



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI EKSPERIMEN METODE *REGULARIZED
INCREMENTAL SIMULTANEOUS MATRIX FACTORIZATION*
DALAM SISTEM REKOMENDASI**

TESIS

**SUBIAN SAIDI
1006734634**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM MAGISTER MATEMATIKA
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI EKSPERIMEN METODE *REGULARIZED
INCREMENTAL SIMULTANEOUS MATRIX FACTORIZATION*
DALAM SISTEM REKOMENDASI**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains

SUBIAN SAIDI

1006734634

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM MAGISTER MATEMATIKA
DEPOK
JULI 2012**

ABSTRAK

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui pengaruh resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program *Infrisk* 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*.

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

Nama : SUBIAN SAIDI

NPM : 1006734634

Tanda Tangan

Tanggal : 16 Juli 2012

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

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

ABSTRAK

HALAMAN PENGESAHAN

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi

besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko

sangat tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam

pendanaan proyek infrastruktur jalan tol. Mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta

upaya apa yang dilakukan untuk

kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada

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

Simulasi adalah teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis 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 teknik yang digunakan untuk menganalisis secara

kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada

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

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : SUBIAN SAIDI

NPM : 1006734634

Program Studi : Magister Matematika

Judul Tesis : Studi Eksperimen Metode *Regularized Incremental*

Simultaneous Matrix Factorization dalam

Sistem Rekomendasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima

sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar

Magister Sains pada program Studi Magister Matematika, Fakultas

Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. rer. nat. Hendri Murfi

Penguji : Prof. Dr. Djati Kerami

Penguji : Dr. Dian Lestari

Penguji : Alhadi Bustamam, Ph.D

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 16 Juli 2012

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

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

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk*. Dalam penelitian ini hasil kelengkapan data yang digunakan adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV*, *IRR*, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*. Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan *measuring* ekuitas berkisar antara *return* konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian, pihak *lender* harus menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

1. Bapak Dr. rer. nat Hendri Murfi atas segala kesabarannya dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Bapak Prof. Dr. Djati Kerami selaku Ketua Program Studi Magister Matematika yang telah memberikan masukan yang sangat berharga selama penulis menjalani proses penulisan tesis.
3. Bapak/Ibu Dosen Departemen Matematika FMIPA Universitas Indonesia yang telah memerikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
4. Istri dan anak-anakku tercinta atas segala doa, perhatian, kesabaran dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan.
5. Rekan-rekan mahasiswa S2 angkatan 2010 yang senantiasa memberi masukan, kritik dan saran dalam berbagai diskusi mengenai konsep matematika.

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 terdapat 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

Depok, 16 Juli 2012

Penulis

ABSTRAK

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi

besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertandatangan di bawah ini:

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam

pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan risiko. Dengan melakukan analisis secara

kuantitatif terhadap: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

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

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. *Monte Carlo simulation*

adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan

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

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh risiko yang terjadi terhadap perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam

menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan

ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut

tinggi penyertaan modal dari investor. Pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

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

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

demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 16 Juli 2012

Yang menyatakan

(SUBIAN SAIDI)

ABSTRAK

ABSTRAK

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

Nama : SUBIAN SAIDI

Program Studi : Magister Matematika

Judul : Studi Eksperimen Metode *Regularized Incremental*

Simultaneous Matrix Factorization dalam Sistem Rekomendasi

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta

upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara

kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang melakukan pada

struktur pendanaan yang akan digunakan sebagai modal investasi.

Salah satu pendekatan yang digunakan dalam

simulasi adalah sebuah pendekatan yang digunakan dalam analisis resiko. Menurut *Case*

seberapa baik suatu metode diterapkan dalam sistem rekomendasi diukur dari kinerja atau

akurasi model tersebut. Penelitian ini menguji kinerja metode *Regularized*

Incremental Simultaneous Matrix Factorization (RISMF) dalam sistem

rekomendasi melalui studi eksperimen. Eksperimen dilakukan melalui simulasi

komputasi untuk mendapatkan parameter model yang optimal. Hasilnya

menunjukkan bahwa akurasi model pada saat parameter mencapai optimal sebesar

0.93. Hasil tersebut membuktikan bahwa metode RISMF cukup baik digunakan

dalam sistem rekomendasi.

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

project.

Kata Kunci:

Sistem rekomendasi, *Collaborative filtering*, Faktorisasi matriks, akurasi.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh

resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam

menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam

sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan

ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada

level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut

tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan

menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

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

mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

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

pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

ABSTRACT

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi

besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko

sangat tinggi karena ketidakpastian pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta

pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta

upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko. Dengan menggunakan metode

kuantitatif dan kualitatif terhadap struktur pendanaan proyek infrastruktur jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada

struktur pendanaan jalan tol sebagai variabel resiko yang berpengaruh terhadap

Simulasi adalah sebuah representasi matematis dalam analisis Monte Carlo

simulation merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis

kegiatan investasi. Program simulasi dikembangkan oleh World Bank Institute

menjadi bagian dari program analisis resiko. Keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam

penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk

probabilistic simulation. multi-period VAR (Value at Risk) sebagai variabel keputusan

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

project.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh

resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam

menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam

sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan

ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada

level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut

tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan

menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

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

mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

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

pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

DAFTAR ISI

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.	HALAMAN JUDUL.....	i
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta pendanaan proyek	HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
upaya apa yang dapat dilakukan untuk meminimalkan resiko	HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan	KATA PENGANTAR.....	iv
Simulasi adalah sebuah percobaan metode dalam analisis resiko. <i>Monte Carlo simulation</i> merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi	HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
menjadi bagian dari penelitian ini hasil penelitian yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk <i>probabilistic simulation</i> dan <i>Value at Risk</i> sebagai variabel keputusan	ABSTRAK.....	vi
utama investasi seperti <i>Net Present Value</i> , <i>cost service coverage ratio</i> dan <i>social benefit from the project</i> .	ABSTRACT.....	vii
Berdasarkan analisis simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terhadap keputusan investasi antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan metode penelitian	DAFTAR ISI.....	viii
ekuitas berkisar antara 15% - 20% dan tingkat pengenduran konstan pada level tertinggi, artinya bahwa tingkat pengenduran konstan adalah semakin tinggi penyertaan	DAFTAR GAMBAR.....	ix
menerima konsekuensi yang rendah	DAFTAR TABEL.....	x
Perlu dicatat bahwa analisis ini adalah sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai aspek yang berkaitan dengan proyek	DAFTAR ALGORITMA.....	xi
Sebab Simulasi Risiko yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas	DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik	BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
	1.1. Latar Belakang.....	1
	1.2. Permasalahan.....	2
	1.3. Tujuan Penelitian.....	3
	1.4. Batasan Penelitian.....	3
	1.5. Metodologi Penelitian.....	3
	BAB 2 LANDASAN TEORI.....	5
	2.1. Teori Dasar Matrik.....	5
	2.2. <i>Machine Learning</i>	10
	2.3. Sistem Rekomendasi.....	11
	2.4. <i>Collaborative Filtering</i>	13
	2.5. Faktorisasi Matrik.....	19
	BAB 3 METODE RISMF UNTUK SISTEM REKOMENDASI.....	24
	3.1. Faktorisasi Matrik Metode RISMF.....	24
	3.2. Metode RISMF dalam Sistem Rekomendasi.....	25
	3.3. Algoritma Metode RISMF.....	28
	3.4. Ilustrasi RISMF dalam sistem rekomendasi.....	30
	BAB 4 EKSPRIMEN METODE RISMF.....	36
	4.1. Diskripsi Eksprimen.....	36
	4.2. Tahapan-tahapan Eksprimen.....	39
	4.3. Hasil dan Pembahasan Eksprimen.....	40
	BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
	5.1. Kesimpulan.....	48
	5.2. Saran.....	48
	DAFTAR PUSTAKA.....	49
	LAMPIRAN.....	51

ABSTRAK

DAFTAR GAMBAR

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena faktor luar yang tinggi.	Gambar 2.1 Ilustrasi sistem rekomendasi	12
Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur.	Gambar 2.2 Proses <i>collaborative filtering</i>	15
upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko. Penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif.	Gambar 2.3 Pembentukan <i>users-similarity</i>	16
struktur pendanaan proyek infrastruktur.	Gambar 2.4 Pembentukan <i>items-similarity</i>	17
Simulasi adalah salah satu cara untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi.	Gambar 2.5 Ilustrasi metode <i>nearest neighbors</i>	18
menjadi bagian dari penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk <i>probabilistic simulation</i> dan <i>multi-period VAR (Value at Risk)</i> sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, <i>debt service coverage ratio</i> dan <i>social benefit from the project</i> .	Gambar 2.6 Ilustrasi <i>latent variable model</i>	19
	Gambar 2.7 <i>Latent variable model</i> berdasarkan faktorisasi matriks	20
	Gambar 2.8 Proses pembentukan model dari matriks <i>rating</i>	21
	Gambar 2.9 Prediksi data testing yang dibangkitkan oleh model	27
	Gambar 3.1 Grafik RMSE optimal data training dan data <i>testing</i>	29
	Gambar 3.2 Proses mendapatkan matriks W dan H optimal	32
	Gambar 4.1 Grafik RMSE setiap iterasi pada data <i>testing</i>	40
	Gambar 4.2 Grafik RMSE pada $\eta = 0.001$	41
	Gambar 4.3 Grafik RMSE pada data <i>training</i> dan data <i>testing</i>	45
	Gambar 4.4 Grafik RMSE terhadap perubahan k	45
	Gambar 4.5 Grafik RMSE terhadap perubahan λ dan k	46

ABSTRAK

DAFTAR TABEL

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 faktor luar yang tinggi.	
Tabel 2.1 Data pembelian produk oleh pengguna dan ratingnya	14
Tabel 3.1 Data transaksi penjualan film online.....	30
Tabel 3.2 Proses pembagian matriks <i>training</i> dan matriks <i>testing</i>	31
Tabel 3.3 Hasil simulasi penentuan parameter k optimal	32
Tabel 3.4 Hasil simulasi penentuan parameter λ optimal	33
Tabel 3.6 Hasil simulasi penentuan parameter η optimal.....	34
Tabel 4.1 Gambaran data MovieLens	36
Tabel 4.2 Karakteristik data MovieLens	37
Tabel 4.3 Data <i>training</i> dan data <i>testing</i> pada MovieLens	37
Tabel 4.4 Spesifikasi perangkat eksperimen.....	38
Tabel 4.5 Penentuan RMSE minimum	42
Tabel 4.6 RMSE minimum data <i>testing</i> untuk beberapa k	43
Tabel 4.7 RMSE minimum data <i>testing</i> untuk beberapa λ	44
Tabel 4.8 Pengaruh ukuran matrik <i>training</i> dan <i>testing</i> terhadap nilai RMSE	44
Tabel 4.9 Hasil analisa penentuan parameter optimal	47

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

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

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

ABSTRAK

DAFTAR SKRIP ALGORITMA

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 resiko yang dihadapi sangat tinggi.	
Algoritma 4.1 Program mengubah data real ke dalam full matriks	39
Algoritma 4.2 Program inialisasi matriks awal W dan H	39

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

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

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

ABSTRAK

DAFTAR LAMPIRAN

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian biaya dan faktor luar yang tinggi.	
Lampiran 1 Program utama metode RISMF	51
Lampiran 2 Tabel nilai RMSE minimum dalam setiap percobaan	53

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

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

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

ABSTRAK

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, permasalahan, tujuan penelitian, batasan penelitian dan metodologi penelitian.

1.1. Latar Belakang

Ledakan informasi pada jaringan internet menyebabkan masyarakat mengalami kesulitan mendapatkan informasi yang cepat dan relevan dengan kebutuhannya. Untuk itu diperlukan alat bantu yang dapat mengakses dan menemukan informasi seperti yang dikehendaki. Dalam proses pencarian informasi terdapat dua tipe pencari. Tipe pertama adalah pencari yang sudah memiliki referensi yang jelas informasi apa yang hendak dicari. Tipe seperti ini cukup dibantu dengan mesin pencari (*search engine*). Sedangkan tipe kedua adalah seseorang yang tidak berbekal referensi, namun hanya memiliki topik tertentu. Pencari tipe kedua ini dapat dipastikan mengalami kesulitan untuk mendapatkan informasi yang dimaksud. Oleh karena itu, pengguna (*user*) tidak cukup dibantu hanya dengan mesin pencari tetapi memerlukan suatu sistem lain yang disebut dengan sistem penyedia rekomendasi (*recommender system*). (Winarto dan Winarko, 2010).

Sistem rekomendasi merupakan model penyelesaian masalah yang menerapkan teknik-teknik tertentu pada pembuatan rekomendasi untuk pemilihan suatu informasi, produk dan jasa. Sistem rekomendasi adalah suatu mekanisme yang dapat menyaring dan memberikan suatu informasi/data yang sesuai dengan selera konsumen berdasarkan *rating* atau *review* dari konsumen sebelumnya yang mempunyai selera yang sama (Goldberg, 2001). Hubungan antara konsumen atau pengguna, item/produk yang disediakan dan nilai *rating* yang diberikan oleh pengguna terhadap suatu produk dapat disajikan dalam bentuk matriks (Pilaszy, 2008).

Banyak pendekatan yang digunakan dalam mengembangkan sistem rekomendasi. Dalam tesis ini akan dibahas sistem rekomendasi dengan

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

menggunakan pendekatan *collaborative filtering*.

Jalan tol merupakan salah satu proyek infrastruktur yang sangat penting bagi Indonesia. *Collaborative filtering* adalah suatu proses penyaringan data berdasarkan kemiripan karakteristik konsumen. *Collaborative filtering* mampu memberikan informasi yang baru ke konsumen karena sistem memberikan informasi yang berbeda-beda. Penelitian ini didasarkan pada pola satu kelompok konsumen yang hampir sama. Perbedaan minat pada beberapa anggota kelompok menjadikan sumber informasi baru yang mungkin bermanfaat bagi anggota kelompok lainnya. Analisis secara kuantitatif dan kualitatif. Ada dua metode utama yang sering digunakan pada *collaborative filtering*, yaitu *nearest neighbors* dan *latent variable model*. Metode *nearest neighbors* adalah memprediksi *rating* yang akan diberikan kepada seorang pengguna terhadap suatu produk berdasarkan *rating* yang diberikan oleh pengguna tersebut kepada produk/pengguna tetangga terdekat dari produk tersebut. *Latent variable model* menjadi bagian dari analisis yang akan memprediksi posisi relatif dari pengguna dan item pada beberapa variabel tersembunyi yang diekstrak dari pola *rating*. Salah satu realisasi paling populer untuk *latent variable model* yaitu berdasarkan teknik faktorisasi matriks (*matrix factorization*). IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Secara umum, prinsip dari teknik faktorisasi matriks adalah jika diberikan suatu matriks R berukuran $m \times n$, carilah matriks W berukuran $m \times k$ dan H berukuran $k \times n$ sedemikian sehingga perkalian W dan H akan menghasilkan suatu matriks \hat{R} yang dapat mengaproksimasi matriks R atau ditulis $\hat{R} \approx R$, dimana $\hat{R} = WH$.

Dalam tesis ini dilakukan studi eksperimen untuk menguji kinerja dari metode *Regularized Incremental Simultaneous Matrix Factorization* (RISMF) dalam sistem rekomendasi. Eksperimen dilakukan melalui simulasi komputasi untuk menentukan parameter optimal metode RISMF. Selanjutnya perkalian matriks W dan H yang diperoleh dari model optimal akan menghasilkan matriks prediksi dari R . Matriks prediksi inilah yang akan digunakan dalam memberikan rekomendasi suatu produk kepada pengguna.

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

ABSTRAK

1. Bagaimana menentukan parameter optimal dari metode RISMf sehingga menghasilkan model yang optimal.

2. Bagaimana akurasi model yang dihasilkan.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tesis ini adalah:

1. Menentukan parameter optimal metode RISMf.

2. Mendapatkan matriks W dan H yang optimal.

3. Menghitung akurasi model terhadap data real.

1.4. Batasan Penelitian

Batasan permasalahan dalam penelitian ini adalah: *World Bank Institute*,

Penentuan parameter optimal dari metode RISMf dilakukan melalui studi

penelitian ini hasil eksperimen dengan cara simulasi komputasi. ini adalah berbentuk

2. Data real yang digunakan adalah data pada MovieLens 100k, yaitu data

utama investasi seperti dengan 100.000 *rating*, *coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

1.5. Metodologi Penelitian Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa berdasarkan pengaruh

resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam

Penelitian dilakukan berdasarkan langkah-langkah berikut :

1 Studi Literatur

Melakukan pencarian data dari berbagai sumber baik buku, jurnal, studi

15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada

kasus, disertai dan lain-lain, yang membahas berbagai penelitian

level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut

mengenai sistem rekomendasi, *collaborative filtering* dan faktorisasi

tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan

menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

2 Membuat Algoritma Program

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

dengan Matlab.

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

3 Studi Eksperimen

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

Setelah algoritma program siap dijalankan, langkah selanjutnya adalah

pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

melakukan studi eksperimen/simulasi komputasi dengan menggunakan

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

data real pada Movielens 100k. Studi Eksperimen dilakukan untuk mendapatkan parameter model yang optimal dari metode RISM.

4. Membuat Matriks Prediksi

Parameter model yang optimal digunakan untuk mendapatkan matriks W dan H . Kemudian matriks W dan H dikalikan untuk mendapatkan matriks prediksi dari matriks data real.

5. Membuat Top- N Rekomendasi

Dari matriks prediksi yang telah terbentuk, dapat dibuat top- N rekomendasi dengan mengurutkan N rating yang terbesar.

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

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

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

ABSTRAK

BAB 2 LANDASAN TEORI

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

2.1. Teori Dasar Matriks

Teori matriks merupakan landasan teori yang banyak diterapkan dalam penelitian ini. Beberapa diantaranya adalah matriks transpose, frobenius norm dan operasi matriks seperti penjumlahan, perkalian, hasil kali dalam dan perkalian matriks Hadamard.

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

2.1.1 Penjumlahan dan Perkalian Matriks

Penjumlahan dari dua matriks **A** dan **B** terdefinisi jika kedua matriks 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 konskuensi terendah *debt service coverage ratio* yang ditentukan.

Perlu dicatat bahwa Perkalian antara matriks **A** dengan matriks **B** terdefinisi jika banyaknya mengenai berbagai risiko pendanaan yang cenderung meningkat pada suatu saat. Sebab Simulasi adalah yang digunakan dalam penelitian ini. **C=AB** merefleksikan adalah matriks berukuran $m \times n$ yang elemen ke (i,j) adalah c_{ij} dimana

$$c_{ij} = (\mathbf{A})_{i \cdot} \cdot (\mathbf{B})_{\cdot j} = \sum_{k=1}^p a_{ik} b_{kj} = \mathbf{a}_i \cdot \mathbf{b}_j \quad (2.1)$$

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

ABSTRAK

Jika matriks A berbentuk persegi, maka perkaliannya adalah AA , atau dinotasikan dengan A^2 . Jika $A^2 = A$, maka matriks A disebut dengan matriks idempotent.

(Anton, 2004)

2.1.2 Matriks Transpos

Transpos dari matriks $A = [a_{ij}]$ yang berukuran $m \times n$ adalah matriks berukuran $n \times m$ yang didapat dengan menukarkan baris dengan kolom dari matriks A dan dinotasi dengan A^T . Dengan demikian elemen ke (i, j) dari matriks A^T adalah a_{ji} . Jika A adalah matriks berukuran $m \times p$ dan B adalah matriks berukuran $p \times n$, maka elemen ke (i, j) dari $(AB)^T$ adalah

$$\left((AB)^T \right)_{ij} = (AB)_{ji} = (A)_j \cdot (B)_i = \sum_{k=1}^p a_{jk} b_{ki} = (B^T)_i \cdot (A^T)_j = (B^T A^T)_{ij}$$

Sehingga didapat bahwa $(AB)^T = B^T A^T$ (2.2)

Teorema 2.1 Misalkan diberikan matriks A , B dan skalar α , β . maka:

$$1. (\alpha A)^T = \alpha A^T$$

$$2. (A^T)^T = A$$

$$3. (\alpha A + \beta B)^T = \alpha A^T + \beta B^T$$

$$4. (AB)^T = B^T A^T$$

Jika A adalah matriks persegi yang berukuran $m \times m$, maka A^T juga merupakan matriks persegi berukuran $m \times m$. Jika $A = A^T$, maka A disebut dengan matriks simetris. Jika A dan B merupakan matriks simetris, maka $AB = BA$. Untuk vektor, transpos dari vektor kolom adalah vektor baris, begitu juga sebaliknya. (Anton, 2004)

2.1.3 Hasil Kali Dalam

Misalkan diberikan vektor $u = (u_1, \dots, u_n)^T$, $v = (v_1, \dots, v_n)^T$, $w = (w_1, \dots, w_n)^T$ dengan elemen berupa bilangan riil R , maka hasil kali dalam u , v dinotasikan dengan $u \cdot v$ yaitu menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

$$u \cdot v = u_1 v_1 + \dots + u_n v_n \quad (2.3)$$

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

ABSTRAK

dengan sifat:

1. *(Positive definites)*

Jalan tol merupakan sarana transportasi publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi untuk setiap vektor v , maka $v \cdot v \geq 0$ dan $v \cdot v = 0 \Leftrightarrow v = 0$ sangat tinggi karena

2. *(Simetri)*

kelembagaan dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam

untuk setiap vektor u dan v , maka $u \cdot v = v \cdot u$

3. *(Linearity in the first coordinate)*

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

untuk setiap vektor u, v dan w dan $\alpha, \beta \in R$, maka:

struktur pendanaan yang $(\alpha u + \beta v) \cdot w = \alpha(u \cdot w) + \beta(v \cdot w)$ yang dianggap menguntungkan.

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

$$\cos \theta = \frac{u \cdot v}{\|u\| \|v\|} \quad (2.4)$$

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

menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam

dimana $\| \cdot \|$ sebagai norm dari vektor dan θ merupakan sudut yang dibentuk.

penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk

(Anton, 2004)

probabilistic simulation dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan

utama investasi **2.1.4 Norm Vektor dan Matriks** *average ratio* dan *social benefit from the project*.

Misalkan diberikan suatu vektor $x = [x_i]$ dan matriks $A = [a_{ij}]$ dengan

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh

$i = 1, \dots, m$ dan $j = 1, \dots, n$.

resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam

menentukan *Norm* dari vektor v dinotasikan dengan $\|v\|$, definisikan oleh:

1. *Norm-1*; $\|x\|_1 = |x_1| + \dots + |x_m|$

sejalan dengan meningkatnya resiko *investor* dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan

ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada

2. *Norm-2 (Euclidean)*; $\|x\|_2 = \|x\| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_m^2}$ (2.5)

level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut

tinggi penyertaan

3. *Norm-∞*; $\|x\|_\infty = \max |x_i|$

demikian pihak *lender* hanya akan

menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah

4. *Norm-p*; $\|x\|_p = (|x_1|^p + |x_2|^p + \dots + |x_m|^p)^{1/p}$

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

mengenai berbagai *Norm* dari matriks A dinotasikan dengan $\|A\|$, definisikan oleh:

1. *Norm-1* (penjumlahan kolom); $\|A\|_1 = \max \sum_{j=1}^m |a_{ij}|$

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam pelaksanaan proyek

2. *Frobenius norm*; $\|A\|_F = \|A\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^2}$ (2.6)

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

pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario yang telah diilustrasikan

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

3. *Norm-∞* (penjumlahan baris); $\|A\|_{\infty} = \max_i \sum_{j=1}^n |a_{ij}|$

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

(Gentle, 2007).

sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketidakpastian pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran bagaimana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta

Contoh : Misalkan $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$ maka

upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

$$\|A\|_F = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^2} = \sqrt{a_{11}^2 + a_{12}^2 + a_{13}^2 + a_{21}^2 + a_{22}^2 + a_{23}^2 + a_{31}^2 + a_{32}^2 + a_{33}^2}$$

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo*

2.1.5 Perkalian Hadamard

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

Misalkan matriks $A = [a_{ij}]$ dan $B = [b_{ij}]$ adalah dua matriks yang berukuran sama, maka perkalian Hadamard matriks A dengan matriks B ditulis $(A \circ B)$, didefinisikan sebagai:

utama investasi seperti $(A \circ B) = [a_{ij}] \circ [b_{ij}] = [a_{ij}b_{ij}]$ *age ratio* dan *social benefit from the project*.

(Gentle, 2007).

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi Misalkan matriks A dan B adalah

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. Maka perkalian Hadamard matriks A dengan matriks B adalah

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \text{ dan } B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix}$$

menerima konsekuensi terhadap *debt-fund* yang rendah. Perlu dicatat bahwa $(A \circ B) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} \cdot b_{11} & a_{12} \cdot b_{12} & a_{13} \cdot b_{13} \\ a_{21} \cdot b_{21} & a_{22} \cdot b_{22} & a_{23} \cdot b_{23} \\ a_{31} \cdot b_{31} & a_{32} \cdot b_{32} & a_{33} \cdot b_{33} \end{bmatrix}$ mengenai berbagai skenario yang akan terjadi.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

2.1.6 Vec Operator

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

elemennya adalah elemen-elemen dari matriks tersebut. Operator yang

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

mentransformasi suatu matriks menjadi suatu vektor dikenal sebagai *vec operator*.

(Gentle, 2007).

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi

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

Jika matriks A berukuran $m \times n$ memiliki a_j sebagai vektor kolom ke- j maka $vec(A)$ adalah vektor berukuran $mn \times 1$, yang diberikan oleh

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan $vec(A) = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix}$, dimana $a_1 = \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \vdots \\ a_{m1} \end{bmatrix}, \dots, a_n = \begin{bmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \vdots \\ a_{mn} \end{bmatrix}$ (2.8)

kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

Contoh *vec operator*

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan metode 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 *Value at Risk (Vale at Risk)* sebagai variabel keputusan

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

Maka $vec(A)$ adalah vektor berukuran 6×1 , yang diberikan oleh $vec(A) = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix}$

Berdasarkan analisis yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh

resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam

menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam

sejalan dengan meningkatnya resiko, *investor* menuntut dapat memenuhi kebutuhan

ekuitas berkisar antara 10% - 20% dari total investasi. Sedangkan *lender* yang 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 terdapat *debt service coverage ratio* yang rendah.

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

mengenai berbagai skenario pendanaan, seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

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

pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan

dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

$$\frac{\partial}{\partial \mathbf{A}} f(\mathbf{A}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial a_{11}} f(\mathbf{A}) & \frac{\partial}{\partial a_{12}} f(\mathbf{A}) & \dots & \frac{\partial}{\partial a_{1n}} f(\mathbf{A}) \\ \frac{\partial}{\partial a_{21}} f(\mathbf{A}) & \frac{\partial}{\partial a_{22}} f(\mathbf{A}) & \dots & \frac{\partial}{\partial a_{2n}} f(\mathbf{A}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial}{\partial a_{m1}} f(\mathbf{A}) & \frac{\partial}{\partial a_{m2}} f(\mathbf{A}) & \dots & \frac{\partial}{\partial a_{mn}} f(\mathbf{A}) \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

(Gentle, 2007).

2.2 Machine Learning

Machine Learning adalah model atau metode yang dapat belajar dari data historis sehingga menjadi cerdas. Cerdas dalam artian memiliki kemampuan generalisasi terhadap data baru yang belum dipelajari sebelumnya, misalnya dalam memprediksi, mengklasifikasi, meranking, mengelompokkan, mengekstrak fitur, mereduksi dimensi dan lain-lain (Bishop, 2006).

Dalam tataran metode/model, *learning* adalah proses penentuan nilai parameter dari metode tersebut. Metode pembelajaran dalam *machine learning* secara garis besar dibagi ke dalam dua pendekatan, yaitu *supervised learning* (pembelajaran dengan pengawasan) dan *unsupervised learning* (pembelajaran tanpa pengawasan).

Pada pendekatan *supervised learning* pembelajaran menggunakan data pelatihan yang dilengkapi dengan target pembelajaran. Tujuan pembelajaran adalah membangun model yang dapat memenuhi target pembelajaran, misal untuk *classification*, *regression*, *ordinal regression*, *ranking*, dan lain-lain. Sedangkan pada pendekatan *unsupervised learning* data pelatihan yang digunakan tidak dilengkapi dengan target pembelajaran. Tujuan pembelajaran adalah membangun model yang dapat menemukan variabel/komponen tersembunyi pada data *rating*, sehingga dapat digunakan untuk beberapa kebutuhan seperti: *density estimation*, *clustering*, *dimensionality reduction*, *topic/concept extraction*, *recommendation*, dan lain-lain (Bishop, 2006).

Konsep *machine learning* dalam penelitian ini digunakan dalam pemberian rekomendasi suatu produk atau lebih dikenal dengan istilah sistem rekomendasi.

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

ABSTRAK

2.3 Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi adalah suatu sistem yang dapat menyaring dan memberikan informasi yang sesuai dengan selera pengguna berdasarkan *rating* sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi atau *review* dari pengguna sebelumnya yang mempunyai selera yang sama (Karypis, 2001).

McGinty dan Smyth (2006) berpendapat bahwa: sistem rekomendasi diartikan sebagai sebuah model aplikasi dari sebuah observasi terhadap keadaan dan keinginan pelanggan. Sistem rekomendasi memanfaatkan opini seseorang terhadap suatu barang dalam domain atau kategori tertentu untuk membantu seseorang pengguna dalam memilih dan menentukan suatu produk.

Menurut Schafer, et al (2007): sistem rekomendasi dapat membantu calon konsumen dalam memutuskan barang apa yang akan dibelinya. Perkiraan informasi ini bersifat personal yang didasarkan atas profil dari pengguna sistem. Profil pengguna umumnya didasarkan atas penilaian menarik-tidaknya suatu informasi yang pernah dibaca oleh pengguna.

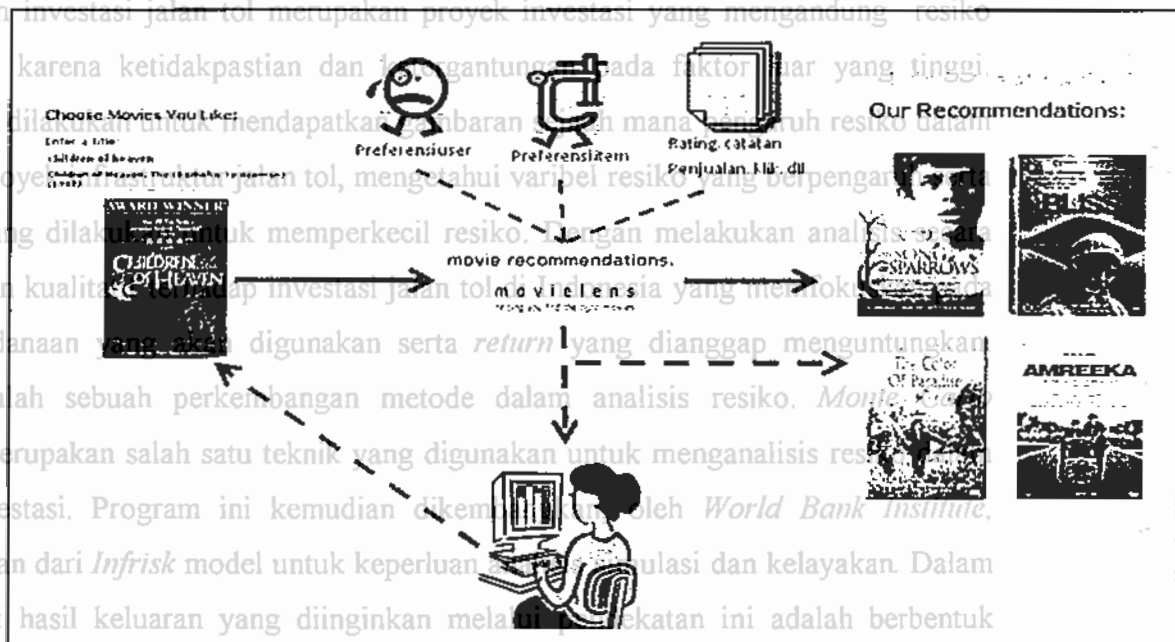
Sistem rekomendasi dapat meningkatkan proses perdagangan elektronik (*e-commerce*) melalui 3 cara (Schafer et al, 2007):

1. Mengubah pengguna dari sekedar seorang browser internet menjadi seorang pembeli. Sistem rekomendasi membantu penggunanya dalam menemukan barang yang diinginkannya;
2. Meningkatkan penjualan silang (*cross-sell*). Jika rekomendasi yang diberikan dirasakan baik oleh pengguna maka volume penjualan dapat meningkat dimana sistem rekomendasi dapat memberikan rekomendasi pembelian berdasarkan produk yang sudah dibeli oleh pengguna;
3. Membangun kesetiaan (*loyalty*). Sistem rekomendasi dapat memberikan nilai tambah hubungan antara suatu situs dengan para penggunanya. Situs memberikan rekomendasi berdasarkan profil pengguna dan pengguna memberikan pilihan dari kuesioner yang diberikan. Semakin sering seorang pengguna menggunakan sistem rekomendasi maka pengguna tersebut semakin setia terhadap situs tersebut.

ABSTRAK

Berikut adalah contoh ilustrasi sistem rekomendasi pada MovieLens

(www.movielens.org)



Gambar 2.1 Ilustrasi Sistem Rekomendasi pada MovieLens

Berdasarkan gambar 2.1, proses kerja sistem rekomendasi pada penjualan film

secara *online* di MovieLens yaitu: ketika pengguna mengetik kata kunci "*children*"

pada sistem pencarian di MovieLens, dalam beberapa saat MovieLens akan

memunculkan sejumlah film yang jumlahnya tidak kurang ratusan. Namun ketika

sejalan dengan user sudah memilih salah satu film dalam daftar tersebut, misalkan *Children of*

Heaven sistem secara otomatis akan merekomendasikan film apa saja yang

berkaitan dengan dengan film yang dipilih tersebut.

2.3.1 Struktur Rancangan Sistem Rekomendasi

Perlu dicatat bahwa Menurut Schafer, et al (2007), secara umum struktur/taksonomi aplikasi

mengenai berb sistem rekomendasi terdiri atas beberapa atribut yaitu: pada sebuah kasus.

1. *Functional I/O*, terdiri atas masukan pengguna, masukan komunitas dan

merefleksikan realitas keluaran sistem rekomendasi; naan dalam penyelenggaraan proyek

jalan tol di Indor 2. Metode/teknik rekomendasi yang digunakan; ya, sejumlah skenario

pendanaan harus 3. Perancangan sistem rekomendasi, terdiri atas tingkat personalisasi dan

dalam contoh kasus ini *delivery* rekomendasi; naan alat bantu yang tepat dapat memberikan

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

Menurut Hao (2009): ada dua metode/teknik yang digunakan dalam sistem rekomendasi yaitu:

1. *Content-based filtering*, melakukan penyaringan data berdasarkan kemiripan karakteristik informasi yang ditawarkan.
2. *Collaborative filtering*, melakukan penyaringan data berdasarkan kemiripan karakteristik konsumen.

Dalam tesis ini akan dibahas sistem rekomendasi dengan teknik *collaborative filtering*. *Collaborative filtering* disamping populer juga merupakan metode yang efektif, analisisnya begitu luas, baik untuk kalangan akademisi maupun kalangan industri (Hao, 2009).

2.4 Collaborative Filtering

Collaborative filtering adalah suatu teknik bagaimana membuat prediksi serta rekomendasi tentang minat seorang pengguna dengan pengumpulan informasi atau opini dari banyak pengguna (Sarwar et al, 2001).

Collaborative filtering merupakan proses penyaringan atau pengevaluasian produk menggunakan opini orang lain (Schafer et al, 2007). *Collaborative filtering* melakukan penyaringan data berdasarkan kemiripan karakteristik konsumen sehingga mampu memberikan informasi yang baru kepada konsumen karena sistem memberikan informasi berdasarkan pola satu kelompok konsumen yang hampir sama. Perbedaan minat pada beberapa anggota kelompok menjadikan sumber informasi baru yang mungkin bermanfaat bagi anggota kelompok lainnya.

Tujuan dari *collaborative filtering* adalah menganjurkan produk baru kepada pengguna berdasarkan pada ketertarikan sebelumnya dari pengguna dan opini dari pengguna-pengguna lain yang mempunyai ketertarikan yang mirip. Opini bisa diberikan secara eksplisit oleh pengguna berupa nilai *rating* atau bisa juga secara implisit dihasilkan dari riwayat pembelian, dengan melakukan analisis terhadap *logs, navigation history* atau dengan cara yang lain (Sarwar, 2001).

Dalam *collaborative filtering*, hubungan pengguna, produk dan *rating* dapat dinyatakan dalam produk kartesian dan berbentuk matriks (Pilaszy, 2009). Triple hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

produk kartesian dinyatakan dalam (u, i, r) artinya pengguna u me-rating film i dengan rating r , dimana:

$u = \{1, 2, \dots, m\}$; u menyatakan indeks pelanggan, m jumlah pelanggan.

$i = \{1, 2, \dots, n\}$; i menyatakan indeks produk, n jumlah produk.

$r = \{1, 2, 3, 4, 5\}$; r adalah rating produk (bisa film, buku atau lainnya).

2.4.1 Ilustrasi Proses Collaborative Filtering

Ilustrasi pembentukan data awal *collaborative filtering* diperoleh dari data rating yang dikonversi kedalam bentuk tabel berikut:

Tabel 2.1. Data pembelian produk oleh pengguna dan rating yang diberikan (skala 1-5)

	Film 1	Film 2	Film 3	Film 4	Film m
Arif	5	3	1	5	...	$r_{arif,m}$
Dian	4		2	3	...	$r_{dian,m}$
Olivia	1	1	1		...	$r_{olivia,m}$
Mia	1		4	3	...	$r_{mia,m}$
Pengguna n	$r_{n,1}$	$r_{n,2}$	$r_{n,3}$	$r_{n,4}$...	$r_{n,m}$

Konsep *collaborative filtering* dapat juga dijelaskan dalam ilustrasi berikut ini.

Misalkan diberikan suatu matriks R yang dibentuk dari rating film.

$$R = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 1 & 5 & 0 \\ 4 & 0 & 2 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 5 \\ 1 & 0 & 4 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

Baris-baris pada matriks tersebut menyatakan indeks pelanggan, sedangkan kolom-kolomnya menyatakan indeks film.

Entri r_{ij} diartikan sebagai nilai rating yang diberikan oleh pelanggan i pada film j . Entri matriks yang bernilai $\{1, 2, \dots, 5\}$ menunjukkan tingkat kesukaan pelanggan terhadap film tersebut. Misalnya nilai 1: film sangat buruk, 2: film

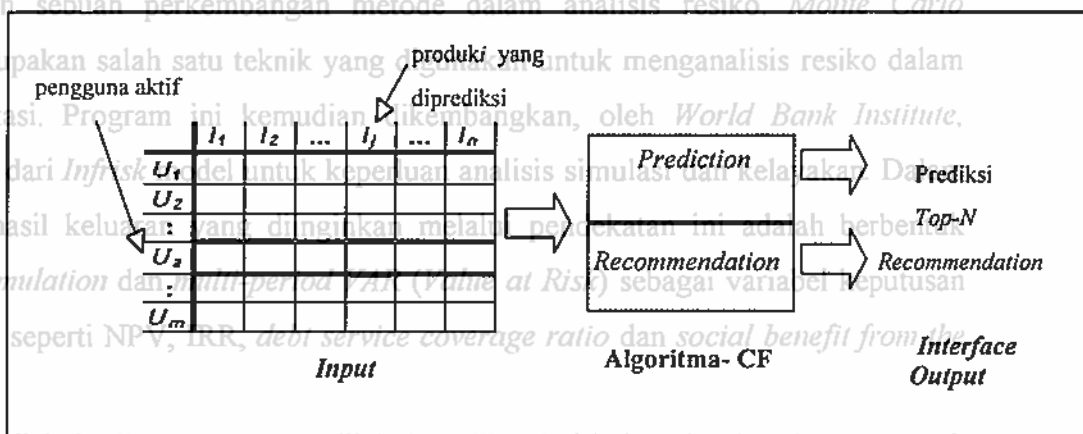
hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

buruk, 3: film biasa saja, 4: film baik, sedangkan nilai 5 menunjukkan bahwa kesukaan pelanggan terhadap film yang dipilih sangat baik.

Entri matriks R yang bernilai nol bukan berarti *rating* film yang diberikan pelanggan i pada film j bernilai nol, nilai tersebut hanya menunjukkan bahwa pelanggan i tidak *me-rating* film j . Seandainya pelanggan tersebut akan *me-rating* film yang belum *di-rating*, diharapkan sistem rekomendasi mampu memprediksi nilai *rating* film tersebut dengan tingkat kesalahan yang sekecil-kecilnya.

Adapun proses dari *collaborative filtering* untuk sistem rekomendasi dapat digambarkan dalam skema berikut:



Gambar 2.2 Proses Collaborative Filtering

Dalam skema, profil pengguna-produk dan *rating* berbentuk matriks berukuran sejalan dengan $m \times n$, dimana m adalah jumlah pengguna dan n adalah jumlah produk ekuitas berkisar sebagai *input*. Produk dapat terdiri atas apa saja yang dapat disediakan level tertinggi, manusia seperti misalnya buku, film, seni, artikel, atau tujuan wisata. *Rating* tinggi penyerta dalam *collaborative filtering* dapat berbentuk:

1. Model *rating* skalar yang terdiri atas *rating* numerik seperti 1 sampai 5;
2. Model *rating* biner dengan memilih antara setuju atau tidak setuju, atau mengenai berbagai sk dapat pula baik atau buruk;
3. *Rating* unary dapat mengindikasikan bahwa pengguna telah merefleksikan realitas mengobservasi atau membeli produk dengan positif.

Tidak tersedianya *rating* mengindikasikan tidak terdapat informasi yang pendanaan harus menghubungkan pengguna dengan item. enario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

Ada dua hal utama yang dilakukan sistem rekomendasi dengan

collaborative filtering, yaitu:

1. *Prediction*, melakukan prediksi opini yang akan diberikan oleh pengguna dalam skala bilangan yang sama;
2. *Recommendation*, memberikan rekomendasi berupa daftar produk dengan nilai prediksi tertinggi. Hal yang perlu dicatat adalah produk-produk yang direkomendasikan belum pernah dibeli atau di-rating oleh pengguna tersebut. Rekomendasi produk yang diberikan dalam *collaborative filtering* disebut dengan *Top-N* rekomendasi (Sarwar, 2001).

2.4.2 Pendekatan dalam *Collaborative Filtering*

Pendekatan yang digunakan dalam *collaborative filtering* dibagi menjadi dua kategori, yaitu pendekatan berbasis pengguna dan pendekatan berbasis produk (Sarwar, 2001).

Pada pendekatan berbasis pengguna, proses pemberian rekomendasi dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan perhitungan kemiripan antara pengguna aktif dengan pengguna lainnya (*users similarity*).

Sedangkan pendekatan berbasis produk, proses pemberian rekomendasi dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan perhitungan kemiripan antara produk satu dengan produk lainnya (*items similarity*).

Ilustrasi perhitungan kemiripan antar pengguna dijelaskan dalam gambar berikut:



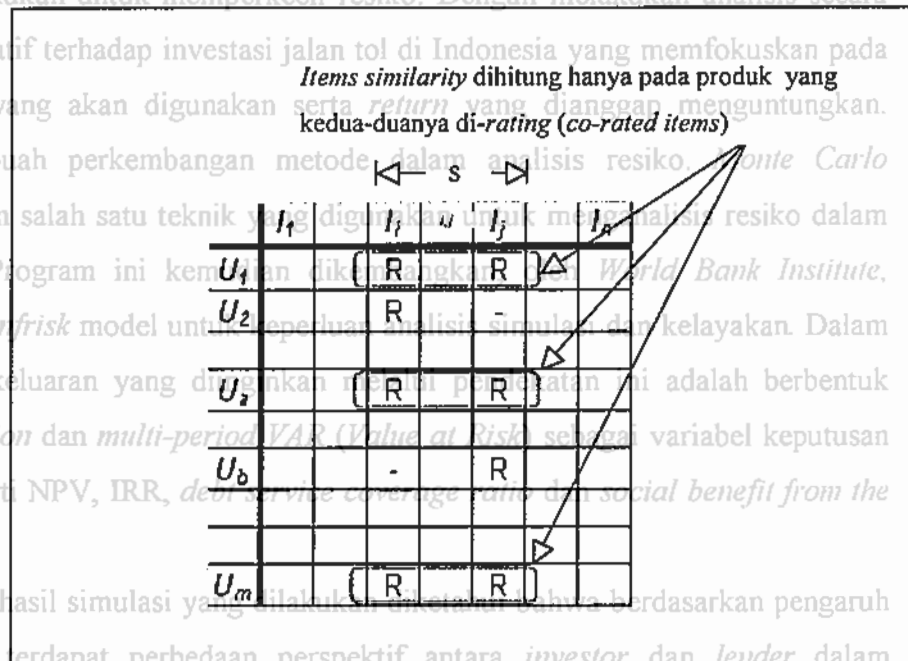
Gambar 2.3 Pembentukan *Users Similarity*

ABSTRAK

Misalkan pengguna u_i akan dihitung kemiripannya dengan pengguna u_j .

Definisikan u_i dan u_j sebagai vektor baris dengan anggotanya adalah nilai *rating* yang terdapat pada baris tersebut. Untuk menghitung kemiripan antara pengguna u_i dan pengguna u_j digunakan Persamaan (2.4).

Sedangkan ilustrasi pendekatan berbasis produk dijelaskan dalam gambar berikut:



Gambar 2.4. Pembentukan *Items Similarity*

Nilai kemiripan produk-produk bisa dihitung dengan menggunakan persamaan level tertinggi, *cosine-based similarity* seperti halnya menghitung kemiripan antara pengguna, namun berbeda dalam orientasinya, yaitu membandingkan antara dua produk, misalnya produk i_p dan i_q . Sehingga i_p dan i_q tersebut dianggap sebagai vektor kolom dengan anggota nilai *rating* pada kolom tersebut (Deshpande, 2004).

2.4.3 Metode dalam *Colaborative Filtering*

Dalam *collaborative filtering* terdapat dua metode utama yang sering digunakan yaitu (Koren et al, 2009):

1. Metode *nearest neighbors*: pada metode ini, pendekatan dilakukan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan berdasarkan orientasi produk atau berorientasi pengguna. Pendekatan hasil analisis yang lebih baik

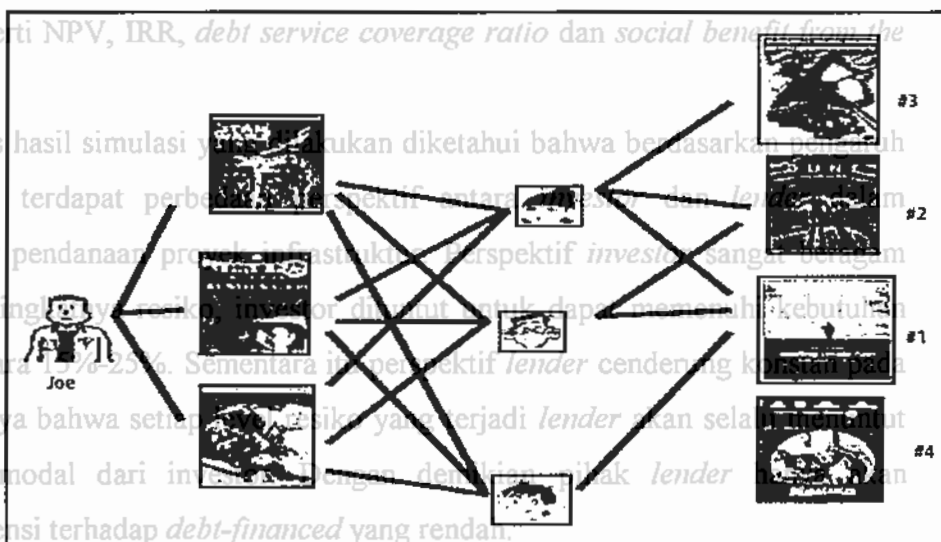
ABSTRAK

berorientasi produk, prediksi *rating* yang akan diberikan oleh seorang pengguna kepada suatu produk adalah berdasarkan *rating* yang diberikan oleh pengguna tersebut kepada produk tetangga terdekat dari produk tersebut.

Contohnya untuk produk film, misalkan film “*Saving Privat Ryan*”, maka film-film tetangga yang mungkin adalah film pertempuran, film “*Spielberg*”, film “*Tom Hanks*”, dan lain-lain. Sedangkan pendekatan berorientasi pengguna, prediksi *rating* yang akan diberikan oleh seorang pengguna kepada suatu produk adalah berdasarkan *rating* yang diberikan oleh pengguna tetangga terdekatnya.

Sebagai contoh adalah Joe menyukai tiga film. Untuk membuat rekomendasi bagi Joe, sistem akan mencari pengguna yang mirip dengan Joe yang juga menyukai ketiga film tersebut. Kemudian menentukan film lain yang mereka senangi.

Ilustrasi contoh tersebut digambarkan sebagai berikut:



[Sumber: Y. Koren et al (2009)]

Gambar 2.5 Ilustrasi metode *nearest neighbors* berorientasi pengguna

Berdasarkan gambar 2.5, ketiganya menyukai film #1, misalkan film “*Saving Privat Ryan*”, maka film “*Saving Privat Ryan*” dijadikan rekomendasi pertama untuk Joe, dan seterusnya.

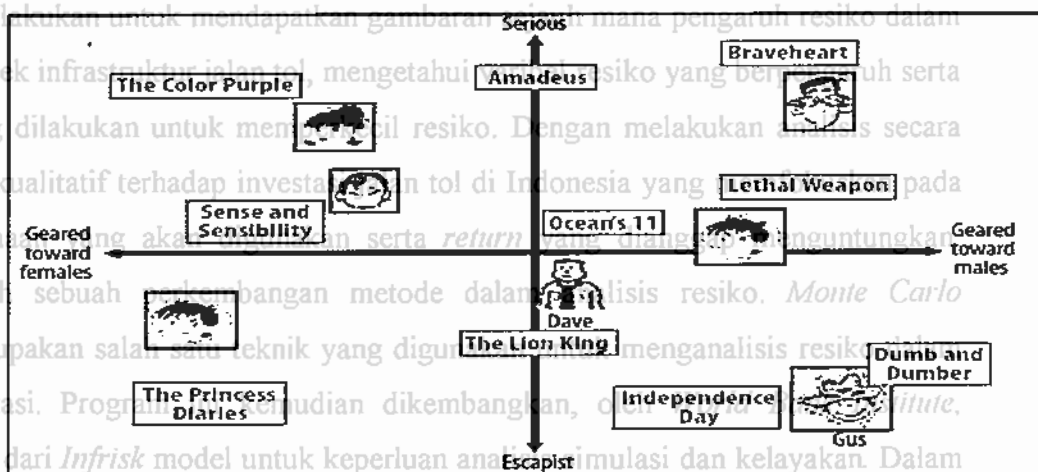
2. *Latent variable model*: sebuah model yang akan memprediksi posisi relatif dari pengguna dan produk pada beberapa variabel tersembunyi yang

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

diekstrak dari pola *rating*. Untuk film, variabel tersembunyi tersebut boleh jadi berupa genre, misalnya komedi, drama, aksi, anak-anak, dan lain-lain.

Ilustrasi dari konsep *latent variable model* dapat digambarkan sebagai berikut:



[Sumber: Y. Koren et al (2009)]

Gambar 2.6 Ilustrasi *latent variable model*

Dari gambar 2.6, terdapat dua variabel tersembunyi sebagai sumbu x dan y , serta utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

diprediksi kesukaan Gus terhadap film yang ada. Berdasarkan gambar dapat Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh direkomendasikan bahwa Gus menyukai film *Dumb and Dumber*, tetapi tidak suka film *The Color Purple*.

Salah satu realisasi paling populer untuk *latent variable model* yaitu sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan berdasarkan teknik faktorisasi matriks. Metode ini menjadi populer karena ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada memberikan skalabilitas yang baik dengan akurasi yang prediktif.

2.5 Faktorisasi Matriks

Secara umum faktorisasi matriks adalah suatu cara untuk menyatakan Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. F_1, F_2, \dots, F_k , ditulis $A = F_1 F_2 \dots F_k$. (Gentle, 2008).

Faktorisasi matriks untuk *latent variable model* adalah suatu metode untuk merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek mengaproksimasi matriks R berukuran $m \times n$ melalui perkalian dua buah matriks W berukuran $m \times k$ dan H berukuran $k \times n$, ditulis

dalam contoh kasus ini serta dengan menggunakan data baru yang dapat memberikan

$$R_{m \times n} \approx W_{m \times k} H_{k \times n}, \text{ dimana } k \ll (m, n) \quad (2.13)$$

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

2.5.1 Faktorisasi Matriks dalam Sistem Rekomendasi

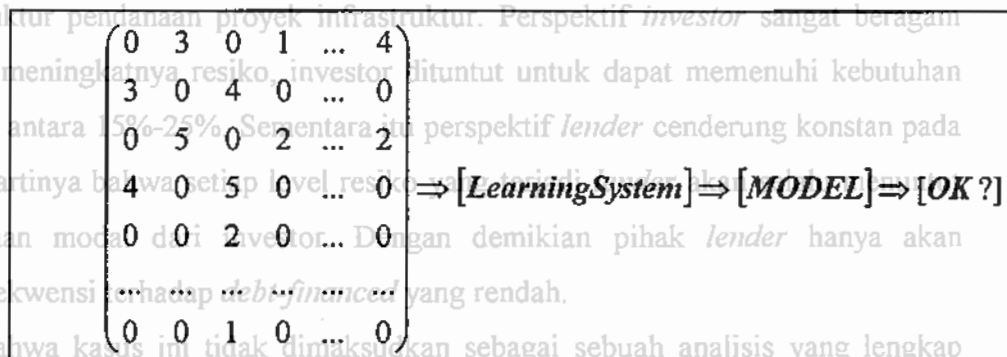
Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi yang telah dijelaskan dalam subbab 2.2, sistem rekomendasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko yang sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. merupakan salah satu *unsupervised learning* dalam *machine learning*, dimana tujuan pembelajarannya adalah membangun model yang dapat menemukan Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam variabel/komponen tersembunyi pada *datarating*.

Dalam tataran metode/model, *learning* adalah proses penentuan nilai upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko. Dengan melakukan analisis secara parameter dari metode tersebut. Dengan demikian ada proses dari data awal kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada menjadi data output, yang merupakan bentuk dari model prediksi. Proses struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. pembentukan model dalam dijelaskan dalam tahapan berikut:

1. Membagi data menjadi dua, yang pertama disebut data *training* sedang *simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam yang lainnya adalah data *testing*;
2. Data *training* dimasukkan ke dalam sistem untuk membentuk model;
3. Selanjutnya model yang sudah terbentuk akan diuji keakuratannya dengan menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk data *testing*;
4. Setelah didapatkan keakuratan yang optimal, model tersebut dapat dipakai *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 penjelasan di atas, data *training* akan dimasukkan kedalam proses Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh untuk membentuk model. Skemanya dapat dilihat pada gambar di bawah ini: risiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam

menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, *investor* dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang tinggi, *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap



Gambar 2.8 Proses pembentukan model dari sebuah matriks *rating*

Seberapa baik metode dan model tersebut, indikatornya dapat dilihat dari besarnya nilai akurasi yang diperoleh dalam eksperimen. Satuan ukur yang digunakan untuk menilai keakuratan tersebut akan diuraikan dalam subbab berikut ini.

Seberapa baik metode dan model tersebut, indikatornya dapat dilihat dari besarnya nilai akurasi yang diperoleh dalam eksperimen. Satuan ukur yang digunakan untuk menilai keakuratan tersebut akan diuraikan dalam subbab berikut ini.

ABSTRAK

$$\begin{array}{l}
 \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 & 0 \end{bmatrix} \Rightarrow [\text{MODEL}] \Rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 4.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0.25 & 0.0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \\
 A = \text{Matriks data test} \qquad \hat{A} = \text{Matriks prediksi data test}
 \end{array}$$

Gambar 2.9. Prediksi data test yang dibangkitkan oleh model

Dari gambar 2.9, matriks A sebagai data test, setelah diproses dalam simulasi adalah model menghasilkan matriks \hat{A} yang merupakan aproksimasi dari matriks A .

Selanjutnya nilai RMSE dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.20), yaitu

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f(x_i) - \tilde{f}(x_i))^2} = \sqrt{\frac{4.65}{10}} = 0.67$$

Dimana N merupakan jumlah elemen dari matriks R yang tidak sama dengan 0.

Dengan ukuran data sebesar 5, maka nilai akurasi dari model tersebut adalah

$$Akurasi = \frac{5 - 0.67}{5} = 0.87$$

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

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

ABSTRAK

BAB 3

METODE RISMF DALAM SISTEM REKOMENDASI

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur publik yang memuat modal yang sangat besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena Pada bab ini terdiri dari empat subbab, subbab pertama membahas tentang Penelitian ini difokuskan pada faktorisisasi matriks metode RISMF. Subbab kedua membahas metode RISMF pendanaan proyek untuk sistem rekomendasi. Subbab ketiga membahas tentang algoritma metode upaya apa yang RISMF. Sedangkan subbab keempat membahas tentang ilustrasi penggunaan kuantitatif dan kometode RISMF untuk sistem rekomendasi.

3.1 Faktorisasi Matriks Metode RISMF

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan Faktorisasi matriks metode RISMF dikenalkan oleh Istvan Palaszky pada kegiatan investasi tahun 2008 dan dikembangkan kembali pada tahun 2009. Prinsip utama dari metode RISMF adalah jika diberikan suatu matriks R berukuran $m \times n$, carilah matriks W berukuran $m \times k$ dan H berukuran $k \times n$ sedemikian sehingga perkalian W dan H akan menghasilkan suatu matriks \hat{R} yang dapat mengaproksimasi matriks R atau ditulis $\hat{R} \approx R$, dimana $\hat{R} = WH$. Matriks W dan H yang optimal diperoleh pada saat memenuhi persamaan:

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan preferif antara investor dan lender dalam menentukan stuktur penganggaran proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan matriksnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap proyek yang diajukan oleh investor akan selalu ditolak tinggi penyertaan modal ini berarti. Dengan demikian, pihak lender harus dapat menerima konsekuensi terhadap debt-financed yang rendah.

$$\arg \min_{(W,H)} \left\| \sum_{(i,j) \in T} \left(r_{ij} - \sum_{k=1}^K w_{ik} h_{kj} \right)^2 + \lambda \|W\|_F^2 + \lambda \|H\|_F^2 \right\| \quad (3.1)$$

dimana $w_{ik} \in W$, $h_{kj} \in H$; $\|W\|_F$ dan $\|H\|_F$ sebagai frobenius norm dari W dan H, λ sebagai faktor regularisasi, $r_{ij} \in R$ menyatakan rating pengguna ke-i terhadap produk ke-j, $|R|$ menyatakan banyak entri/elemen dari matriks R yang di-rating, Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Keunggulan metode RISMF adalah dapat mengontrol fenomena over-fitting pada data pembelajaran. Over-fitting adalah suatu kondisi dimana nilai eror daa testing semakin besar menuju tak hingga, sedangkan nilai eror data training semakin kecil menuju nol. Over-fitting umumnya terjadi karena ketersediaan data pembelajaran lebih kecil dari jumlah parameter yang ada. Pengontrolan over-fitting dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

fitting dilakukan dengan cara menambahkan faktor regularisasi λ pada *norm*

matriks W dan H .

3.2 Metode RISMF dalam Sitem Rekomendasi

Jalan tol merupakan salah satu infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan sebagaimana telah dijelaskan pada subbab 2.5, dalam sistem rekomendasi pendanaan proyek data *rating* dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Data *training* merupakan data yang dimasukkan ke dalam sistem untuk membentuk model. Model yang sudah terbentuk akan diuji keakuratannya dengan menggunakan data *testing*. Setelah didapatkan keakuratan yang optimal, model tersebut dapat dipakai untuk simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period Value at Risk (Value Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & r_{m3} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

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

Misalkan matriks R dipartisi menjadi matriks *training* A dan matriks *testing* V sedemikian rupa sehingga:

$A + V = R$, dengan syarat:

1. Jika $r_{ui} \neq 0 \in A$, maka $r_{ui} = 0 \in V$
2. Jika $r_{ui} = 0 \in A$, maka $r_{ui} = 0 \in V$ atau $r_{ui} \neq 0 \in V$

Selanjutnya matriks A akan diproses untuk membentuk model optimal.

Inisialisasikan suatu matriks awal W berukuran $m \times k$ dan H berukuran $k \times n$ dengan entri-entri-nya berupa bilangan random yang kecil, sedemikian rupa sehingga perkalian W dan H akan menghasilkan suatu matriks \hat{A} yang dapat mengaproksimasi matriks A atau ditulis $\hat{A} \approx A$, dimana $\hat{A} = WH$.

Nilai dari setiap $\hat{r}_{ui} \in \hat{A}$ dapat dicari dengan: yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

$$\hat{r}_{ui} = \sum_{k=1}^K w_{uk} h_{ki} = \mathbf{w}_u \mathbf{h}_i \quad (3.3)$$

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *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* untuk analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dimana l_{ui} sebagai fungsi eror dari r_{ui} ; λ sebagai faktor regularisasi yang utama investasi mempengaruhi \mathbf{W} dan \mathbf{H} ; \mathbf{w}_u merupakan vektor baris ke- u pada \mathbf{W} dan \mathbf{h}_i merupakan vektor kolom ke- i pada \mathbf{H} ; $\|\mathbf{w}_u\|$ dan $\|\mathbf{h}_i\|$ merupakan norm dari vektor \mathbf{w}_u dan \mathbf{h}_i ; serta e_{ui} sebagai nilai eror dari r_{ui} yang ditentukan oleh 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 *investor*. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Masalah utama dari metode RISMf adalah bagaimana membuat model optimal, sehingga didapatkan matriks \mathbf{W} dan \mathbf{H} yang memenuhi Persamaan (3.1).

Menurut Pitaszy (2009), untuk mendapatkan \mathbf{W} dan \mathbf{H} optimal, definisikan suatu fungsi eror pada setiap *rating* $r_{ui} \in \mathbf{A}$, yaitu:

$$l_{ui} = \frac{1}{2} (e_{ui}^2 + \lambda \|\mathbf{w}_u\|^2 + \lambda \|\mathbf{h}_i\|^2) \quad (3.4)$$

dimana l_{ui} sebagai fungsi eror dari r_{ui} ; λ sebagai faktor regularisasi yang utama investasi mempengaruhi \mathbf{W} dan \mathbf{H} ; \mathbf{w}_u merupakan vektor baris ke- u pada \mathbf{W} dan \mathbf{h}_i merupakan vektor kolom ke- i pada \mathbf{H} ; $\|\mathbf{w}_u\|$ dan $\|\mathbf{h}_i\|$ merupakan norm dari vektor \mathbf{w}_u dan \mathbf{h}_i ; serta e_{ui} sebagai nilai eror dari r_{ui} yang ditentukan oleh 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 *investor*. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

$$l_{ui} = \frac{1}{2} (e_{ui}^2 + \lambda \mathbf{w}_u \mathbf{w}_u^T + \lambda \mathbf{h}_i^T \mathbf{h}_i) \quad (3.5)$$

dimana l_{ui} sebagai fungsi eror dari r_{ui} ; λ sebagai faktor regularisasi yang utama investasi mempengaruhi \mathbf{W} dan \mathbf{H} ; \mathbf{w}_u merupakan vektor baris ke- u pada \mathbf{W} dan \mathbf{h}_i merupakan vektor kolom ke- i pada \mathbf{H} ; $\|\mathbf{w}_u\|$ dan $\|\mathbf{h}_i\|$ merupakan norm dari vektor \mathbf{w}_u dan \mathbf{h}_i ; serta e_{ui} sebagai nilai eror dari r_{ui} yang ditentukan oleh 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 *investor*. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

$$e_{ui} = r_{ui} - \hat{r}_{ui} = r_{ui} - \sum_{k=1}^K w_{uk} h_{ki} = r_{ui} - \mathbf{w}_u \mathbf{h}_i \quad (3.6)$$

Jika persamaan (3.6) disubstitusikan ke persamaan (3.5) menjadi:

$$l_{ui} = \frac{1}{2} ((r_{ui} - \mathbf{w}_u \mathbf{h}_i)^2 + \lambda \mathbf{w}_u \mathbf{w}_u^T + \lambda \mathbf{h}_i^T \mathbf{h}_i) \quad (3.7)$$

Nilai dari setiap entri $w_{uk} \in \mathbf{W}$ dan $h_{ki} \in \mathbf{H}$ dapat di-update secara simultan dengan menggunakan persamaan:

$$w_{uk}^{update} = w_{uk} - \eta \frac{\partial}{\partial w_{uk}} l_{ui} \quad (3.8)$$

$$h_{ki}^{update} = h_{ki} - \eta \frac{\partial}{\partial h_{ki}} l_{ui} \quad (3.9)$$

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

ABSTRAK

dimana η sebagai *learning rate*, $\frac{\partial}{\partial w_{uk}} l_{ui}$ dan $\frac{\partial}{\partial h_{ki}} l_{ui}$ merupakan *incremental gradient descent* fungsi eror l_{ui} terhadap w_{uk} dan h_{ki} yang ditentukan oleh:

$$\frac{\partial}{\partial w_{uk}} l_{ui} = \frac{\partial}{\partial w_{uk}} \frac{1}{2} \left((r_{ui} - \mathbf{w}_u \mathbf{h}_i)^2 + \lambda \mathbf{w}_u \mathbf{w}_u^T + \lambda \mathbf{h}_i^T \mathbf{h}_i \right) = \frac{1}{2} (2(r_{ui} - \mathbf{w}_u \mathbf{h}_i) - h_{ki} + 2\lambda w_{uk}) = -e_{ui} \cdot h_{ki} + \lambda \cdot w_{uk} \quad (3.10)$$

$$\frac{\partial}{\partial h_{ki}} l_{ui} = \frac{\partial}{\partial h_{ki}} \frac{1}{2} \left((r_{ui} - \mathbf{w}_u \mathbf{h}_i)^2 + \lambda \mathbf{w}_u \mathbf{w}_u^T + \lambda \mathbf{h}_i^T \mathbf{h}_i \right) = \frac{1}{2} (2(r_{ui} - \mathbf{w}_u \mathbf{h}_i) - w_{uk} + 2\lambda h_{ki}) = -e_{ui} \cdot w_{uk} + \lambda \cdot h_{ki} \quad (3.11)$$

dengan \mathbf{w}_u merupakan vektor baris ke- u pada \mathbf{W} berukuran $1 \times k$, \mathbf{h}_i merupakan vektor kolom ke- i pada \mathbf{H} berukuran $k \times 1$, \mathbf{w}_u^T dan \mathbf{h}_i^T masing-masing transpos dari vektor \mathbf{w}_u dan \mathbf{h}_i ; $u = 1, \dots, m$; $i = 1, \dots, n$ dan $k = 1, \dots, K$ dengan $k \ll (m, n)$.

Jika persamaan (3.10) disubstitusikan ke persamaan (3.8) dan persamaan (3.11) disubstitusikan ke persamaan (3.9) diperoleh:

$$w_{uk}^{update} = w_{uk} - \eta \frac{\partial}{\partial w_{uk}} l_{ui} = w_{uk} + \eta \cdot (e_{ui} \cdot h_{ki} - \lambda \cdot w_{uk}) \quad (3.12)$$

$$h_{ki}^{update} = h_{ki} - \eta \frac{\partial}{\partial h_{ki}} l_{ui} = h_{ki} + \eta \cdot (e_{ui} \cdot w_{uk} - \lambda \cdot h_{ki}) \quad (3.13)$$

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko yang dihadapi. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya Setiap kali dilakukan *updating* pada matriks \mathbf{W} dan \mathbf{H} , maka nilai RMSE tinggi penyerta dari matriks *training* \mathbf{A} dan matriks *testing* \mathbf{V} dihitung dengan menggunakan menerima konsep persamaan (3.1), yaitu: *financed* yang rendah.

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

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai skenario pendanaan dalam penyelesaian proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek selanjutnya, 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

$$RMSE(A) = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in T} \left(r_{ui} - \sum_{k=1}^K w_{uk} h_{ki} \right)^2 + \lambda \|\mathbf{W}\|_F^2 + \lambda \|\mathbf{H}\|_F^2}{|\mathbf{A}|}} \quad (3.14)$$

2. Untuk matriks testing \mathbf{V}

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

$$RMSE(V) = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in T} \left(r_{ij} - \sum_{k=1}^K w_{uk} h_{ki} \right)^2 + \lambda \|W\|_F^2 + \lambda \|H\|_F^2}{|V|}} \quad (3.15)$$

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur yang banyak yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. *Stopping* proses dilakukan jika nilai RMSE pada matriks *testing* Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta

upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap *Value at Risk* yang difokuskan pada struktur pendanaan yang digunakan serta *rel|V|* yang dianggap menguntungkan.

$$\arg \min_{(W,H)} \sqrt{\frac{\sum_{(i,j) \in T} \left(r_{ij} - \sum_{k=1}^K w_{uk} h_{ki} \right)^2 + \lambda \|W\|_F^2 + \lambda \|H\|_F^2}{|V|}} \quad (3.16)$$

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 *Value at Risk* yang digunakan dalam analisis resiko.

3.3 Algoritma Metode RISMF

Untuk mengimplementasikan metode RISMF dalam sistem rekomendasi, digunakan algoritma sebagai berikut (Palaszy, 2009):

1. Input : R : data set

η : learning rate

λ : regularization factor

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat *k: jumlah fitur* spesifik antara *investor* dan *lender* dalam menentukan stuktur proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya partisipasi *investor* dalam dunia pasar modal.

2. Proses: Partisi matriks R dalam dua matriks: matriks A sebagai data *training* ekuitas berkisar antara 15% dan V sebagai data *testing*. Aktif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya pada matriks A dan V, nyatakan A dan V dalam ukuran $m \times n$ dan tinggi penyertaan modal hitung $|A|$ dan $|V|$ sebagai banyaknya entri yang tidak 0.

3. Pilih matriks W berukuran $m \times k$ dan H berukuran $k \times n$ dengan entri-entri-nya berupa bilangan kecil yang diambil secara random. Perlu dicatat bahwa kasus mengenai berbagai skenario proses *looping* sampai maximal epoch diki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Infrast

4. Lakukan perkalian W dan H: $R_{prediksi} = W.H$ Penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dan pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia

5. Tentukan nilai eror untuk setiap *rating* matriks A dengan skenario pendanaan harus diselidik menggunakan persamaan (3.6). skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

6. Cari nilai RMSE pada matriks *training* A dan matrik *stesting* V dengan menggunakan persamaan (3.14) dan (3.15).

7. *Update* setiap elemen pada W dan H dengan menggunakan persamaan (3.12) dan (3.13).

Inisialisasi ulang matriks W dan H dengan persamaan

$$W = W^{update} \text{ dan } H = H^{update}$$

Kembali ke proses (4) s.d (7) hingga maximal epoch.

8. Tentukan RMSE minum pada matrik *stesting* untuk suatu triple nilai (k , η dan λ).

9. Proses selesai

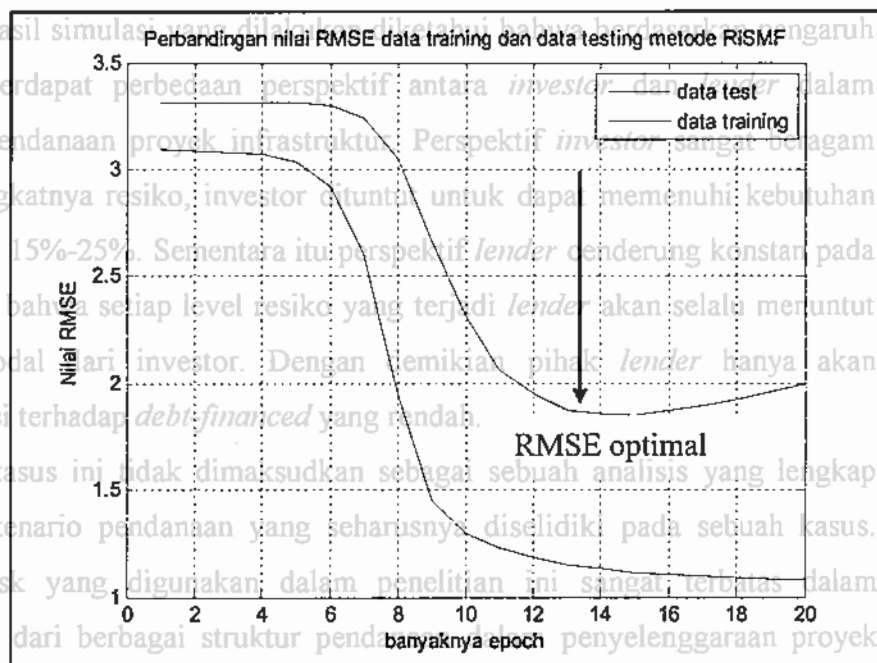
3. Out Put:

Cetak W , H , η , λ , dan k pada saat RMSE minimum.

Plot Kurva RMSE *training*, RMSE *testing* dan epoch

4. Selesai

Secara umum, proses algoritma RISMf untuk mencari nilai RMSE data *training* dan data *testing* pada setiap epoch digambar dalam grafik berikut:



Gambar 3.1 Grafik RMSE optimal data training dan data testing

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

ABSTRAK

Berdasarkan grafik, untuk suatu triple nilai (k , η dan λ), semakin banyak epoch (iterasi) RMSE pada data *training* menuju nol atau mendekati data sebenarnya, sedangkan pada data *testing* RMSE minimum didapat pada epoch tertentu. Pada kondisi inilah prediksi terbaik tercapai, yaitu terjadi pada saat RMSE data *testing* mencapai minimum global.

Dalam penelitian ini, studi eksperimen dilakukan untuk semua kemungkinan triple nilai (k , η dan λ). Matriks prediksi $\hat{R} = WH$ diperoleh pada saat nilai RMSE data *testing* paling kecil dari semua kemungkinan triple (k , η dan λ). struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

3.4 Ilustrasi Penggunaan Metode RISMF dalam Sistem Rekomendasi

Misalkan sebuah penjualan film *online* telah melakukan pencatatan transaksi sebagai berikut:

$u = \{1, 2, 3, 4\}$; u menyatakan indeks pembeli, terdapat 4 pembeli.

$i = \{1, 2, 3, 4, 5\}$; i menyatakan indeks film, terdapat 5 judul film.

$r = \{1, 2, 3, 4, 5\}$; r merupakan *rating*/tingkat kesukaan pengguna terhadap film yang telah dibeli. 5 = sangat suka; 4 = suka; 3 = biasa saja; 2 = tidak suka; 1 = sangat tidak suka.

Selama masa transaksi telah terjadi pencatatan yang menyatakan hubungan (u, i, r) sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data transaksi penjualan buku online

u	i	r
1	1	5
4	1	4
3	2	2
3	3	1
1	4	3
2	5	1

Berdasarkan data transaksi yang ada, akan dibuat prediksi dan rekomendasi dengan menggunakan metode RISMF.

Tahapan-tahapan yang dilakukan berdasarkan algoritma RISMF yang dijelaskan dalam subbab 3.3 adalah sebagai berikut:

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

ABSTRAK

1. Pembentukan matriks data transaksi: berdasarkan teori yang telah dijelaskan pada sub bab 2.4, dapat dibentuk suatu matriks *rating* **R** yang menyatakan hubungan antara pengguna, judul film dan *rating* yang diberikan dalam bentuk matriks berikut

$$R = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Baris-baris pada matriks tersebut menyatakan indeks pelanggan, sedangkan kolom-kolomnya menyatakan indeks film. Entri r_{ij} diartikan sebagai nilai *rating* yang diberikan oleh pelanggan i terhadap film j . Entri matriks **R** yang bernilai nol bukan berarti *rating* film yang diberikan pelanggan i terhadap film j bernilai nol, nilai tersebut hanya menunjukkan bahwa pelanggan i tidak *me-rating* film j ;

2. Menentukan matriks *training* dan matriks *testing*: setelah matriks *rating* **R** terbentuk, selanjutnya partisi matriks **R** menjadi matriks *training* dan matriks *testing*. Matriks yang terbentuk dapat disajikan dalam tabel berikut:

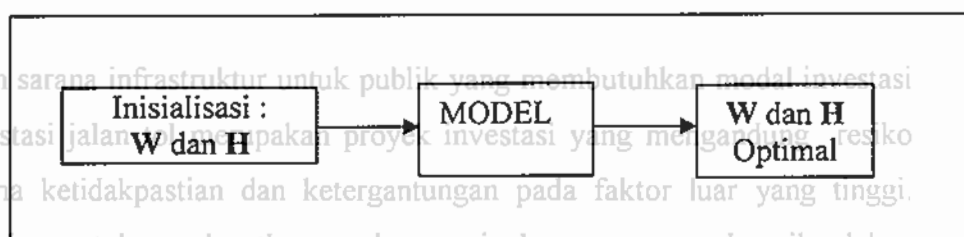
Tabel 3.2 Proses pembagian matriks *training* dan matriks *testing*

	Judul film	Judul film	Judul film
User	$\begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
	R= matriks keseluruhan	A= matriks <i>training</i>	V = matriks <i>testing</i>

Beberapa model yang ditemui diberapa jurnal, komposisi jumlah *rating* data *training* dan data *testing* umumnya 80 persen dan 20 persen.

3. Proses inisialisasi matriks awal **W** dan **H**: Inisialisasi dua matriks awal **W** dan **H** merupakan tahap awal dari proses simulasi. Output dari proses ini pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan untuk mendapatkan **W** dan **H** yang optimal. Skemanya dapat digambarkan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK



Gambar 3.2 Proses mendapatkan matriks W dan H optimal

4. Penentuan parameter optimal: berdasarkan persamaan (3.12) dan (3.13) kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada parameter-parameter dalam metode RISMf yaitu triple nilai (k , η dan λ).

Penentuan parameter metode RISMf dapat dilakukan dengan menjalankan 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*,

Berikut contoh hasil simulasi penentuan parameter optimal (k , η dan λ) disajikan dalam tabel 3.3, 3.4 dan 3.5.

Tabel. 3.3 Hasil simulasi penentuan parameter k optimal

Nilai k	untuk nilai $\eta = 0.01$ dan $\lambda = 0.001$				
k=1	W_Optimal =		H_Optimal =		
	0.2766		0.0104	0.0715	-0.0174 -0.0124 0.1490
k=2	W_Optimal =		H_Optimal =		
	-0.135		-1.5164	-0.0165	0.1907 -0.0863 -0.1214
k=3	W_Optimal =		H_Optimal =		
	0.3033		0.7367	-0.0082	-0.1383 0.0100 -0.0600
	0.0723		-0.0063	-0.1932	0.0803 -0.0544 0.0490
			0.1102	0.0006	-0.0166 -0.0780 -0.0439 -0.0896 0.0303 0.0739
			0.3751	-0.0128	0.0457
			Nilai RMSE = 2.1614		

Berdasarkan tabel 3.3, untuk suatu nilai $\eta = 0.01$ dan $\lambda = 0.001$ diperoleh k optimal pada $k = 2$. Setelah kita mendapatkan k optimal pada suatu nilai

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

ABSTRAK

$\eta = 0.01$ dan $\lambda = 0.001$, simulasi berikutnya penentuan nilai λ optimal

Jalan tol merupakan salah satu proyek investasi yang mengandung resiko yang

besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko

sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam

pendanaan proyek infrastruktur dengan menggunakan nilai $k = 2$, yang hasilnya disajikan dalam tabel

berikut:

Tabel. 3.4 Hasil simulasi penentuan parameter λ optimal

Nilai λ	untuk nilai $\eta = 0.1$ dan $k = 2$	
$\lambda = 0.1$	W_Optimal =	H_Optimal =
	0.3269 0.4076 0.1458 0.1063 -0.1511 -0.1488	0.4407 0.1469 -0.1921 -0.1010 -0.0585 0.5347 0.0082 -0.1292 0.2235 0.0711
	0.2966 0.3454	Nilai RMSE 2.1595
$\lambda = 0.025$	W_Optimal =	H_Optimal =
	1.8915 0.5720 -0.1310 0.0694 0.8599 0.2322	2.4106 0.1375 0.8245 0.1582 0.1004 0.7563 0.0652 0.2399 0.0474 0.0705
	1.5021 0.4928	Nilai RMSE 2.1344
$\lambda = 0.01$	W_Optimal =	H_Optimal =
	1.8915 0.5720 -0.1310 0.0694 0.8599 0.2322	2.4106 0.1375 0.8245 0.1582 0.1004 0.7563 0.0652 0.2399 0.0474 0.0705
	1.5021 0.4928	Nilai RMSE 1.9835
$\lambda = 0.001$	W_Optimal =	H_Optimal =
	-0.0154 -1.9834 0.0105 0.0187 0.5468 -0.4142	0.1750 0.0838 0.5432 0.0303 0.0488 -2.5219 -0.0885 -0.4169 -0.0599 0.0737
	0.3255 -1.5633	Nilai RMSE 2.0824

Berdasarkan tabel 3.4, parameter λ optimal diperoleh pada $\lambda = 0.01$. Dalam contoh eksperimen ini, parameter λ yang disimulasikan hanya untuk level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

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

ABSTRAK

Tabel. 3.5 hasil simulasi penentuan parameter η optimal

Nilai η	untuk nilai $\lambda = 0.01$ dan $k = 2$				
$\eta = 0.01$	W_Optimal =		H_Optimal =		
	0.6438	-0.1345	0.6983	-0.0198	0.2370
	-0.0194	-0.1072	-0.2792	-0.1207	0.1166
	-0.1322	0.1266			
	0.3008	-0.2068	Nilai RMSE		
			2.1188		
$\eta = 0.5$	W_Optimal =		H_Optimal =		
	0.1802	-0.0270	-0.1083	-0.1333	0.0698
	-0.0278	-0.0823	0.0167	0.1127	-0.1082
	0.0875	-0.1725			
	-0.1486	0.0575	Nilai RMSE		
			2.167		
$\eta = 0.1$	W_Optimal =		H_Optimal =		
	1.8915	0.5720	2.4106	0.1375	0.8245
	-0.1310	0.0694	0.7563	0.0652	0.2399
	0.8599	0.2322			
	1.5021	0.4928	Nilai RMSE		
			1.9835		
$\eta = 0.001$	W_Optimal =		H_Optimal =		
	-0.0850	-0.2144	-0.0225	0.1019	-0.0749
	-0.0979	0.0964	-0.1116	-0.0133	0.1367
	-0.1178	0.0560			
	-0.0549	-0.0134	Nilai RMSE		
			2.1583		

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh nilai η pada metode RISMF merupakan interval satu iterasi ke iterasi berikutnya yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam nilai η yang baik pada $\eta = 0.1$. Setelah parameter optimal didapat, tahapan selanjutnya adalah penghitungan matriks prediksi.

5. Penghitungan matriks prediksi: berdasarkan hasil eksperimen yang disajikan dalam tabel 3.3, 3.4 dan 3.5 parameter optimal diperoleh pada $k = 2$, $\eta = 0.1$ dan $\lambda = 0.01$. Pada triple nilai (k , η dan λ) tersebut, kita dapatkan W dan H optimal yaitu:

$$W = \begin{pmatrix} 1.8915 & 0.5720 \\ -0.1310 & 0.0694 \\ 0.8599 & 0.2322 \\ 1.5021 & 0.4928 \end{pmatrix}$$

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

ABSTRAK

$$H = \begin{pmatrix} 2.4106 & 0.1375 & 0.8245 & 0.1582 & 0.1004 \\ 0.7563 & 0.0652 & 0.2399 & 0.0474 & 0.0705 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya kita lakukan proses perkalian $\hat{R} = WH$ yang hasilnya yaitu:

$$\hat{R} = \begin{pmatrix} 4.9922 & 0.2977 & 1.6513 & 0.3267 & 0.2305 \\ -0.2636 & -0.0135 & -0.0890 & -0.0175 & -0.0083 \\ 2.1930 & 0.1302 & 0.7258 & 0.1436 & 0.1003 \\ 3.9938 & 0.2389 & 1.3204 & 0.2613 & 0.1858 \end{pmatrix}$$

Proses simulasi telah selesai. Langkah selanjutnya adalah membuat top-N rekomendasi dari matriks prediksi yang dihasilkan.

Misalkan dibuat 3 rekomendasi terbesar untuk pelanggan pertama, maka entri-entri pada baris pertama, nilainya diurutkan dari yang terbesar diperoleh:

$$\text{Baris 1} = \{4.9922, 1.6513, 0.3267, 0.2977, 0.2305\}$$

$$= \{\text{kolom 1, kolom 3, kolom 4, kolom 2, kolom 5}\}$$

$$= \{\text{film 1, film 3, film 4, film 2, film 5}\}$$

Dengan demikian pelanggan pertama dapat direkomendasi untuk membeli film 1, film 3 dan film 4. Prosedur yang sama dapat dilakukan untuk memberikan rekomendasi film kepada pelanggan lainnya.

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

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

ABSTRAK

BAB 4

EKSPRIMEN METODE RISMIF DALAM SISTEM REKOMENDASI

Jalan tol merupakan salah satu infrastruktur yang sangat penting yang akan dibangun di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah 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 *Monte Carlo simulation*. Data real yang digunakan dalam eksperimen ini menggunakan data real pada penelitian ini *MovieLens 100k*. *MovieLens 100k* terdiri dari 943 pengguna dan 1682 film dengan total 100.000 *rating*. Gambaran data *MovieLens* disajikan dalam tabel utama investasi berikut: NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

4.1 Diskripsi eksperimen

4.1.2 Data eksperimen

Tabel 4.1 Gambaran data *MovieLens*

u	i	r_{ui}	T
1	1	5	874965758
1	2	3	876893171
1	3	4	878542960
1	4	3	876893119
1	5	3	889751712
1	7	4	875071561
943	1680	2	875072442
943	1681	4	875072173
943	1682	1	878542869

ABSTRAK

Berdasarkan tabel 4.1, data disajikan dalam 4 kolom, dimana kolom u menyatakan pengguna dan $\{1, 2, \dots, 943\}$ sebagai indek pengguna, kolom i menyatakan film dan $\{1, 2, \dots, 1682\}$ sebagai indek film, kolom $r_{ui} \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ menyatakan *rating* yang diberikan pengguna u terhadap film i dan kolom T berisi kode transaksi. Adapun karakteristik data MovieLens disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.2 Karakteristik data MovieLens

No	Indikator	Angka
1	Jumlah pengguna (m)	943
2	Jumlah film (n)	1682
3	Jumlah <i>rating</i>	100.000
4	Jumlah <i>ratingdata training</i>	80.000
5	Jumlah <i>ratingdata testing</i>	20.000
6	Ukuran matriks	943 x 1682
7	Jumlah entri matriks	1.586.126
8	Prosentasi data <i>rating</i>	100.000/1.586.126=6.3%
9	Sparsity	93.70%

Untuk menguji suatu metode, data MovieLens telah dipartisi menjadi data *training* dan data *testing* dalam *5 fold-cross validation*, dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data *training* dan data *testing* pada MovieLens

	DATA TRAINING		DATA TESTING	
	Nama data	Ukuran matriks	Nama data	Ukuran matriks
Fold 1	$u_1.base$	943 x 1682	$u_1.test$	462 x 1591
Fold 2	$u_2.base$	943 x 1682	$u_2.test$	658 x 1624
Fold 3	$u_3.base$	943 x 1682	$u_3.test$	877 x 1669
Fold 4	$u_4.base$	943 x 1682	$u_4.test$	943 x 1679
Fold 5	$u_5.base$	943 x 1679	$u_5.test$	943 x 1682

hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

Hubungan dari setiap data yang ada digambarkan dalam persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Data movielens} &= u_1.\text{base}+u_1.\text{test} = u_2.\text{base}+u_2.\text{test} = u_3.\text{base}+u_3.\text{test} \\ &= u_4.\text{base}+u_4.\text{test} = u_5.\text{base}+u_5.\text{test} \\ &= u_1.\text{test} + u_2.\text{test} + u_3.\text{test} + u_4.\text{test} + u_5.\text{test} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 4.3, percobaan satu triple nilai (k , η dan λ) akan dilakukan untuk semua *fold*. Parameter optimal diperoleh berdasarkan nilai RMSE minimum dari semua *fold*.

4.1.2 Perangkat yang digunakan

Eksperimen ini dilakukan melalui simulasi komputasi dengan spesifikasi perangkat komputer yang digunakan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4.4 Spesifikasi perangkat eksperimen

No	Item	Keterangan
1	Merk	Laptop MSI X46 2008
2	Prosesor	Intel Core 2 Duo 2.1GHz
3	RAM	2.00 GB
4	Hardisk	200 GB
5	Software	Matlab

4.1.3 Waktu eksperimen

Studi eksperimen ini dilakukan sejak bulan Juli 2011 – Juni 2012. Eksperimen dilakukan sebanyak 1650 kali ($5 \text{ fold} \times 11\alpha \times 30 k$). Waktu komputasi yang digunakan selama eksperimen jika dihitung berdasarkan *floating point operation*, yaitu untuk perkalian dua matriks yang berukuran $m \times k$ dan $k \times n$ adalah

$$\text{flops}(m, k, n) = m * n * (2 * k - 1)$$

Dengan memasukkan $m=943$ dan $n=1682$, maka *floating point operation* untuk perkalian matriks W dan H adalah

$$\text{flops}(943, k, 1682) = 943 * 1682 * (2 * k - 1)$$

ABSTRAK

Dari persamaan tersebut terlihat bahwa penambahan satu point nilai k akan meningkatkan waktu komputasi sebesar $2 \times m \times n = 3.172.252$ satuan waktu operasi.

4.2 Tahapan-tahapan eksperimen

4.2.1 Mengubah data real MovieLens dalam bentuk matriks

Dalam Matlab® perintah untuk mengubah data real MovieLens dalam bentuk full matriks disajikan dalam contoh skrip algoritma berikut:

Algoritma 4.1 Program mengubah data real ke dalam full matriks

```
load -ascii'u.data'%membaca data u.data
u=u(:,1:3); %mengambil data dari kolom 1 s.d 3
R=full(spconvert(u)) %mengkonversi ke dalam full matriks R
save('datamovieLens.mat','R') %menyimpan dalam format .mat
```

4.2.2 Inisialisasi matriks awal W dan H

Inisialisasi dua matriks W dan H merupakan tahap awal dari proses simulasi. Matrik awal W dan H entri-entrianya berupa bilangan kecil yang dipilih secara random. Ukuran matriks W dan H bergantung dengan nilai k yang diberikan.

Dalam Matlab® perintah untuk membuat matriks inisialisasi W dan H disajikan dalam contoh algoritma program berikut:

Algoritma 4.2 Program menginisialisasi matriks W dan H

```
load 'datamovieLens.mat'%membaca data
[m n]=size(R)%membaca ukuran matriks R dalam mxn
k = a %menginput nilai k tertentu
W=0.1*randn(m,k); %membuat matriks pengguna dengan k fitur
H=0.1*randn(k,n); %membuat matriks item dengan k fitur
```

ABSTRAK

4.2.3 Penentuan parameter optimal

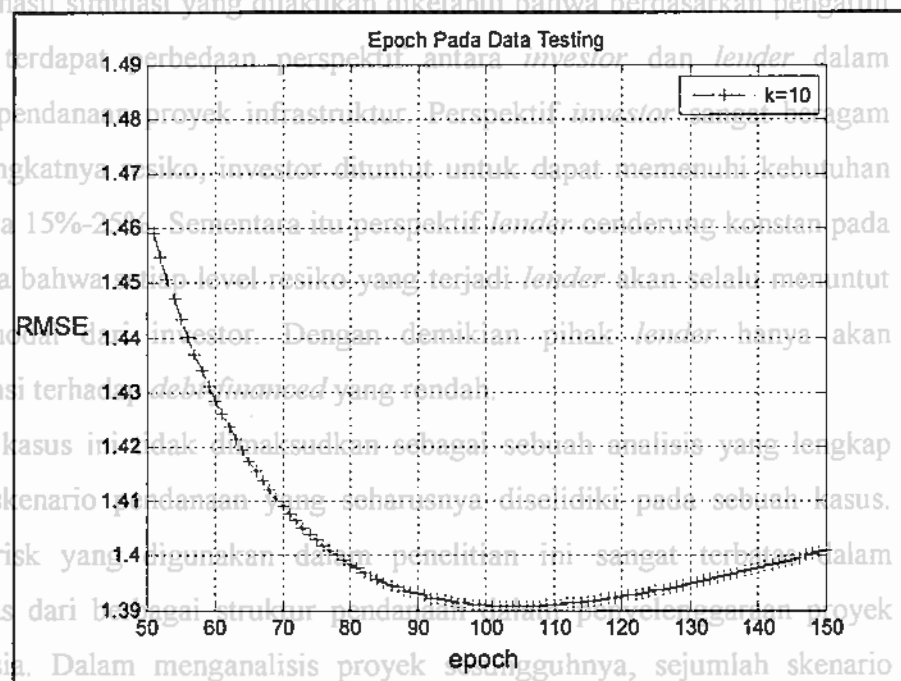
Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk iterasi yang terjadi dalam melakukan proses *looping* untuk satu triple nilai (k , η dan λ). Parameter η dalam metode RISMf disebut juga *learning rate* berfungsi sebagai interval dari satu iterasi ke iterasi berikutnya dalam suatu epoch.

4.3 Hasil dan Pembahasan Eksperimen

4.3.1 Parameter Algoritma

Parameter algoritma dalam metode RISMf terdiri dari penentuan banyaknya epoch dan nilai η yang digunakan dalam eksperimen. Epoch adalah banyaknya iterasi yang terjadi dalam melakukan proses *looping* untuk satu triple nilai (k , η dan λ). Parameter η dalam metode RISMf disebut juga *learning rate* berfungsi sebagai interval dari satu iterasi ke iterasi berikutnya dalam suatu epoch.

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

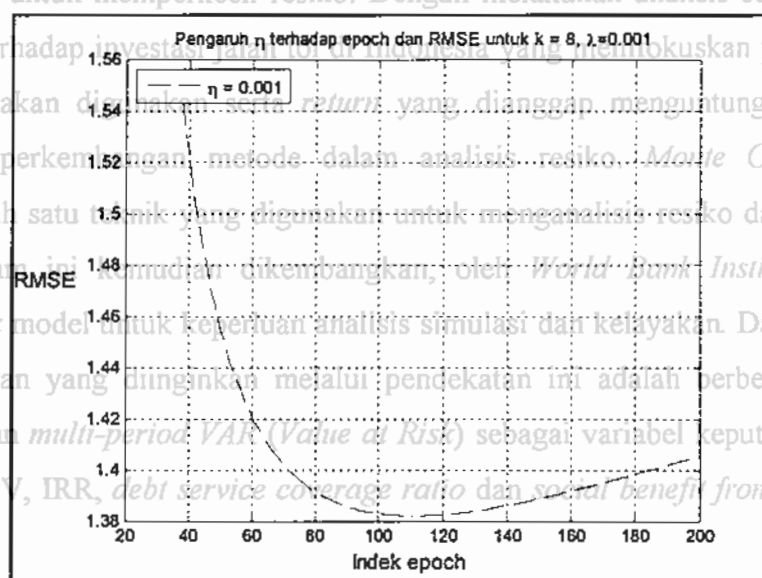


Gambar 4.1 Grafik RMSE setiap iterasi pada data testing

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

ABSTRAK

Pada gambar 4.1 rata-rata RMSE optimal untuk pemberian satu triple nilai (k , η dan λ) dicapai pada iterasi ke-100 sampai dengan iterasi 130. Sehingga epoch sebanyak 150 cukup untuk mendapat RMSE optimal dalam setiap percobaan. Sedangkan untuk nilai η , digunakan $\eta=0.001$. Hasil ini disebabkan pada $\eta=0.001$ metode RISMf berfungsi secara optimal yang digambarkan dalam grafik berikut:



Gambar 4.2 Grafik RMSE pada $\eta = 0.001$

Setelah parameter algoritma didapatkan, eksperimen selanjutnya adalah penentuan parameter metode RISMf yang dijelaskan dalam subbab berikut ini.

4.3.2 Parameter model

resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Parameter model dalam metode RISMf terdiri dari k dan λ . Eksperimen penentuan k dan λ optimal dengan menjalankan listing program RISMf (lampiran 1). Hasil eksperimen dari percobaan tersebut disajikan dalam beberapa tabel berikut:

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

ABSTRAK

Tabel 4.5 Penentuan RMSE minimum untuk satu triplenilai (k , η dan λ)

iterasi ke-	RMSE data testing pada data <i>fold</i> ke-				
	I	II	III	IV	V
1	3.759	3.697	3.697	3.694	3.658
2	3.759	3.697	3.697	3.694	3.614
3	3.759	3.697	3.697	3.694	3.521
4	3.759	3.696	3.696	3.694	3.331
5	3.758	3.696	3.696	3.693	2.998
6	3.755	3.694	3.694	3.692	2.574
7	3.749	3.689	3.689	3.689	2.225
8	3.734	3.678	3.678	3.682	1.981
9	3.697	3.653	3.653	3.666	1.797
10	3.610	3.598	3.598	3.630	1.657
11	3.429	3.480	3.480	3.551	1.549
12	3.146	3.256	3.256	3.390	1.463
13	2.859	2.923	2.923	3.104	1.395
14	2.636	2.577	2.577	2.724	1.339
15	2.451	2.304	2.304	2.381	1.293
16	2.296	2.091	2.091	2.126	1.255
17	2.165	1.922	1.922	1.931	1.223
18	2.054	1.787	1.787	1.779	1.195
19	1.981	1.711	1.711	1.711	1.166
20	1.910	1.635	1.635	1.635	1.137
21	1.839	1.559	1.559	1.559	1.108
22	1.768	1.483	1.483	1.483	1.079
23	1.697	1.407	1.407	1.407	1.050
24	1.626	1.331	1.331	1.331	1.021
25	1.555	1.255	1.255	1.255	0.992
26	1.484	1.179	1.179	1.179	0.963
27	1.413	1.103	1.103	1.103	0.934
28	1.342	1.027	1.027	1.027	0.905
29	1.271	0.951	0.951	0.951	0.876
30	1.200	0.875	0.875	0.875	0.847
31	1.129	0.799	0.799	0.799	0.818
32	1.058	0.723	0.723	0.723	0.789
33	0.987	0.647	0.647	0.647	0.760
34	0.916	0.571	0.571	0.571	0.731
35	0.845	0.495	0.495	0.495	0.702
36	0.774	0.419	0.419	0.419	0.673
37	0.703	0.343	0.343	0.343	0.644
38	0.632	0.267	0.267	0.267	0.615
39	0.561	0.191	0.191	0.191	0.586
40	0.490	0.115	0.115	0.115	0.557
41	0.419	0.039	0.039	0.039	0.528
42	0.348	0.013	0.013	0.013	0.499
43	0.277	0.000	0.000	0.000	0.470
44	0.206	0.000	0.000	0.000	0.441
45	0.135	0.000	0.000	0.000	0.412
46	0.064	0.000	0.000	0.000	0.383
47	0.000	0.000	0.000	0.000	0.354
48	0.000	0.000	0.000	0.000	0.325
49	0.000	0.000	0.000	0.000	0.296
50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.267

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

Perlu dicatat bahwa kasus ini adalah contoh proses penentuan nilai RMSE minimum untuk satu triple nilai ($k = 3, \eta = 0.001$ dan $\lambda = 0.5$). Dalam setiap iterasi nilai RMSE dicatat dan mengenai berbagai skenario pendanaan yang semuanya akan menghasilkan sebuah probabilitas. Sebab Simulasi RMSE minimum ditentukan dari nilai RMSE terkecil pada seluruh iterasi untuk merefleksikan semua *fold* berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

Tabel 4.6 RMSE minimum data *testing* untuk beberapa k

Parameter		RMSE minimum pada data <i>testing</i> fold ke-					
λ	η	k	I	II	III	IV	V
0.001	0.001	1	1.360	1.358	1.365	0.950	0.959
0.001	0.001	2	1.371	1.370	1.366	0.929	0.944
0.001	0.001	3	1.367	1.365	1.360	0.939	0.952
0.001	0.001	4	1.373	1.372	1.358	0.939	0.940
0.001	0.001	5	1.381	1.380	1.370	0.944	0.945
0.001	0.001	6	1.383	1.381	1.386	0.942	0.943
0.001	0.001	7	1.385	1.384	1.388	0.945	0.950
0.001	0.001	8	1.397	1.396	1.408	0.946	0.946
0.001	0.001	9	1.391	1.390	1.419	0.946	0.946
0.001	0.001	10	1.402	1.400	1.429	0.946	0.950
0.001	0.001	11	1.393	1.392	1.430	0.943	0.946
0.001	0.001	12	1.388	1.387	1.448	0.950	0.952
0.001	0.001	13	1.396	1.394	1.458	0.947	0.948
0.001	0.001	14	1.397	1.396	1.461	0.951	0.957
0.001	0.001	15	1.397	1.395	1.450	0.949	0.951
0.001	0.001	16	1.395	1.400	1.319	0.932	0.935
0.001	0.001	17	1.396	1.401	1.326	0.933	0.937
0.001	0.001	18	1.398	1.396	1.329	0.931	0.938
0.001	0.001	19	1.399	1.397	1.334	0.932	0.933
0.001	0.001	20	1.400	1.402	1.339	0.930	0.936
0.001	0.001	30	1.420	1.415	1.344	0.930	0.932
0.001	0.001	40	1.435	1.422	1.349	0.930	0.930

Tabel 4.6 merupakan hasil eksperimen nilai RMSE minimum untuk nilai k ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada yang berbeda, sedangkan nilai λ dan η tetap. Proses percobaan terus dilakukan level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut dengan memberikan nilai λ yang berbeda, sedang k dan η tetap, beberapa hasilnya disajikan dalam tabel berikut ini.

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

ABSTRAK

Tabel 4.7 RMSE minimum data *testing* untuk beberapa λ

Parameter λ	Parameter		RMSE minum pada data testing <i>fold</i> ke-				
	K	η	I	II	III	IV	V
0.5	1	0.001	1.421	1.413	1.376	1.050	1.055
0.1	1	0.001	1.364	1.355	1.316	0.971	0.979
0.05	1	0.001	1.357	1.348	1.307	0.960	0.969
0.025	1	0.001	1.353	1.344	1.305	0.955	0.964
0.01	1	0.001	1.351	1.342	1.302	0.951	0.961
0.005	1	0.001	1.350	1.341	1.302	0.950	0.960
0.001	1	0.001	1.350	1.340	1.301	0.950	0.959
0.0005	1	0.001	1.350	1.340	1.301	0.949	0.959
0.0001	1	0.001	1.349	1.340	1.301	0.949	0.959
0.00001	1	0.001	1.349	1.340	1.301	0.949	0.959
0.000001	1	0.001	1.349	1.340	1.301	0.949	0.959

Tabel 4.7 merupakan hasil eksperimen nilai RMSE minimum untuk nilai λ yang berbeda, sedangkan nilai k dan η tetap. Pada tabel 4.7, dapat dianalisa hubungan ukuran matriks data *training* dan data *testing* terhadap nilai RMSE yang

dihasilkan. Hasil analisa disajikan dalam tabel berikut

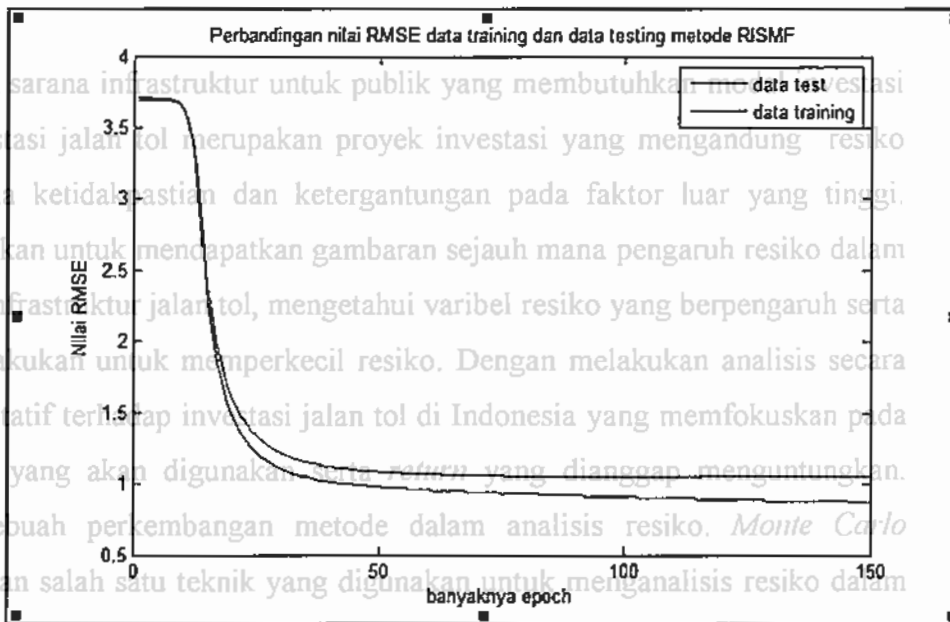
Tabel 4.8 Pengaruh ukuran matriks pada data *training* dan data *testing* terhadap nilai RMSE

	Ukuran matriks		Nilai RMSE
	data <i>training</i>	data <i>testing</i>	
Fold 1	943 x 1682	462 x 1591	1.350
Fold 2	943 x 1682	658 x 1624	1.341
Fold 3	943 x 1682	877 x 1669	1.302
Fold 4	943 x 1682	943 x 1679	0.950
Fold 5	943 x 1679	943 x 1682	0.960

Pada tabel 4.8, ukuran matriks data *training* dan data *testing* yang sesuai dengan ukuran matriks data awal R yaitu berukuran 943 x 1682, menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik. Hasil analisa dari seluruh eksperimen disajikan dalam gambar berikut ini.

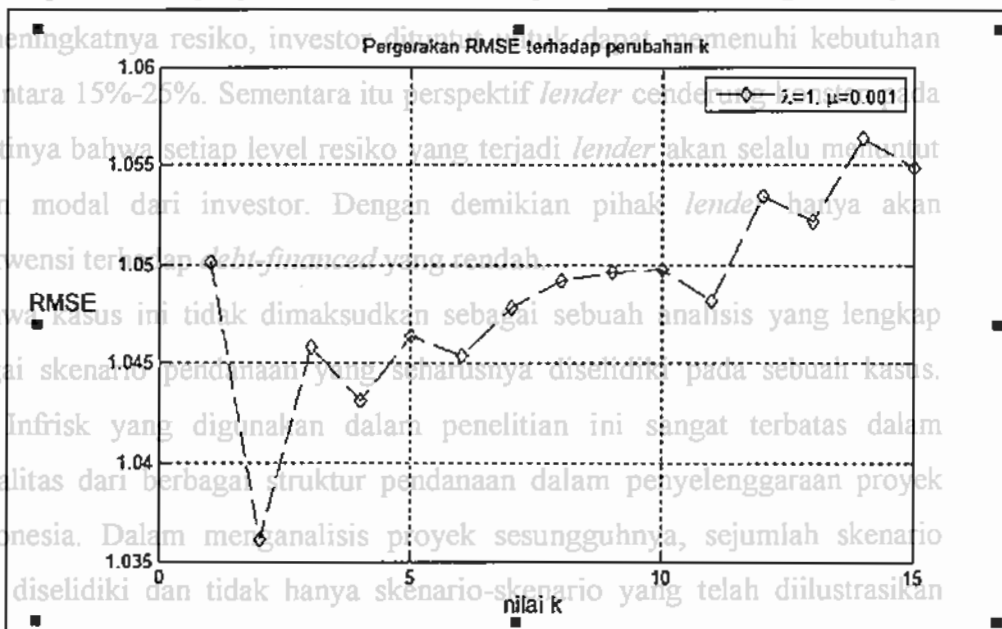
dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK



Gambar 4.3 Grafik RMSE pada data *training* dan data *testing*

Gambar 4.3 adalah grafik perbandingan RMSE data *training* dan data *testing*. Berdasarkan grafik, untuk satu triple nilai (k , η dan λ), semakin banyak epoch (iterasi) RMSE pada data *training* menuju nol atau mendekati data sebenarnya, sedangkan pada data *testing* RMSE minimum didapat pada epoch tertentu. Pada kondisi inilah prediksi terbaik tercapai, yaitu terjadi pada saat RMSE data *testing* mencapai minimum global.



Gambar 4.4 Grafik RMSE terhadap perubahan k

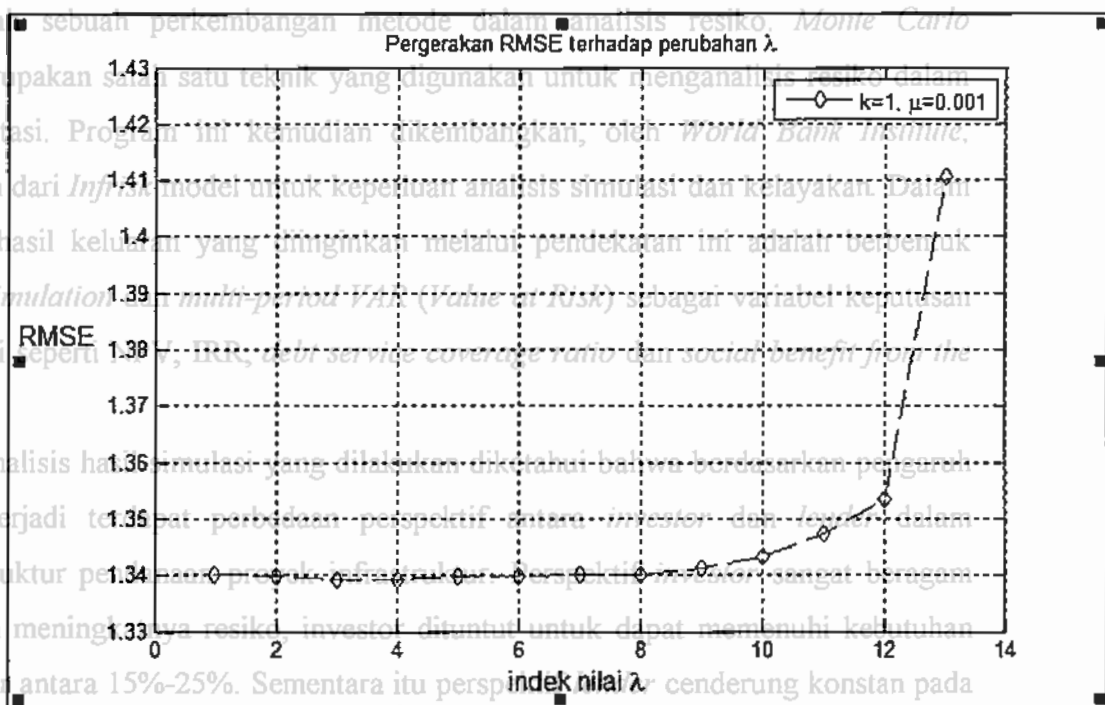
ABSTRAK

Gambar 4.4, merupakan grafik pola pergerakan nilai RMSE terhadap perubahan. Pada $k = 1$ nilai RMSE besar, lalu turun pada $k = 2$, selanjutnya untuk $k = 3$ sampai dengan $k = 30$, pola pergerakan k cenderung berbanding lurus dengan kenaikan nilai k , yaitu semakin besar nilai k , RMSE bergerak semakin besar. Dari seluruh eksperimen yang dilakukan diperoleh k optimal pada *fold* 4, yaitu $k = 2$.

Selanjutnya, dianalisa pola pergerakan nilai RMSE terhadap perubahan λ . Berdasarkan hasil analisa, semakin besar nilai λ , RMSE bergerak semakin besar.

Dari seluruh eksperimen yang dilakukan diperoleh λ optimal pada $\lambda = 0.001$.

Pernyataan tersebut dapat digambarkan dalam grafik berikut



Gambar 4.5 Grafik RMSE terhadap perubahan λ

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas, hasil eksperimen penentuan parameter optimal disajikan dalam tabel berikut:

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

ABSTRAK

Tabel 4.9 Hasil analisa penentuan parameter optimal

No	Keterangan	Nilai Optimal
1	K	2
2	<i>Regularized λ</i>	0.001
3	Learning rate η	0.001
4	<i>Fold ke-</i>	4
4	RMSE optimal	0.93
5	Akurasi	81,5%

Setelah diperoleh parameter optimal, langkah selanjutnya adalah mendapatkan matriks prediksi \hat{R} melalui perkalian matriks W dan H pada parameter yang optimal, $\hat{R} = WH$. Selanjutnya dapat ditentukan top- N rekomendasi kepada pengguna yang ada dengan mengurutkan *rating* setiap baris ke $-u$ dari matriks \hat{R} .

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

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

ABSTRAK

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

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

5.1 Kesimpulan

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

Berdasarkan hasil studi eksperimen metode RISMf untuk sistem rekomendasi dengan menggunakan data real pada Movielens 100k, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penentuan parameter optimal dari metode RISMf sangat bergantung dari struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Karakteristik data yang digunakan dan pemilihan data *training* dan data *testing* yang dipakai. Dalam eksperimen yang telah dilakukan, parameter optimal dicapai pada *fold-4* dengan nilai $k = 2$, $\eta = 0.001$ dan $\lambda = 0.001$.
2. Metode RISMf cukup baik untuk diimplementasikan dalam sistem rekomendasi. Hal ini dapat dilihat dari eksperimen yang telah dilakukan, hasilnya menunjukkan bahwa metode RISMf memiliki akurasi mencapai 81,5% atau dengan nilai RMSE 0.93.
3. Dalam mengimplementasikan metode RISMf, sebaiknya dipilih pembagian matriks data *training* A dan matriks data *testing* V yang sama dengan ukuran matriks data awal R . Hal ini diperoleh dari hasil eksperimen bahwa semakin kecil ukuran matrik data *testing* dibandingkan dengan ukuran matrik data *training*, menghasilkan nilai eror yang semakin besar.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengujian metode RISMf dalam sistem rekomendasi pada data real lainnya, untuk membandingkan tingkat akurasi metode RISMf pada beberapa data real dan dibuat generalisasinya.
 2. Perlu dibuat implementasi secara aplikatif penggunaan metode RISMf dalam sistem rekomendasi, seperti sistem perekomendasi mata kuliah yang sebaiknya diambil oleh mahasiswa, dan lain-lain.
- Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

DAFTAR PUSTAKA

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi ini 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 di Indonesia yang memfokuskan pada upaya apa yang dilakukan untuk mengurangi resiko. 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 digunakan untuk menganalisis resiko dalam menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV, IRR, debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

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

Perlu dicatat bahwa kasus ini mengenai berbagai skenario pendanaan yang risikonya 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

Anton, H. (2004). *Elementary linear algebra*. America: John Wiley and Sons.

Bishop, C. M. (2006). *Pattern recognition and machine learning*. USA: Springer.

Deshpande, M. and G. Karypis., (2004). Item-Base Top-N Rekomendasi Algoritms. *ACM Transaction on Information System*.

Gentle, J. E.(2007). *Matrix algebra theory, computations, and applications in statistics*.USA: Springer Texts in Statistics

Goldberg, K., T. Roeder,D. Gupta and C. Perkins.(2001).Eigentaste : A constant time collaborative filtering algorithms.*Information Retrieval Journal*.

Hao, M.A. (2009). *Learning to Recommendation*, Ph.D. Thesis, The Chinese University of Hongkong.

Jason, D.M., Rennie and N. Srebro. (2005).Fast maximum margin matrix factorization for collaborative prediction.*Proceedings of the22nd International Conference on Machine Learning*. Bonn, Germany.<http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/Y.Ying/reading/RennieSrebroICML05.pdf>

Karypis, G. (2001). Evaluation of item-based top-N recommendation algorithms. <http://glaros.dtc.umn.edu/gkhome/node/124> [Juli 2010].

Koren, Y., R. Bell and C. Volinsky. (2009). Matrix Factorization Technique for Recommender System. *The IEEE Computer Society*.<http://www2.research.att.com/~volinsky/papers/ieeecomputer.pdf>

Lee, D.D., and H.S. Seung. (2001). *Algorithms for non-negative matrixfactorization*.<http://hebb.mit.edu/people/seung/papers/nmfconverge.pdf>

ABSTRAK

McGinty, L. and B. Smyth. (2006). *Adaptive selection : Analysis of critiquing and preference based feed back in conversation on recommender systems*. Inc.

J electron Commerce 11 (2), 35-57

Pilaszny, I. (2009). *Factorization-based large scale recommendation algorithms*.

Ph.D. Thesis. Budapest University of Technology and Economics Hungary.

Pilaszny, I., G. Takács, and B. Németh. (2008). *Matrix factorization and neighbor based algorithms for the Netflix prize problem*. Published by ACM 2008

Article. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1454049>

Salakhutdinov, R. and A. Mnih. (2009). Probabilistic matrix factorization. In J.C

Platt, D. Koller, Y. Singer, and S. Roweis, editors, *Advances in Neural Information Processing Systems 20 (NIPS 2007)*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA.

Sarwar, B.M., G. Karypis, J.A. Konstan, and J. Riedl. (2001). Item-based collaborative filtering recommender system algorithms. *In Proc. Of WWW-01, 10th Int. Conf. on World Wide Web*, pages 185-295. Hongkong.

Schafer, J.B., Frankowski, D., Herlocker, J. and S. Sen. (2007), *Collaborative Filtering Redommender System*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Winarto dan Edi Winarko. (2010). Konsep multikriteria collaborative filtering untuk perbaikan rekomendasi. *Jurnal Seminar Nasional Informatika (SNATI) 2010*. <http://uii.ac.id/index.php/Snati/article/view/1940/1715>

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

ABSTRAK

Lampiran 1

Listing Program Utama Metode RISMf

```

Listing program utama metode RISMf
clear
clc
% Membaca data movielens yang telah dibentuk dalam file matriks.
load 'datamovielens.mat'
load 'dataeksprimer5.mat'
[m n]=size(A);
rating_A=nnz(A);
rating_Aval=nnz(Aval);
x=find(A~=0);
xA=A(x);
y=find(Aval~=0);
yAT=Aval(y);
% Menentukan triple nilai parameter k, lambda, mu dan epoch
lambda=0.5 %faktor gerularisasi
mu=0.001 %learning rate d
k=3 %feature k
c=200 %banyaknya epoch
% Menginisialisasi matriks W dan H
W=0.1*rand(m,k); %matriks pengguna dengan k fitur
H=0.1*rand(k,n); %matriks item dengan f fitur
save ('Matriks_WH_k=3.mat','W','H')
tic
[RMSE1 RMSE2]=gradienrismf(A,Aval,W,H,yAT,xA,x,y,lambda,mu,c);
waktu=toc
% menentukan RMSE optimal
xlswrite('RMSE_train.xls',RMSE1,1,'C1')
xlswrite('RMSE_test.xls',RMSE2,1,'C1')
i=1:c
MR=horzcat(i',RMSE2');
Optimal=MR(find(MR(:,2)==min(MR(:,2))),:);
story=horzcat(k,waktu,lambda,Optimal)
xlswrite('optimal_test_D1.xls',story',5,'B1')
% Membuat grafik RMSE training dan RMSE testing
plot(i, RMSE1, '-red', i, RMSE2, '-blue')
title('Perbandingan nilai RMSE data training dan data testing
metode RISMf')
xlabel('banyaknya epoch')
ylabel('Nilai RMSE')
legend('data training','data testing')

```

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

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

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

ABSTRAK

(lanjutan)

```

% Proses Penentuan Model Optimal
function [RMSE1 RMSE2]=
gradienrismf(A,Aval,W,H,yAT,xA,x,y,lambda,mu,c)
for i=1:c
    fprintf('iterasi ke %i \n',i)
    AP=W*H; %menentukan matriks prediksi
    yAP=AP(y);
    err_A=A-AP.*(A~=0); %menentukan matriks error rating data
    training
    err_Aval=yAT-yAP; %menentukan vektor error rating data testing
    grad_W=-err_A'*H'+lambda*W; %laju perubahan fungsi error thd W
    grad_H=-err_A'*W+lambda*H'; %laju perubahan fungsi error thd H
    W_baru=W-mu*grad_W; %updating matriks W
    H_baru=H-mu*grad_H'; %updating matriks H
    W=W_baru;%inisialisasi ulangan W
    H=H_baru;%inisialisasi ulangan H
    %Menentukan nilai RMSE
    norm_W=norm(W,'fro'); %frobenius norm dari W
    norm_H=norm(H,'fro'); %frobenius norm dari H
    norm_err_A=norm(err_A,'fro'); %frobenius norm dari matriks err_A
    norm_err_Aval=norm(err_Aval); %norm vektor error data testing
    RMSE1(i)=sqrt((norm_err_A^2+lambda*(norm_W^2+norm_H^2))/nnz(A));
    RMSE2(i)=sqrt((norm_err_Aval^2+lambda*(norm_W^2+norm_H^2))/nnz(Aval));
end

```

Berdasarkan analisis yang dilakukan, 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 dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

ABSTRAK

Lampiran 2

RMSE optimal data testing untuk setiap percobaan

parameter		RMSE minimum data testing untuk tiap nilai k pada 3 data eksperimen											
		k=1				k=2				k=3			
lambda	mu	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan
0,5	0,001	1,165	1,050	1,055	1,090	1,157	1,036	1,044	1,079	1,166	1,046	1,052	1,088
0,1	0,001	1,014	0,971	0,979	0,988	1,000	0,952	0,965	0,972	1,008	0,962	0,973	0,981
0,05	0,001	0,994	0,960	0,969	0,974	0,978	0,941	0,955	0,958	0,987	0,951	0,963	0,967
0,025	0,001	0,983	0,955	0,964	0,967	0,967	0,935	0,949	0,950	0,976	0,945	0,957	0,959
0,01	0,001	0,977	0,951	0,961	0,963	0,960	0,932	0,946	0,946	0,969	0,942	0,954	0,955
0,005	0,001	0,975	0,950	0,960	0,962	0,958	0,930	0,945	0,945	0,967	0,940	0,953	0,953
0,001	0,001	0,973	0,950	0,959	0,961	0,956	0,929	0,944	0,943	0,965	0,939	0,952	0,952
5E-04	0,001	0,973	0,949	0,959	0,960	0,956	0,929	0,944	0,943	0,965	0,939	0,952	0,952
1E-04	0,001	0,973	0,949	0,959	0,960	0,956	0,929	0,944	0,943	0,965	0,939	0,952	0,952
1E-05	0,001	0,973	0,949	0,959	0,960	0,956	0,929	0,944	0,943	0,964	0,939	0,952	0,952
1E-06	0,001	0,973	0,949	0,959	0,960	0,956	0,929	0,944	0,943	0,964	0,939	0,952	0,952

parameter		RMSE minimum data testing untuk tiap nilai k pada 3 data eksperimen											
		k=4				k=5				k=6			
lambda	mu	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan
0,5	0,001	1,161	1,043	1,044	1,083	1,163	1,046	1,048	1,086	1,162	1,045	1,047	1,085
0,1	0,001	0,998	0,961	0,962	0,974	1,000	0,965	0,966	0,977	0,997	0,964	0,965	0,975
0,05	0,001	0,975	0,950	0,951	0,959	0,977	0,954	0,956	0,962	0,973	0,953	0,954	0,960
0,025	0,001	0,963	0,945	0,946	0,951	0,965	0,949	0,950	0,955	0,961	0,948	0,948	0,952
0,01	0,001	0,956	0,941	0,942	0,947	0,958	0,946	0,947	0,950	0,954	0,944	0,945	0,948
0,005	0,001	0,954	0,940	0,941	0,945	0,956	0,944	0,946	0,949	0,952	0,943	0,944	0,946
0,001	0,001	0,952	0,939	0,940	0,944	0,954	0,944	0,945	0,947	0,950	0,942	0,943	0,945
5E-04	0,001	0,952	0,939	0,940	0,944	0,953	0,943	0,945	0,947	0,950	0,942	0,943	0,945
1E-04	0,001	0,952	0,939	0,940	0,944	0,953	0,943	0,945	0,947	0,949	0,942	0,942	0,945
1E-05	0,001	0,952	0,939	0,940	0,944	0,953	0,943	0,944	0,947	0,949	0,942	0,942	0,945
1E-06	0,001	0,952	0,939	0,940	0,944	0,953	0,943	0,944	0,947	0,949	0,942	0,942	0,945

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

ABSTRAK

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

(lanjutan)

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variabel risiko yang berpengaruh terhadap pendanaan proyek infrastruktur jalan tol dengan menggunakan simulasi berbasis komputer sebagai upaya apa yang kuantitatif dan kualitatif struktur pendanaan. Simulasi adalah *simulation* merupakan kegiatan investasi menjadi bagian penelitian ini berbasis *probabilistic simulation* dan *multi-period VAK (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan

parameter		RMSE minimum data testing untuk tiap nilai k pada 3 data eksperimen											
		k=7				k=8				k=9			
lambda	mu	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan
0,5	0,001	1,17	1,05	1,05	1,090	1,17	1,05	1,05	1,090	1,17	1,05	1,05	1,089
0,1	0,001	1,01	0,97	0,97	0,981	1,01	0,97	0,97	0,980	1,01	0,97	0,97	0,979
0,05	0,001	0,98	0,96	0,96	0,966	0,98	0,96	0,96	0,965	0,98	0,96	0,96	0,964
0,025	0,001	0,97	0,95	0,96	0,959	0,97	0,95	0,95	0,957	0,97	0,95	0,95	0,956
0,01	0,001	0,96	0,95	0,95	0,954	0,96	0,95	0,95	0,952	0,96	0,95	0,95	0,951
0,005	0,001	0,96	0,95	0,95	0,953	0,96	0,95	0,95	0,951	0,96	0,95	0,95	0,950
0,001	0,001	0,96	0,95	0,95	0,951	0,96	0,95	0,95	0,950	0,95	0,95	0,95	0,948
5E-04	0,001	0,96	0,95	0,95	0,951	0,96	0,95	0,95	0,949	0,95	0,95	0,95	0,948
1E-04	0,001	0,96	0,95	0,95	0,951	0,96	0,95	0,95	0,949	0,95	0,95	0,95	0,948
1E-05	0,001	0,96	0,95	0,95	0,951	0,96	0,95	0,95	0,949	0,95	0,95	0,95	0,948
1E-06	0,001	0,96	0,95	0,95	0,951	0,96	0,95	0,95	0,949	0,95	0,95	0,95	0,948

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

Berdasarkan analisis simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terhadap struktur pendanaan yang akan digunakan dalam menentukan struktur pendanaan yang sejalan dengan struktur pendanaan ekuitas berkisar level tertinggi, dan tingkat tertinggi penyertaan menerima konsolidasi. Perlu dicatat bahwa mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya disetujui pada sebuah kasus.

parameter		RMSE minimum data testing untuk tiap nilai k pada 3 data eksperimen											
		k=10				k=11				k=12			
lambda	mu	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan
0,5	0,001	1,173	1,050	1,055	1,093	1,172	1,048	1,052	1,091	1,175	1,053	1,057	1,095
0,1	0,001	1,007	0,968	0,972	0,982	1,006	0,965	0,968	0,980	1,009	0,972	0,974	0,985
0,05	0,001	0,984	0,957	0,961	0,967	0,982	0,954	0,957	0,964	0,986	0,961	0,963	0,970
0,025	0,001	0,972	0,951	0,955	0,959	0,970	0,949	0,951	0,957	0,974	0,955	0,957	0,962
0,01	0,001	0,964	0,948	0,952	0,955	0,962	0,945	0,948	0,952	0,966	0,952	0,954	0,957
0,005	0,001	0,962	0,946	0,951	0,953	0,960	0,944	0,947	0,950	0,964	0,951	0,953	0,956
0,001	0,001	0,960	0,946	0,950	0,952	0,958	0,943	0,946	0,949	0,962	0,950	0,952	0,954
5E-04	0,001	0,959	0,945	0,950	0,952	0,958	0,943	0,946	0,949	0,961	0,950	0,952	0,954
1E-04	0,001	0,959	0,945	0,950	0,951	0,957	0,943	0,946	0,949	0,961	0,949	0,952	0,954
1E-05	0,001	0,959	0,945	0,950	0,951	0,957	0,943	0,946	0,949	0,961	0,949	0,952	0,954
1E-06	0,001	0,959	0,945	0,950	0,951	0,957	0,943	0,946	0,949	0,961	0,949	0,952	0,954

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

ABSTRAK

(lanjutan)

parameter		RMSE minimum data testing untuk tiap nilai k pada 3 data eksperimen											
		k=13				k=14				k=15			
lambda	mu	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan	I	II	III	rataan
0,5	0,001	1,178	1,052	1,055	1,095	1,181	1,056	1,062	1,100	1,180	1,055	1,058	1,098
0,1	0,001	1,010	0,969	0,971	0,983	1,016	0,973	0,979	0,990	1,012	0,971	0,974	0,986
0,05	0,001	0,985	0,958	0,959	0,968	0,993	0,962	0,968	0,974	0,988	0,960	0,962	0,970
0,025	0,001	0,973	0,952	0,954	0,960	0,980	0,957	0,962	0,966	0,976	0,954	0,957	0,962
0,01	0,001	0,965	0,949	0,950	0,955	0,973	0,953	0,959	0,962	0,968	0,951	0,953	0,958
0,005	0,001	0,963	0,948	0,949	0,953	0,971	0,952	0,958	0,960	0,966	0,950	0,952	0,956
0,001	0,001	0,961	0,947	0,948	0,952	0,969	0,951	0,957	0,959	0,964	0,949	0,951	0,955
5E-04	0,001	0,960	0,947	0,948	0,952	0,968	0,951	0,957	0,959	0,964	0,949	0,951	0,954
1E-04	0,001	0,960	0,947	0,948	0,952	0,968	0,951	0,957	0,959	0,963	0,948	0,951	0,954
1E-05	0,001	0,960	0,947	0,948	0,952	0,968	0,951	0,957	0,959	0,963	0,948	0,951	0,954
1E-06	0,001	0,960	0,947	0,948	0,952	0,968	0,951	0,957	0,959	0,963	0,948	0,951	0,954

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

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

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