



## UNIVERSITAS INDONESIA

# IDENTIFIKASI LITOLOGI DAN POROSITAS MENGGUNAKAN ANALISA INVERSI DAN MULTI-ATRIBUT SEISMIK, STUDI KASUS LAPANGAN BLACKFOOT

#### TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains

FITRIYANIE BREN 08.06.421.060

# FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM PROGRAM STUDI ILMU FISIKA KEKHUSUSAN GEOFISIKA RESERVOAR JAKARTA Juni 2011

#### HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

besar. Namun investasi jalan tol merup Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri resiko sangat tinggi karena ketidakpasian dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan telah saya nyatakan dengan benar. pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi ialan tol di Indonesia : Fitriyanie Bren pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta return yang o ianggan menguntungkan. : 08 06 421 060 Simulasi adalah sebuah perkembangan metod le dalam simulation merupakan salah satu teknik ya Tanda Tangan tuk mener kegiatan investasi. Program ini kemudian Tanggal angkan, oleh 11 Juni 2011 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 NPW, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *leuder* 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 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 <u>ii</u> Universit

Universitas Indonesia

#### HALAMAN PENGESAHAN

besar. Namun investasi ialan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko Tesis ini diajukan oleh Fitriyanie Bren pada faktor luar yang tinggi. sangat tinggi karena ketidakpastian dan 08 06 421 060 mana pengaruh resiko dalam Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan pendanaan proyek infrastruktur jaran Program Studi : Magister Kekhususan Geofisika Reservoar upaya apa yang dilakukan untuk Judul Thesis Identifikasi Litologi dan Porositas Menggunakan kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi Analisa Inversi dan Multi-atribut Seismik, Studi Kasus struktur pendanaan yang akan digunakan Lapangan Blackfoot. menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai kegiatan investasi bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains, pada Program Studi Kekhususan Geofisika Reservoar, Fakultas Matematika dan Ilmu penelitian ini ha Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, debi service e ratio dan social benefit

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengah Pembimbing : Dr. rer. nat. Abdul Haris menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif meestor sangat ber Penguji : Prof. Dr. Suprayitno Munadi ekuitas berkisar antara 15%-25% Sementara itu perspektif lender cenderung konstar Penguji : Dr. Waluyo level tertinggi, artinya setiap level restor. Dengan demikian pihak lender hanya akan Penguji : Dr. Charlie Wu menerima konsekwensi teriladap debt-financee 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 iii Universit

Universitas Indonesia

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk KATA PENGANTAR ihkan modal investasi sangat tinggi karena keti ali pastian dan keterpantungan pada faktor luar yang tinggi Sujud syukur dan terimakasih tak terhingga kepada Allah SWT dan Penelitian ini dilakaperpanjangan tangan-Nya di dunia yaitu kedua orangtua saya, M. Bren RN (alm.) pendanaan proyek dan Erlyne Bren atas berkah hidup, tuntunan, jalan keluar dan semua pertolongan upaya apa yang diyang telah diberikan sepanjang nafas saya. Kepada suami saya Tana Lupiana, dan kuantitatif dan kua kedua gadis kecil kami, Keyla Nasyiwa Ilona dan Kaylee Shallomita Abigail, struktur pendanaa yang selalu hadir mewarnai setiap hela nafas tersebut. Kepada merekalah thesis Simulasi adalah ini dipersembahkan gan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan sa Ucapan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada pihakkegiatan investasi pihak yang telah membantu penyusunan thesis ini yaitu: *Donk Institute*. menjadi bagian dari Infr Bapak Prof. Dr. Suprajitno Munadi selaku Ketua Peminatan Geofisika penelitian ini hasil Reservoar yang selalu bersedia untuk berdiskusi dan menjawab probabilistic simulation dan pertanyaan pertanyaan saya. at Risc) sebagai variabel keputusan utama investasi sepert ratio dan social be 2. Bapak Dr. rer. nat. Abdul Haris selaku dosen pembimbing yang telah mencurahkan pikiran, waktu dan tenaganya untuk membimbing dan Berdasarkan analisis hasil mengarahkan penulis selama masa penyusunan thesis ini. oat perbedaan perspektif antara *investor* dan *leuder* dalam resiko yang terjadi 3. Seluruh dosen Kekhususan Geofisika Reservoar FMIPA UI tanpa menentukan stuktur pendanaan kecuali, yang telah memperkaya visi keilmuan saya. sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 14. Semua penghuni milis RGUI'08 tanpa terkecuali, You Rawk, Guys! level tertinggi, artinya b5. Staf administrasi Kekhususan Geofisika Reservoar FMIPA UI atas tinggi penvertaan modal bantuan selama mengurus administrasi, hak lender hanya akan menerima konsekwensi 6, Laptop, internet, Twitter, kursi pojokan e-library FMIPA UI, sepeda Perlu dicatat bahwa kasus klasik hadiah suami, bergelas-gelas kopi, dan semua kesulitan serta cinta mengenai berbagai skenar yang menemani penyusunan thesis ini sejak awal hingga akhir. Tanpa Sebab Simulasi Infrisk v kalian semua, thesis ini tak akan pernah ada. neat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggapepok Juni 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario Bren pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat baytu yang tepat dapaUniversitas Indonesia

#### HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS

## Jalan tol merupakan sarana infrastrulAKHIR UNTUK KEPENTINGAN PUBLIKASIASI

sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam tangan dibawah ini: pendanaan proyek infrastruktur jalan tol ruktur jalan tol, mengetahui varibel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan u Nama emperkecit res: Fitriyanie Bren akukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terh NPM vestasi jalan to: 08 06 421 060 ang memfokuskan pada struktur pendanaan yang ak Program Studi serta : Magister Kekhususan Geofisika Reservoar Simulasi adalah sebuah peDepartemen metode : Fisika analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah Fakultas keyang digu: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam kegiatan investasi, Program Jenis Karya and iken: Tesis and oleh World Bank Institute. menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasi keluara Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui dan memberikan probabilistic simula kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive utama investasi sene Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

"Identifikasi Litologi dan Porositas Menggunakan Analisa Inversi dan Berdasarkan analisis hasil simu Multi-atribut Seismik, Studi Kasus Lapangan Blackfoot"

resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspekti anara kana berangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Nonmenentukan stuktur eksklusif Universitas Indonesia berhak mengalih ini. menyimpan, media/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. tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekwensi terh Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan Dibuat disebuah Jakartais yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seh Pada tanggallid 11 Juni 2011 uah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam peYang Menyatakanat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek MUS sejumlah skenario jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan (Fitriyanie Bren) dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan Universitas Indonesia

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko Nama : Fitriyanie Bren sangat tinggi kareProgram Studi : a Geofisika Reservoar an pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan Identifikasi Litologi dan Porositas Menggunakan Analisa Inversi dan Multi-atribut Seismik, Studi Kasus Lapangan pendanaan proyek infrastruktur jalan Blackfoot etahui varibel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang di Integrasi data seismik dan log sumur dilakukan pada dataset lapangan Blackfoot kuantitatif dan kuantuk mengidentifikasi penyebaran litologi dan porositas pada zona target reservoar tipis di lapangan ini. Integrasi dilakukan menggunakan analisa inversi struktur pendanaa dan multi-atribut seismik. Dengan inversi seismik, tras seismik dapat diubah menjadi volume impedansi akustik yang kemudian dikonversikan menjadi porositas dengan suatu asumsi sedangkan dengan multiatribut seismik, volume porositas dapat diprediksi dengan transformasi linier dan non-linier antara properti log sumur dengan serangkaian atribut seismik. kegiatan investas World Bank Institute. ogram ini ke menjadi bagian da Tiga jenis metoda inversi impedansi akustik diterapkan pada dataset yaitu inversi rekursif, linear programming sparse-spike (LPSS) dan model-based. Hasil inversi penelitian ini ha kemudian dibandingkan satu sama lain melalui parameter cross correlation dan error log. Hasil dari inversi yang berbeda-beda ini secara konsisten menunjukkan reservoar dengan impedansi rendah didalam channel pada kedalaman kurang lebih utama investasi 1060ms pada domain waktu. Inversi berbasiskan model menunjukkan pencitraan yang lebih baik dan koefisien korelasi yang paling tinggi (99.8%) dibandingkan kedua jenis inversi lainnya. Karenanya, hasil inversi impedansi akustik modelbased ini kemudian digunakan sebagai atribut eksternal pada analisa multi-atribut. resiko yang tera Volume pseudo porositas dibuat dari fungsi regresi dari crossplot hubungan impedansi akustik hasil inversi dengan log porositas yang tersedia pada setiap sumur. sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar a Analisa multi-atribut digunakan untuk menghasilkan transformasi linier maupun non-linier antara properti log sumur-dalam hal ini adalah log impedansi akustik, densitas dan porositas-dengan serangkaian atribut seismik. Untuk model linier, tinggi penyertaan dipilih | transformasi pembobotan linear step-wise | regression (SWR) vang diperoleh dari minimisasi least-square. Untuk mode non-linier probabilistic neural networks (PNN) di-training menggunakan atribut pilihan dari transformasi Perlu dicatat bah SWR sebagai input. PNN dipilih sebagai network yang akan diterapkan pada dataset karena umumnya menunjukkan korelasi yang lebih baik dan mempunyai mengenai berbaga algoritma matematis yang lebih sederhana. diselidiki pada sebuah kasus. merefleksikan realKata kunciserbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indo Litologi, porositas, inversi, multi-atribut, multi-linear regression, artificial neural network (ANN), probabilistic neural network (PNN) dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bayitu yang tepat dapaUniversitas Indonesia

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publaBSTRACT butuhkan modal investasi sangat tinggi kareNametidakpastian di Fitrivanie Brengan pada faktor luar yang tinggi. Study Programme : Reservoir Geophysics Identification of Lithology and Porosity Distribution Title pendanaan proyek infrastruktur jalan tol Using Seismic Inversion and Multi-attributes Analyses, **Case Study of Blackfoot Field** upaya apa yang dilakukan untuk memper kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada Integration of seismic and well log data of Blackfoot field dataset was conducted struktur pendanaa to identify the distribution of lithology and porosity of an interest thin reservoir zone in this field. The integration has been done using seismic and multiattribute analyses. With seismic inversion, seismic trace can be changed into acoustic impedance which represent the physical property of the reservoir layer and then converted to be a porosity volume. With seismic multiattribute, log property kegiatan investas volumes are predicted using linear or non-linear transformations between log properties and a set of seismic attributes. simulasi dan kelavakan. Dalam Three types of seismic inversion have been applied to the dataset i.e. recursive probabilistic similar programming sparse-spike (LPSS) inversion and model-based inversion. The results then were compared each other through cross correlation utama investasi and error log parameters. The difference inversion results show clearly the reservoir with its related low impedance within a channel at the depth of 1550m or moreless at 1060ms in time domain. The model-based inversion result shows Berdasarkan anali smoothed image and the highest correlation coefficient (99.8%) compared to two other inversions. Therefore, the acoustic impedance of model-based inversion result was used for external attribute in multiattribute analyses. Pseudo-porosity menentukan stukt volume was produced from regression function of a crossplot between the acoustic impedance as an inversion result with the original porosity log. sejalan dengan mer Multiattribute analyses were used to derive a relationship between well log level tertinggi, art properties i.e. acoustic impedance, density and porosity logs – and a set of seismic attributes. The derived relationship can be linear (using step-wise regression transformation) or non-linear (using probabilistic neural network transformation). menerima konsek PNN is chosen as a network trained for final dataset because in general it shows

Perlu dicatat better correlations and simpler matematic algorithms. The reliability of derived relationship is determined by cross-validation test.

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 Keywords:

Lithology, porosity, inversion, multi-attributes, multi-linear regression, artificial neural network (ANN), probabilistic neural network (PNN)

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat baritu yang tepat dapaUniversitas Indonesia basil 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 ketidaknastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.  |
| Penelitian ini dilakTESISatuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalami   |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITASii<br>HALAMAN PENGESAHANiii  |
| upaya apa yang d KATA PENGANTARiv   |
| kuantitatif dan kuaAKHIR UNTUK KEPENTINGAN PUBLIKASIv   |
| struktur pendanaa ABSTRAK   |
| Simulasi adalah DAFTAR ISI  |
| DAFTAR GAMBAR   |
| baf far fabel   |
| BAB 1 PENDAHULUAN   |
| penelitian ini hasil keluar1.2. yang dBatasan Masalahnendekatan iniadalah berbentuk2  |
| probabilistic simulation dah.3nulti-pe/Tujuan Penelitian.at.Rist?schagai.wariahel.keputusan2  |
| utama investasi seperti NP1.4.IRR, deMetodologi Penelitian ada. dan. social banafit from the  |
| project. 1.5. Sistematika Penulisan   |
| DAD 2. TINIAHANI TENTANG ANALIGA INVEDELDAN MEH TE  |
| Berdasarkan ang DAD 2 TINJAUAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN MULTI-   |
| ATRIBUT SEISMIK   |
| ATRIBUT SEISMIK   |
| Berdasarkan and BAB 2 TINJAOAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN WOLTI-<br>ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang terjadi ter 2.1.       Teori Inversi Seismik   |
| Berdasarkan and BAB 2 TINJAUAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN WOLTF-<br>ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang tenadi 2021.       Teori Inversi Seismik   |
| Berdasarkan and BAB 2 TINJAOAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN MOLTI-<br>ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang terjadi 2012.1.       Teori Inversi Seismik       4         menentukan stuktur pendana 2.1.1.       Wavelet       5         sejalan dengan meningkatnya 2.1.2.       Well-Seismic Tie       7         ekuitas berkisar antara 15%-2       2.1.3.       Model Impedansi Inisial       8         level tertinggi, artinya bahwa s2.1.4.       Inversi Seismik       8  |
| Berdasarkan and BAB 2 TINJAUAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN WOLTF-<br>ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang tenadi 2.1.       Teori Inversi Seismik  |
| Bardasarkan and BAB 2 TINJAOAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN WOLLT-<br>ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang tenado 2.1.       Teori Inversi Seismik  |
| Berdasarkan and BAB 2 TINJAOAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN MOLTI-<br>ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang terjadi 2.1.       Teori Inversi Seismik       4         menentukan stuktur pendana 2.1.1.       Wavelet       5         sejalan dengan meningkatnya 2.1.2.       Well-Seismic Tie       7         ekuitas berkisar antara 15%-2.1.3.       Model Impedansi Inisial       8         level tertinggi, artinya bahwa 2.1.4.       Inversi Seismik       8         tinggi penyertaan modal dari 2.1.4.1.       Inversi Sparse-Spike       10         2.1.4.3.       Inversi Model-Based       12  |
| Berdasarkan and BAB 2 TINJACAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN MOLTI-<br>ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang terjati terzi.1.       Teori Inversi Seismik       4         menentukan stuktur pendanaa 2.1.1.       Wavelet       5         sejalan dengan meningkatnya 2.1.2.       Well-Seismic Tie       7         ekuitas berkisar antara 15%-22.1.3.       Model Impedansi Inisial       8         level tertinggi, artinya bahwa s2.1.4.       Inversi Seismik       8         tinggi penyertaan modal dari 2.1.4.1.       Inversi Rekursif       8         2.1.4.2.       Inversi Sparse-Spike       10         2.1.4.3.       Inversi Model-Based       12         2.2.       Teori Multi-Atribut       14   |
| Berdasarkan and BAB 2 TINJACAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN MULTI-<br>ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang terjati terizi.       2.1.         Teori Inversi Seismik       4         menentukan stuktur pendana 2.1.1, Wavelet       5         sejalan dengan meningkatnya 2.1.2, Well-Seismic Tie       7         ekuitas berkisar antara 15% 2.1.3, Model Impedansi Inisial       8         level tertinggi, artinya bahwa 2.1.4, Inversi Seismik       8         2.1.4.1, Inversi Seismik       8         2.1.4.2, Inversi Sparse-Spike       10         2.1.4.3, Inversi Model-Based       12         2.2.       Teori Multi-Atribut       14         2.2.       Teori Multi-Atribut       14         2.2.1, Analisa Multi-Regresi Linier       14   |
| Berdasarkan and BAB 2 TINJACAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN MOLTI-         ATRIBUT SEISMIK         resiko yang terjah terjah terjah         2.1.         Teori Inversi Seismik         4         menentukan stuktur pendana 2.1.1.         Wavelet         5         sejalan dengan meningkatuya 2.1.2.         Well-Seismic Tie         7         ekuitas berkisar antara 15%-2.2.1.3.         Model Impedansi Inisial         8         level tertinggi, artinya bahwa 2.1.4.         1.1.2.         1.1.3.         Model Impedansi Inisial         8         1.1.4.1.         1.1.4.1.         1.1.4.2.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.3.         1.1.4.   |
| Berdasarkan and BAB 2 TINJAOAN TERMANG ANALISA INVERSI DAIN MULTI-         ATRIBUT SEISMIK         resiko yang teridi teri |
| Berdasarkan anal BAB 2       III. JACAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN MULTI-         ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang tendo (2.1.)       Teori Inversi Seismik         menentukan stuktur pendana 2,1.1.       Wavelet         Sejalan dengan meningkatnya 2.1.2.       Well-Seismie Tie         resiko yang tendo (2.1.)       Model Impedansi Inisial         resiko yang tendo (2.1.)       Well-Seismie Tie         sejalan dengan meningkatnya 2.1.2.       Well-Seismie Tie         ekuitas berkisar antara 15% (2.1.3.)       Model Impedansi Inisial         1       2.1.4.       Inversi Seismik         1       2.1.4.       Inversi Seismik         1       2.1.4.1.       Inversi Seismik         1       2.1.4.2.       Inversi Sparse-Spike         10       2.1.4.3.       Inversi Model-Based         2.1.4.3.       Inversi Model-Based       12         2.2.       Teori Multi-Atribut       14         2.2.1.       Analisa Multi-Regresi Linier       14         2.2.3.1.       Probabilistic Neural Network (ANN)       17         1       2.2.3.1.       Probabilistic Neural Network (PNN)       17         1       2.2.3.1.       Probabilistic Neural Network (PNN)       17         1       2.2.3.   |
| ATRIBUT SEISMIK       4         resiko yang terjati (2.1.)       Teori Inversi Seismik       4         menentukan stuktu pendana 2.1.1.       Wavelet       5         sejalan dengan meningkatnya 2.1.2.       Well-Seismic Tie       7         ekuitas berkisar antara 15%-2.2.1.3.       Model Impedansi Inisial       7         ekuitas berkisar antara 15%-2.2.1.3.       Model Impedansi Inisial       8         level tertinggi, artinya bahwa 2.1.4.       Inversi Seismik       8         inggi penyertaan modal dari 2.1.4.1.       Inversi Sparse-Spike       10         2.1.4.2.       Inversi Sparse-Spike       10         2.1.4.3.       Inversi Model-Based       12         Perlu dicatat bahwa kasus       2.2.       Teori Multi-Atribut       14         Sebab Simulasi Infrisk yang       2.2.1.       Antrificial Neural Network (ANN)       17         merefleksikan realitas dari 2.2.3.       Artificial Neural Network (ANN)       17         jalan tol di Indonesia       Demographic Neural Network (ANN)       17         jalan tol di Indonesia       Demographic Neural Network (PNN)       17         jalan tol di Indonesia       Demographic Neural Network (PNN)       17         jalan tol di Indonesia       Demographic Neural Network (PNN)       17         jalan t  |

| Jalan tol merupakan sarana <sup>3</sup> ,1,1,astruk Tinjauan Geologi Singkatan modal investasi  |
|---|
| besar. Namun investasi jalan t <sup>3.1.2</sup> . Kelengkapan Data  |
| 3.1.3. Diagram Alir Pengolahan Data   |
| 3.2.     Pengolahan Data     22   |
| 3.2.1. Metoda Inversi   |
| 3.2.1.1. Analisa Crossplot Log  |
| 3.2.1.2. Analisa Spektrum Amplitudo   |
| 3.2.1.3. Analisa Tuning   |
| 3.2.1.4. Ekstraksi Wavelet  |
| 3.2.1.5. Well-Seismic Tie and Horizon Picking   |
| 3.2.1.6. Pembuatan Model Impedansi Inisial  |
| kegiatan investasi. Program ini 3.2.1.7. Inversi Rekursif   |
| menjadi bagian dari Infrisk mode 3.2.1.8. Inversi Sparse-spike mulani dan kelavakan. Dalam  |
| penelitian ini hasil keluaran ya 3.2.1.9. Inversi Model-Based akatan ini adalah herhentuk 30  |
| probabilistic simulation dan m3.2.2 eri Analisa Multi-Atribut   |
| utama investasi seperti NDV, 13.2.2.1. Peningkatan Resolusi Volume Impedansi Akustik Hasil  |
| project. Inversi  |
| 3.2.2.3. Prediksi Volume Pseudo-Densitas  |
| Derendennen einen binnenen Jung einenen binnenen bentre berebennen pengeren   |
| resiko yang terjadi terdapat 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas  |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas   |
| 3.2.2.3.       Prediksi Log Porositas       39         BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN       42         4.1.       Analisa Inversi       42         sejalan dengan menerkukan       42         4.1.1.       Kontrol Mutu       42  |
| 3.2.2.3.       Prediksi Log Porositas       39         BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN       42         4.1.       Analisa Inversi       42         sejalan dengan menerukan suk       4.1.1.       Kontrol Mutu       42         ekuitas berkisar antara 15%-2       4.1.2.       Blind Well Test       43  |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas       39         BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Analisa Inversi         42       4.1.1.         Kontrol Mutu       42         4.1.2.       Blind Well Test         4.1.3.       Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas   |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas       39         BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Kontrol Mutu         4.1.       Blind Well Test         4.1.       Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas         4.1.3.       Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas  |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas       39         BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Kontrol Mutu         4.1.       Blind Well Test         4.1.3.       Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas         4.1.3.       Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas         4.1.3.       Meningkatkan Resolusi Volume Impedansi Akustik Hasil  |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas       39         BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Kontrol Mutu         4.1.       Kontrol Mutu         4.1.       Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas         4.1.       Analisa Multi-atribut         4.1.       Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas         4.1.       Analisa Multi-atribut         4.1.       Meningkatkan Resolusi Volume Impedansi Akustik Hasil         Perlu dicatat bahwa k Inversi       4.1   |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas   |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas       39         BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Analisa Inversi         4.1.       Kontrol Mutu         42       4.1.1.         Kontrol Mutu       42         ekuitas berkisar antara 15%       4.1.2.         Blind Well Test       43         level tertinggi, artinya bahwa 4.1.3.       Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas         44       tinggi penyertaan modal 4.2.1.         Meningkatkan Resolusi Volume Impedansi Akustik Hasil         Perlu dicatat bahwa k Inversi.       4.2.2.         A.2.2.       Prediksi Log Pseudo-Densitas       47         Sebab Simulasi Infrisk yang 4.2.3.       Prediksi Log Porositas       48  |
| 3.2.2.3.       Prediksi Log Porositas   |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas       39         BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN       42         4.1. Analisa Inversi       42         sejalan dengan meningkatu       4.1.1. Kontrol Mutu         4.1. Analisa Inversi       42         ekuitas berkisar antara 15%-2       4.1.2. Blind Well Test         4.1. Kontrol Mutu       43         level tertinggi, artinya bahwa 4.1.3. Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas       44         tinggi penyertaan modal 4.2       Meningkatkan Resolusi Volume Impedansi Akustik Hasil         Perlu dicatat bahwa k Inversi  |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas   |
| 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas       39         BAB4 HASIL DAN PEMBAHASAN       42         menentukan stuktu       4.1. Analisa Inversi       42         sejalan dengan meningkanya       4.1.1. Kontrol Mutu       42         ekuitas berkisar antara 15%       4.1.2. Blind Well Test       43         level tertinggi, artinya bahwa       4.1.3. Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas       44         tinggi penyertaan modal 4.2.       inversi Volume Impedansi ke Volume Impedansi Akustik Hasil       46         menerima konsekwensi terhad       4.2.1. / Meningkatkan Resolusi Volume Impedansi Akustik Hasil       47         Sebab Simulasi Infrisk yang 4.2.3. Prediksi Log Porositas       48         merefleksikan realitas da 3. Interpretasi Geologi       49         jalan tol di Ind BAB 5 KESIMPULAN       51         DAFTAR ACUAN       52         pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario skenario yang telah diilustrasikan         dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bisku yang tepat dap Universitas Indonesia |

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi DAFTAR GAMBAR sangat tinggi karendar 2.1. Diagram alir standar dari proses pembuatan impedansi akustik dari Penelitian ini dilakukan untuk medata awal log sumur dan seismik sampai ke interpretasi data upaya apa yang Gambar 2.2. Konsep dari inversi Impedansi Akustik. Panah merah kuantitatif dan kualitatif terhada memperlihatkan pemodelan 'ke depan' sementara panah hitam struktur pendanaan yang akan menunjukan inversi duri vang dianggan menguntungkan......5 Simulasi adalah Gambar 2.3. Asumsi dasar dari prinsip metoda Maximum Likelihood (Russell, kegiatan investas Gambar 2.4. Iterasi pada metoda inversi Sparse Spike yang dilakukan berulangmenjadi bagian dari uni kang ulang untuk memperoleh reflektifitas dan wavelet yang sesuai penelitian ini hasil keluaran ya (Sukmono, 2004) ..... 11 Gambar 2.5. Proses inversi dari data seismik dilakukan beberapa kali untuk utama investasi seperti NDV, memperoleh reflektifitas dan spike yang reasonable (Jason, 2001) Gambar 2.6. Diagram alir proses inversi metoda model-based (Russel, 1988). Berdasarkan analysis hasil simulasi proses inversi metoda model-based (Russel, 1988). 13 resiko yang terjadi ang ganakan operator konvolusi 5-point..... . 15 Gambar 3.1. Lokasi dan kolom stratigrafi batuan Cretaceous di lapangan sejalan dengan meningkatnya Blackfoot, serta target reservoar pada Glauconitic Member ekuitas berkisar antara 15%-25% (Margrave et al., 1997) ..... Jender cendering konstan pada 19 level tertinggi, an Gambar 3.2. Basemap daerah penelitian berdasarkan inline dan crossline. Inline tinggi penyertaan modal dari berkisar dari 1-119 dan crossline berkisar dari 1-81.12. 20 menerima konsek Gambar 3.3. Penampang CDP melintasi channel yang diduga reservoar, posisi Perlu dicatat bahwa kasus ini tichannel Glauconitic ditunjukkan oleh elips pada time 1060ms. mengenai berbagai skenario perInset kanan adalah peta slice amplitudo RMS pada time 1060ms Sebab Simulasi Infrisk vang memperlihatkan perubahan dari amplitudo tinggi ke rendah (garis Gambar 3.4. Diagram alir pengolahan data..... 21 pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bagtu yang tepat dapa Universitas Indonesia

Jalan tol merupaka Gambar 3.5. Contoh crossplot antara densitas dan porositas pada log sumur FB-16. Crossplot ini dapat memisahkan antara shale, tight sand dan porous sand dengan sangat baik. Cutoff untuk porous sandstone adalah >15%, tight sandstone 5-10% dan shale <5% ..... 22 Gambar 3.6. Crossplot antara impedansi dan densitas pada sumur FB-16. Pemisahan litologi belum cukup baik. Cutoff density untuk upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara sandstone adalah 2.10-2.60-gr/cc sedangkan untuk shale 1.90kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada 2.70-gr/cc .23 Gambar 3.7. Crossplot antara impedansi dan porositas pada sumur FB-04. Simulasi adalah sebuah perke Walaupun masih ada overlapping tapi pada crossplot ini simulation merupakan salah satu pemisahan antara shale, tight sand dan porous sand sudah cukup kegiatan investasi. Program ini baik. Terlihat bahwa porous sandstone mempunyai AI yang menjadi bagian dari Infrisk moderendah. Cutoff untuk porous sandstone adalah >15%, tight penelitian ini basil-keluaran ya sandstone 5-10% dan shale <5% atan.ini.adalah.herbentuk. 23 probabilistic sime Gambar 3.8. Spektrum amplitudo dari data seismik yang digunakan. Frekuensi utama investasi seperti NDV, IR dominan adalah 30Hz dan frekuensi optimal berkisar antara 10-90Hz..... resiko yang tera Gambar 3.10. Wavelet yang diekstrak di lokasi semua sumur kecuali sumur untuk blind well test yaitu FB-05, FB-13 dan FB-29. 26 menentukan stuktur pendanaan Gambar 3.11. Korelasi pada sumur FB-04 dengan menggunakan wavelet log sumur berfasa konstan. Kurva, dari kiri ke kanan, menunjukkan ekuitas berkisar antara 15%-259 kurva kecepatan gelombang-P, cross-over antara density/porosity tras sintetis (biru) dan tras seismik (merah). Koefisien log. investor Dengan demikian pihak lender hanya akan korelasi adalah 81.6%..... 27 Gambar 3.12. Penampang arbitrary model impedansi akustik inisial setelah filtrasi Perlu dicatat bahwa kasus ini ti low-pass 10Hz. Inset adalah *slice map* pada *time* 1060ms......28 mengenai berbag Gambar 3.13. Contoh hasil algoritma inversi rekursif dibandingkan dengan log Sebab Simulasi Infrisk yang original pada sumur FB-01, FB-04 dan FB-08. Total korelasi merefleksikan realitas dari berbmencapai 96.3% dan error log berkisar antara 818 sampai 1334 jalan tol di Indonesia, Dalam m/srg/ecalisis..nroyek..sesunggubnya...sejumlah..skenario....28 dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bayitu yang tepat dapa Universitas Indonesia

Jalan to merupaka Gambar 3.14. Penampang arbitrary dan slice map impedansi akustik hasil algoritma inversi rekursif. Zone impedansi rendah berada sekitar 1060ms masih terlihat namun penyebarannya tidak terlalu baik. 29 Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko Gambar 3.15. Contoh hasil inversi menggunakan algoritma inversi sparse-spike dibandingkan dengan log original pada sumur FB-01, FB-04 dan memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara ...29 Gambar 3.16. Cross-section dan slice map impedansi akustik hasil algoritma struktur pendanaan yang akan inversi sparse-spike. Perhatikan zone impedansi rendah berada Simulasi adalah sebuah perke simulation merup Gambar 3.17. Contoh hasil inversi menggunakan algoritma inversi model-based kegiatan investasi. Program in dibandingkan dengan log original pada sumur FB-01, FB-04 dan menjadi bagian dari Infrisk mode FB-08; keperluan analisis simulasi dan kelavakan. Dalam ... 30 penelitian in has Gambar 3.18. Cross-section dan peta impedansi akustik hasil inversi model-based. probabilistic simulation dan mul Perhatikan zone impedansi rendah berada sekitar 1060ms (elips) utama investasi seperti NPV, IRR, debt. cervice. construce ratio dan social benefit from the .....31 Gambar 3.19. Perbandingan nilai Koefisien Korelasi Sintetik Seismogram (kiri) dan Error Log (kanan) untuk setiap algoritma inversi. Terlihat Berdasarkan analisis hasil simula bahwa inversi model-based mempunyai nilaikorelasi terbesar dan resiko yang terjadi terdapat error terkecil sehingga dipilih untuk dijadikan atribut eksternal. menentukan stuktur pendanaan siko, investor dimmet untils danat memeri sejalan dengan meningkatnya resiko myestor dinanti untuk dapat memenuhi kebutuhan Gambar 3.20. Data input untuk prediksi log impedansi akustik menggunakan ekuitas berkisar antara 15%-3 analisa multi-atribut..... 33 level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut Gambar 3.21. Error rata-rata sebagai fungsi dari jumlah atribut seismik yang digunakan pada analisa Step Wise Regression (SWR). Garis hitam menerima konsekwensi terhadap di bagian bawah adalah error penggunaan semua sumur dalam kalkulasi dan garis merah di bagian atas adalah error validasi. mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. 34 Sebab Simulasi Gambar 3.22. Cross-plot antara impedansi akustik aktual dan impedansi akustik merefleksikan realitas dari berbprediksi dengan penggunaan 8 atribut seismik dan operator jalan tol di Indonesia. Dalam konvolusi 5-point pada transformasi step-wise regression (kiri) dan pendanaan harus diselidiki dan probabilistic neural network (kanan).....telah..diilustrasikan....34 dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bajitu yang tepat dapa Universitas Indonesia

Jalan to merupak Gambar 3.23. Hasil training metoda Step Wise Regression (kiri) dan PNN (kanan) menggunakan 8 atribut seismik dan operator konvolusi 5point dalam prediksi volume impedansi akustik. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa SWR adalah 83.5% dan error 464 m/s\*g/cc. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa PNN adalah 95.6% dan error 263 m/s\*g/cc. . ..35 upaya apa yang dilakukan untuk memperkeril resiko Dengan melakukan analisis secara Gambar 3.24. Hasil validasi Step Wise Regression (kiri) dan PNN (kanan) kuantitatif dan kualitatif terhada menggunakan 8 atribut seismik dan operator konvolusi 5-point struktur pendanaan yang akan dalam prediksi impedansi akustik. Korelasi yang dihasilkan oleh Simulasi adalah sebuah perke analisa SWR adalah 78.8% dan error 522 m/s\*g/cc. Korelasi yang simulation merupakan salah satu dihasilkan oleh analisa PNN adalah 81.4% dan error 491 kegiatan investasi. Program ini m/s\*g/ccan dikembangkan, oleh World Bank Institute.....35 menjadi bagian da Gambar 3.25 Data input untuk prediksi log densitas menggunakan analisa multi-probabilistic sime Gambar 3.26. Error rata-rata sebagai fungsi dari jumlah atribut seismik yang utama investasi seperti NDV IR digunakan pada transformasi Step Wise Regression (SWR) untuk prediksi log densitas. Garis hitam di bagian bawah adalah error penggunaan semua sumur dalam kalkulasi dan garis merah di Berdasarkan analisis hasil simula resiko yang terjadi terdapat Gambar 3.27. Cross-plot antara densitas aktual dan densitas prediksi dengan penggunaan 6 atribut seismik dan operator konvolusi 3-point. sejalan dengan meningkatnya re Gambar 3.28. Hasil training metoda Step Wise Regression (kiri) dan PNN (kanan) menggunakan 6 atribut seismik dan operator konvolusi 3point dalam prediksi densitas. Korelasi yang dihasilkan oleh transformasi SWR adalah 74.7% dan error 0.042gr/cc. Korelasi yang dihasilkan oleh transformasi PNN adalah 92.7% dan error mengenai berbagai skenario perolo25gr/ccang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. 38 Sebab Simulasi Gambar 3.29. Hasil validasi SWR (kiri) dan PNN (kanan) menggunakan 6 atribut merefleksikan realitas dari berbseismik dan operator konvolusi 3-point dalam prediksi densitas. jalan tol di Indonesia. Dalam Korelasi yang dihasilkan oleh transformasi SWR adalah 70.1% pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bxijitu yang tepat dapaUniversitas Indonesia

dan error 0.045gr/cc dan korelasi yang dihasilkan oleh Gambar 3.30. Data input untuk prediksi log porositas menggunakan analisa multiatribut..... Gambar 3.31. Error rata-rata sebagai fungsi dari jumlah atribut seismik yang digunakan pada analisa Step Wise Regression. Garis hitam di bagian bawah adalah error penggunaan semua sumur dalam kuantitatif dan kualitatif terhadar kalkulasi dan garis merah di bagian atas adalah error validasi. struktur pendanaan yang akan digunakan serta return yang dianggap menguntungkan. Gambar 3.32. Cross-plot antara porositas aktual dan porositas prediksi dengan simulation merupakan salah satu penggunaan 8 atribut seismik dan operator konvolusi 1-point. kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute, 41 menjadi bagian da Gambar 3.33. Hasil training metoda Step Wise Regression (kiri) dan PNN penelitian ini hasil-keluaran ya (kanan) menggunakan 8 atribut seismik dan operator konvolusi 1probabilistic simulation dan mul point dalam prediksi porositas. Korelasi yang dihasilkan oleh utama investasi seperti NDV IR analisa SWR adalah 68.3% dan error 2.76%. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa PNN adalah 89.4% dan error 1.77 Berdasarkan analisis hasil simula resiko yang tera Gambar 3.34. Hasil validasi Step Wise Regression (kiri) dan PNN (kanan) menggunakan 8 atribut seismik dan operator konvolusi 1-point menentukan stuktur pendanaan dalam prediksi porositas. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa sejalan dengan meningkatnya re SWR adalah 65.4% dan error 2.86% dan korelasi yang dihasilkan ekuitas berkisar antara 15%-259 oleh analisa PNN adalah 69.4% dan error 2.76 %......41 level tertinggi, attinva bahwa setiap level resiko yang teradi lender akan setau menunun Gambar 4.1. Hasil inversi menggunakan algoritma model-based dibandingkan dengan log asli pada sumur FB-09B. Korelasi sebesar 97.9% dan menerima konsekwensi terhadap debt-firmered yang rendah. Perlu dicatat bah Gambar 4.2. Synthetic error plot untuk inversi model-based. Amplitudo secara Sebab Simulasi Gambar 4.3. Koefisien korelasi sintetik seismogram dari blind wells, FB-05, FBmerefleksikan realitas dari berb13, FB-29. Korelasi mencapai 99.8% dan error log berkisar dari jalan tol di Indonesia. Dalam 798 – 1064 (m/s)•(g/cc) sesungguhnya...sejumlah..skenario....43 pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat baiyu yang tepat dapa Universitas Indonesia

Jalan to merupak Gambar 4.4. Penampang arbitrary dari blind wells, FB-29, FB-05, FB-13. Terlihat bahwa log impedansi akustik relatif mirip pada zona yang lebih dangkal dan relatif kurang mirip pada zona yang lebih dalam. Inset adalah slice pada 1060ms. pendanaan proyek infrastruk Gambar 4.6. Penampang arbitrary seismik kubus porositas hasil konversi dari inversi impedansi akustik dengan algoritma model-based. Inset adalah peta (slice) pada *time* 1060ms. kuantitatif dan kualitatif terhada struktur pendanaa Gambar 4.7. Kombinasi volume akustik impedansi dan porositas dalam satu Simulasi adalah sebuah perkenwindow. Target reservoir (ditandai dengan garis putus-putus) simulation merupakan salah satu adalah daerah zona I yang mempunyai impedansi sampai kegiatan investasi. Program ini 8000m/s.g/cc dan porositas diatas 10%....d. Bank. Institute.....45 menjadi bagian da Gambar 4.8. Penampang arbitrary hasil peningkatan resolusi inversi impedansi penelitian in hasi keluaran ya akustik model-based menggunakan transformasi SWR. Inset utama investasi se Gambar 4.9. Penampang arbitrary hasil peningkatan resolusi inversi impedansi akustik algoritma model-based menggunakan transformasi PNN. resiko yang tera Gambar 4.10. Penampang arbitrary dari kubus densitas terprediksi menggunakan transformasi Step Wise Regression (SWR). Inset adalah slice pada menentukan stuktur pendanaan time 1060ms..... sejalan dengan meningkatnya resiko, investor ditumut untuk dapat negeri di setter di setter di setter di setter Gambar 4.11. Penampang arbitrary dari kubus densitas terprediksi menggunakan transformasi Probabilistic Neural Network (PNN). Inset adalah slice pada time 1060ms.... Gambar 4.12. Penampang arbitrary dari kubus porositas terprediksi menggunakan transformasi Step Wise Regression (SWR). Inset adalah slice pada time 1060ms dkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 48 mengenai berbag Gambar 4.13. Penampang arbitrary dari kubus porositas terprediksi menggunakan Sebab Simulasi Infrisk yang transformasi Probabilistic Neural Network (PNN). Inset adalah merefleksikan realitas dari berbslice pada time 1060msan.dalam.penyelenggaraan.proyek....48 pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat baytu yang tepat dapa Universitas Indonesia

Jalan to merupaka Gambar 4.14. Slice map distribusi impedansi akustik pada time 1060ms. Impedansi pada reservoar target berkisar 9100-9800m/s\*g/cc dikelilingi oleh zona impedansi tinggi......50 Gambar 4.15. Slice map distribusi densitas pada time 1060ms. Densitas pada reservoar target berkisar 2.40-2.50gr/cc. Gambar 4.16. Slice map distribusi porositas pada time 1060ms. Porositas pada reservoar target berkisar 10-15% dikelilingi oleh zona berporositas kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada ...50 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 NPN, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *leuder* 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 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 b<sub>xv</sub>tu yang tepat dapaUniversitas<sup>1</sup>indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi Penelitian ini dilat Tabel 3.1. Sumur-sumur yang digunakan dalam analisa dan posisinya pada upaya apa yang dilakukan u Koefisien korelasi antara sintetik seismogram dengan seismik (hasil trial and error) menggunakan wavelet statistik, semua kuantitatif dan kualitatif terhada sumur (all-wells) dan sumur FB-09B. .....25 struktur pendanaan yang akan Perbandingan nilai Koefisien Korelasi Sintetik Seismogram (kiri) Tabel 3.3. simulation merupakan sa Hasil pencarian atribut pada transformasi step wise regression Tabel 3.4. kegiatan investasi. (SWR) yang diterapkan untuk meningkatkan resolusi inversi menjadi bagian dari Infrisk mod lan kelayakan. Dalam impedansi akustik. ..... penelitian ini hasi Tabel 3.5. Hasil pencarian atribut pada transformasi step wise regression probabilistic simulation dan mu (SWR) untuk prediksi volume pseudo-densitas..... utama investasi se Tabel 3.6. Hasil pencarian atribut pada transformasi step wise regression Berdasarkan analis Tabel 4.1. ula Perbandingan antara kedua transformasi dalam multi-atribut dalam resiko yang terjadi terdapat p prediksi volume pseudo-log impedansi akustik, densitas dan

menentukan stuktur pendanaan porositas. Terlihat bahwa terjadi *improvement* dalam prediksi saat sejalan dengan meningkatnya re menggunakan transformasi Probabilistic Neural Network (PNN). ekuitas berkisar antara 15%-25% werenamen perspectivity ender an ender menggunakan transformasi perspectivity ender an ender menggunakan 49 level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan

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 bayi yang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk problik vang membrutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena kelidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi Lampiran A Well Seismic Tie 12 Sumur Penelitian ini dilakukan untuk mendapat angan bana sensitivitas Log pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibel 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 *retum* 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 kenudian 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 NDW, 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 *leuder* 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 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 baviju yang tepat dapa Universitas Indonesia 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 Nama : Fitriyanie Bren sangat tinggi kareProgram Studi : a Geofisika Reservoar an pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan Identifikasi Litologi dan Porositas Menggunakan Analisa Inversi dan Multi-atribut Seismik, Studi Kasus Lapangan pendanaan proyek infrastruktur jalan Blackfoot etahui varibel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang di Integrasi data seismik dan log sumur dilakukan pada dataset lapangan Blackfoot kuantitatif dan kuantuk mengidentifikasi penyebaran litologi dan porositas pada zona target reservoar tipis di lapangan ini. Integrasi dilakukan menggunakan analisa inversi struktur pendanaa dan multi-atribut seismik. Dengan inversi seismik, tras seismik dapat diubah menjadi volume impedansi akustik yang kemudian dikonversikan menjadi porositas dengan suatu asumsi sedangkan dengan multiatribut seismik, volume porositas dapat diprediksi dengan transformasi linier dan non-linier antara properti log sumur dengan serangkaian atribut seismik. kegiatan investas World Bank Institute. ogram ini ke menjadi bagian da Tiga jenis metoda inversi impedansi akustik diterapkan pada dataset yaitu inversi rekursif, linear programming sparse-spike (LPSS) dan model-based. Hasil inversi penelitian ini ha kemudian dibandingkan satu sama lain melalui parameter cross correlation dan error log. Hasil dari inversi yang berbeda-beda ini secara konsisten menunjukkan reservoar dengan impedansi rendah didalam channel pada kedalaman kurang lebih utama investasi 1060ms pada domain waktu. Inversi berbasiskan model menunjukkan pencitraan yang lebih baik dan koefisien korelasi yang paling tinggi (99.8%) dibandingkan kedua jenis inversi lainnya. Karenanya, hasil inversi impedansi akustik modelbased ini kemudian digunakan sebagai atribut eksternal pada analisa multi-atribut. resiko yang tera Volume pseudo porositas dibuat dari fungsi regresi dari crossplot hubungan impedansi akustik hasil inversi dengan log porositas yang tersedia pada setiap sumur. sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar a Analisa multi-atribut digunakan untuk menghasilkan transformasi linier maupun non-linier antara properti log sumur-dalam hal ini adalah log impedansi akustik, densitas dan porositas-dengan serangkaian atribut seismik. Untuk model linier, tinggi penyertaan dipilih | transformasi pembobotan linear step-wise | regression (SWR) vang diperoleh dari minimisasi least-square. Untuk mode non-linier probabilistic neural networks (PNN) di-training menggunakan atribut pilihan dari transformasi Perlu dicatat bah SWR sebagai input. PNN dipilih sebagai network yang akan diterapkan pada dataset karena umumnya menunjukkan korelasi yang lebih baik dan mempunyai mengenai berbaga algoritma matematis yang lebih sederhana. diselidiki pada sebuah kasus. merefleksikan realKata kunciserbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indo Litologi, porositas, inversi, multi-atribut, multi-linear regression, artificial neural network (ANN), probabilistic neural network (PNN) dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bayitu yang tepat dapaUniversitas Indonesia

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publaBSTRACT butuhkan modal investasi sangat tinggi kareNametidakpastian di Fitrivanie Brengan pada faktor luar yang tinggi. Study Programme : Reservoir Geophysics Identification of Lithology and Porosity Distribution Title pendanaan proyek infrastruktur jalan tol Using Seismic Inversion and Multi-attributes Analyses, **Case Study of Blackfoot Field** upaya apa yang dilakukan untuk memper kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada Integration of seismic and well log data of Blackfoot field dataset was conducted struktur pendanaa to identify the distribution of lithology and porosity of an interest thin reservoir zone in this field. The integration has been done using seismic and multiattribute analyses. With seismic inversion, seismic trace can be changed into acoustic impedance which represent the physical property of the reservoir layer and then converted to be a porosity volume. With seismic multiattribute, log property kegiatan investas volumes are predicted using linear or non-linear transformations between log properties and a set of seismic attributes. simulasi dan kelavakan. Dalam Three types of seismic inversion have been applied to the dataset i.e. recursive probabilistic similar programming sparse-spike (LPSS) inversion and model-based inversion. The results then were compared each other through cross correlation utama investasi and error log parameters. The difference inversion results show clearly the reservoir with its related low impedance within a channel at the depth of 1550m or moreless at 1060ms in time domain. The model-based inversion result shows Berdasarkan anali smoothed image and the highest correlation coefficient (99.8%) compared to two other inversions. Therefore, the acoustic impedance of model-based inversion result was used for external attribute in multiattribute analyses. Pseudo-porosity menentukan stukt volume was produced from regression function of a crossplot between the acoustic impedance as an inversion result with the original porosity log. sejalan dengan mer Multiattribute analyses were used to derive a relationship between well log level tertinggi, art properties i.e. acoustic impedance, density and porosity logs – and a set of seismic attributes. The derived relationship can be linear (using step-wise regression transformation) or non-linear (using probabilistic neural network transformation). menerima konsek PNN is chosen as a network trained for final dataset because in general it shows

Perlu dicatat better correlations and simpler matematic algorithms. The reliability of derived relationship is determined by cross-validation test.

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 Keywords:

Lithology, porosity, inversion, multi-attributes, multi-linear regression, artificial neural network (ANN), probabilistic neural network (PNN)

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat baritu yang tepat dapaUniversitas Indonesia basil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk pub abutuhkan modal investasi g mengandung resiko 2.1.5 sangat tinggi karena ketidakpastian dan keter ktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gam a pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui siko 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 digunaka UNIVERSITAS INDONESIA menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam IDENTIFIKASI LITOLOGI DAN POROSITAS menjadi bagian dari Infrisk more MENGGUNAKAN ANALISA INVERSI DAN MULTI-ATRIBUT SEISMIK, penelitian ini hasil keluaran yang probabilistic simulation day STUDI KASUS LAPANGAN BLACKFOOT utama investasi seperti NPN, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif TESIS *investor* dan *lender* dalam menentukan stuktur peDiajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderong konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resik FITRIYANIE BREN<sup>-</sup> akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengar08.06.421.060 ihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skFAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM Sebab Simulasi Infrisk yang diguna PROGRAM STUDI ILMU FISIKA terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbaga KEKHUSUSAN GEOFISIKA RESERVOAR 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 ketergen PENDAHULUAN aktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek 1.1. Latar Belakangi, mengetahui varibel resiko yang berpengaruh serta

upaya apa yang dilakukan Memetakan sifat fisika dari bawah permukaan bumi (subsurface) adalah kuantitatif dan kua hal yang esensial untuk memperkirakan cadangan dan merencanakan operasional struktur pendanaa produksi pada reservoir hidrokarbon. Sifat-sifat fisika seperti kecepatan Simulasi adalah gelombang-P, kecepatan gelombang-S, densitas, porositas, permeabilitas dan lainsimulation merupa lain, dapat diukur secara langsung di lokasi sumur menggunakan alat log sumur kegiatan investas atau core sample. Tetapi, model geologis yang dikembangkan oleh interpolasi dari menjadi bagian da pengukuran itu seringkali tidak bisa memenuhi kebutuhan karena jarangnya lokasi penelitian ini has sumur, letaknya, atau kompleksitas dari struktur geologinya. Survey seismik 3D probabilistic sim menyediakan cakupan yang lebih menyeluruh pada area development. Tetapi, data seismik juga mempunyai keterbatasan seperti band-limited frequency serta utama investasi s terkontaminasi dengan bising sinyal (noise) serta error fasa. Menguraikan dan mengaplikasikan metoda inversi dan multi-atribut untuk mengintegrasikan kedua Berdasarkan anal sumber informasi tersebut untuk memetakan sifat fisika subsurface merupakan resiko yang terjat

tujuan tesis ini.

Metoda inversi seismik *post-stack* (Russell, 1988) memberikan gambaran impedansi akustik. Metoda ini sangat tergantung pada hubungan teoritis antara sifat fisika dan amplitudo seismik. Tiga jenis metoda inversi yaitu *recursive*, *sparse-spike*, dan *model-based* diuji terhadap dataset. Metoda yang terbaik dipilih dengan kriteria koefisien korelasi terbaik dan error paling rendah kemudian digunakan sebagai atribut eksternal untuk analisa multi-atribut.

Perlu dicatat bahwa kas Pengaruh dari beberapa properti seperti porositas dan permeabilitas, mengenai berbag terhadap gelombang elastis yang menyebar adalah kompleks dan *non-unique* Sebab Simulasi sehingga sulit untuk mengembangkan satu model teoritis. Untuk mengatasi merefleksikan re masalah ini, digunakan metoda statistik untuk menghasilkan hubungan jalan tol di Indoberdasarkan satu kelompok data tertentu. Analisis regresi dari crossplot umumnya pendanaan harus digunakan secara rutin untuk mendapatkan fungsi hubungan inversi impedansi dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bahu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupaka akustik dan porositas. Untuk meningkatkan keakuratan prediksi porositas tersebut digunakan analisa multi-atribut yaitu suatu analisa untuk mendapatkan hubungan antara satu properti tertentu yang diukur pada lokasi sumur dengan beberapa atribut seismik. Transformasi step wise regression (SWR) digunakan untuk mencari hubungan linear antara properti batuan -dalam hal ini akustik impedansi, pendanaan proyek infrastruktur jala densitas dan porositas- dengan atribut seismik. Sedangkan untuk menghasilkan upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara hubungan non-linier digunakan suatu teknologi baru dari kecerdasan artifisial kuantitatif dan kualitatif terificial neural network yaitu jenis transformasi probabilistic neural struktur pendanaa network (PNN). Hubungan ini kemudian dipakai untuk menghasilkan volume kubus seismik dari properti batuan yang diinginkan. Reliabilitas dari hubungan simulation merupa ini ditentukan oleh analisa validasi silang. nuk menganalisis tesiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute, menjadi bagian da 1.2. ris Batasan Masalah perluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil-kelua Tesis ini menitikberatkan pada perbandingan beberapa metoda inversi dan probabilistic sime multi-atribut seismik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan utama investasi se mengkarakterisasi penyebaran channel reservoar tipis dan porositas pada lapangan Blackfoot yang berada pada kedalaman  $\pm 1550$ m atau  $\pm 1060$ ms.

Daerah penelitian dibatasi pada dataset yang tersedia yaitu seismik 3D dengan inline 1-119 dan crossline 1-81 yang dianggap telah melalui pemrosesan yang benar, serta log petrofisika dari 12 (dua belas) sumur di area ini. Data log yang digunakan adalah data log densitas, sonik dan porositas.

1.3. Tujuan Penelitian Tujuan penelitian ini adalah untuk mengintegrasikan informasi data bawah inversi seismik dan multi-atribut untuk mengintegrasikan informasi data bawah permukaan berupa data seismik dan log sumur untuk mendapatkan pemahaman geologi atas estimasi karakterisasi reservoar, khususnya penyebaran litologi dan mengenai berbag porositas di lapangan Blackfoot.
Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan rea 1.4. Metodologi Penelitian endanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Metodologi yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian adalah pendanaan harus deskriptif-analitis meliputi studi kepustakaan tentang pengembangan metoda dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

2

Jalan tol merupaka inversi dan multi-atribut serta analisa penerapannya pada dataset seismik dan log besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko Piranti lunak yang digunakan adalah paket Hampson Russel Veritas yang terdiri dari GEOVIEW, ELOG, STRATA dan EMERGE. GEOVIEW digunakan Penelitian ini dilaku untuk menyimpan database sumur. ELOG digunakan untuk cross-plotting antar properti log, mengekstrak wavelet, membuat sintetik, melakukan penarikan upaya apa yang dilakukan horizon dan well-seismik tie. STRATA digunakan untuk menghasilkan seismik kuantitatif dan kualitatif terbagan eMERGE digunakan untuk mengekstrak atribut dari volume struktur pendanaa seismik dan mencari hubungan statistik antara properti log (impedansi akustik, siko. Monte densitas dan porositas) dengan atribut seismik. simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi 1.5. og Sistematika Penulisan embangkan, oleh World Bank Institute. menjadi bagian dari menjadi berikut: Tesis ini secara sistematis disusun sebagai berikut: Pada Bab I penelitian ini bas diperkenalkan latar belakang pemilihan penggunaan analisis inversi dan multiprobabilistic simulatribut seismik untuk mengidentifikasi penyebaran litologi dan porositas di utama investasi se lapangan / Blackfoot / berikut / pembatasan masalah, tujuan khusus, metodologi penelitian dan sistematika penyusunan thesis. Pembahasan singkat tentang teori Berdasarkan and jenis inversi dan multi-atribut diuraikan pada Bab 2. Data yang digunakan resiko yang termasuk tinjauan singkat geologi lapangan Blackfoot, zona target studi dan pengolahan data diuraikan di Bab 3. Sedangkan Bab IV berisi hasil analisa dan pembahasan dari pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya baik itu data sumur, data seismik, maupun korelasi dari keduanya, yang dilanjutkan dengan interpretasi identifikasi litologi dan porositas pada zona target penelitian. Bab V mg terjadi *lender* akan selalu menuntut memuat kesimpulan atas studi ini. 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 dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi sangat tinggi karena ketidakpaTINJAUAN TENTANG ANALISA INVERSI DAN tinggi Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam MULTI-ATRIBUT SEISMIK pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara 2.1. Teori Inversi Seismik kuantitatif dan kualitatif te Menurut Sukmono (2000), ada tiga macam metoda inversi yang umum struktur pendanaa dipakai dalam melakukan inversi data seismik saat ini. Secara umum, diagram alir Simulasi adalah sebuah proses inversi akan mengikuti pola sebagai berikut : Monte simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian Interpreted Horizons Wells menjadi bagian dari Infrisk mode (m)) 1 penelitian ini hasil keluaran yang di Estimate probabilistic simulation day multi-per wavelet utama investasi seperti NPV, IRR, debt si Full Bandwidth Inversion Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa be Interpretation Analysis of resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investo menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktu Perspektif investor sangat beragam Gambar 2.1. Diagram alir standar dari proses pembuatan impedansi akustik dari data awal log

ekuitas berkisar antara sumur dan seismik sampai ke interpretasi data analisis impedansi akustik (Jason, 2001). level tertinggi, art Ketiga metoda yang dimaksud di atas akan dibahas secara lebih rinci sbb: tut tinggi penyertaan modal *1*. d Inversi *Recursive* ngan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi t 2.ª Inversi *Sparse-Spike* ng rendah.

Perlu dicatat bahwa kasu3 iniversi Model-Basedan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi Infrisk Inversi tergantung pada bentuk pemodelan 'ke depan' yang menghasilkan merefleksikan rearespon bumi terhadap suatu parameter model dengan menggunakan hubungan jalan tol di Indo matematis. Gambar 2.2. mengilustrasikan prinsip umum metoda inversi impedansi akustik *post-stack*. Diperlukan pengetahuan tentang wavelet dan model impedansi dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu 4 ang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan to merupaka inisial pada algoritma inversi, dimana informasi ini diekstrak dari data seismik besar. Namun investasi galan to Penelitian ini dilakukan untuk men sejauh man uattan gam Wavelet pendanaan proyek infrastruktur ja 1<del>ens</del>etā ribelsred Dengan III 1a an IK **He memtokuskan** struktur pendanaan yang akan Remove the wavelet Simulasi adalah sebuah perke simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis Impedance Geology Reflectivity Seismic kegiatan investasi. Program ini menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam Gambar 2.2. Konsep dari inversi Impedansi Akustik. Panah merah memperlihatkan pemodelan 'ke penelitian ini has depan' sementara panah hitam menunjukan inversi. probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NDV. IRR. debt service coverage ratio dan social benefit from the 2.1.1. Wavelet

Berdasarkan analisis hasil Wavelet adalah elemen kunci dari model konvolusi yang menggambarkan resiko yang terjarespon dari bawah permukaan bumi terhadap *sounding* seismik (Gambar 2.2.). Dalam domain frekuensi, ekstraksi wavelet untuk menentukan spektrum amplitudo dan spektrum fasanya dapat dilakukan dengan dua cara sbb:

ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderong konstan pada a. Statistik level tertinggi, artinya bahwa senap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut

Ekstraksi ini memperoleh wavelet dari data seismik saja. Metoda ini tidak terlalu baik untuk menentukan spektrum fasa sehingga harus ditambahkan sebagai sebuah parameter terpisah. Metoda koreksi fasa perlu diterapkan bersamaan dengan pendekatan ini sedemikian rupa sehingga fasa dari data seismik dapat diubah menjadi fasa nol, fasa konstan, fasa minimum ataupun fasa lainnya yang diinginkan. Setelah fasa diubah, spektrum amplitudo dapat ditentukan sebagai berikut: jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesunggunya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah dilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

5

Jalan tol merupakan sa Hitung auto-correlation pada time window yang dipilih; al investasi Hitung spektrum amplitudo dari auto-correlation; besar. Namun investasi Kalkulasi akar kuadrat dari spektrum auto-correlation yang mendekati spektrum amplitudo wavelet; Tetapkan fasanya (nol, konstan, minimum); Kalkulasi Fast Fourier Transform (FFT) inversi untuk menghasilkan upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil wavelet: Ambil rata-rata (average) wavelet dengan wavelet yang dihitung dari tras lain. digunakan serta return yang dianggap menguntungkan. struktur pendanaan yang Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Mome Carlo simulation merupa b. Sa Menggunakan Log Sumur kan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Progr Metoda ini menggabungkan informasi data log sumur dan seismik untuk menjadi bagian da mengekstrak wavelet dan memberikan informasi fasa yang akurat di lokasi sumur. penelitian ini bas Tetapi metoda ini tergantung kepada pengikatan antara data log dan seismik (wellprobabilistic similarity dan konversi depth-to-time. Ekstraksi wavelet log sumur bisa utama investasi se dilakukan secara "full" (berarti spektrum fasa diestimasi dari data) atau "constant". Ekstraksi wavelet "full" membutuhkan data log densitas dan sonik untuk Berdasarkan analisis has resiko yang tera masing-masing tras yang diamati. Prosedur untuk ekstraksi wavelet menggunakan log sumur diintegrasikan dengan inversi, dan dilakukan sebagai berikut: Data log sonik dan densitas diekstrak dari time window data seismik yang sejalan dengan mening dipilih; cenderung konstan pada Impedansi dan kemudian reflektivitas dihitung; Wavelet yang paling tepat untuk persamaan konvolusi berikut dihitung: S = W \* R + nmenerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah. (2.1)Perlu dicatat bahwa kas dimana S adalah tras seismik, W adalah wavelet, R adalah reflektivitas, n mengenai berbagai sken adalah bising acak, dan tanda \* menandakan konvolusi dalam time. Sebab Simulasi Infrek Amplitude envelope dari setiap wavelet dihitung dengan menggunakan

merefleksikan realitas datransformasi Hilbert; pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Wavelet dijumlahkan dengan wavelet yang diperoleh dari tras lain; jo pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

6

Jalan tol merupakan sa Wavelet distabilkan dengan cara menghilangkan amplitudo spektral besar. Namun investasi frekuensi tinggi yang mempunyai amplitudo kurang dari ¼ amplitudo sangat tinggi karena ketidakbastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Wavelet constant-phase adalah kombinasi wavelet statistik dan wavelet log sumur "full". Log digunakan hanya untuk menghitung satu fasa konstan. upaya apa yang dilakukan untuk memperkedi resiko. Prosedurnya adalah sebagai berikut: kuantitatif dan kualitatif Spektrum amplitudo dihitung menggunakan data seismik saja; struktur pendanaan yang Serangkaian rotasi fasa konstan dilakukan terhadap wavelet; Simulasi adalah sebuah Tras sintetis untuk setiap rotasi fasa dihitung dan di korelasikan dengan simulation merupakan salthas seismikink yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Pog Fasa yang dipilih adalah yang menghasilkan korelasi maksimum antara menjadi bagian dari Infrissintetik dengan data. Juan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan probabilistic simulation dan multi-period **2.1.2.** Well-Seismic Tie **IRR**, debt service coverage ratio dan social benefit from the utama investasi.

project.

selanjutnya adalah pengikatan data log sumur dan seismik (well-seismic tie) serta penarikan horison seismik (horizon-picking). Penarikan horison dilakukan pada polaritas normal (peak menandakan naiknya nilai koefisien reflektivitas). Selain mendapatkan koefisien korelasi yang besar antara tras seismik dan sintetis, yang perlu dicermati adalah kecocokan antara reflektor seismik dan log sumur dengan cara *stretch and squeezing* tanpa mengubah nilai sonik-nya. Korelasi dilakukan sebagai berikut:

Setelah wavelet yang cukup memuaskan telah diekstrak, tahap

menerima konsekwensi tesebenarnya yang paling dekat ke lokasi sumur;

Perlu dicatat bahwa less *Time stretching dan squeezing* diterapkan untuk meluruskan antara eventmengenai berbagai sken event seismik dan event log-sumur; diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infri®k Koefisien korelasi diukur antara seismik dan tras sintetis log sumur yang merefleksikan realitas dadiluruskan, 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 dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupaka 2.1.3. Model Impedansi Inisial lik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi ja Tahap berikutnya dari proses inversi impedansi akustik iteratif adalah sangat tinggi kar penentuan model impedansi inisial untuk mengontrol hasil inversi. Model impedansi inisial mengembalikan komponen frekuensi rendah dan tinggi yang hilang dari data seismik, sekaligus digunakan untuk mengurangi ketidakunikan dari solusi inversi. Model terdiri dari horison seismik yang sudah diinterpretasi dan data log sumur dari semua sumur di daerah penelitian. Model impedansi inisial dibuat dengan tahapan sebagai berikut: Impedansi akustik pada lokasi sumur dihitung menggunakan data log Simulasi adalah sebuah resiko. Mol sumur simulation merupakan sal Horison ditarik untuk mengontrol interpolasi dan memberikan informasi kegiatan investasi. Progratuktural daerah penelitian angkan, oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari de Interpolasi sepanjang horison seismik dan antara lokasi sumur digunakan penelitian ini hasil keluauntuk mendapatkan model impedansi inisial ini adalah berbentuk probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPW, IRR, debi service coverage ratio dan social benefit from the 2.1.4. Inversi Seismik

Berdasarkan anali **2.1.4.1.** Inversi Rekursif nerupakan bentuk inversi paling sederhana. Metoda ini menentukan stukt mengabaikan efek dari wavelet seismik dan memperlakukan tras seismik sebagai sejalan dengan merefleksi set koefisien yang telah difilter oleh zero phase wavelet. Kebutuhan ekuitas berkisar antara 15 Koefisien refleksi sebagai fungsi impedansi akustik didefinisikan pada level tertinggi, art persamaan berikut isvel resiko yang terjadi *Lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal  $RC_i = \frac{i}{Z_{i+1} - Z_i}$  Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debityma*iced yang rendah. (2.2) Perlu dicatat bahwa pada persamaan berikut terlihat: sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang sebausnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk  $\frac{1}{2} + RC_i = \frac{Z_{i+1} + Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} + \frac{Z_{i+1} - Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} = \frac{2Z_{i+1}}{Z_{i+1} + Z_i}$  sangat terbatas dalam (2.3.) merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis provek sesunguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki  $RC_i = \frac{Z_{i+1} + Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} = \frac{Z_{i+1} - Z_i}{Z_{i+1} + Z_i} = \frac{2Z_i}{Z_{i+1} + Z_i}$  and terbatas dalam (2.4.) dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

8

Jalan tol merupakan saran i $\frac{Z_{i+1}}{Z_i} = \frac{1+RC_i}{1-RC_i}$ tuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan  $Z_{i+1} = \frac{1+RC_i}{1-RC_i}$  proyek investasi yang mengandung resiko (2.5.) sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilak Dan hasil akhirnya diperoleh sebagai berikut : nana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalar  $\left[\frac{1+RC_i}{1-RC_i}\right]$  resiko. Dengan melakukan analisis secara upaya apa yang dilakukan  $Z_{i+1} = Z_i \left[\frac{1+RC_i}{1-RC_i}\right]$  resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang Persamaan ini disebut dengan *discrete recursive inversion* dan menjadi simulasi adalah dasar dari banyak teknik inversi saat ini. Persamaan ini menganggap jika *simulation* merupakan tersebut diketahui, maka kita dapat menghitung impedansi akustik pada menjadi bagian di lapisan tersebut diketahui, maka kita dapat menghitung impedansi akustik pada menjadi bagian di lapisan berikutnya. Jika dianggap impedansi akustik pada lapisan pertama dapat penelitian in tersebut diketahui, maka kita dapat menghitung impedansi akustik pada menjadi bagian di lapisan berikutnya. Jika dianggap impedansi akustik pada lapisan pertama dapat penelitian in tersebut diketahui, maka sita dapat menghitung interdensi keputusen  $Z_2 = Z_1 \left[\frac{1+RC_i}{1+RC_i}\right] = Z_2 \left[\frac{1+RC_i}{1-RC_i}\right]$  mengangan yang dilakuan dari masing-masing urutan lapisan perdesarkan analisi dari lapisan pertama, impedansi dari masing-masing urutan lapisan

dapat ditentukan secara rekursif dengan menggunakan persamaan : resiko yang terjadi terdepat procesar persektit antara meskon dan tender dalam menentukan stuktur pendagan  $Z_n = Z_1 * \prod_{i=1}^{n-1} \left[ \frac{1+RC_i}{1+RC_i} \right]$  mu untuk dapat memenuni kebutuhan sejalan dengan meningkatnya resiko  $i_{i=1}^{n-1} \left[ \frac{1+RC_i}{1+RC_i} \right]$  mu untuk dapat memenuni kebutuhan (2.7.) ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektit *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya ba Beberapa *pitfall* yang muncul pada penerapan metoda inversi rekursif tinggi penyertaan adalah: dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terbadan *deh functiona* ang iendah *Frequency band-limiting*, yaitu hilangnya kandungan frekuensi rendah dan Perlu dicatat bahwa kasu tinggi pada saat dikonvolusikan dengan wavelet seismik. mengenai berbagai se *Noise*, yaitu masuknya bising sinyal acak atau koheren ke kalam tras Sebab Simulasi Infrisk seismik sehingga akan mengakibatkan estimasi reflektivitas menyimpang merefleksikan realitas dadari reflektivitas yang sebenarnya. Dari persamaan-persamaan di atas, jika jalan tol di Indonesia. pada lapisan teratas telah terjadi sedikit penyimpangan reflektivitas, maka pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sara semakin dalam, nilai penyimpangan reflektivitas tersebut akan semakin besar. Namun investasi j bertambah besar. Inversi semakin proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi Penelitian ini dilal 2.1.4.2. Inversi Sparse-Spike pendanaan proyek infrast. Inversi *sparse-Spike* mengasumsikan bahwa reflektivitas sebenarnya upaya apa yang dimerupakan sebuah deretan reflektivitas kecil yang tersimpan di dalam deretan kuantitatif dan ku reflektivitas yang lebih besar. Secara geologi reflektivitas besar ini berhubungan struktur pendanaa dengan ketidak selarasan atau batas litologi utama.

Simulasi adalah seben Reflektivitas sebenarnya dapat dicari dengan cara menambahkan *spikes* simulation menggunakan nilai ambang tertentu (*lambda*) yang nilainya lebih kecil dari 1. Pencarian *spikes* yang paling kecil akan berhenti setelah didapat jumlah koefisien refleksi yang paling minimum. Setelah didapatkan model akhir reflektivitas, kemudian dilakukan estimasi wavelet untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tras seismiknya.

utama investasi seperti NPV huge have been all the have been and Berdasarkan analisis hasil simulasi yan ketahui bahwa berdasar in pengaruh resiko yang terjadi terdapa ktit anti POISSON - GAUSSIAN SERIES OF LARGE EVENTS menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruk Perspekint at beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi bütuhan an pada GAUSSIAN BACKGROUND - destronadallarearistic for any where the second of the second of the OF SMALL EVENTS level tertinggi, artinya bahwa radi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor Dengan den kian pihak menerima konsekwensi terhadan debt-findi ya yang Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai s Gambar 2.3. Asumsi dasar dari prinsip metoda Maximum Likelihood (Russell, 1997 vide Sukmono, 2004). Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas da Metoda ini memberikan dua estimasi sekaligus yaitu deretan reflektivitas jalan tol di Indo dan wavelet sebagaimana ditunjukkan dalam gambar yang dilakukan secara pendanaan harus berulang-ulang sampai didapat deretan reflektivitas dan wavelet yang sesuai dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia

Jalan tol merupaka dengan tras seismik. Dari sudut pandang inversi seismik, metoda sparse-spike mempunyai keunggulan dibandingkan dengan metoda dekonvolusi klasik lainnya, karena metoda ini, dengan menggunakan kontrol ekstra, dapat digunakan sebagai full bandwidth pada saat mengestimasi reflektivitas (Russell, 1998). varibel resiko yang berpengaruh serta INITIAL upaya apa yang dilakukan untuk me WAVELET TO Dengan melakukan analisis secara ESTIMATE kuantitatif dan kualitatif terhada donesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan untungka Simulasi adalah sebuah perke analisis re 160. ESTIMATE SPARSE IMPROVE simulation merupakan salah satu te untuk mengar REFLECTIVITY WAVELET kegiatan investasi **ESTIMATE** Gambar 2.4. Iterasi pada metoda inversi Sparse Spike yang dilakukan berulang-ulang untuk penelitian ini hasil keluaran memperoleh reflektifitas dan wavelet yang sesuai (Sukmono, 2004) probabilistic simulation day multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, debt se ratio dan social benefit from the Sparse Spike Inversion Berdasarkan analisis hasil Wavelet ui bahwa berdasarkan pengaruh inketa Acoustic resiko yang terjadi terdapat antara. Inves menentukan stuktur pen Seismia pr\*vek in Model 1 Error 1 ktif 11\* Model 2 Spikes sejalan dengan mening tuntat u memenuhi Teste

ekuitas berkisar antara 154-25%. Sementara vu perspektis *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahva setiap level resika yang terpedi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal bari investor. Densan deminian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terberap debt financed pang rendan.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis ang lengkap mengenai berbagai skenaris pendanaan yang seharusnys diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dakan penelilian ini sangat terbatas dalam

merefleksikan realitas Gambar 2.5. Proses inversi dari data seismik dilakukan beberapa kali untuk memperoleh reflektifitas dan *spike* yang *reasonable* (Jason, 2001) jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus Secara matematis, metoda CSSI digambarkan sebagai berikut : dilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

11

Jalan tol merupakan sarana in  $CF = L_p(r) + \lambda L_q(s-d) + \alpha^{-1}L_1(\Delta z_{trend})$  tuhkan modal investa (2.8) besar. Namun inv dimana : an r - reflection coefficients; S - synthetics; D - seismic data; l - data sangat tinggi kar mismatch weighting factor; a - soft trend constraint relative uncertainty; p, q - L **Penelitian ini dilak norm powers;** z - acoustic impedance;  $\Delta z$  trend - trend mismatch, ko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang d Secara sederhana, proses CSSI terdiri sebagai berikut (Jason, 2001): kuantitatif dan kualitat Menghitung impedansi akustik pada masing-masing tras dengan sebuah struktur pendanaan yang proses interasi yang optimum vang dianggap menguntungkan. Meminisasi Cost Function (CF) pada batas minimum dan maksimum Simulasi adalah sebuah CF = L1 (reflectivity) +  $\lambda$  L2 (seismic mismatch) simulation merupakan s tesiko dalam Parameter  $\lambda$  mengontrol spikiness dari hasil  $\lambda$  rendah  $\rightarrow$  Reflektor sedikit, Residual banyak menjadi bagian dari Infrisk mod  $\lambda$  tinggi  $\rightarrow$  Reflektor banyak, Seismic match bagus penelitian ini ha Proses dekonvolusi (penghilangan fasa wavelet) termasuk bagian integral dalam proses iterasi optimisasi (L<sub>2</sub> norm dari *seismic mismatch*). utama investasi s

Berdasarkan and 2.1.4.3. Inversi Model-Based resiko yang terjati Metoda ini dinulai dengan pembuatan model geologi dan kemudian menentukan stuk membandingkan model tersebut dengan data seismik. Pada dasarnya inversi sejalan dengan model-based adalah mengikuti model konvolusi seperti pada persamaan 2.1. ekuitas berkisar a diatas dengan asumsi: tras seismik diketahui, wavelet diketahui, noise tidak level tertinggi, at berkorelasi dan acak. tinggi penyertaan mod Reflektivitas (model geologi) di anggap benar jika saat dikonvolusikan menerima konsek dengan wavelet tertentu, menghasilkan tras sintetik yang sesuai dengan data Perlu dicatat bah seismik trace riil. Penerapan inversi model-based dimulai dengan model inisial mengenai berbag dan diperbaiki secara iteratif mengikuti langkah seperti diperlihatkan pada Sebab Simulasi gambar 2.6. menefleksikan realitas di menzik menzikan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam

terhindar dari inversi data seismik itu sendiri. Di sisi lain bisa terjadi model yang dibuat sangat cocok dengan data, tapi hasilnya tidak sesuai dengan kondisi geologinya. Hal ini dapat terjadi karena pasangan kecepatan/kedalaman yang Universitas Indonesia

Jalan to merupaka berbeda-beda dapat menghasilkan nilai yang sama karena itu inversi dengan

algoritma model-based bersifat tidak unik. Prosedur dalam inversi model-based adalah: Penelitian ini dilakukan unt h mana pengaruh resiko dalam Membuat blok-blok impedansi awal. Membuat tras sintetik dengan cara mengkonvolusikan blok-blok model impedansi awal dengan wavelet yang sudah diketahui. kuantitatif dan kualitatif t Membandingkan tras sintetik tersebut dengan data seismik trace riil. struktur pendanaan yang Memodifikasi amplitudo dan ketebalan dari blok-blok impedansi agar Simulasi adalah sebuah didapatkan tingkat kecocokan dengan data seismik riil yang lebih baik simulation merupakan sal (constraint) nk yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Pog Mengulang proses ini dengan jumlah iterasi sampai diperoleh nilai menjadi bagian dari Infriskecocokan yang tinggi an analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk MODEL IMPEDANCE SEISMIK TRACE TRACE ESTIMATE utama investasi seperti NPV from the Berdasarkan analisis hasil simulasi CALCULATE pengaruh UPDATE ERROR IMPEDANCE resiko yang terjadi terdapa perbedaan antara inves menentukan stuktur pendanaan proyek infra Perspektif investor sangat beragam IS sejalan dengan meningkatnya resiko, in dapat mem ebutuhan ERROR NO SMALL ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementa lender cenderung konstan pada ENOUGH level tertinggi, artinya bahwa setiap level di *lender* akan selalu menuntut YES Model Based Inversion tinggi penyertaan modal dari investor. pihak *lender* hanya akan SOLUTION = ESTIMATE menerima konsekwensi terhadap debt-fina rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dima sebagai sebuah analisis yang lengkap DISPLAY mengenai berbagai skenario pendanaan rusnya diselidiki pada sebuah kasus. Gambar 2.6. Diagram alir proses inversi metoda model-based (Russel, 1988). 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 dapaUniversitas Indonesia

Teori Multi-Atribut proyek investasi yang mengandung resiko besar. Namun investasi Analisa multi-atribut seismik adalah salah satu metoda statistik menggunakan beberapa kombinasi atribut seismik untuk memprediksi parameter Penelitian ini dilaku reservoar target. Ide ini berawal dari pemikiran Schultz dkk. (1994) yang pendanaan proyek infrastruktur jalan to kemudian mengelompokkan tiga kategori utama pada teknik analisa multi-atribut, upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara yaitu: kuantitatif dan kualitatif terhadan perluasan dari co-kriging yang menggunakan beberapa atribut struktur pendanaan yang sekunder untuk memprediksi parameter utama. 2. Metoda matriks kovariansi untuk memprediksi suatu parameter dari atribut simulation merupakan sa input yang diberi pembobotan secara linear. Sanalisis tesiko dalam kegiatan investasi. P 3. Metoda yang menggunakan Artificial Neural Networks (AAN) atau teknik menjadi bagian dari Antri optimisasi non-linear untuk mengkombinasikan atribut-atribut terpilih penelitian ini hasil-keluamenjadi perkiraan dari parameter yang diinginkan. dalah-berbentuk probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi sepert NKategori kedua dan ketiga diatas yang akan digunakan untuk mencari suatu hubungan linear maupun non-linear antara properti log dan beberapa atribut Berdasarkan anal seismik pada lokasi sumur dalam hal ini adalah log impedansi, log densitas dan resiko yang tersebut dapat diterapkan kepada volume seismik sebagai volume properti log terprediksi. Reliabilitas dari hubungan yang dihasilkan ditentukan oleh uji validasi silang. sejalan dengan meningka hi 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 2.2.1. Analisa Multi-Regresi Linier tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan Secara umum, hubungan antara properti log dan atribut seismik (dalam time) dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut: Perlu dicatat bahwa kasu  $P(x, y, t) = F[A_1(x, y, t), A_2(x, y, t), ..., A_m(x, y, t)]$ (2.8)mengenai berbagai skenario pendanaan pada sebuah kasus. dimana: P(x, y, t) - properti log sebagai sebuah fungsi dari ruang dan waktu koordinat x, y, t; F[ ... ] - hubungan fungsional; Ai - atribut seismik dari i = 1, ..., htas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek M pada koordinat (x, y, t)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 dapaUniversitas Indonesia

Jalan tol merupakan sarana Hubungan, fungsional, dapat, ditemukan, menggunakan, analisa, multiregresi linier. Untuk N nilai properti log terukur pada lokasi tertentu pada waktu yang berbeda-beda, kita mempunyai:  $P_1 = W_1 A_{11} + W_2 A_{21} + \dots + W_m A_{m1} + C$ Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastru $P_2 = W_2 A_{12} + W_2 A_{22} + \dots + W_m A_{m2} + C_{siko}$  yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif te  $P_N = W_1 A_{1N} + W_2 A_{2N} + \dots + W_m A_{mN} + C_n$  yang memfokuskan pada (2.9) struktur pendanaan yang akan digunakan serta return yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah dimana: P<sub>j</sub> - nilai log sumur sebagai fungsi dari bertambahnya waktu, j = 1, ..., N; simulation merup W<sub>i</sub> - pembobotan yang tidak diketahui, i = 1, ..., M; A<sub>ij</sub> - sampel atribut, i = 1, ..., kegiatan investasi M, jumlah atribut, j = 1, ..., N, jumlah waktu sampel; C - konstan Pendekatan yang lebih maju menggunakan operator konvolusi waktu menjadi bagian dari Infris penelitian in has sebagai ganti pembobotan tunggal dalam analisis regresi yaitu:  $P = W_1 * A_1 + W_2 A_2 + \dots + W_m * A_m + C$ (2.10) dimana:  $W_i$  - operator konvolusi (vektor), i = 1, ..., Mutama investasi se Jika kita mempunyai 5-point operator konvolusi dan 3 atribut (Gambar 2.7.), sampel ke-j dihitung dengan persamaan berikut (i=1, 2):  $P_{j} = W_{1,-1}A_{1,j-1} + W_{1,0}A_{1,j} + W_{1,1}A_{1,j+1} + W_{2,-1}A_{2,j-1} + W_{2,0}A_{2,j} + W_{2,1}A_{2,j+1} + C$ (2.11) menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resil Well Logr dituntut untuk Attributesenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif enderung konstan pada lender level tertinggi, artinya bahwa setiap level siko yang lalu menuntut tinggi penyertaan modal dari inves ende menerima konsekwensi terhadap deht inanced yang Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak kimaksudkan se nalisis yany lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharus da sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam peneli terbatas dalam n ini sanga. merefleksikan realitas dari berbag Gambar 2.7. Menggunakan operator konvolusi 5-point. 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 dapaUniversitas Indonesia
Jalan tol merupakan sarana Dalam kasus operator konvolusi sebanyak L-point, ada pembobotan tak diketahui L•M untuk ditentukan dengan cara meminimumkan error prediksi mean sangat tinggi karena kend Penelitian ini dilakukan un  $e^{k} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (P_{i} = W_{i} * A_{i} = W_{2}A_{2} = \dots + W_{m} * A_{m} = C)^{2}$ resiko dalar (2.12) pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibel resiko yang berpengaruh serta Untuk mencari kombinasi atribut terbaik sejumlah K dari total M, upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara dilakukan pencarian menyeluruh atau *exhaustive searching*, yang berarti mencoba semua kombinasi K yang mungkin dari sejumlah M atribut, kemudian struktur pendanaan memilih kombinasi dengan error prediksi paling rendah. Namun metoda ini kadang memakan waktu komputasi yang sangat panjang simulation merupakan Sa Prosedur yang jauh lebih lebih cepat adalah step-wise regression (Draper kegiatan investasi and Smith, 1981) yang dilakukan sebagai berikut: World Bank Institute. menjadi bagian dari dari semua atribut M temukan satu dengan error prediksi paling kecil, penelitian ini hasil-keluamisalnya atribut {A1} yang terbaikndekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation Temukan pasangan atribut terbaik, dengan asumsi atribut pertama adalah utama investasi seperti NIA1, misalnya, {A1, A2} overage ratio dan social benefit from the Temukan triplet atribut terbaik, dengan asumsi atribut pertama adalah adalah A1, A2, , misalnya. {A1, A2, A3} wa berdasarkan pengaruh Berdasarkan analisis has Ulangi sampai K atribut terbaik ditemukan, misalnya. {A1, A2, A3, ..., resiko vang terjadi t menentukan stuktur pendanak Perspektif investor sangat beragam Dari segi teoritis, atribut kombinasi K+1 akan mempunyai error prediksi lebih kecil dibandingkan adalah atribut K. Step wise regression (SWR) dapat menginformasikan K atribut terbaik, tetapi kuantitas dari K akan ditentukan dari validasi silang. Dalam analisa validasi silang, kita mengeluarkan sebuah sumur tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pinak tenger dari analisis regresi, menentukan pembobotan, dan memprediksi nilai dari sumur wenerima konsekwensi terhadan debaran kita mengetahui nilai sumur terukur yang aktual, kita Perlu dicatat bahy dapat menghitung error validasi antara log riil dan hasil prediksi: mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk  $e_V = \frac{1}{L} \sum_{k=1}^{\infty} (m_j - p_j)^2$  (2.13) merefleksikan readimana: m – sampel log terukur; p – sampel log terprediksi; dan N - jumlah jalan tol di IndoisampelDalam 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 dapa Universitas Indonesia

Jalan tol merupakan saran Proses diatas dapat diulang untuk seluruh sumur yang digunakan dalam besar. Namun invandisa dan menghitung rata-rata error validasi E<sub>V</sub>: sangat tinggi karena ketid $E_V p = \frac{1}{L} \sum_{k=1}^{L} e_{Vk}^{d}$ an ketergantungan pada faktor luar yang tinggi (2.14) Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam dimana: L - jumlah sumur. pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibel resiko yang berpengaruh serta Sekarang prosedur untuk menentukan atribut suatu operator konvolusi dengan panjang tertentu adalah sebagai berikut: kuantitatif dan kualitatif t mencari atribut tunggal terbaik dan menghitung error validasi, VE(1) struktur pendanaan yang mencari pasangan atribut terbaik dan menghitung error validasi, VE(2) Simulasi adalah sebah jika VE(2) < VE(1), temukan kelompok tiga atribut terbaik dan hitung simulation merupakan salerror validasi, (VE3) digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Prog jika VE(3) < VE(2), temukan kelompok empat atribut terbaik dan hitung menjadi bagian dari Infriserror validasi, (VE4) Juan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasi kenalakukan sampai VE(K+1) > VE(K) ndekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation d Jika VE(K+1) > VE(K), berarti atribut K+1 memasukkan noise dalam utama investasi se proses prediksi dan kombinasi K atribut pertama harus digunakan dalam proses prediksi. Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan leuder dalam menentukan stuk 2.2.3. Artificial Neural Network (ANN) sejalan dengan meningka Untuk memprediksi hubungan yang tidak linier kita dapat menggunakan ekuitas berkisar artificial neural network (ANN) (Haykin, 1994). ANN adalah komponen level tertinggi, an elektronik yang dirancang untuk memodelkan otak yang merupakan sistem pemrosesan informasi sangat kompleks, tidak linier, dan paralel. Struktur otak terdiri dari sel-sel syaraf (neuron) yang saling terkoneksi dengan synapsis. Sistem kompleks ini mempunyai kemampuan besar untuk membangun aturan sendiri dan Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah perluan menyimpan informasi melalui apa yang biasanya kita sebut sebagai 'pengalaman'. mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi 12.2.3.1. Probabilistic Neural Network (PNN) in sangat terbatas dalam merefleksikan realitas da Ide dasar di balik regresi umum PNN (Specht, 1991; Masters, 1995) jalan tol di Indo adalah menggunakan satu atau beberapa nilai pengukuran, yang disebut variabel pendangan harus independen untuk memprediksi nilai dari variabel dependen tunggal. Variabel dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapaUniversitas Indonesia

hasil analisis yang lebih baik

Jalan to merupak independen dapat direpresentasikan oleh sebuah vektor  $x = [x_1, x_2, ..., x_p]$ , dimana p adalah jumlah variabel independen. Variabel dependen, y, adalah sebuah skalar. Input untuk neural network adalah variabel independen,  $x_1$ ,  $x_2$ , ...,  $x_p$ , dan output adalah variabel dependen, y. Tujuannya adalah untuk memprediksi variabel dependen yang tidak diketahui, y', pada sebuah lokasi dimana variabel independen diketahui. Penilaian ini menjadi dasar persamaan fundamental dari nperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara regresi umum PNN: kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada  $y'(x) = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i \exp(-D(x, x_i))}{\sum_{i=1}^{n} y_i \exp(-D(x, x_i))}$ struktur pendanaan yang menguntungkan. (2.15)digunakan untuk menganalisis resiko dalam simulation merupakan salah satu te dimana n adalah jumlah sampel dan D(x, xi) didefinisikan oleh: titute  $D(x, x_i) = \sum_{i=1}^{p} \left( \frac{x_j - x_{ij}}{\sigma} \right)$ n analisis simulasi dan kelayakan. Dalam(2.16) menjadi bagian dari Inf penelitian ini ha probabilistic sime D(x, xi) sebenarnya adalah 'jarak' yang diskala antara titik yang kita coba untuk estimasi, x, dan titik-titik training, x<sub>i</sub>. 'Jarak' diskala oleh kuantitas s<sub>i</sub>, yang utama investasi disebut sebagai parameter smoothing, yang dapat berbeda untuk setiap variabel independen. Training aktual dari ANN terdiri dari penentuan set parameter Berdasarkan analisi smoothing sj yang paling optimal dengan kriteria minimnya error validasi. Untuk yang terjadi parameter *smoothing* sample ke-*m*, prediksinya adalah sebagai berikut: menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur Perspektif investor sangat beragam  $y'_{m}(x_{m}) = \frac{\sum_{i \neq m} y_{i} \exp(-D(x_{m}, x_{i}))}{n}$ (2.17)enderúng konstan pada  $\sum \exp(-D(x_m, x_i))$ level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut Sehingga nilai sample terprediksi ke-m adalah y'm. Karena kita mengetahui nilai aktual, y<sub>m</sub>, kita dapat menghitung error validasi: Perlu dicatat bahwa kasus  $e_{mn} = (y_m - y'_m)^2$  (2.18) Total error validasi untuk n sampel adalah : Sebab Simulasi Infrisk y $e \equiv \sum_{i=1}^{n} (y_i)^2$  dalam penelitian ini sangat terbatas dalam (2.19) merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek Error validasi lalu diminimumkan menurut parameter smoothing menggunakan Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah algoritma conjugate-gradient. pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi sangat tinggi karena ketidakpastian dan kePENGOLAHAN DATA Juar yang tinggi. Penelitian ini dilak3.1.n u Datamendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan provek 3.1.1. Tinjauan Geologi Singkat varibel resiko vang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan Lapangan Blackfoot terletak di tenggara kota Strathmore, Alberta, Canada kuantitatif dan kua (Gambar 3.1). Zona target primer adalah anggota Glauconitic dari Manville Group. Glauconitic Sandstone berada pada kedalaman ± 1550m dan ketebalan sedimen dari valley fill bervariasi dari 0-35m. Ada tiga fase pengisian sedimen pada daerah ini yaitu bagian atas dan bawah dari Group Glauconitic berupa quartz sandstone dengan porositas rata-rata 18 % sedangkan bagian tengah merupakan kegiatan investas lithic sandstone yang kompak. Secara lengkapnya, batuan di daerah penelitian menjadi bagian dari keiavakan dapat dilihat pada kolom stratigrafinya dibawah ini. penelitian ini hasil keluaran yang diinginka Medicine Hat probabilistic simulation dan multi-period iabel keputusar utama investasi se erti NDX Berdasarkan analisis has Viking

arkan pengaruh l simulas CRETAC resiko yang terjad Lower Blairmon menentukan stuktu Glaucor TARGET Grou sejalan dengan mentrekkup diffuntit u Blackfoot RESERVOAR ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspekti Sunburst level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terj MISSISSIPPIAN menerima konsekw Gambar 3.1. Lokasi dan kolom stratigrafi batuan Cretaceous di lapangan Blackfoot, serta target

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak di angeneriti Member (Margrave et al., 1997) mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi **3.1.2. Kelengkapan Data** merefleksikan realgambar 3.2. adalah basemap daerah penelitian. Sumur yang digunakan sebanyak jalan tol di Indonesia (Tabel 3.1), tiga diantaranya digunakan sebagai blind wells yaitu FB-05, pendanaan harus FB-13 dan FB-29. Semua sumur memiliki data log **P-wave**, **Porositas** dan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat b 19 yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

**Densitas**. Data seismik yang digunakan adalah data seismik 3D dengan sample rate 2ms, fasa nol dan polaritas normal dalam format SEG (kenaikan impedansi akustik ditunjukkan sebagai peak pada seismik). Data seismik terdiri dari inline 1-119 dan crossline 1-81.

Penelitian ini dilakukar Base Map of Survey Area pendanaan proyek infrastruktur ja 80 upaya apa yang dilakukan untuk me North kuantitatif dan kualitatif terhadan 8-11 60 struktur pendanaan yang akan 50 -FB-08 B-09/ **29-16** Simulasi adalah sebuah perkembar FB-05 simulation merupakan salah satu tek FB-I FB-14 kegiatan investasi. Program ini 💵 FB-13 menjadi bagian dari Infrisk mode 10 penelitian ini hasil keluaran ya 10 60 z'n 100 110 Rishinesebagai variabel keputusa Legend Well Positions utama investasi seperti NPV. Gambar 3.2. Basemap daerah penelitian berdasarkan inline dan crossline. Inline berkisar dari 1-



Gambar 3.3. Penampang CDP melintasi channel yang diduga reservoar, posisi channel Glauconitic ditunjukkan oleh elips pada *time* 1060ms. Inset kanan adalah peta *slice* amplitudo RMS pada *time* 1060ms memperlihatkan perubahan dari amplitudo tinggi ke rendah (garis putusputus) pada area yang diduga adalah channel dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia

hasil analisis yang lebih baik

besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang membutunkan 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 varibel 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, pendangan, yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

# 3.1.3. Diagram Alir Pengolahan Data



# menerima konsekwensi terhadap debi Gambar 3.4. 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

Universitas Indonesia

| Jalan tol merupaka  | n sarana infr                          | nur-sumur van  | g digunakan d                    | Tabel 3.1.<br>Ialam analisa   | ı dan posisir           | wa pada baser            | vestasi     |       |
|---|--|--|----------------------------------|---|-------------------------|--------------------------|-------------|-------|
| besar Namun inve  | Well Name                              | Units  | X Location                       | Y Location  | Inline                  | Xline                    | CDP         | Plot  |
| ovau, ruman mit   | FB-01                                  | m  | 65.00<br>63.00                   | 40:00   | Jan 5 166               | 20                       | 18776       |       |
| sangat tinggi kare  | Tre-osketidakpa                        | astian dan   | keterganio                       | ngan 29:00  | a faktom                | luar yang                | 11121285    | V     |
| 5 100 A 4 191 I   | FB-08                                  | m  | 26.00                            | 41.00   | 27                      | 42                       | 12225       |       |
| Penelitian ini dilak  | FB-09B                                 | nendapatka   | n gamb <sup>38.00</sup><br>96.00 | 1 Sejau41.00<br>40.00   | iana pena               | aruh re <del>s</del> iko | 23984       | V     |
| nendanaan nrovek  | FB-11                                  | ialan tol m  | 38.00                            | 59.00   | iko vane                | 60                       | 14259       |       |
| pondunaan projok  | FB-13                                  | m  | 110.00                           | 17.00   | 111                     | 18                       | 26313       | V     |
| upaya apa yang di   | 58:14kan untu                          | ik memperl   | cecil ression                    | ). Den17.00   | melakek                 | an analèsis              | Sed7073     |       |
|   | FB-16<br>FB-29                         | m  | 51.00                            | 39.00   | 52<br>48                | 40                       | 16423       | V     |
| kuantitatii oan kua   | mani ternada                           | ap investasi   | jalan toi c                      | n maones  | ia yang n               | lemiokuska               | an pada.    |       |
| struktur pendanaa   | n yang akan                            | digunakan  | serta ret                        | an yang   | dianggar                | menguntu                 | ingkan.     |       |
|   | 3.2. Penge                             | olahan Data  | 1                                |   |                         |                          | 0.1         |       |
| Simulasi adalah   | sebuah perk                            | embangan   | metode a                         | alam ana  | lisis resi              | MOMe                     | Carlo       |       |
| simulation merupa   | kan salah sat                          | u teknik ya  | ing diguna                       | kan untuk   | mengana                 | ulisis resiko            | dalam       |       |
| kegiatan investasi  | 3.2.1. Meto                            | da Inversi   | n dikemba                        | ngkan, o  | leh Wor                 | ld Bank Iı               | istitute,   |       |
| menjadi bagian da   | i Infrisk mod                          | iel untuk ko   | eperluan an                      | alisis sim  | ulasi dan               | kelayakan.               | Dalam       |       |
| penelitian ini hasi   | l keluaran y                           | ang diingir  | ikan melal                       | ui pendel   | catan ini               | adalah be                | bentuk      | 1     |
| probabilistic simu  | ation dan mi                           | k mengetan   | ui paramete                      | r log sumi  | ir yang se              | nsitif ternac            | lap perut   | bahan |
| utama investasi se  | mologi maup                            | R debi se  | rvice cover                      | isika pada  | dan soci                |                          | CHIK Cros   | spioi |
| antara dua log dalam sistem kartesian sumbu koordinat x dan y. Data yang  |  |  |                                  |   |                         |                          |             |       |
| project. memiliki kesamaan karakter litologi/porositas dikelompokkan dalam zona zona                              |  |  |                                  |   |                         |                          |             |       |
| Berdasarkan an<br><i>Crossplot</i> dilakukan pada interval antara 900-1200ms antara log-log berikut               |  |  |                                  |   |                         |                          |             |       |
| resiko yang terjadi tardarat persektif antara <i>investor</i> dan <i>lender</i> dalam                             |  |  |                                  |   |                         |                          |             |       |
| menentukan stuktur p2ndP-Impedance vs Densityktur. Perspektif investor sangat beragam                             |  |  |                                  |   |                         |                          |             |       |
| sejalan dengan me   | 3. P-Imp                               | edance vs P  | orosity                          | ut untuk  | dapat me                | menuhi kel               | butuhan     |       |
| ekuitas berkisar ar   | lara 15%-25                            | Density vs Porosity(primary)<br>Zone Filter: Zone Filter_2 | ara itu pers                     | Color Key<br>Porosity(%: <vertical de<="" td=""><td>pth&gt;(m) cende</td><td>Attribute Cross Secti</td><td>an pada</td><td></td></vertical> | pth>(m) cende           | Attribute Cross Secti    | an pada     |       |
| level tertinggi, arti   |  | etiap level  | resike yani                      | 1350 -<br>1400 -  | ender aka               | užsdalu m                |             |       |
| tinggi penyertaan   | 30                                     | investor.  | Dengan                           | 15.0<br>10 mi Ki 1450   | pih <mark>ak le</mark>  | nger harv                | akan        |       |
| menerima konsekv  | Vens (20-                              | p aeht™nai   | nced <del>yan</del> g i          | er <sup>10</sup> 9 ah <sup>1500</sup>   |                         |                          |             |       |
| Perlu dicatat bahy  | va kasus m                             | tidak dire   | ksudkan s                        | ebsogai se  | bual <mark>n ana</mark> | iisis yang               | engkap      |       |
| mengenai berbaga  | skenario p                             | endanaan y   |                                  | <mark>US</mark> 3.0 ) a 1650 -  | elid<br>2.00 2.25       | 2.50 2.75 0              | kasus<br>25 |       |
| Sebab Simulasi I  | infrisk yang                           | 2.20 2.30 2.40   | <sup>2.50</sup> 2.60 2.70 p      | enelitian   | ini sang                | at terbatas              | Porosity(%) |       |
| merefleksikan rea   | Legend<br>Density vs Porosity(primary) | bagai strul  | ctur penda                       | naan da Zone  | tn plenersye            | ezone 2 garaan           | proyek      |       |
| jalan tol di Indon Gambar 3.5. Contoh crossplot antara densitas dan porositas pada log sumur FB-16. Crossplot ini |  |  |                                  |   |                         |                          |             |       |

dapat memisahkan antara shale, tight sand dan porous sand dengan sangat baik. Cutoff untuk pendanaan harus diselidiki porous sandstone adalah >15%, tight sandstone 5-10% dan shale <5%. sikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapaUniversitas Indonesia

hasil analisis yang lebih baik



kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute,



ekuitas berkisar an Gambar 3.7. Crossplot antara impedansi dan porositas pada sumur FB-04. Walaupun masih ada overlapping tapi pada crossplot ini pemisahan antara shale, tight sand dan porous sand sudah level tertinggi, artin cukup baik. Terlihat bahwa porous sandstone mempunyai AI yang rendah. Cutoff untuk porous sandstone adalah >15%, tight sandstone 5-10% dan shale <5% tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bah 3.2.1.2. Analisa Spektrum Amplitudo gai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skena Analisa spektrum amplitudo dilakukan untuk mengetahui kisaran Sebab Simulasi frekuensi optimal pada data seismik. Pada dataset ini, frekuensi dominan adalah merefleksikan rea 30Hz dan frekuensi optimal berkisar pada 10-90Hz.enyelenggaraan 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 dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik



menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk 3.2.1.3. Analisa Tuning

Analisa tuning dilakukan untuk mengetahui ketebalan reservoar yang masih bisa di resolusi secara teoritis dan praktis dari data seismik. Berdasarkan analisa spektrum amplitudo (Gambar 3.8.), frekuensi dominan dari data seismik adalah 30Hz. Kecepatan rata-rata gelombang sonik pada lapangan ini dari Tops

Viking hingga Missisipian adalah  $\pm$  3600ms. Berdasarkan pada persamaan dasar berikut ini dapat dihitung ketebalan tuning untuk lapisan reservoir target tersebut: sejalah dengan mengkatnya  $\lambda = \frac{v}{f}$  (3.1)

level tertinggi, at Berdasarkan rumus diatas, panjang gelombang seismik pada interval tersebut tinggi penyertaan sekitar 120 m. Dengan demikian, ketebalan *tuning* yang diperoleh adalah menerima konsek seperempat panjang gelombang ( $\frac{1}{4}\lambda$ ), yaitu sekitar 30 m (7.5 ms).

Perlu dicatat bahwa kasu Berdasarkan data log, ketebalan target reservoar bervariasi antara 5 mengenai berbaga hingga 35 meter, maka dapat dilihat bahwa secara umum ketebalan target masih Sebab Simulasi berada pada resolusi vertikal seismik dan terhindar dari *pitfall tuning effect*. 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 dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

3.2.1.4. Ekstraksi Wavelet
Koefisien korelasi well-seismic tie (pengikatan log sumur dengan seismik)
menggunakan beberapa wavelet disimpulkan pada tabel 3.1. sedangkan gambar
3.9 menggambarkan time response dari masing-masing wavelet. Analysis window
dipilih pada 800-1200ms untuk mendekati target reservoar yang diperkirakan
berada antara 1000-1100ms. Gambar 3.10. menunjukkan wavelet yang diekstraksi
dari semua log sumur (kecuali blind wells) yang dipilih untuk digunakan dalam
keseluruhan proses inversi karena mempunyai korelasi rata-rata yang lebih tinggi
dari wavelet lainnya. Parameter ekstraksinya adalah: start time 800ms; end time
1200ms; inline 27-111; xline 18-60; sample rate 2ms; wavelet length 120ms.

| penentian ini nasir kemaran                  | Nama                | Statistik        | Log Sumur      | Log Sumur   |
|--|---------------------|------------------|----------------|---|
| probabilistic simulation d <mark>an n</mark> | ulti-pSumurl VAR    | (Value at Risk)  | se (semua)     | beFB-09Buse                                       |
| utama investasi seperti NIW,                 | RR, 01-17 service   | cover 0.656 allo | dan 0.652 al b | eue/0.619/11/1                                    |
|  | 04-16               | 0.798            | 0.806          | 0.843   |
| project.                                     | 05-16               | 0.887            | 0.875          | 0.831   |
| Pardacarkan analigia basil sim               | 08-08               | 0.722            | 0.730          | 0.744   |
| Deruasarkan analisis nash sin                | 09-08               | 0.786            | 0.797          | 0.781   |
| resiko vang terjadi terdapat                 | 09-17               | 0.858            | 0.863          | 0.852   |
| replice Jung torjate to a                    | 11-08               | 0.717            | 0.779          | 0.697   |
| menentukan stuktur pendanaa                  | n pro12-16 infrast  | nuktur 0.812 pek | 0.814          | anga0.821ragar                                    |
|  | 13-16               | 0.630            | 0.649          | 0.677   |
| sejalan dengan meningkatnya                  | resik14-09vestor    | dutumtu0.816     | dapa0.797 mei  | uhi 0.800 tuha                                    |
|  | 16-08               | 0.805            | 0.856          | 0.815   |
| ekuitas berkisar antara 1576-28              | 29-08               | 0.827            | 0.805          | <sup>6</sup> <sup>KO</sup> 0.825 <sup>1</sup> pac |
| level tertinogi artinya habwa                | setion lovel resile | a yang terjadi J | ander akan s   | elalu menunti                                     |
| ioror tortings, altinga barna                | Average             | 0.776            | 0.785          | 0.775   |

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 dapa Universitas lindonesia hasil analisis yang lebih baik



Berdasarkan analisis hadi simulasi vang diekstrak di lokasi semua sumur kecuali sumur untuk blind well test resiko yang terjadi terdapat perdedan peyaitu FB-05, FB-13 dan FB-29. dan deuter dalam menentukan stuktur pendanaan provek infrastruktur. Perspektif mestor sangat beragam sejalan dengan meningkatuya resiko, investor diruntut untuk dapat memerini kebutuhan ekuitas berkisar an **3.2.1.5. Well-Seismic Tie and Horizon Picking** cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bah Salah satu contoh seismogram sintetik ditunjukkan pada gambar 3.11. tinggi penyertaan yaitu pada sumur FB-16 yang mempunyai korelasi paling tinggi, 85.6%. Tiga menerima konseko horison seismik diinterpretasikan sebagai panduan informasi struktural untuk Perlu dicatat bahvinterpolasi yaitu Horizon XX, YY dan ZZ.i 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 dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik



Gambar 3.11. Korelasi pada sumur FB-04 dengan menggunakan wavelet log sumur berfasa konstan. Kurva, dari kiri ke kanan, menunjukkan kurva kecepatan gelombang-P, cross-over antara density/porosity log, tras sintetis (biru) dan tras seismik (merah). Koefisien korelasi adalah 81.6%.

penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan

3.2.1.6. Pembuatan Model Impedansi Inisial utama investasi seperti MR, dell'service coverage ratio dan social benefit from the Model inisial dibuat dengan cara menginterpolasi AI dari sembilan (9)

lokasi sumur (tanpa *blind wells*) ke dalam *inlines* dan *crosslines* menggunakan filter low-pass 10Hz untuk memulihkan frekuensi rendah yang hilang pada data seismik *stacked*. Pembatasan filtrasi (*cut-off*) 10-Hz diterapkan karena spektrum amplitudo dari penampang seismik menunjukkan tidak adanya data di bawah frekuensi ini (lihat Gambar 3.8).

Gambar 3.12. menunjukkan penampang arbitrary seismik dari model level tertinggi an impedansi inisial yang telah di-filter dan *slice map* yang menampilkan *RMS average impedance* pada *time* 1060-ms, dirata-ratakan pada sebuah *analysis* menerima konsek window sebesar 10-ms.

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 dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik



Gambar 3.12. Penampang arbitrary model impedansi akustik inisial setelah filtrasi low-pass 10Hz. Inset adalah *slice map* pada *time* 1060ms. **3.2.1.7. Inversi Rekursif** penelitian in the Gambar 3.13. dan 3.14. memperlihatkan hasil algoritma inversi rekursif yang diterapkan pada dataset dengan parameter sebagai berikut: inversion time interval : 800-1200ms; constraint high cut frequency: 10Hz; average block size: 2ms.



jalan tol di Indone Gambar 3.13. Contoh hasil algoritma inversi rekursif dibandingkan dengan log original pada sumur FB-01, FB-04 dan FB-08. Total korelasi mencapai 96.3% dan error log berkisar antara 818 pendanaan harus diseliciki dan tidak harya sampai 1334 m/s.g/cc. ang telah cilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

28



Gambar 3.14. *Penampang* arbitrary dan *slice map* impedansi akustik hasil algoritma inversi rekursif. Zone impedansi rendah berada sekitar 1060ms masih terlihat namun penyebarannya tidak terlalu baik.

#### 3.2.1.8. Inversi Sparse-spike

Gambar 3.15. dan 3.16. memperlihatkan hasil algoritma inversi *linear* programming sparse-spike (LPSS) yang diterapkan pada dataset dengan parameter sebagai berikut: **inversion time interval 800-1200ms; sparseness** 

100%; constraint frequency 10Hz; window length 128ms; processing sample rate 2ms; output full spectrum impedance; and using separate scales.

resiko yang terjadi terdepat menentukan stuktur penda menes sejalan dengan meningkatnya ekuitas berkisar antara 15%-25 level tertinggi, artinya bahwa s tinggi penyertaan modal dar menerima konsekwensi terhada Perlu dicatat bahwa kasus ini mengenai berbagai skenario Sebab Simulasi Infrisk yang merefleksikan realitas dari ber jalan tol di Indonesia. D



pendanaan harus di Gambar 3.15. Contoh hasil inversi menggunakan algoritma inversi *sparse-spike* dibandingkan dengan log original pada sumur FB-01, FB-04 dan FB-08. dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik



Gambar 3.16. Cross-section dan slice map impedansi akustik hasil algoritma inversi sparse-spike. kegiatan investas Perhatikan zone impedansi rendah berada sekitar 1060ms (elips) menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini ha pendekatan ini adal bentuk 3.2.1.9. Inversi Model-Based

Algoritma inversi model-based diterapkan pada dataset dengan parameter utama investasi sebagai berikut: inversion time interval 800-1200ms; impedance change constraints ± 30%; average block size 2ms; prewhitening 1%, number of

Berdasarkan anali wa berdasarkan pengaruh iterations 20; and using separate scales. resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara inve

menentukan stuktur sejalan dengan men level tertinggi, artin menerima konsekwe Perlu dicatat bahwa Sebab Simulasi In jalan tol di Indone



dan *lender* dalam

Gambar 3.17. Contoh hasil inversi menggunakan algoritma inversi model-based dibandingkan dengan log original pada sumur FB-01, FB-04 dan FB-08.

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapaUniversitas Indonesia



Gambar 3.18. Cross-section dan peta impedansi akustik hasil inversi *model-based*. Perhatikan zone impedansi rendah berada sekitar 1060ms (elips)

kegiatan investaImpedance change constraintdigunakan untuk membatasi perubahan<br/>impedansi inversi relatif terhadap impedansi rata-rata model, yang mana<br/>direpresentasikan oleh impedansi sumur yang difilter. Iterasi digunakan untuk<br/>meningkatkan kesesuaian (match) antara tras seismik riil dan tras sintetis. Proses<br/>iterasi diubah-ubah dari 5-20 kali hingga dianggap cukup saat didapatkan nilai<br/>kestabilan errorr minimum pada iterasi 20 kali.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh

to yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam 3.2.1.10.Kontrol Mutu

Kontrol mutu terhadap hasil inversi dilakukan dengan melihat profil korelasi terbesar dan error log terkecil. Selain itu juga dilakukan *blind well test* dengan cara mengeluarkan beberapa sumur dari ekstraksi wavelet, pembuatan model impedansi inisial dan inversi. Setelah inversi didapatkan, impedansi hasil inggi penyettaa inversi diplot dengan impedansi sumur kalibrasi tersebut dan dibandingkan nilai menerima konsek korelasi dan errornya. Tabel 3.2. berikut menunjukkan nilai korelasi seismogram Perlu dicatat bah sintetik dan error log dari semua algoritma inversi yang dicoba pada dataset, mengenai berbag dimana dapat disimpulkan bahwa inversi *model-based* menunjukkan korelasi Sebab Simulasi yang paling besar dan error log terkecil. Hasil inversi *model-based* ini yang merefleksikan rea kemudian dipakai sebagai atribut eksternal pada analisa multi-atribut. 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 dap Universitas Indonesia

il analisis yang lebih baik



Gambar 3.19. Perbandingan nilai Koefisien Korelasi Sintetik Seismogram (kiri) dan Error Log utama investasi Septer (kanan) untuk setiap algoritma inversi. Terlihat bahwa inversi *model-based* mempunyai nilaikorelasi terbesar dan error terkecil sehingga dipilih untuk dijadikan atribut eksternal.

# Berdasarkan analisis hasil simulas Multi-Atribut

Setelah diperoleh volum inversi impedansi akustik maka volum ini dijadikan eksternal atribut pada analisa multi-atribut. Volum yang akan dibuat adalah cube pseudo-impedansi untuk meningkatkan resolusi hasil inversi, cube pseudo-density dan cube pseudo-porosity untuk mengetahui penyebaran litologi dan porositas di zona interest. Volum inversi yang dipilih untuk digunakan adalah tinggi penyettan volum inversi yang dihasilkan dari inversi model-based.

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

mengenai berbag 3.2.2.1. peningkatan Resolusi Volume Impedansi Akustik Hasil Inversi Sebab Simulasi Infrisk Resolusi hasil inversi impedansi akustik dapat ditingkatkan dengan merefleksikan resmenggunakan analisa multi-atribut. Langkah pertama adalah mengkonversi jalan tol di Indooriginal log dalam domain *depth* kedalam domain *time* dan me-resampling log-log pendanaan harus ini dengan seismic sampling rate 2ms. Log impedansi akustik dikalkulasi dengan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupaka cara mengalikan log sonik dan densitas hasil pengukuran. Sejumlah atribut seismik diekstrak dari tras seismik. Tetapi, karena sifat alami band-limited dari sinyal seismik, kita memerlukan informasi tambahan untuk frekuensi rendah. Hasil inversi model-based digunakan sebagai atribut tambahan. Semua sumur Penelitian ini dilaka secara bersamaan dan tras seismik yang bersesuaian (di-ekstrak di lokasi sumur) digunakan dalam analisa ini. upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kual Emerge Training Data Target Logs Shifted / Filtere struktur pendanaar an digunakan serta menguntungkan Time ang 950 simulation merupa 1000 kegiatan investasi penelitian ini has 1100 tion 3000 16000 0 8000 16000 8000 16000 O 8000 16000 0 8000 16000 0 16000 Inversion FB-05 FB-05 FB-01 FB-04 FB-04 utama investasi se FB-08 FB-08 FB-09A FB-09A FB-01 FB-09B FB-09B गगः F Target: P-Impedance((m/s)\*(g/c Tops al attribut Berdasarkan anali.

Gambar 3.20. Data input untuk prediksi log impedansi akustik menggunakan analisa multi-atribut resiko yang terjar terdara persekti anara investor dan kender dalam menentukan stuktu pend Tabel 3.4. menunjukkan hasil *step-wise regression* (SWR) menggunakan sejalan dengan me10 atribut dan 5-point operator konvolusi. Kolom 'Validasi' merepresentasikan ekuitas berkisar anerror 'validasi' ulang. Secara teoritis, "error RMS' berkurang saata kita level tertinggi, art menambahkan atribut baru, tetapi terlihat bahwa dengan menambahkan atribut ketinggi penyertaan 9, "Integrated Absolute Amplitude", error validasi bertambah sehingga hanya menerima konsek delapan (8) atribut pertama yang digunakan dalam proses prediksi. Gambar 3.21. Perlu dicatat bah adalah representasi grafik dari tabel 3.4. gai 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 dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

#### Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

33

| Jalan tol merupakan Spana in Frankright p   | Tabel 3.4.<br>ada transformasi step wise regression                                      | (SWR) yang dite   | rapkan untuk                           |
|---|--|---|--|
| besar. Namun investasi jalan tol merupa   | eningkatkan resolusi inversi impedansi   | akustik   | resiko                                 |
| sangat tinggi kare <mark>ta J<sup>arget</sup>iakpastian da</mark>   | Final Attribute  | Training Error  | Validation Error                       |
| Log(P-Impedance )   | 1/(Inversion)  | 625.377348  | 634.633043                             |
| 2 Log(P-Impedance)  | Filter 15/20-25/30   | 573.602915  | 587.154791                             |
| pendanaan proyek irafra Log(P-Impedance) an tol,  | n Filter 55/60-65/70 varibel resiko yai  | 1543 920602 engan   | 561.082003                             |
| upaya apa yang di akukan untuk, mempe   | Fitter 25/30-35/40<br>Erkecil resiko. Dengan melak                                       | 519.125874  | 546.690789                             |
| 6 Log(P-Impedance)  | Quadrature Trace   | 490 575298  | 529.248978                             |
| The second sec | Filter 5/10-15/20  | 476.953942  | 522.514247                             |
| struktur pendanaan 8 ya Log Pimedance jigunak   | Amplitude Weighted Frequency   | 464.785965 gunti  | 521,510880                             |
| Simulasi adalah s <sup>9</sup> Log(P-Impedance)   | Integrated Absolute Amplitude  | 453,644728  | 530.636723                             |
| 10 Log(P-Impedance)   | Amplitude Envelope   | 435.243581  | 506.411719                             |
| sinutation merupakan salah satu teknik  | yang angunakan mituk menga   | IIIdilais Tesiko  | ualam                                  |
| kegiatan investasi. Program ini kemud   | Average Error for All Wells<br>Operator Length: 1<br>Black Dot: Analysis Using All Wells | orld Bank II  | istitute,                              |
| menjadi bagian dari Infrisk mode Average Error (  | Red Dot: Analysis Leaving Out Target Well  | an kelayakan.   | Dalam                                  |
| penelitian ini hasil keluaran yang di   | gil nela ui pendekatan i   | ni adalah ber   | bentuk                                 |
| probabilistic simulation day multi-pert   | d VAR (State of Risk) schage   | i <mark>i variab</mark> el kej  | putusan                                |
| utama investasi seperti NDV, IRR, dest  | service operation ian so   | cial benefit fi   | rom the                                |
| project   |  |   |  |
| 280-  |  |   |  |
| Berdasarkan analisis hasil simulasi yang  | dilataikan dikelshus bahwa b   | Grdabarkan pe   | engaruh                                |
| resiko yang terjadi terdapat pertenda   | Number of Attributes       Error   | dan lender  | dalam                                  |
| Gambar 3.21. Error rata-  | rata sebagai fungsi dari jumlah atribut  | t seismik vang di   | eragam<br>gunakan pada                 |
| sejalan dengan men analisa Step Wise Regres   | ssion (SWR). Garis hitam di bagian ba  | wah adalah error  | penggunaan                             |
| semua sumur dalan   | n kalkulasi dan garis merah di bagian a  | atas adalah error   | validasi.                              |
| Application of Multiple Attribute F<br>Using selected wells   | Regression Well Name Application of  | PNN_Impedance_w/blindwell Neural N<br>Using selected wells            | etwork Vell Name                       |
| level tertinggi, artinya bahwa setusia cross-correlation = 0.835<br>Error = 464.766   | resiko yang <sub>Fe<sup>16</sup></sub> adi <i>lender</i> a                               | Using 8 Attributes<br>Cross-correlation = 0.956092<br>Error = 263.161 | enuntut FB-16                          |
| tinggi penyertaan moral dari investo  | FB-14 Predicted P-Impedance  | lender hazy   | a akan FB-14                           |
| menerima konsekwense terhadap dehr  | rendahim   |   | FB-11                                  |
| Perlu dicatat bahwamasus in the state of  | haksudican selangai 1000 buah a  | s yang  | tengkap                                |
| mengenai berbaga ski pendanaan  | yang sehan siya 🚾 se si  | pada sebuah   | Kasus.                                 |
| Sebab Simulasi Infrisk yang digunak<br>Actual P-Impedance   | an dalam pereditian Ini Sa   | 10000 11000 12000<br>Actual P-Impedance                               | 13000<br>dalam FB-01                   |
| merefleksikan real Lie of Perfect Correlation   | Line of Perfect Correlatio   | yelenggaraan  | proyek                                 |
| Gambar 3.22. Cross-plot a<br>jalan tol di Indonesi penggunaan 8 atribut s   | ntara impedansi akustik aktual dan im<br>eismik dan operator konvolusi 5-point           | ipedansi akustik p<br>t pada transforma                               | orediksi dengan<br>si <i>step-wise</i> |
| pendanaan harus diselidiki dan tigak h  | ion (kiri) dan probabilistic neural netw   | <i>vork</i> (kanan).  | trasikan                               |

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapaUniversitas indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana Probabilistic neural network (PNN) di-training menggunakan delapan (8) atribut yang sama dan operator konvolusi 5-point sebagaimana pada transformasi step-wise regression (SWR). Gambar 3.23. memperlihatkan log impedansi terukur (warna hitam) dan terprediksi (warna merah) pada lokasi sumur. Transformasi SWR memprediksi log dengan korelasi 83.5% sementara PNN memprediksi dengan korelasi adalah 95.6%. Hasil prediksi PNN juga superior dengan error prediksi lebih rendah yaitu 263 m/s\*g/cc dibandingkan transformasi SWR yang mempunyai error prediksi 465 m/s\*g/cc. Terlihat bahwa PNN memprediksi log struktur pendanaa dengan keakuratan lebih tinggi. Gambar 3.24. memperlihatkan hasil validasi dari analisis resiko. Monte kedua transformasi diatas.

kegiatan investasi penelitian ini ha utama investasi s

simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam



resiko yang terici Gambar 3.23. Hasil training metoda Step Wise Regression (kiri) dan PNN (kanan) menggunakan 8 atribut seismik dan operator konvolusi 5-point dalam prediksi volume impedansi akustik. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa SWR adalah 83.5% dan error 464 m/s\*g/cc. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa PNN adalah 95.6% dan error 263 m/s\*g/cc. sejalan dengan meningkatnya



Gambar 3.24. Hasil validasi Step Wise Regression (kiri) dan PNN (kanan) menggunakan 8 atribut jalan tol di Indonesi seismik dan operator konvolusi 5-point dalam prediksi impedansi akustik. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa SWR adalah 78.8% dan error 522 m/s\*g/cc. Korelasi yang dihasilkan oleh pendanaan harus diselidiki dan tida analisa PNN adalah 81.4% dan error 491 m/s\*g/cc. dilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapaUniversitas Indonesia

Jalan tol merupaka 3.2.2.3. Prediksi Volume Pseudo-Densitas tuhkan modal investasi besar. Namun investasi a Prediksi log densitas dilakukan dengan menggunakan hasil inversi sangat tinggi kar sebagai atribut eksternal karena densitas juga mempunyai hubungan fungsi Penelitian ini dilak dengan impedansi akustik.

Emerge Training Data pendanaan proyek in rastruktur jalan tol, mengetah Target Logs Shifted / Fittered (O (ms) upaya apa yang dilak kuantitatif dan kualitati<sup>950</sup> 1000 nuah simulation merupakan 1981 kegiatan investasi 1100 menjadi bagian dari penelitian ini hasil 17000.50 17000.50 17000.50 12000 1.50 1.50 12000 1.50 12000 1.50 160001.50 9000 Inversion Inversion Inversion Inversion FB-05 FB-05 FB-08 FB-08 FB-09A FB-09A FB-01 FB-01 FB-04 FB-04 FB-09B FB-11 FB-11 FB-12 probabilistic simulation da utama investasi sei Legend Target: Density(g/cc) External attribute Seismic data Tops Analysis windo

Gambar 3.25 Data input untuk prediksi log densitas menggunakan analisa multi-atribut. Berdasarkan analisis hasi resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektil Tabel 3.5. investor dan *lender* dalam Hasil pencarian atribut pada transformasi step wise regression (SWR) untuk prediksi volume menentukan stuktur pseudo-densitas. Final Attribute Validation Error Target Training Errol (Density)\*\*2 0.050669 412 1/(Inversion) 0.050065 0.047432 0.048157 (Density)\*\*2 Filter 5/10-15/20 0.045378 0.047588 (Density)\*\*2 0.043850 4110 (Density)\*\*2 Filter 55/60-65/70 0.046366 Derivative Instantaneous Amplitude 0.04253 0.045146 ( Density )\*\*2 0.041678 0.044759 Perlu dicatat bahvez ka(Density)\*\*2 0.041168 0.045018 Filter 15/20-25/30 8 ( Density )\*\*2 0.040420 0.044692 Instantaneous Frequency

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Tabeh 3.5. menunjukkan hasil dari analisa multi-atribut step-wise pendanaan harus regression yang dilakukan dengan menggunakan 10 (sepuluh) stratribut dan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Amplitude Weighted Frequency

Second Derivative Instantaneous Amplitude

( Density )\*\*2

10 ( Density )\*\*2

0.039835

0.039397

0.044663

0.044154

Jalan tol merupaka operator konvolusi 3-point. Terlihat bahwa dengan menambahkan atribut ke-7, "Filter 15/20-25/30", error validasi meningkat sehingga dipilih hanya 6 (enam) atribut pertama dalam proses prediksi. Gambar 3.26. adalah representasi grafik dari tabel 3.5. Penelitian ini dilaku mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam jalan tol, mengetahui Average Error for All Wells Operator Length: 3 yang berpengaruh pendanaan proyek infrastruktu Black Dot: Analysis Using All Wells Red Dot: Analysis Leaving Out Target Well upaya apa yang dilakukan un Average Error (g/cc) kuantitatif dan kualitatif terhadao. struktur pendanaan yang ak 0.0475 Simulasi adalah sebuah per 0.0450 simulation merupakan salah 0.0425 kegiatan investasi 0.0400 menjadi bagian dari Infrisk m odel untuk Dalam Kg layin penelitian ini hasil vang dunginkan kemaran 208.2 Mela Number of Attributes Legend All Well Error 

Gambar 3.26. Error rata-rata sebagai fungsi dari jumlah atribut seismik yang digunakan pada transformasi *Step Wise Regression (SWR)* untuk prediksi log densitas. Garis hitam di bagian bawah adalah error penggunaan semua sumur dalam kalkulasi dan garis merah di bagian atas adalah error validasi.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang ditatukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi *er Probabilistik Neural Network (PNN)* ditraining dengan menggunakan menentukan stuki atribut seismik yang sama dengan analisa *step wise regression* yaitu 6 atribut sejalan dengan dengan operator konvolusi 3-point, (gambar 3.28). Jika transformasi *SWR* ekuitas berkisar an memprediksi log dengan korelasi 72.7% maka *PNN* memprediksi log dengan korelasi 92.7%. Hasil prediksi *PNN* juga superior dengan error prediksi lebih rendah 0.025gr/cc dibandingkan *SWR* yang mempunyai error prediksi 0.047gr/cc. Gambar 3.29. menunjukkan validasi untuk kedua transformasi. Transformasi PNN memerima konsekwensi terhadap *denti menced* yang rendah. memprediksi log densitas dengan keakuratan lebih tinggi. Perlu dicatat bahwa kasus ini ndak 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 dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

37



Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

38

Setelah hubungan antara atribut seismik dan log densitas telah ditentukan, maka hubungan tersebut diterapkan untuk membuat volume data. sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi Penelitian ini dila 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas Penelitian ini dila 3.2.2.3. Prediksi Log Porositas Pendanaan provek infrast Prediksi log porositas dilakukan dengan menggunakan hasil inversi upaya apa yang sebagai atribut eksternal karena porositas mempunyai hubungan fungsi dengan kuantitati dan ketergan pada taribut eksternal karena porositas mempunyai hubungan fungsi dengan



Berdasarkan analis Gambar 3.30. Data input untuk prediksi log porositas menggunakan analisa multi-atribut resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektit antara investor menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Tabel 3.6. slor sangat beragam Sejalan dengan mehasil pencarian atribut pada transformasi step wise regression (SWR) untuk prediksi log porositas Target/ Final Attribute Training Error Validation Error Integrate 3.175369 3.212824 Porosity 1 / ( Model Based Inversion ) 3.091692 3.137138 tinggi penyertaan 3no Peristy dari 3.016054 3.063754 Dominant Frequency 2,955363 3.010375 Porosity Derivative Instantaneous Amplitude Porosity adap debt-fin ςΠS Filter 55/60-65/70 2.892292 2.956802 Perlu dicatat bahwa ka Porosity ini Amplitude Envelope sebagai sebuah 2.845708 2.919301 2.779010 2.864650 Porosity Second Derivative Instantaneous Amplitude Filter 35/40-45/50 arusnya Porosity 2.764897 2.861870 2.878413 Porosity Amplitude Weighted Frequency 2.756917 Porosity Average Frequency 2.745529 2.873337

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

Tabel 3.6. menunjukkan hasil dari transformasi *step-wise regression* (SWR) yang dilakukan dengan menggunakan 10 (sepuluh) atribut dan operator dalam contoh kasus menggunakan ata banya sepuluh atribut dan operator hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupaka konvolusi 1-point. Terlihat bahwa dengan menambahkan atribut ke-9, "Amplitude Weight Frequency", error validasi meningkat sehingga dipilih hanya 8 (delapan) atribut pertama dalam proses prediksi. Gambar 3.31. adalah representasi grafik dari tabel 3.6. Penelitian ini dilaka tuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resika perteterter tertika Black Dot: Analysis Using All Wells Red Dot: A kuantitatif dan kualitatif terha Average Error (%) asi jalan memfokuskan pada 3.20 struktur pendanaan yang aka 3.10 -Simulasi adalah sebuah perke simulation merupakan salah satu 300k kegiatan investasi. Program ini 2400 menjadi bagian dari Infrisk modezan penelitian ini hasil keluaran vang diinginkan 3 tan 9 10 5 8 variabel keputusai Number of Attributes Legend All Well Error Validation Erro utama investasi se Gambar 3.31. Error rata-rata sebagai fungsi dari jumlah atribut seismik yang digunakan pada

analisa Step Wise Regression. Garis hitam di bagian bawah adalah error penggunaan semua sumur Berdasarkan analisis hasil simudalam kalkulasi dan garis merah di bagian atas adalah error validasi. resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan leuder dalam menentukan stuktur pen Probabilistik Neural Network (PNN) ditraining dengan menggunakan sejalah dengan atribut seismik yang sama dengan transformasi SWR yaitu 8 atribut dengan ekuitas berkisar a operator konvolusi 1-point. (gambar 3.33). Jika transformasi SWR memprediksi log dengan korelasi 68.3% maka PNN memprediksi log dengan korelasi 89.4%. Hasil prediksi PNN juga superior dengan error prediksi lebih rendah 1.77% porositas dibandingkan transformasi SWR yang mempunyai error prediksi 2.76%. Gambar 3.34. menunjukkan validasi untuk kedua transformasi. Terlihat bahwa PNN lagi-lagi memprediksi log dengan keakuratan lebih tinggi. mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapaUniversitas Indonesia



Gambar 3.33. Hasil training metoda Step Wise Regression (kiri) dan PNN (kanan) menggunakan 8 atribut seismik dan operator konvolusi 1-point dalam prediksi porositas. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa SWR adalah 68.3% dan error 2.76%. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa PNN adalah 89.4% dan error 1.77%.



Gambar 3.34. Hasil validasi Step Wise Regression (kiri) dan PNN (kanan) menggunakan 8 atribut seismik dan operator konvolusi 1-point dalam prediksi porositas. Korelasi yang dihasilkan oleh analisa SWR adalah 65.4% dan error 2.86% dan korelasi yang dihasilkan oleh analisa PNN adalah merefleksikan realitas dari berbagai struktur 69.4% dan error 2.76%. jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesunggunnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana Setelah nubungan kaptara, attibut seismikindan nogal porositas telah besar. Namun investasi kan maka hubungan tersebut diterapkan untuk membuat volume kubus sangat tinggi karcha kendakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibel 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 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 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 dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi sangat tinggi karena ketidakpastian dan HASIL DAN PEMBAHASAN luar yang tinggi. pendanaan proyek 4.1-astrAnalisa Inversimengetahui varibel resiko yang berpengaruh serta n untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara Kontrol Mutu upaya apa yang dilakuka 4.1.1. kuantitatif dan kualitatif terhadap Gambar 4.1. menampilkan contoh hasil inversi impedansi akustik dengan algoritma model-based dibandingkan dengan log asli pada sumur FB-09B. Secara umum, inversi impedansi akustik mirip (comparable) dengan log sumur. simulation merupa Kesesuaian antara tras sintetis dan data sumur menunjukkan korelasi yang sangat kegiatan investasi baik untuk sebagian besar sumur yaitu dengan total korelasi 0.998. Error residual menjadi bagian da pada impedansi akustik bervariasi dari 801 (m/s)•(g/cc) sampai 1283 (m/s)•(g/cc). penelitian ini has Gambar 4.2. menunjukkan error plot yaitu perbedaan antara sintetik yang probabilistic simu dihitung dari hasil inversi dengan data asli. Fakta bahwa kecilnya error yang utama investasi se koheren mengindikasikan bahwa model yang dihasilkan merupakan representasi yang sangat baik dari data seismik asli.



dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat baztu yang tepat dapaUniversitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupak besar. Namun investesi angat tinggi kare penelitian ini dilak penelitian ini dilak penelitian ini dilak totation terror plot untuk inversi model-based. Amplitudo secara keseluruhan terlihat kuantitatif dan kuantatif ternada investasi palan totati rendah struktur pendanaan yang akan digunakan serta renum yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo **4.1.2. Blind Well Test** menunjukkan korelasi sintetik seismogram yang sangat baik mencapai 99.8% dan error log berkisar dari 798 – 1064 (m/s)•(g/cc). Gambar 4.3. memperlihatkan penampang arbitrary yang melewati sumur kalibrasi dimana umumnya korelasi log impedansi pada bagian sumur yang dangkal mirip dengan hasil inversi dan semakin dalam semakin kurang mirip, kemungkinan disebabkan a. perbedaan project.

resolusi antara seismik dan log sumur; b. kualitas data seismik yang lebih buruk Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh pada zona yang lebih dalam.

menentukan stuktur pendan sejalan dengan meningkatny ekuitas berkisar antara 15%level tertinggi, artinya bahw tinggi penyertaan modal o menerima konsekwensi terha Perlu dicatat bahwa kasus mengenai berbagai skenario Sebab Simulasi Infrisk ya merefleksikan realitas dari



Gambar 4.3. Koefisien korelasi sintetik seismogram dari *blind wells*, FB-05, FB-13, FB-29. Korelasi mencapai 99.8% dan error log berkisar dari 798 – 1064 (m/s)•(g/cc) dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik



kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute, Gambar 4.4. Penampang arbitrary dari blind wells, FB-29, FB-05, FB-13. Terlihat bahwa log impedansi akustik relatif mirip pada zona yang lebih dangkal dan relatif kurang mirip pada zona yang lebih dalam. Inset adalah slice pada 1060ms, penelitian ini hasil keluaran yang dingenkan menang penelekaran menang dan berbentuk probabilistic simulation dan multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi se 4.1.3. Konversi Volume Impedansi ke Volume Porositas

Pada *crossplot* antara log impedansi akustik dan porositas terlihat korelasi yang tinggi antara kedua log (gambar 4.5.) dan menghasilkan hubungan matematis **Phi=-0.0067325\*AI+75.7756**. Hubungan matematis tersebut kemudian digunakan untuk mengkonversi volume impedansi akustik menjadi volume sejalan dengan porositas seperti pada gambar 4.5.

ekuitas berkisar antara 15 level tertinggi, artinya balana tinggi penyertaan modal menerima konsekwensi terhad Perlu dicatat bahwa kasus Sebab Simulasi Infrisk merefleksikan realitas dari berbagai struktur jalan tol di Indonesia.



pendanaan harus diselidiki darGambar 4.5. Fungsi regresi impedansi akustik terhadap porositas trasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

| and to more parent situate ministration and paper. Jung monorealized moore in oscial   |
|--|
| besar. Namun investasi jalan tol merupakan plinserted color Data: Arbitrary line porosity of 1060ms  |
| CDP 1 4 7 11 16 21 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 101 107 113 120 127 134 140 147 15<br>Vell children P-08 FB-08 FB-08 FB-08 FB-08 FB-08 FB-04 FB-16 FB-14 FB-12 F |
| Penelitian ini dilakukaj <mark>i untui menda etkan gende</mark> ran sejauh <mark>mana pengapit, estko seka</mark> na ka  |
| pendanaan proyek infra <b>ute ti serie da serie d</b>  |
| upaya apa yang di aku <b>can ng tuk-melaperkeri ketako. Denerat malakukat angustas</b> acara <sup>63</sup>   |
| kuantitatif dan kualitati terkan sada sa terta di Indoursia yang menjokuskan sada 38<br>19   |
| struktur pendanaan ya <mark>ng akan bigunakan serta <i>rehurn</i> yang dianggap menguntung</mark> kati   |
| Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. <i>Monte Carlo</i>   |

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi

Gambar 4.6. Penampang arbitrary seismik kubus porositas hasil konversi dari inversi impedansi akustik dengan algoritma *model-based*. Inset adalah peta (slice) pada *time* 1060ms.

#### kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute,

Sebuah penampang melintang volume impedansi akustik hasil inversi model-based kemudian ditampilkan secara bersamaan dengan volume porositas hasil konversi pada gambar 4.7. Anomali impedansi rendah dan anomali porositas tinggi pada time 1060-ms (ditandai garis putus-putus) yang merupakan zona target terlihat jelas pada gambar tersebut .

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh

resiko yang terjadi terdapat Impedance Color Data: two volume conditioning serted Curve Data: Computed Impedance ((m/s)\*(q/cc)) hs\_porosity\_01 menentukan stuktuxinepende am 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 3.00 sejalan dengan mening ekuitas berkisar an 2.50 Horz X 2.00 1000 mod .50 menerima konsekv Conditions 1.00 dalam penelitian ini sangat terbatas dalam

merefleksikan realit Gambar 4.7. Kombinasi volume akustik impedansi dan porositas dalam satu window, Target reservoir (ditandai dengan garis putus-putus) adalah daerah zona I yang mempunyai impedansi jalan tol di Indonesia. Dalam meng sampai 8000m/s.g/cc dan porositas diatas 10%.mlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapa Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupaka 4.2 aran Analisa Multi-atribut publik yang membutuhkan modal investasi

4.2.1. Meningkatkan Resolusi Volume Impedansi Akustik Hasil Inversi Gambar 4.8. dan 4.9. menunjukkan suatu penampang melintang dari kubus impedansi akustik terprediksi yang dilakukan menggunakan analisa multiatribut dengan memasukkan hasil inversi *model-based* sebagai atribut eksternal. Resolusi lebih tinggi dicapai menggunakan probabilistic neural network (PNN).



resiko yang terjadi Gambar 4.8. Penampang arbitrary hasil peningkatan resolusi inversi impedansi akustik modelbased menggunakan transformasi SWR. Inset adalah peta (slice) pada time 1060ms. menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam

sejalan dengan meningkatnya resiko, invescolor Data arbitrary\_ine\_enhanced\_impedance Inserted Color Data: Computed Impedance F 39 41 43 45 46 48 50 52 36 38 40 42 44 30 29 27 26 28 30 32 FB-14 A/ell FB-08 FB-09A FB-29 FB-16 52 50 48 46 44 30 28 26 24 22 20 18 10625 10351 10077 9803 9529 9255 1100 8981 8707 merefleksikan realita 8433

jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario

pendanaan harus Gambar 4.9. Penampang arbitrary hasil peningkatan resolusi inversi impedansi akustik algoritma model-based menggunakan transformasi PNN. Inset adalah peta (slice) pada time 1060ms. dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi 4.2.2. Prediksi Log Pseudo-Densitas Gambar 4.10. dan 4.11. menunjukkan penampang melintang dari kubus pseudo densitas terprediksi hasil transformasi multi-atribut *step wise regression* (SWR) dan probabilistic neural network (PNN). Target reservoir terlihat sebagai batupasir dengan anomali densitas rendah. Resolusi lebih tinggi lagi-lagi dicapai menggunakan analisa PNN.



resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam Gambar 4.10. Penampang arbitrary dari kubus densitas terprediksi menggunakan transformasi *Step* menentukan stuktur pendanaan *Wise Regression (SWR)*. Inset adalah slice pada time 1060ms. beragam



pendanaan harus Gambar 4.11. Penampang arbitrary dari kubus densitas terprediksi menggunakan transformasi Probabilistic Neural Network (PNN). Inset adalah slice pada time 1060ms. dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

47

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi Log Porositas sangat tinggi karena ke Gambar 4.12. dan 4.13. menunjukkan penampang melintang dari kubus porositas terprediksi hasil transformasi multi-atribut step wise regression (SWR) dan probabilistic neural network (PNN), secara berturutan.







Gambar 4.13. Penampang *arbitrary* dari kubus porositas terprediksi menggunakan transformasi jalan tol di Indonesia. D *Probabilistic Neural Network (PNN)*. Inset adalah slice pada time 1060ms. pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

48

Jalan tol merupakan sara Dari gambar-gambar diatas reservoar target batupasir yang porous dapat dibedakan dengan baik sekali sebagai sebuah anomali porositas tinggi, ditandai dengan garis putus-putus elips pada time 1060ms. Resolusi lebih tinggi dicapai menggunakan transformasi PNN. Dengan korelasi sebesar 89.4% dan validasi Penelitian ini dilaki sebesar 65.4%, maka diasumsikan bahwa volum pseudo-porositas yang dihasilkan pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibei resi dari transformasi ini valid untuk memprediksi penyebaran porositas pada upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara reservoar target. kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada Tabel 4.1. berisi rangkuman hasil training dan validasi dari analisa multistruktur pendanaan yang akan digunakan atribut dengan menggunakan transformasi linear step wise regression (SWR) dan Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo probabilistic neural network (PNN) untuk memprediksi log impedansi akustik, kan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam densitas dan porositas. Penggunaan transformasi PNN selalu memberikan peningkatan keakuratan dalam prediksi ketiga log tersebut. menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam Tabel 4.1. penelitian ini hasil Perbandingan antara kedua transformasi dalam multi-atribut dalam prediksi volume pseudo log impedansi akustik, densitas dan porositas. Terlihat bahwa terjadi improvement dalam prediksi saat probabilistic simulation dan mumenggunakan transformasi Probabilistic Neural Network (PNN). Putusan utama investasi seperti NPV, IRR, debi se ANALISA MULTI-ATRIBUT Step Wise Regression (SWR) Probabilistic Neural Network (PNN)

| ρισμετι.          | Prediksi              | Training | Error   | Validation | Error           | Training | Error   | Validation | Error |
|-------------------|-----------------------|----------|---------|------------|-----------------|----------|---------|------------|-------|
|                   | Pseudo Impedansi-P    | 83.5     | 464     | 78.8       | 522             | 95.6     | 263     | 81.4       | 491   |
| Berdasarkan anali | sis hasil simulasi ya | ng dila  | cukan ( | liketahu   | ii bahw         | a berda  | isarkan | pengar     | uh    |
|                   | Pseudo Densitas       | 74.7     | 0.042   | 70.1       | 0.045           | 92.7     | 0.025   | 75.1       | 0.041 |
| resiko vang terja | di terdapat perbed    | aan pe   | rspekti | f antar    | a <i>inve</i> . | stor da  | in lena | ler dala   | ım    |
|                   | Pseudo Porositas      | 68.3     | 2.76    | 65.4       | 2.86            | 89.4     | 1.77    | 69.4       | 2.76  |
| menentukan stuk   | ur nendanaan nrove    | k infra  | struktu | r Perst    | vektif <i>i</i> | mestor   | sanoal  | herao:     | m     |

sejalah dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15% 25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada **4.3. Interpretasi Geologi** Secara keseluruhan dari penelitian ini, telah dihasilkan tiga macam peta yaitu peta impedansi akustik rata-rata, peta densitas rata-rata dan peta porositas rata-rata dari reservoar target (Gambar 4.14). Ketiga peta tersebut menunjukkan konsistensi yang cukup seragam dan delineasi yang cukup baik. Dapat diasumsikan bahwa zona reservoar target adalah suatu kanal batupasir berarah barat daya-tenggara dengan karakteristik impedansi rendah <9800m/s\*g/cc, porositas berkisar antara 10-15% dan densitas berkisar antara 2.30-2.40gr/cc pada kedalaman kurang lebih 1060ms dalam domain waktu.

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk pu besar. Namun investasi jalan tol merupakan pro sangat tinggi karena ketidakpastian<sup>76</sup> dan Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan pendanaan proyek infrastruktur jalan sol, meruper upaya apa yang dilakukan untuk meruper kuantitatif dan kualitatif terhadap inve<del>stasi jalan</del> struktur pendanaan yang akan di



Simulasi adalah Gambar 4.14. Slice map distribusi impedansi akustik pada *time* 1060ms. Impedansi pada reservoar target berkisar 9100-9800m/s\*g/cc dikelilingi oleh zona impedansi tinggi.

kegiatan investasi. Program ini menjadi bagian dari *Infrisk* model vini kendulan dikwinawindu i ugeseteted and sover the server and server the server and server the server and server the server and server

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang ditakukan sitikesahus batawa isendasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perpusikan perspektifika antara investor dan lender dalam

menentukan Stuktur Gambar 4.15. Slice map distribusi densitas pada *time* 1060ms. Densitas pada reservoar target berkisar 2.40-2.50gr/cc.

ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu level tertinggi, artinya bahwa setiap le 12.53 1.92 tinggi penyertaan modal dari ir V 759 11.30 10.68 menerima konsekwensi terhadap deba-10.06 9.44 Perlu dicatat bahwa kasus ini tidaka mengenai berbagai skenario pendanaan ebuah kasus. Sebab Simulasi Infrisk yang digunal 75 100 574 merefleksikan realitas dari berbagaimente kur pendanaan dalamen berbagaraan proyek

jalan tol di IndoneGambar 4.16. Slice map distribusi porositas pada *time* 1060ms. Porositas pada reservoar target berkisar 10-15% dikelilingi oleh zona berporositas rendah pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah dilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dap Universitas Indonesia hasil analisis yang lebih baik
## ABSTRAK

besar, Namun investasi jalan tol merupakan proyek **BAB**(5si yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui varibel resiko yang bernengaruh serta Dari evaluasi karakterisasi reservoar target di lapangan Blackfoot upaya apa yang dipenggunakan analisa inversi dan multi-atribut seismik dapat disimpulkan bahwa uantitatif dan kualitatif Daerah target penelitian merupakan zone yang mempunyai impedansi struktur pendanaan yang akustik rendah (<9500m/s.g/cc), densitas rendah (2.30-2.40g/cc) dan Simulasi adalah sebuah porositas tinggi (>10-15%) pada domain waktu 1060ms one Carlo simulation merupakan sa Hampir semua jenis inversi memberikan gambaran yang baik tentang keejatan investasi. Prograrget reservoir sebagai zona dengan anomali impedansi rendah dan menjadi bagian dari Infrisporositas tinggi, namun ainversi algoritma model-based mempunyai penelitian ini hasil keluakoefisien korelasi tertinggi dan error paling rendah dalam hubungan antara probabilistic simulation data seismik dan data log sumur asli. A sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NSecara umum ditemukan bahwa metoda multi-atribut lebih baik dan meningkatkan resolusi seismik untuk melihat penyebaran litologi dan prediksi impedansi akustik, densitas dan porositas pada reservoar target. Dalam setiap uji coba prediksi, terlihat hasil prediksi transformasi stepwise regression (SWR) dapat ditingkatkan dengan hubungan non-linier ektif *investor* sangat beragam probabilistic neural network (PNN). tnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan Kontrol mutu pada analisa inversi dapat dilakukan dengan mencari koefisien korelasi tertinggi serta error synthetic dan error log yang paling level tertinggi, artinya bahan kontrol mutu rendah, juga dengan melakukan blind well test. Sedangkan kontrol mutu

tinggi penyertaan moda analisa multi-atribut dilakukan dengan melihat prediksi dan validasi silang menerima konsekwensi teyang mempunyai error paling 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 bestu yang tepat dapaUniversitäs indonesia hasil analisis yang lebih baik

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011

# ABSTRAK

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi DAFTAR ACUAN Badley, M.E., 1985, Practical Seismic Interpretation, Prentice Hall. tuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam Branches, Rafael E. dkk, 2002, Seismic Attributes to Pseudo-well-log Volume upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara Using Neural Networks: Practical Considerations, The Leading Edge, Vol. 21, kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada No. 10, p. 996-1001. Simulasi adalah Hampson, D., Schuelke, J., and Qurein, J. A., 2001, Use of Multiattribute simulation merupa Transforms to Predict Log Properties from Seismic Data, Geophysics, 66, p. 220kegiatan investasi.236 ogram ini kemudian dikembangkan, oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari Infrisk model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini has Harsono, A., 1997, Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log, Schlumberger Oilfield probabilistic simu/Service, Edisi ke-8, Jakarta R (Value at Risk) sebagai variabel keputusan Russel, B., Hampson, D., Schuelke, J., and Qurein, J., 1997, Multi-attribute Seismic Analysis, The Leading Edge, Vol. 16, p. 1439-1443. Schultz, P. S., Ronen, S., Hattori, M., and Corbett, C., 1994, Seismic Guided Estimation of Log Properties, The Leading Edge, Vol. 13, p. 305-315. sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada Sukmono, Sigit., 2002, Seismic Inversion for Reservoir Characterization level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut Todorov, T., 2000, Integration of 3C-3D Seismik Data and Well Logs for Rock Property Estimation: The CREWES Project Research Report, 10. mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat b 52tu yang tepat dapaUniversitas Indonesia

Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011





#### Gambar A-01. Pengikatan sumur FB-01, korelasi 0.654.

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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan





Gambar A-02. Pengikatan sumur FB-04, korelasi 0.816.

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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan





#### Gambar A-03. Pengikatan sumur FB-05, korelasi 0.883. 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan





#### Gambar A-04. Pengikatan sumur FB-08, korelasi 0.736.

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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

Lampiran A. Well Seismic-Tie



Gambar A-05. Pengikatan sumur FB-09A, korelasi 0.797.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 57 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

Lampiran A. Well Seismic-Tie



Gambar A-06. Pengikatan sumur FB-09B, korelasi 0.865.

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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

Lampiran A. Well Seismic-Tie



### Gambar A-07. Pengikatan sumur FB-11, korelasi 0797.

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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan





#### Gambar A-08. Pengikatan sumur FB-12, korelasi 0.814.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 60 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan





Gambar A-10. Pengikatan sumur FB-14, korelasi 0.820.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 61 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

Lampiran A. Well Seismic-Tie



#### Gambar A-11. Pengikatan sumur FB-16, korelasi 0.856.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 62 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan





### Gambar A-12. Pengikatan sumur FB-29, korelasi 0.805.

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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan



tinggi penyertaan modal Gambar B-1. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-01. menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 64 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan



tinggi penyertaan modal Gambar B-2. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-04. ya 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang membutunkan 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 varibel 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 Carro



menerima konsekwensi terh Gambar B-3. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-05.

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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang membutunkan 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 varibel 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 Carro



menerima konsekwensi terh Gambar B-4. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-08.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 67 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang membutunkan 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 varibel 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 Carro



Gambar B-5. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-09A.

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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan



tinggi penyertaan modal dar Gambar B-6. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-09B. akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 69 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan



tinggi penyertaan modal Gambar B-7. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-11. ya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 70 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan



tinggi penyertaan modal Gambar B-8. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-12. ya 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan



tinggi penyertaan modal Gambar B-9. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-13. ya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 72 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan



tinggi penyertaan modal Gambar B-10. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-14, ya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 73 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan



tinggi penyertaan modal Gambar B-11. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-16. ya 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan



tinggi penyertaan modal Gambar B-12. Log impedansi akustik v's log porosity, sumur FB-29. ya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap 75 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 Identifikasi litologi..., Fitriyanie Bren, FMIPAUI, 2011 jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan