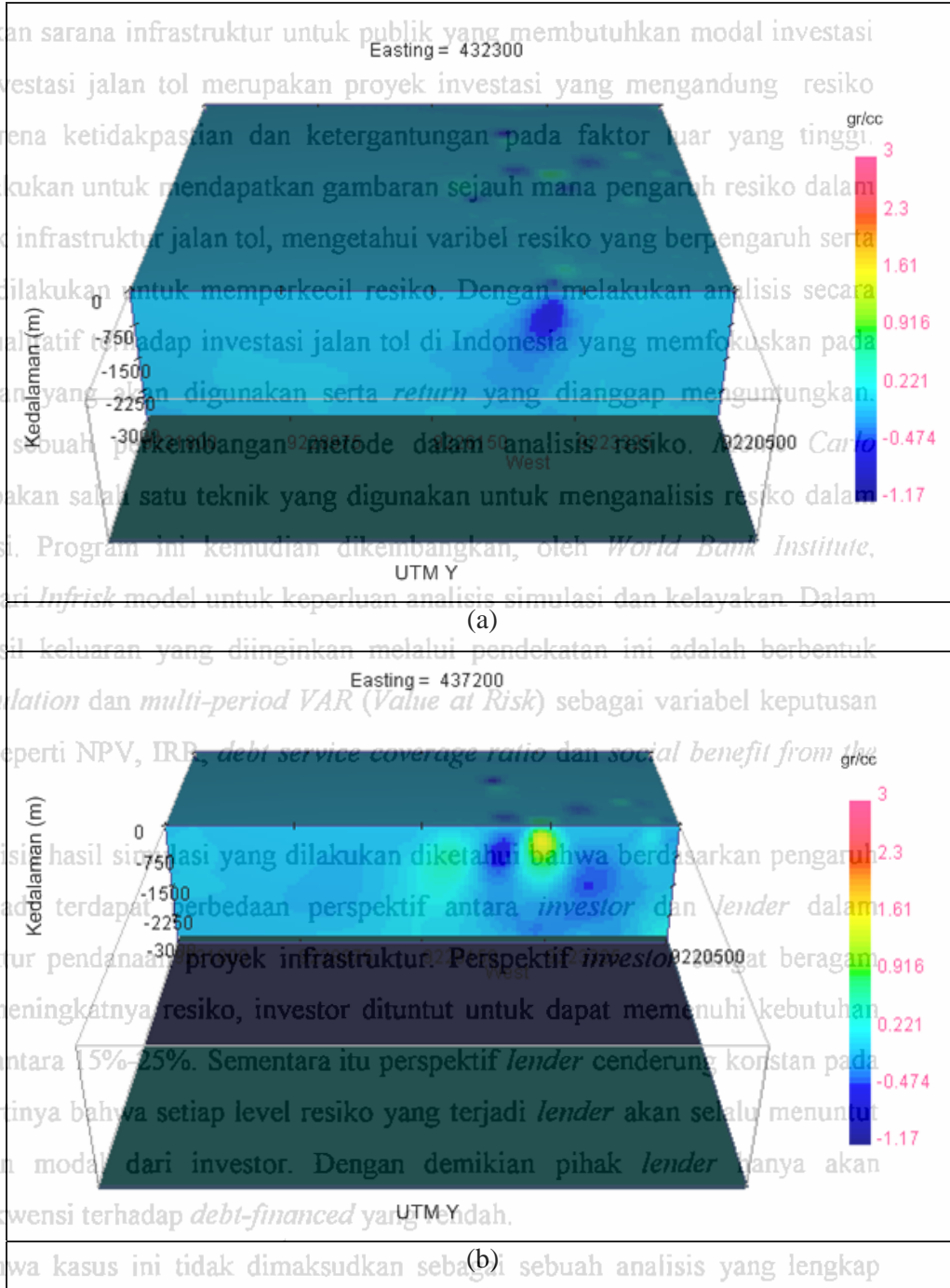
Gambar 5.12 (a) Hasil pemodelan inversi Juli 2007 mode GCV,
 (b) Hasil pemodelan inversi Agustus 2009 mode GCV,
 (c) Hasil pemodelan inversi anomali gayaberat mikro 4D

pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan.

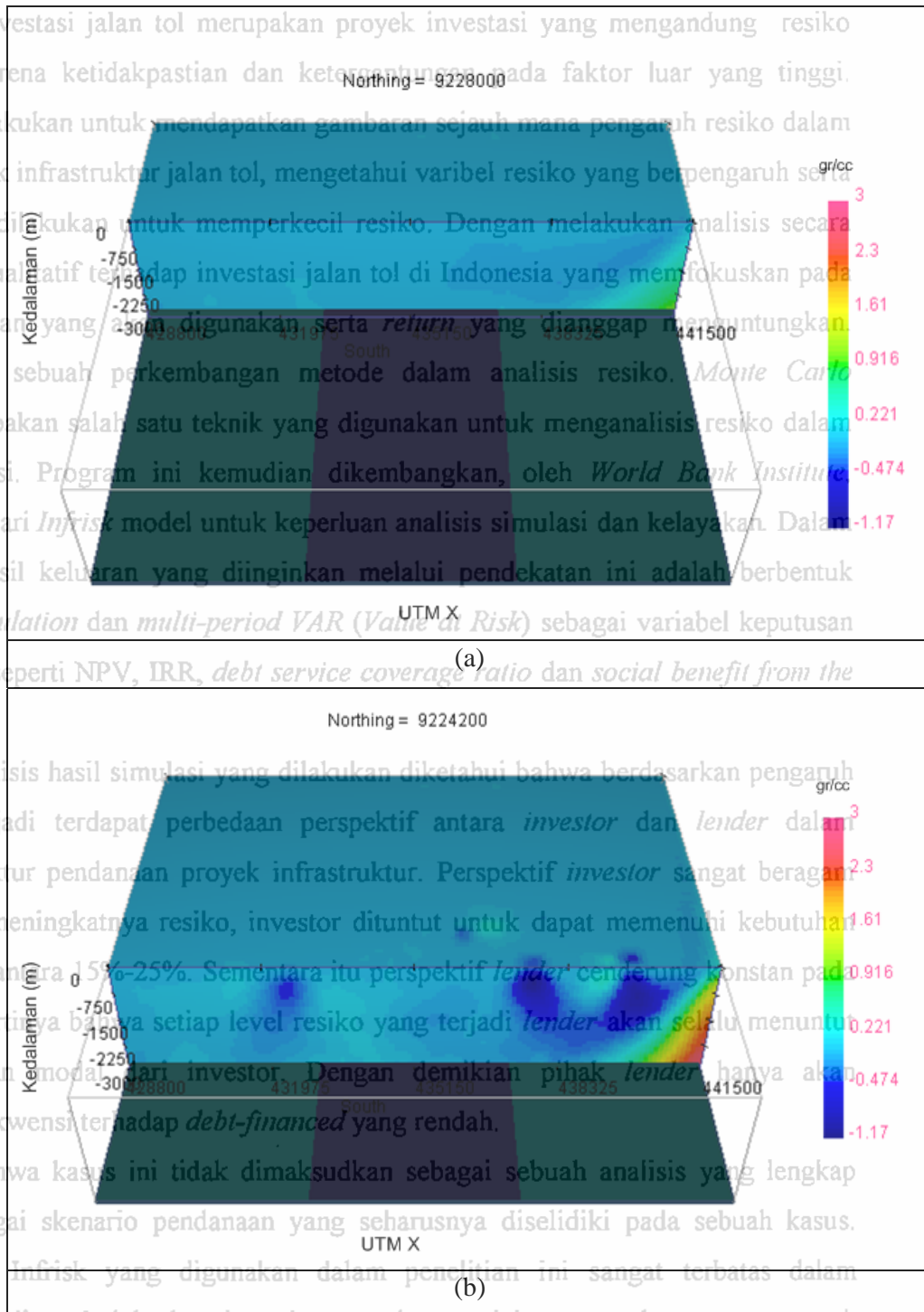


Gambar 5.13 Sebaran kontras densitas penampang U-S hasil pemodelan anomali gayaberat mikro 4D dengan teknik inversi pada irisan UTM X = 432300 dan UTM X = 437200

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan pada contoh kasus ini hanya merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute* menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh risiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya biaya setiap level risiko yang terjadi *tender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan, dalam penyediaan modal proyek



Gambar 5.14 Sebaran kontras densitas penampang B-T hasil pemodelan anomali gayaberat mikro 4D dengan teknik inversi pada irisan UTM Y = 9228000 dan UTM Y = 9224200

pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik