



UNIVERSITAS INDONESIA



**KARAKTERISASI MIKROSTRUKTURAL MATERIAL PENYERAP  
GELOMBANG ELEKTROMAGNETIK SENYAWA  
 $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$ , ( $x = 0, 0.25, 0.75, 1$ )**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains**

**ENDYAS PRATITAJATI  
1006733234**

**PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI ILMU MATERIAL  
JAKARTA  
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 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 label 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 : Endyas Pratitajati**  
**NPM : 1006733234**

Berdasarkan analisis hasil simulasi **Tanda Tangan :**  telah 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.

**Tanggal : Juni 2012**

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 karena ketidakpastian pada faktor luar yang tinggi.

Tesis ini diajukan oleh  
Nama : Endyas Pratitajati  
NPM : 1006733234  
Program Studi : Ilmu Material  
Judul Tesis : Karakterisasi Mikrostruktural Material Penyerap Gelombang Elektromagnetik Senyawa  $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  ( $x = 0, 0.25, 0.75, 1$ )

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, khususnya 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 perkenaan model dalam analisis resiko. Home Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini dikembangkan, oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

#### DEWAN PENGUJI

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan tingkatnya resiko, Prof. Dr. Ir. D. N. Adnyana, APU (.....) ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung condong 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.

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : .....

Penguji I : Dr. Muhammad Hikam (.....)  
Penguji II : Prof. Dr. Ir. D. N. Adnyana, APU (.....)  
Penguji III : Prof. Dr. Ridwan (.....)



## 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 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 Universitas Indonesia.

Puji syukur pada Tuhan karena berkat rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan tesis aya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari 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*, kepada:

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

1. Bapak Dr. Azwar Manaf, M.Met selaku pembimbing dengan penuh kesabaran memberikan inspirasi, motivasi, bimbingan dan semangat.

2. Orang tua dan keluarga besar yang turut memberikan bantuan dan dukungan.

3. Grup penelitian absorber yang telah memberikan masukan maupun bantuan teknis.

4. Bu Siti dan seluruh staf program studi Ilmu Material yang luar biasa membantu dalam segala hal administrasi.

5. Teman-teman S2 material.

Dan semua pihak yang tidak mungkin saya sebutkan satu demi satu.

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

Depok, 2012

Penulis

## ABSTRAK

### HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

Jalan tol merupakan sarana transportasi yang sangat penting bagi masyarakat yang jumlahnya semakin besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengidentifikasi sumber 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 bentuk 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 kenyakinan. Dalam penelitian ini hasil ketidaktentuan yang diungkapkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan *multi-period VAR (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV, debt service coverage ratio dan social benefit from the project*.

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:  
Nama : Endyas Pratitajati  
NPM : 1006733234  
Program Studi : Ilmu Material  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Tesis

demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive*


*Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Karakterisasi Mikrostruktural Material Penyerap Gelombang Elektromagnetik Senyawa  $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$ , ( $x = 0, 0.25, 0.75, 1$ )

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 2012

Yang menyatakan  
  
(Endyas Pratitajati)

## ABSTRAK

### ABSTRAK

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 ketegapungan pada faktor luar yang tinggi.

Nama : Endyas Pratitajati

Program Studi : Ilmu Material

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

Judul : Karakterisasi Mikrostruktural Material Penyerap Gelombang Elektromagnetik Senyawa

kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi  $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  ( $x = 0, 0.25, 0.75, 1$ ) pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

Simulasi adalah pertumbuhan butir pada temperatur 1100°C, 1200°C, dan 1300°C kristal  $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  dipelajari. Material sampel dipreparasi menggunakan teknik pengaloyan mekanik (*mechanical alloying*) dengan waktu penggilingan (*high ball energy milling*) selama 30 jam. Sintering dilakukan selama 0, 1, 3 dan 6 jam. Material dianalisa menggunakan sinar X. Besar ukuran butir dihitung menggunakan persamaan Debye-Scherrer berdasarkan profil difraksi sinar X-nya. Sifat magnetik diukur menggunakan pemagraf. Sedangkan serapan gelombang mikro diukur menggunakan alat *Network Analyzer* (VNA) dengan metode *Transmission/Reflection Line* (TRL). Semua pengukuran dilakukan pada temperatur kamar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persamaan pertumbuhan butir kristal  $\text{La}_{0.25}\text{Ba}_{0.75}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  mengikuti model persamaan laju difusi

$$Y = 1 - e^{-Kt^n}$$
 Hasil serapan gelombang mikro menunjukkan adanya serapan pada frekuensi 11-15 GHz. Serapan ini relatif lebih kecil jika dibandingkan dengan serapan material basisnya yakni  $\text{LaFe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$ . Namun daerah serapannya relatif lebih luas daripada material basis tersebut.

Berdasarkan analisis risiko, investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya risiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal (1982-2012) demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Kata Kunci : pertumbuhan butir, serapan gelombang mikro, partikel nano

xi +57 halaman : 38 gambar, 13 tabel

Daftar pustaka : (1982-2012) 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 dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Name : Endyas Pratitajati

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 memprediksi resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi absstrak di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan.

Title : Microstructural Characterisation of  $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$ , ( $x = 0, 0.25, 0.75, 1$ ), an electromagnetic wave absorbance material

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

Growth of  $\text{La}_{0.25}\text{Ba}_{0.75}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  in the temperatur e1100°C, 1200°C, dan 1300°C during 0, 1, 3 and 6 hours sintering was investigated. Sampels was prepared by mechanical alloying techique with high ball energy milling. Milling time is 30 hours. Sample was analized using x-ray diffraction. Grain size was calculated using Debye-Scherrer equation based on their x-ray diffraction profiles. Material absorbance properties was measured using Network Analyzer (VNA) with Transmission/ Reflection Line (TRL) measurement technique. All analysis was conducted in room temperature. Data showed that grain growth of  $\text{La}_{0.25}\text{Ba}_{0.75}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  has followed diffusion rate equation model of  $Y = 1 - e^{-kt^n}$

Berdasarkan analisis hasil simulas, yang dilakukan oleh peneliti, maka persentase resiko yang terjadi adalah 11-15%. Walaupun persentase resiko yang terjadi relatif kecil, namun resiko yang terjadi dapat berdampak signifikan terhadap keuntungan dan biaya 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.

Kata Kunci : Grain growth, microwave absorbance, nanostructural

xi + 57 pages : 38 pictures, 13 tables

References : (1982- 2012)

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.	
Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta <i>return</i> yang dianggap menguntungkan.	
Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. <i>Monte Carlo simulation</i> merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh <i>World Bank Institute</i> , menjadi bagian dari <i>Infrisk</i> model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk <i>probabilistic simulation</i> dan <i>multi-period VAR (Value at Risk)</i> sebagai variabel keputusan utama investasi seperti <i>NPV</i> , <i>IRR</i> , <i>debt service coverage ratio</i> dan <i>social benefit from the project</i> .	
Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara <i>investor</i> dan <i>lender</i> dalam menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif <i>investor</i> sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, <i>investor</i> dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif <i>lender</i> cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi <i>lender</i> akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari <i>investor</i> . Dengan demikian pihak <i>lender</i> hanya akan menerima konsekwensi terhadap <i>debt-financed</i> yang rendah.	
Perlu dicatat bahwa simulasi <i>Infrisk</i> yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik	
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian.....	6
1.6 Model Operasional Penelitian.....	6
2. TINJAUAN PUSAKA.....	8
2.1 Material Mangan Oksida ( <i>manganite</i> ).....	8
2.2 Proses Sintesis Pembentukan Fasa Senyawa.....	10
2.3 Metode Penentuan Ukuran Butir Berdasarkan Profil Sinar X.....	13
2.4 Model Kinetika Pertumbuhan Butir Kristal ( <i>Grain Growth</i> ).....	20
2.5 Metode Penyerapan Gelombang Mikro ( <i>Microwave Absorber</i> ).....	22
3. METODOLOGI PENELITIAN DAN PROSEDUR PERCOBAAN.....	28
3.1 Preparasi Pembentukan Material berbasis $\text{LaMnO}_3$ .....	29
3.2 Pengujian Pertumbuhan Ukuran Butir ( <i>Grain Growth</i> ).....	30
3.3 Vector Network Analysis (VNA).....	31
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Karakterisasi Pola Difraksi XRD.....	35



## ABSTRAK

4.1.1 Profil Difraksi Sinar X Senyawa $\text{LaFe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$ (LMFTO) .....	35
4.1.2 Profil Difraksi Sinar X senyawa $\text{BaFe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$ (BMFTO) .....	38
4.1.3 Profil Difraksi Sinar X senyawa La-0.75 dan La-0.25 .....	40
4.2 Penentuan Kinetika Pertumbuhan Butir ( <i>Grain Growth</i> ) La-0.75 .....	47
4.2.1 Kinetika Pertumbuhan Butir Model 1 .....	50
4.2.2 Kinetika Pertumbuhan Butir Model 2 .....	52
4.2.3 Kinetika Pertumbuhan Butir Model 3 .....	53
4.3 Analisis <i>Reflection Loss</i> dan Sifat Serapan .....	55
5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	59
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
DAFTAR REFERENSI .....	61

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

<p>Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk</p> <p>besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi</p> <p>Penelitian ini dit</p> <p>pendanaan proyek</p> <p>upaya apa yang</p> <p>kuantitatif dan k</p> <p>struktur pendana</p> <p>Simulasi adalah</p> <p><i>simulation</i> merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi.</p> <p>menjadi bagian</p> <p>penelitian ini has</p> <p><i>probabilistic simulation</i> dan <i>multi-period VAK</i> (Value at Risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, <i>debt service coverage ratio</i> dan <i>social benefit from the project</i>.</p> <p>Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan tender 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 tender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi tender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak tender hanya akan menerima konsekuensi terhadap <i>debt finance</i> yang rendah.</p> <p>Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang harusnya diselidiki pada masing-masing kasus. Sebab Simulasi Infiisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan</p> <p>jalan tol di Ind</p> <p>pendanaan haru</p> <p>dalam contoh ka</p> <p>hasil analisis yang lebih baik</p>	<p><b>DAFTAR GAMBAR</b></p> <p>Gambar 2.1. Unit sel perovskite ABMO. n pada faktor luar yang tinggi..... 8</p> <p>Gambar 2.2. Tipe-tipe kemungkinan proyeksi spin yang terjadi. risiko dalam..... 10</p> <p>Gambar 2.2. Penentuan lebar puncak dengan metode FWHM..... 13</p> <p>Gambar 2.3. Penentuan lebar puncak dengan metode <i>integral breadth</i> cara..... 14</p> <p>Gambar 2.4. Pola difraksi karena ketidakhomogenan sampel..... 15</p> <p>Gambar 2.5. Pelebaran puncak difraksi karena adanya tegangan kisi..... 16</p> <p>Gambar 2.6. Perbandingan kurva Lorensian dan Gaussian pada profil puncak difraksi..... 17</p> <p>Gambar 2.7. Puncak difraksi sinar X..... 18</p> <p>Gambar 2.8. Plot <math>B_r \cos \theta</math> terhadap <math>\sin \theta</math>..... 19</p> <p>Gambar 2.9. Hubungan FWHM (<i>Full Width at Half Maximum</i>) dengan ukuran butir dan tegangan kisi ..... 20</p> <p>Gambar 2.10. Skema pertumbuhan butir melalui difusi atom..... 21</p> <p>Gambar 2.11. Hubungan logaritma ukuran butir terhadap logaritma waktu..... 22</p> <p>Gambar 2.12. Skema pengukuran menggunakan metode TRL..... 25</p> <p>Gambar 2.13. Skema pengukuran sampel jaringan dengan metode OECP..... 26</p> <p>Gambar 2.14. Skema desain pengukuran dengan metode FS..... 27</p> <p>Gambar 3.1. Diagram alir metodologi penelitian ..... 28</p> <p>Gambar 3.2. Alat Difraktrometer Philips PANalytical PW 2256..... 30</p> <p>Gambar 3.3. Diagram alir metode penentuan kinetika pertumbuhan ukuran butir 31</p> <p>Gambar 4.2. Ukuran partikel setelah penggilingan selama rentang waktu tertentu 35</p> <p>Gambar 4.3. Perbandingan profil difraksi sinar X sampel LMFTO dengan pangkalan data sinar X material LMO melalui program MATCH!..... 37</p> <p>Gambar 4.4. Perbandingan profil difraksi sinar X senyawa BMFTO dengan pangkalan data sinar X material BMO melalui program MATCH! ..... 39</p> <p>Gambar 4.5. Perbandingan profil difraksi sinar X senyawa LMFTO, La-0.25, La-0.75 dan BMFTO..... 41</p> <p>Gambar 4.6. Profil <i>fitting</i> sampel LBMFTO dengan <i>refinement</i> GSAS..... 43</p> <p>Gambar 4.7. Kurva hysteresis sampel penelitian Lim et al..... 45</p> <p>Gambar 4.8. Kurva hysteresis sampel (La-0.75)..... 45</p>
---	---

## ABSTRAK

Gambar 4.9. Kurva hysteresis La-0.25 .....	46
Gambar 4.10. Kurva hysteresis La-0.25 dan La-0.75 .....	46
Gambar 4.11. Profil difraksi sinar X pada temperatur 1100°C hingga 6 jam pemanasan .....	48
Gambar 4.12. Profil difraksi sinar X pada Temperatur 1200°C hingga 6 jam pemanasan .....	48
Gambar 4.13. Profil difraksi sinar X pada temperatur 1300°C hingga 6 jam pemanasan .....	49
Gambar 4.14. Perbandingan ukuran butir pada berbagai temperatur dan waktu....	50
Gambar 4.15. Perhitungan pertumbuhan kristal mengikuti model I.....	51
Gambar 4.16. Kurva plot antara $\ln\left[\frac{\partial D}{\partial t}\right]$ terhadap $\ln(D)$ .....	52
Gambar 4.17. Plot $\ln(\ln(1/(1-Y)))$ terhadap $\ln(t)$ .....	53
Gambar 4.18. Grafik hubungan ukuran butir terhadap $\ln t$ .....	54
Gambar 4.19. Grafik hubungan Ukuran Butir terhadap $t$ .....	55
Gambar 4.20. Perbandingan kurva absorbansi LMFTO, BMFTO dan LBMFTO ..	57
Gambar 4.21. Perbandingan kurva absorbansi LBMFTO dengan perbedaan waktu pemanasan.....	58

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 I

#### PENDAHULUAN

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk jalan 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 bentuk 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 *Wanda Datta Institute*, menjadi bagian dari *Project Risk Analysis Simulation and Management* dan kemudian penelitian ini hasil ketiduran yang digunakan untuk penekatan di dalam berhitung *probabilistic simulation* dan *Monte Carlo* (Vande et al) sebagai variabel risiko. Selain itu, investasi seperti ini, *IT, R&D, debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

#### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan akan arus informasi yang cepat tepat telah mendorong berbagai pengembangan teknologi di berbagai bidang, khususnya bidang telekomunikasi, teknologi informatika maupun elektronika. Perkembangan teknologi informasi ini diawali dengan penemuan telegraf yang diikuti oleh penemuan telepon sehingga seseorang dapat menyampaikan informasi satu sama lain secara cepat. Hingga beberapa tahun kemudian, teknologi nirkabel berupa alat komunikasi tanpa kabel (disebut juga *photophone*) diperkenalkan oleh Alexander Graham Bell dan Charles Sumner Tainter. Pada masa sekarang, pemanfaatan teknologi nirkabel tersebut yakni pada piranti telepon genggam, televisi satelit maupun GPS (*Global Positioning System*) memungkinkan seseorang dengan mobilitas tinggi menerima informasi dan berkomunikasi interaktif secara cepat dimana saja dengan siapa saja tanpa terbatas jarak. Pada teknologi nirkabel ini, perpindahan data informasi tidak lagi ditransmisikan melalui perambatan suatu kawat (*wire transmission*), melainkan melalui transmisi gelombang elektromagnetik pada ruang udara. Oleh karena itu, untuk selanjutnya pengembangan material pun bergerak ke arah rekayasa material yang memiliki kekhususan sifat magnetik maupun sifat elektrik. Karakteristik-karakteristik yang dimiliki material inilah yang diharapkan dapat berinteraksi dengan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan sumber. Adanya interaksi-interaksi ini yang memungkinkan suatu material dapat direkayasa sebagai material sensor, penguat radiasi, maupun penyerap gelombang elektromagnetik (absorber).

Jika suatu gelombang elektromagnetik dilewatkan dalam suatu material, maka gelombang elektromagnetik itu sebagian akan dipantulkan, dihamburkan, diserap dan diteruskan. Sehingga rekayasa suatu material pada intinya adalah hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK

memanipulasi jumlah gelombang elektromagnetik yang dipantulkan, dihamburkan, diteruskan maupun diserap dengan kehadiran material baru tersebut. Rekayasa suatu material dapat bermacam-macam, misalnya perubahan komposisi, intertisi unsur lain, rekayasa struktur, pembuatan komposit dan sebagainya. Adapun material yang didesain sebagai bahan penyerap (absorber) menjadi fokus pada penelitian ini. Pada material absorber, material harus dapat menyerap lebih banyak gelombang elektromagnetik daripada yang dipantulkannya. Contoh-contoh aplikasi manfaat pengembangan rekayasa material absorber sangat luas antara lain sebagai lapisan material pada pesawat siluman *stealth* sehingga tidak dikenali oleh radar musuh hingga lapisan material pada penutup telepon genggam. Tujuan pemasangan material absorber pada casing telepon genggam ini adalah sebagai penyerap gelombang-gelombang elektromagnetik yang ada pada ruang sekitar yang sehingga sensor penerima pada telepon hanya menerima sinyal gelombang pada range tertentu yang sesuai.

Adapun syarat yang harus dipenuhi material untuk aplikasi absorber adalah material harus memiliki permeabilitas tinggi ( $\mu$ ), permitivitas ( $\epsilon$ ) yang tinggi, koersitivitas ( $H_C$ ) rendah, resistivitas tinggi dan saturasi magnetik ( $M_s$ ) yang tinggi (Dho, Lee, Park dan Hur, 2005). Salah satu material yang telah banyak menjadi obyek penelitian di bidang absorber adalah material oksida mangan (*manganite*). Oksida mangan ini mempunyai sifat permitivitas tinggi, struktur stabil, tahan korosi dan sifat permeabilitas yang rendah. Untuk memenuhi syarat menjadi absorber, maka sifat permeabilitas manganite harus ditingkatkan. Salah satu cara yang banyak digunakan adalah dengan substitusi unsur lain maupun intertisi unsur lain (*dopping*).

Material *manganite* mempunyai rumus umum  $ABX_3$ . Material ini memiliki keunikan sifat seperti adanya fenomena *colossal magnetoresistance* (CMR). CMR merupakan kondisi berkurangnya nilai hambatan listrik suatu bahan saat diberikan pengaruh medan magnet eksternal. Fenomena CMR ini umumnya berkaitan dengan transisi fasa feromagnetik (FM) ke fasa paramagnetik (PM) (Ramirez A.P, 1997). Penelitian mengenai *manganite* dipelopori oleh Jonker dan

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Van Santen pada tahun 1950 (Dagotto, Hotta dan Moreo, 2001). Pada perkembangannya penelitian terhadap material manganite terbagi atas penelitian yang mempelajari sifat manganite melalui rekayasa formula dan komposisi serta penelitian yang bergerak ke arah rekayasa pembentukan struktur. Rekayasa komposisi yakni melalui substitusi, intertisi maupun pembuatan komposit. Sedangkan penelitian rekayasa struktur yakni yang menyangkut pembentukan lapisan tipis, maupun material nano.

Rekayasa formulasi antara lain pada penelitian Lim, Halim, Chen dan Wong yang mensubstitusi ion La oleh ion Ba (2009). Penelitian tersebut mengamati efek substitusi ion La oleh ion logam golongan alkali tanah pada material  $\text{LaMnO}_3$  (LMO). Substitusi tersebut menyebabkan sifat magnetoresistance meningkat. Penelitian lainnya yakni penelitian yang dilakukan Lora-Serrano (2011) dengan mensubstitusi ion La oleh ion Ba dan ion Mn oleh Ti pada material  $\text{LaMnO}_3$ . Penelitian tersebut menunjukkan adanya anomali sifat magnetik setelah adanya substitusi terutama pada daerah temperatur Curie-nya. Sedangkan penelitian yang mengarah terhadap rekayasa struktur misalnya adalah penelitian yang dilakukan Kameli dan Salamati (2008). Penelitian tersebut meneliti mengenai pengaruh ukuran butir terhadap sifat magnetik *manganites*. Sementara itu, topik struktur nano menjadi tren pada beberapa tahun terakhir. Pada beberapa kajian, rekayasa struktur menuju pembentukan stuktur nano pada material magnet diketahui dapat meningkatkan nilai magnetisasi sisa melebihi nilai konvensional (Priyono, 2010). Meskipun di sisi lain, struktur nano juga menurunkan nilai koersitifitasnya karena adanya interaksi antar butir (*grain exchange interaction*). Sehingga dengan mengontrol ukuran butir, maka koersitifitas dapat dikendalikan.

Di samping itu, penelitian-penelitian untuk mengembangkan teori untuk menjelaskan fenomena CMR pada material manganites juga banyak dilakukan. Di antaranya yakni Dagotto et al (2001) yang memaparkan tentang teori domain dan kemungkinan keadaan spin-spin pada unit sel material *manganites* sehingga terjadinya efek pertukaran ganda (*double exchange*). Efek inilah yang menerangkan secara sederhana terjadinya transisi fasa antiferomagnetik dan

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

feromagnetik pada *manganites*. Sedangkan Khrisnamurthy (2005) menjelaskan fenomena tersebut melalui pemaparan degenerasi pada orbital  $e_g$  dan dinamika kuantum fonon dimana perbedaan pergerakan elektron (*low energy electronic states*) pada kondisi *polaronic (l)* dan *non polaronic (b)* material tersebut, adanya okupansi ion lain, dan ketergantungan terhadap temperatur (T) dan medan magnet (H) merupakan faktor-faktor yang bertanggung jawab terhadap fenomena CMR pada *manganites*.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, maka material  $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  dipilih menjadi fokus penelitian ini. Substitusi ion La oleh Ba dan ion Mn oleh masing-masing Fe dan Ti diharapkan dapat meningkatkan sifat magnet dan nilai resistivitas bahan. Namun, penelitian ini lebih difokuskan pada tinjauan kinetika pertumbuhan butir kristal dan pengaruhnya terhadap sifat absorpsi.

### 1.2 Perumusan Masalah

Sifat elektrik dan magnetik suatu material berkaitan erat dengan struktur kristal material tersebut. Material oksida mangan seperti  $\text{LaMnO}_3$  (LMO), memang memiliki sifat-sifat yang menjadikannya sesuai untuk keperluan sebagai penyerap. Terutama setelah adanya substitusi La oleh Sr menjadi  $\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{MnO}_3$  (LSMO). Sifat-sifat tersebut antara lain permitivitas tinggi, feromagnetik, kestabilan struktur yang baik dan tahan terhadap korosi. Namun, material ini memiliki permeabilitas rendah. Oleh karena itu, rekayasa terhadap material LMO perlu dilakukan untuk meningkatkan permeabilitasnya. Selain itu, penelitian-penelitian sebelumnya lebih menitik beratkan pada substitusi ion La oleh ion golongan alkali tanah seperti ion Ca, Mg ataupun ion Sr. Substitusi tersebut umumnya dilakukan tanpa melakukan substitusi terhadap ion Mn sekaligus (Urban et al, 2004).

Kajian pertumbuhan ukuran butir juga menarik untuk dipelajari. Ukuran butir sangat berpengaruh terhadap karakteristik material tersebut. Untuk

## ABSTRAK

material LMO yang disubstitusi oleh ion Ba, penulis belum menemukan literatur mengenai studi pertumbuhan ukuran butir, terutama untuk material  $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  (LBMFTO).

Adapun penelitian ini berlandaskan hipotesa bahwa substitusi ion La oleh ion Ba dan ion Mn oleh ion Fe dan ion Ti akan mendistorsi struktur perovskit material sehingga diharapkan interaksi yang terjadi dapat meningkatkan sensitivitasnya termasuk sifat serapannya. Selain itu, proses sintering pada temperatur yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama akan menghasilkan ukuran butir yang lebih besar sehinggamempunyai sifat serapan. Fokus penelitian ini lebih kepada melihat bagaimana perilaku pertumbuhan butir kristal serta pengaruhnya terhadap kemampuan penyerapan gelombang elektromagnetik.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun penelitian ini bertujuan untuk

1. Merekayasa struktur kristal dan struktur material  $\text{LaMnO}_3$  dengan mensubstitusi sebagian ion La oleh ion Ba dan ion Mn oleh ion Ti dan ion Fe.
2. Mempelajari pengaruh sintering pada temperatur yang berbeda terhadap pertumbuhan ukuran butir material.
3. Mempelajari pengaruh ukuran butir terhadap sifat serapannya.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Material LMO yang telah dikenal sebagai material *magnetoressistance*. Namun, permeabilitasnya rendah sehingga untuk menjadi kandidat material penyerap, material harus direkayasa terlebih dahulu. Rekayasa terhadap struktur diharapkan dapat meningkatkan sifat penyerapannya. Rekayasa tersebut dapat berupa substitusi ion lain maupun rekayasa ukuran partikel. Hasilnya material tersebut dapat menjadi kandidat unggul material penyerap pada tahap penelitian



## ABSTRAK

yang lebih lanjut. Selain itu pemahaman yang didapat dapat menjadi landasan untuk pengembangan material penyerap lebih lanjut.

### 1.5 Batasan Penelitian

Adapun penelitian hanya melingkupi sintesis material  $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Mn}_{0.5}\text{Fe}_{0.25}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  dengan nilai  $x = 0, 0.25; 0.75; 1.0$  dari bahan-bahan dasar  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnCO}_3$ ,  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan pengaruh rekayasa tersebut terhadap sifat penyerapan. Sintesis dilakukan melalui teknik *mechanical alloying*. Adapun teknik *mechanical alloying* teridibagi menjadi dua tahap yakni tahap penggilingan mekanik (*milling*) dan tahap sintering. Temperatur yang diamati adalah  $1100^\circ\text{C}$ ,  $1200^\circ\text{C}$  dan  $1300^\circ\text{C}$ .

Penelitian ini juga akan membandingkan profil difraksi sinar X untuk komposisi dan waktu pemanasan yang berbeda dalam kaitan pengaruhnya terhadap pertumbuhan ukuran butir. Rekaman data difraksi sinar X dianalisa menggunakan program APD (*Automated Powder Diffraction*) dan dibandingkan secara kualitatif dengan pangkalan data standar ICDD (*International Committee Diffraction Data*). Secara kuantitatif, profil difraksi sinar X dianalisa menggunakan program GSAS (*General Structure Analysis System*). Penentuan ukuran butir sejalan dengan berdasarkan puncak difraksi sinar X dihitung menggunakan program *winplotr*. Sifat serapan material diukur menggunakan VNA (*Vector Network Analyzer*) pada daerah frekuensi 7-16 GHz.

### 1.6 Model Operasional Penelitian

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari lima bab. Masing-masing bab terdiri dari beberapa subbab. Bab pertama merupakan bab pendahuluan yang berisikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan penelitian. Bab kedua menyajikan ulasan mengenai teori yang melandasi penelitian, khususnya mengenai material oksida mangan, sinar X, teknik perhitungan ukuran butir dan faktor-faktor yang

## ABSTRAK

mempengaruhinya serta teknik pengukuran menggunakan VNA. Bab ketiga menjelaskan mengenai metode penelitian. Prosedur ini meliputi prosedur tahap awal yakni preparasi sampel hingga tahap pengamatan dan pengolahan data. Sedangkan bab keempat merupakan bab yang menjelaskan data uji dan karakterisasi, serta pembahasan hasil penelitian ini. Pembahasan tersebut antara lain mengenai pengaruh perlakuan panas terhadap ukuran butir dan sifat serapan material. Dan yang terakhir adalah bab kelima yang merumuskan inti dari seluruh hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

Jalan tol merupakan salah satu investasi yang penting yang membutuhkan modal yang besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko yang sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketegangan pada faktor-faktor yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, menggunakan model resiko yang berpengaruh pada upaya apa yang dilakukan untuk temperkon resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kuantitatif 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 II

#### TINJAUAN PUSTAKA

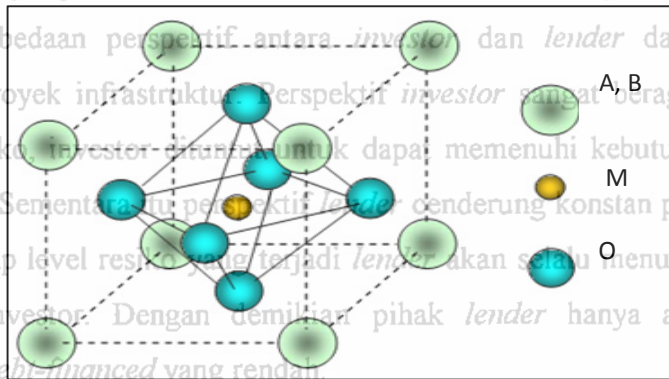
Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk proyek yang memerlukan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

##### 2.1 Material Mangan Oksida (manganite)

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko.

Material mangan oksida tersubstitusi atau lebih dikenal sebagai material *manganite* memang menarik untuk dipelajari karena beragam keunikan sifat elektrik dan sifat magnetiknya. *Manganite* yang mempunyai rumus umum ABMO atau lebih tepatnya  $A_{1-x}B_xMnO_3$  (A merupakan unsur tanah jarang bermuatan +3 dan B merupakan unsur logam alkali tanah bermuatan +2) diketahui memiliki resistansi magnet yang besar (*Collosal Magnetoresistance-CMR*). Sifat ini berkaitan dengan kondisi orbital domain dalam struktur kristalnya. Struktur kristal itu sendiri dipengaruhi oleh besarnya fraksi logam alkali tanah yang mensubstitusinya dan ukuran relatif unsur logam alkali tanah tersebut. Struktur kristal ABMO termasuk tipe *perovskite*. Sistem *perovskite* unit sel ABMO dijelaskan dalam gambar 2.1.

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



[Sumber: Venkataiah, Lakshmi dan Reddy, 2007]

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

**Gambar 2.1. Unit sel perovskite ABMO. Dengan atom A dan B pada sudut kubus dan M di pusat kubus (telah diolah kembali)**

Distorsi bentuk *perovskite* ini dapat terjadi. Distorsi tersebut bergantung pada kesetimbangan komposisi, perbandingan relatif besar atom A dan B, ataupun distorsi yang terjadi karena interaksi antara atom-atom tersebut seperti efek Jahn-Teller. Adanya distorsi ini dimanfaatkan dalam proses rekayasa material

## ABSTRAK

sehingga sifat-sifat yang diinginkan dapat dicapai. Contoh distorsi struktur yang terjadi yakni material  $\text{LaMnO}_3$  yang diketahui mempunyai sistem kristal orthorombik, dan merupakan insulator antiferomagnetik. Penelitian lain terhadap material  $\text{LaMnO}_3$  yang disubstitusi ion Ba sebanyak 50% fraksi berat sehingga menjadi  $\text{La}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{MnO}_3$ , yang ternyata merupakan suatu kristal bersistem tipe kubik. Dan  $\text{La}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{MnO}_3$  adalah suatu material feromagnetik pada temperatur rendah (Venkataiah, Lakshmi dan Reddy, 2007). Pergantian posisi atom-atom A oleh B menjadi menarik karena pada material inilah fenomena CMR tampak. Distorsi kisi perovskite ditentukan oleh faktor toleransi Goldschmidt ( $\tau$ ) seperti yang terpapar dalam persamaan 2.1 berikut.

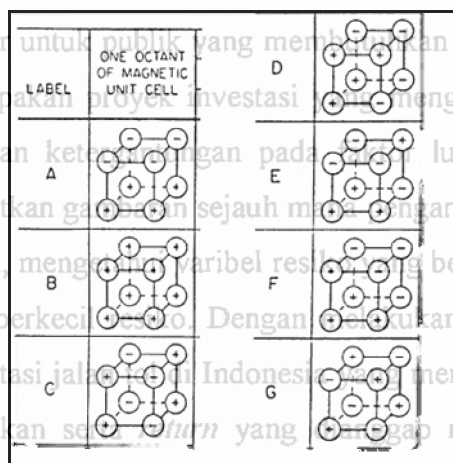
$$\tau = \frac{(r_A + r_O)}{\sqrt{2}(r_B + r_O)} \quad (2.1)$$

menjadi bagian dari  $r_A$  dan  $r_B$  masing-masing merupakan jari-jari ion A dan B, sedangkan penelitian ini merupakan jari-jari ion O. Bentuk perovskite ideal mempunyai  $\tau=1$ . Nilai  $0.96 < \tau < 1$ , kisi akan terdistorsi menjadi struktur bersistem rombohedral. Sedangkan untuk  $\tau < 0.96$  kisi akan terdistorsi menjadi orthorombik. Struktur lain seperti tetragonal, heksagonal dan monoklinik juga pernah dilaporkan dengan berdasarkan analisis untuk material manganite dengan nilai  $x$  yang berbeda. Berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur penempatan. Studi penghamburan neutron pada  $\text{La}_{(1-x)}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$  yang dilakukan sejalan dengan Wollan dan Koehler (Dagotto, 2001) berhasil mengidentifikasi karakter fasa ekuitas berkisar antiferomagnetik (AF) dan fasa feromagnetik (FM) pada material tersebut. Wollan level tertinggi, dan Koehler menemukan bahwa pada  $x=0.5$ , material terdiri atas campuran unit sel tinggi penyerta tipe C dan E. Tipe-tipe unit sel yang dimaksud disini masing-masing adalah menerima konsep kemungkinan proyeksi spin. Gambar 2.2 menjelaskan tipe-tipe tersebut.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario. Karakter FM disebabkan oleh efek pertukaran ganda (*double exchange*). Sebab Simulasi Teori ini dikembangkan berdasarkan prinsip Hund, yakni energi akan minimum merefleksikan jika susunan spin-spin-nya sejajar. Pada teori pertukaran ganda ini, salah satu dari dua ion yang berinteraksi harus mempunyai elektron valensi yang berlebih. Pada pendanaan harus material  $\text{LaMnO}_3$ , karena adanya intertisi ion La, maka ion Mn akan berada pada dalam contoh kondisi  $\text{Mn}^{3+}$  dan  $\text{Mn}^{4+}$ . penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK



[Sumber: Dagotto, 2001]

**Gambar 2.2. Tipe-tipe kemungkinan proyeksi spin yang terjadi. Terdapat 7 kemungkinan tipe (label A-G). Lingkaran merepresentasikan posisi ion Mn dan proyeksi spin pada sumbu z. Tipe label G merupakan tipe umum pada karakter antiferomagnetik, sedangkan tipe B merupakan tipe karakter feromagnetik.**

Pada kondisi ini, akan terjadi perpindahan elektron diantara kedua ion tersebut melalui ion O, pada ikatan  $Mn^{3+} - O - Mn^{4+}$ . Sesuai dengan aturan Hund, maka arah spin elektron pada ion penerima harus sama dengan arah elektron yang berpindah. Adanya pengaruh medan magnet akan menyamakan arah spin-spin tersebut. Dan ini mampu menjelaskan efek adanya pengaruh medan magnet pada fenomena magnetoresistansi yang diamati pada material  $LaMnO_3$ .

## 2.2 Proses Sintesis Pembentukan Fasa Senyawa

Ada beberapa teknik yang umum digunakan untuk pembentukan material.

Secara umum, beberapa metode yang dikenal yakni teknik pencampuran mekanik (*mechanical alloying*) melalui teknik reaksi padatan (*solid state reaction*), reaksi kimia (*sol-gel reaction*) hingga proses sonikasi. Namun tak jarang juga peneliti yang menggabungkan beberapa teknik. Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing teknik tersebut.

### a. Mechanical Alloying

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Teknik ini antara lain dilakukan oleh Priyono (2010) dalam pembentukan barium heksaferit yang disubstitusi ion Mn dan ion Ti sehingga dapat meningkatkan efektifitasnya sebagai material absorber. Selain itu, Zhang dan Saito (2000) melakukan sintesa senyawa  $\text{LaMnO}_3$  melalui penggilingan  $\text{La}_2\text{O}_3$  dan  $\text{MnO}_3$  menggunakan *planetary ball mill*. Teknik *mechanical alloying* ini merupakan proses pencampuran bahan-bahan dasar untuk kemudian digiling (*milling*) dengan bola-bola baja nirkarat dalam suatu alat yang berotasi dengan kecepatan tinggi (*high energy ball mill*). Bahan-bahan dasar ini akan terkompaksi, terpecahkan dan menumpuk membuat lapisan-lapisan. Selama proses penggilingan, lapisan-lapisan tersebut terkompaksi, terpecahkan lagi hingga dicapai suatu lapisan campuran homogen dengan ukuran partikel yang tertentu (*laminated powder*). Pada tahap inilah diharapkan adanya embrio dalam struktur amorf. Setelah itu, sintering dilakukan pada temperatur pengamatan selama beberapa saat sehingga embrio dapat tumbuh menjadi krsital dan diperoleh aloy (*alloyed powder*).

Berdasarkan analisis hasil simulasi, Berat total bola terhadap berat sampel serbuk umumnya sesuai perbandingan 10:1 (Suryanaraya, 2001). Parameter-parameter seperti waktu, kecepatan, temperatur, tipe, perbandingan bola dan sampel serbuk menentukan stuktur pendanaan proyek. Penggilingan perlu diperhatikan. Teknik *mechanical alloying* relatif lebih sederhana dan dapat memproduksi sampel dalam jumlah besar pada satu waktu. Namun teknik ini membutuhkan energi besar untuk proses penggilingannya dan besarnya resiko terkontaminasinya serbuk oleh kondisi dan lingkungan penggilingan.

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

**b. Sol Gel Reaction**  
 Saat ini, teknik sol gel relatif lebih banyak digunakan. Salah satunya adalah penelitian Therese dan Kamath (1998). Therese dan Kamath menggunakan teknik *sol gel* dalam sintesis senyawa  $\text{LaMnO}_3$  melalui reaksi elektrokimia larutan La- nitrat dan Mn -nitrat. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan baik hanya skenario yang telah diulasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Sedangkan Venkataiah (2012) dalam pembuatan  $\text{La}_{0.67}\text{Ca}_{0.33}\text{MnO}_3$  (LCMO) menggunakan teknik sol gel melalui reaksi larutan bahan-bahan dasar dengan pengkondisian pH reaksi. Hasil reaksi berupa gel kemudian disinter sesuai temperatur pengamatan. Venkataiah memvariasikan temperatur sintering pada  $800^\circ\text{C}$ ,  $900^\circ\text{C}$  dan  $1100^\circ\text{C}$ . Pada pengamatannya semakin tinggi temperatur sintering, maka temperatur Curie-my (Tc) akan turun.

Metode ini relatif lebih singkat dan memerlukan jumlah pereaksi yang sedikit sehingga relatif murah dari segi biaya pembuatan. Metode ini umumnya digunakan jika ingin mendapatkan ukuran partikel yang sangat kecil yang tidak mungkin didapat melalui teknik *mechanical alloying*. Namun perhatian harus diberikan pada pengkondisian terjadinya reaksi. Kondisi yang berbeda dapat menyebabkan hasil yang berbeda.

### c. Teknik Reaksi Ultrasonik (Sonikasi)

Teknik ini merupakan teknik pembuatan material dengan menggunakan gelombang ultasonik. Pada teknik ini, efek gelombang ultrasonik terhadap suatu sistem kima tidak dihasilkan melalui interaksi langsung antara sumber gelombang ultrasonik dan sampel. Interaksi terjadi melalui suatu kavitasi. Gelombang ultrasonik ini dalam suatu media larutan akan memberikan suatu kavitasi akustik sehingga dapat terjadi reaksi sonokimia. Kavitasi akustik tersebut dapat menghasilkan energi kinetik yang cukup besar untuk diubah ke dalam energi panas. Beberapa studi menunjukkan temperatur larutan dapat mencapai 5000K, tekanan 1000 atm dan laju pemanasan atau pendinginan sekitar  $10^{10}\text{K/s}$ . Metode ini umumnya dipergunakan untuk meningkatkan laju suatu reaksi kimia, meningkatkan hasil reaksi, membantu proses katalisis, maupun proses pelapisan (*coating*) pada partikel nano. Besarnya energi yang dihasilkan oleh kavitasi tersebut dapat membantu menghancurkan partikel-partikel sehingga diperoleh partikel berukuran nano.

## ABSTRAK

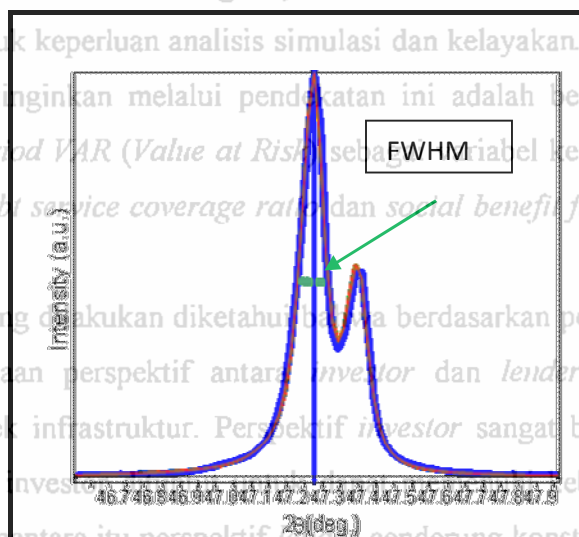
### 2.3 Metode Penentuan Ukuran Butir Berdasarkan Profil Sinar X

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 ketidapastian dan ketidangan pada faktor luar yang tinggi.

Ada beberapa metode yang umum digunakan dalam penentuan ukuran butir. Metode-metode tersebut antara lain

- a. Metode FWHM (*Full Width at Half Maximum*)

FWHM adalah metode perhitungan ukuran butir melalui pengukuran lebar puncak difraksi puncak tunggal pada setengah tinggi puncak tersebut. Letak titik pengukuran berdasarkan metode FWHM tersebut ditunjukkan pada gambar 2.2. Metode ini adalah metode yang umum digunakan karena kesederhanaannya. Pada penelitian ini, ukuran butir ditentukan menggunakan metode FWHM melalui program *winplotr*.



[Speakman, n.d.]

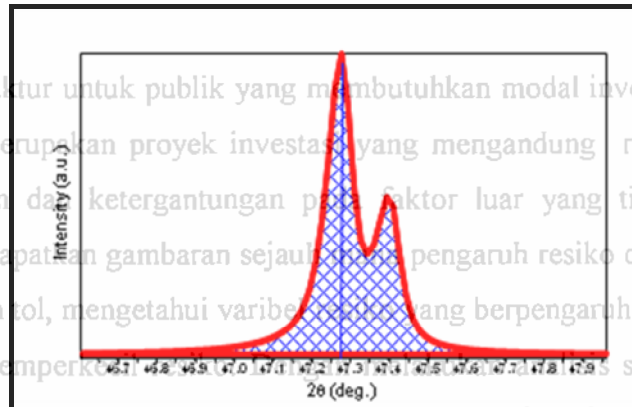
**Gambar 2.2. Penentuan lebar puncak dengan metode FWHM**

- b. Metode *Integral Breadth*

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Metode ini adalah pengukuran dengan mempertimbangkan total area puncak, tinggi puncak dan *rectangle*. Kelebihan metode ini yakni 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



[Speakman, n.d.]

**Gambar 2.3. Penentuan lebar puncak dengan metode *integral breadth***

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-variabel yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko tersebut 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 *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*.

### c. Metode Variansi,

Metode variansi yakni perhitungan dengan memberikan perbandingan volume total butir terhadap area total proyeksi pada bidang yang paralel dengan bidang refleksinya. Metode ini juga bermacam-macam, di antaranya adalah

- Analisa Warren-Averbach, Analisa ini sering digunakan untuk analisa dislokasi dan cacat mikro pada logam.

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

Hukum Bragg mengasumsikan pengukuran pada keadaan ideal. Keadaan ideal yang dimaksud yakni sampel memiliki struktur kristal yang sempurna serta berkas sinar X yang paralel dan tepat monokromatis. Meskipun berhasil lain. Ukuran butir yang dianggap ideal untuk difraksi metode bubuk yakni 500 nm – 10.000 nm. Jika ukuran butir terlalu kecil, maka jumlah bidang yang paralel yang ada akan terlalu kecil untuk menghasilkan difraksi maksimum. Akibatnya, puncak pada pola difraksi akan melebar. 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 antara lain

Adapun faktor-faktor yang menyebabkan pelebaran puncak pola difraksi

- a. Faktor Temperatur

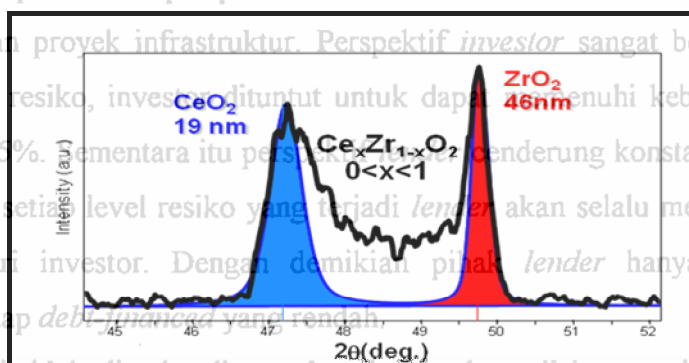
hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

- b. Ketidakhomogenan sampel
- c. Pengaruh profil alat/instrumentasi
- d. Ukuran Butir
- e. Tegangan Kisi (*Lattice Strain/Microstrain*), misal distorsi kisi yang tidak seragam, dislokasi dan sebagainya

Adanya pemanasan akan mempengaruhi osilasi atom di sekitar posisinya dalam struktur kristal. Hal ini akan menyebabkan naiknya intensitas pada ekor puncak, meskipun tidak akan mempengaruhi nilai FWHM puncak difraksi. Namun jika pengukuran menggunakan metode *integral breadth*, maka hal tersebut harus diperhatikan. Pada penelitian ini, pengukuran dilakukan pada temperatur ruang.

Faktor lain yang menyebabkan pelebaran puncak adalah ketidakhomogenan sampel. Variasi komposisi pada padatan sampel dapat menyebabkan distribusi jarak antar bidang ( $d$ ). Distribusi nilai jarak antar bidang ini menyebabkan pola puncak difraksi yang melebar. Hal tersebut dijelaskan pada gambar 2.4.



Keterangan: Kurva biru menunjukkan puncak difraksi CeO<sub>2</sub> sedangkan kurva merah menunjukkan pola difraksi ZrO<sub>2</sub>. Sampel yang dibuat dari bahan dasar CeO<sub>2</sub> dan ZrO<sub>2</sub>, yakni Ce<sub>x</sub>Zr<sub>(1-x)</sub>O<sub>2</sub> akan mempunyai puncak difraksi yang melebar di antara sudut puncak difraksi bahan dasar.

[Speakman, n.d.]

**Gambar 2.4.** Pola difraksi karena ketidakhomogenan sampel

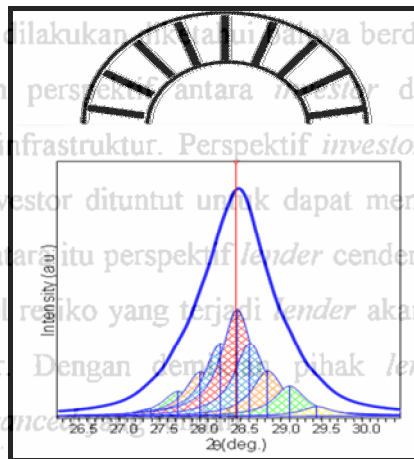
hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Adanya ketidakhomogenan pada sampel campuran  $\text{CeO}_2$  dan  $\text{ZrO}_2$  menyebabkan pola puncak masing-masing material melebar sehingga puncak material murni tidak terdefinisi dengan jelas. Beberapa parameter lain yang harus menjadi perhatian saat mengkarakterisasi dengan difraksi sinar X antara lain jumlah sampel, tebal sampel dan posisi sampel pada alat dan keakurasian detektor. Parameter-parameter tersebut akan juga mempengaruhi lebar puncak sinar X

Tegangan kisi yang tidak homogen menyebabkan kemungkinan butir kristal mempunyai jarak antar bidang yang berbeda antar bidang satu dengan yang lain lebih besar daripada hanya mempunyai satu nilai jarak antar bidang. Hal ini terjadi dalam kristal berbentuk tabung nano, ataupun intertisi atom lain. Distribusi nilai tersebut menyebabkan pola puncak difraksi melebar. Pengaruh adanya tegangan kisi terhadap pelebaran puncak difraksi dapat digambarkan pada gambar 2.5. Adapun hubungan antara tegangan kisi dan pelebaran puncak difraksi dijelaskan dalam persamaan 2.2 berikut (Suryanarayana dan Norton, 1998).

$$E_{\text{strain}} = \eta \tan \theta \quad (2.2)$$



Keterangan: (a) Ilustrasi butir pada kristal tabung nano.

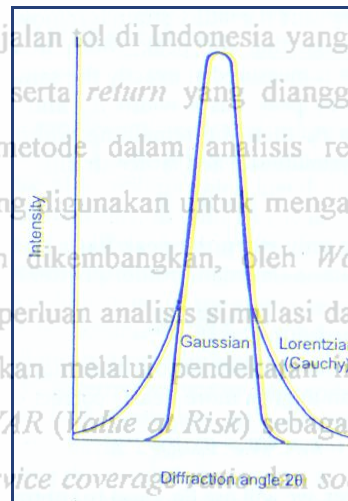
(b) Pola puncak difraksi. Kurva biru merupakan puncak difraksi yang terekam. Kurva-kurva kecil yang berwarna-warni merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki 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

[Speakman, n.d.]

**Gambar 2.5. Pelebaran puncak difraksi karena adanya tegangan kisi**

## ABSTRAK

Faktor instrumentasi berkaitan dengan asumsi bentuk puncak yang dihasilkan melalui perhitungan program APD (*Automated Powder Diffraction*) akan mengikuti persamaan kurva Lorensian dan kurva Gaussian. Kedua kurva ini mempunyai perbedaan karakteristik pada kecepatan tunda ekor puncak (*rate of tail's decay*). Gambar 2.6 mengilustrasikan perbedan karakter puncak antara kurva Lorensian dan Gaussian.



Keterangan: Kedua kurva tersebut simetris dengan besar puncak,  $2\theta$  dan FWHM yang sama. *Tail's decay* pada kurva Gaussian lebih pendek (kecepatannya lebih cepat) daripada pada kurva Lorensian

**Gambar 2.6. Perbandingan kurva Lorensian dan Gaussian pada profil**

ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu **puncak difraksi** cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal. Jika pola difraksi sinar X sampel mempunyai lebar puncak  $B_0$ , lebar menerima konsep puncak dengan adanya pengaruh faktor instrumentasi adalah  $B_i$  dan puncak Perlu dicatat basampel terkoreksi adalah  $B_r$ , maka hubungan ketiganya seperti yang tercantum mengenai berbadalam persamaan 2.3.

$$B_r = \sqrt{(B_0 - B_i) \sqrt{B_0^2 - B_i^2}} \quad (2.3)$$

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



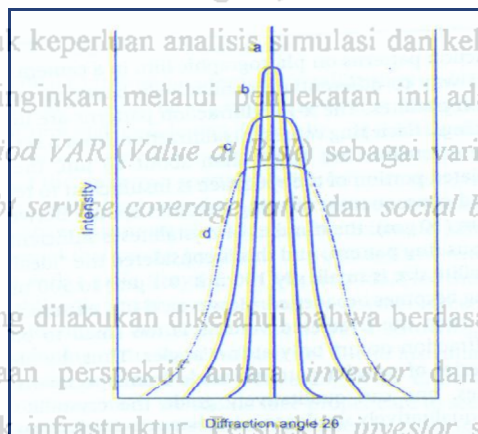
## ABSTRAK

Selain itu, Scherrer telah merumuskan persamaan pelebaran puncak karena ukuran butir. Pelebaran puncak merupakan perbandingan terbalik dari ukuran butir. Hubungan tersebut dijelaskan pada persamaan 2.4.

$$B_{\text{butir}} = \frac{k\lambda}{D \cos\theta} \quad (2.4)$$

$k$  merupakan suatu konstanta, bernilai antara 0.89 - 1.39,  $\theta$  adalah sudut difraksi,  $\lambda$  merupakan panjang gelombang sinar X yang digunakan dan  $D$  adalah ukuran butir sampel.

Selain itu, gambar 2.7 menunjukkan pengaruh profil instrumentasi, ukuran butir dan tegangan kisi terhadap pola difraksi.



Keterangan : (a) Puncak Ideal.

(b) Puncak karena adanya pengaruh profil instrumentasi.

(c) Puncak karena adanya superimposisi pengaruh instrument dan ukuran butir.

(d) Puncak karena adanya pengaruh ketiga faktor diatas, yakni profil instrumentasi, ukuran butir dan tegangan kisi.

[Suryanaraya dan Norton 1998]

### Gambar 2.7. Puncak difraksi sinar X

Berdasarkan ilustrasi tersebut, maka jika lebar puncak  $B$ , adalah lebar puncak yang telah dikoreksi oleh faktor instrumentasi, lebar puncak terkoreksi merupakan penjumlahan total lebar puncak karena faktor internal. Yakni lebar puncak karena hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK

faktor ukuran butir dan lebar puncak karena faktor tegangan kisi. Pernyataan tersebut dapat dirumuskan dalam persamaan 2.5 berikut ini.

$$B_r = B_{\text{butir}} + B_{\text{strain}} \quad (2.5)$$

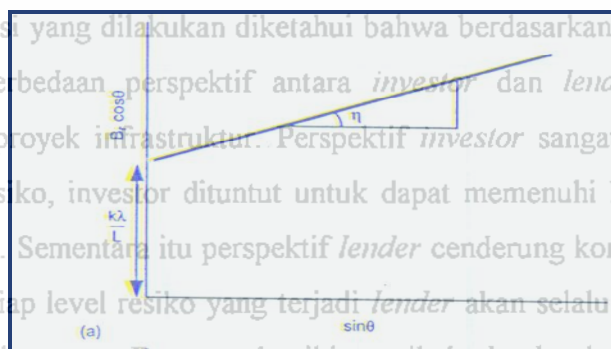
Substitusi persamaan 2.2 dan persamaan 2.4 ke dalam persamaan 2.5, maka akan menghasilkan persamaan 2.6 berikut

$$B_r = \frac{k\lambda}{D \cos \theta} + \eta \tan \theta \quad (2.6)$$

Perkalian persamaan (2.6) dengan  $\cos \theta$ , maka persamaan tersebut menjadi persamaan 2.7.

$$B_r \cos \theta = \frac{k\lambda}{D} + \eta \sin \theta \quad (2.7)$$

Plot  $B_r \cos \theta$  terhadap  $\sin \theta$  akan menghasilkan persamaan linear dengan gradien  $\eta$  dan perpotongan terhadap sumbu  $x=0$  sebesar  $\frac{k\lambda}{D}$ .



[Suryanaraya dan Norton 1998]

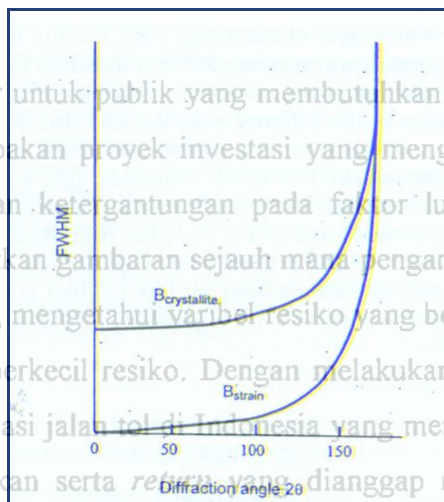
**Gambar 2.8. Plot  $B_r \cos \theta$  terhadap  $\sin \theta$**

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

Berdasarkan gambar 2.8 maka terlihat bahwa pelebaran puncak karena faktor ukuran butir dan tegangan kisi akan meningkat seiring bertambahnya sudut difraksi. Pemisahan pengaruh kedua faktor tersebut besar pada sudut difraksi yang kecil. Hal tersebut diilustrasikan pada gambar 2.9.

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



[Suryanaraya dan Norton 1998]

### Gambar 2.9. Hubungan FWHM (Full Width at Half Maximum) dengan

ukuran butir dan tegangan kisi

### 2.4 Model Kinetika Pertumbuhan Butir Kristal (Grain Growth)

ukuran butir kristal memberikan pengaruh terhadap sifat elektrik, magnetik, optik dan fisika-mekanik suatu material. Pengaturan ukuran butir berhubungan erat dengan pengaturan laju pertumbuhan butir kristal tersebut.

Meskipun pada banyak kasus, pertumbuhan butir kristal diawali dengan proses rekristalisasi. Pertumbuhan kristal dapat terjadi tanpa proses tersebut. Pertumbuhan kristal terjadi karena adanya pergerakan batas butir. Tentunya tidak semua butir dalam material akan dapat tumbuh menjadi besar. Kestimbangan level tertinggi, terjadi dimana beberapa butir akan terus membesar sementara lainnya akan mengecil. Umumnya, laju pertumbuhan butir tidak sama antara satu butir dengan butir lain sehingga ukuran butir tidak seragam. Tullis dan Yund (1982) menyarankan model persamaan 2.8 yang diajukan Kingery (1976) lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

$$\bar{D} - \bar{D}_0 = K(t)^n \quad (2.8)$$

dengan  $\bar{D}_0$  adalah ukuran butir rata-rata pada  $t=0$ ,  $\bar{D}$  adalah ukuran butir rata-rata pada waktu  $t$ ,  $K$  dan  $n$  adalah suatu konstanta bergantung waktu.

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Sedangkan Callister (2007) mengemukakan untuk material polikristal, ukuran butir ( $D$ ) mengikuti persamaan 2.9 :

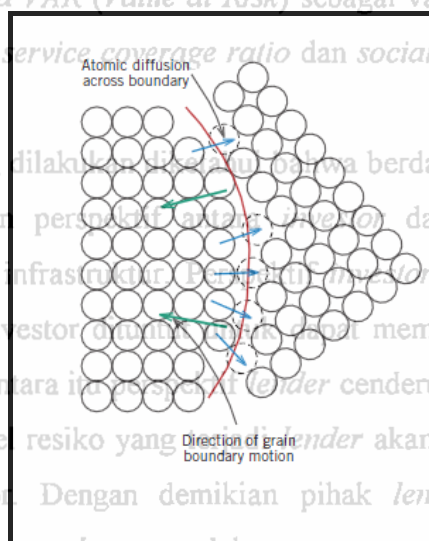
$$D^n - D_0^n = K(T)t \quad (2.9)$$

$$\ln \left[ \frac{\partial D}{\partial t} \right] + \ln \frac{K}{n} + (1-n) \ln D \quad (2.10)$$

dengan  $D_0$  adalah ukuran butir pada  $t=0$ ,  $K$  dan  $n$  adalah suatu konstanta dengan 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.

Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya, pertumbuhan kristal terjadi karena pergerakan batas butir. Pergerakan batas butir terjadi itu merupakan difusi atom dari suatu batas butir yang satu ke batas butir yang lain. Arah pergerakan batas butir dan pergerakan atom berlawanan arah. Gambar 2.10 menunjukkan perbedaan pergerakan batas butir dan pergerakan atom.



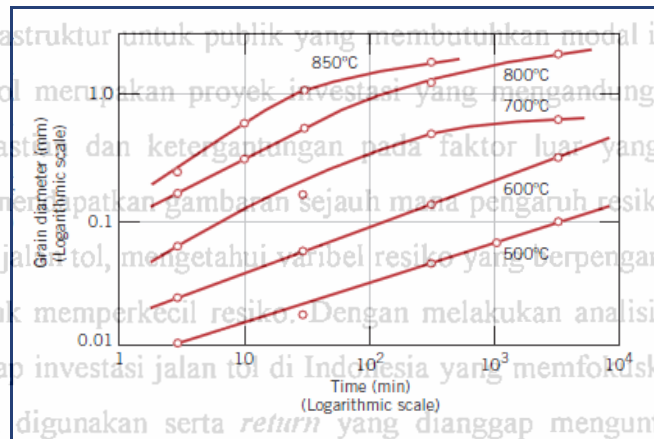
[Callister, 2007]

**Gambar 2.10. Skema pertumbuhan butir melalui difusi atom**

Laju pertumbuhan butir kristal dipengaruhi oleh waktu dan temperatur. merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

Hubungan antara logaritma ukuran kristal sebagai fungsi logaritma waktu jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario ditunjukkan pada gambar 2.11. Laju pertumbuhan akan meningkat sesuai pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan peningkatan temperatur. Ukuran butir pun menjadi besar. Hal ini dikarenakan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan terjadinya peningkatan laju difusi sejalan dengan meningkatnya temperatur. hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK



**Gambar 2.11. Hubungan logaritma ukuran butir terhadap logaritma waktu**

kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk*. Hubungan antara laju difusi dan ukuran butir inilah yang menyebabkan penelitian ini hari ini. Lai et al (2003) menyarankan hubungan pada persamaan dimodifikasi mengikuti persamaan model Avrami pada persamaan 2.11 berikut

EMBED Equation. 3

(2.11)

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa  $\frac{Q}{RT}$  berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi pada investasi. Dengan nilai  $Y = \frac{(D - D_0)}{(D_m - D_0)}$  dan  $K = k_0 \times e^{-\frac{Q}{RT}}$  (Lai et al, 442) 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, *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.

Sehingga persamaan 2.11 menjadi persamaan 2.12 berikut

$$\frac{(D - D_0)}{(D_m - D_0)} = 1 - e^{-[k_0 \cdot e^{-\frac{Q}{RT}}] t^n} \quad (2.12)$$

## 2.5 Metode Penyerapan Gelombang Mikro (*Microwave Absorber*)

Perlu dicatat bahwa mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab pengukuran parameter dielektrik suatu material sangat penting, karena merefleksikan dapat memberikan gambaran mengenai sifat elektrik dan magnetik suatu material. Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengukur sifat-sifat tersebut, pendanaan harus misalnya dengan metode domain waktu ataupun metode domain frekuensi dengan dalam contoh kasus ini ataupun lebih dari satu port. Kemudian, teknik-teknik tersebut hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK

diakomodasikan dalam suatu piranti lunak yang dapat mengkonversi data rekaman refleksi kompleks dan koefisien transmisi dari alat *Vector Network Analyzer* (VNA) menjadi suatu data sifat-sifat dielektriknya. Metode pengkonversian yang umum dikenal yakni:

- a. Nicolson-Ross-Weir
- b. Iterasi NIST
- c. Non Iterasi
- d. Lajur sirkuit pendek (*Short Circuit Line*)

Pengukuran parameter dielektrik meliputi pengukuran permitivitas relatif kompleks ( $\epsilon_r$ ) serta permeabilitas relatif kompleks ( $\mu_r$ ). Permitivitas dielektrik kompleks terdiri dari konstanta riil, yakni konstanta dielektrik dan nilai imajiner. Konstanta dielektrik mengukur energi dari medan listrik eksternal yang disimpan oleh material. Sedangkan nilai imajiner adalah nilai faktor kehilangan (*loss factor*), yang bernilai nol untuk material yang menyerap sempurna. *Loss factor* adalah pengukuran energi yang hilang dari material karena adanya medan listrik eksternal. Perbandingan antara konstanta riil dan nilai imajiner tersebut disebut *loss tangen* atau faktor disipasi. Material yang memiliki *loss tangen* yang kecil akan mempunyai *reflection loss* ( $R_L$ ) yang kecil (Ismail et al, 2010).

Nilai *reflection loss* permukaan material lapis tunggal berpenghantar sempurna yang dilewatkan suatu gelombang elektromagnetik akan mengikuti persamaan (2.13)

$$R_L(dB) = 20 \text{ Log } \left| \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \right| \quad (2.13)$$

$Z_0$  merupakan impedansi karakteristik ruang hampa dan  $Z_{in}$  adalah input impedansi lapisan penyerapan gelombang mikro berlapis logam (*metal backed*)..  $Z_{in}$  merupakan normalisasi input impedansi yang sama untuk perbandingan terhadap  $Z_0$ ,  $\mu_0$ . Suatu kondisi impedansi yang memberikan nilai  $Z_{in} = Z_0$  maka dapat dihubungkan dengan kondisi penyerapan sempurna.



## ABSTRAK

Beberapa teknik yang telah dikembangkan untuk pengukuran kompleks permitivitas dan permeabilitas adalah:

- a. Lajur Transmisi/refleksi (*Transmission/Reflection Line-TRL*)
- b. Buka-Tutup Probe Koaksial (*Open and Ended Coaxial Probe -OECP*)
- c. Ruang Kosong (*Free Space-FS*)
- d. Resonansi (*Resonant*)

**Tabel 2.1 Perbandingan berbagai teknik pengukuran**

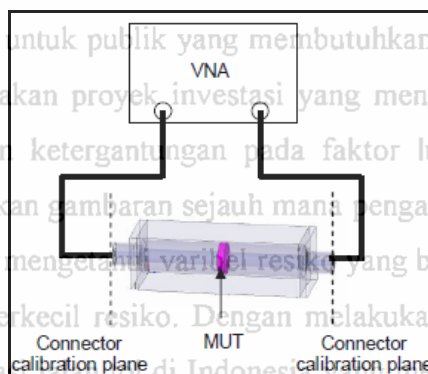
Teknik Pengukuran	<i>Material Under Test</i> (MUT)	S-parameter	Parameter Dielektrik
<i>Transmission/Reflection Line (TRL)</i>	Ditempatkan pada posisi koaksial, atau menggunakan pembatas gelombang ( <i>waveguide</i> )	S11, S21	$\epsilon_r, \mu_r$
<i>Open and Ended Coaxial Probe (OECP)</i>	Terutama untuk sampel berbentuk cair, specimen biologis, material semisolid	S11	$\epsilon_r$
<i>Free Space (FS)</i>	Umumnya digunakan pada sampel berupa material bertemperatur tinggi, lempengan padatan yang besar, gas, cairan panas	S11, S21	$\epsilon_r, \mu_r$
<i>Resonant</i>	Untuk sampel berupa gulungan ( <i>rod shape solid</i> ), cairan dan menggunakan pembatas gelombang ( <i>waveguide</i> )	Frekuensi, Faktor Q	$\epsilon_r, \mu_r$

[Rohde & Scwarz Measurement of Dielectric Material Properties Application Note, 2006]

Pengukuran dengan metode TRL menempatkan sampel (*Material Under Test* atau MUT) pada *waveguide* atau pada posisi koaksial. Pengukuran dilakukan pada dua *port* kompleks parameter hamburan melalui alat VNA (*Vector Network Analyzer*). Parameter yang diukur yakni sinyal yang terefleksikan (S11) dan sinyal yang ditranmisikan (S21).

Hasil pengukuran parameter dielektrik yang baik, membutuhkan medan dielektrik maksimum. Oleh karena itu, kalibrasi harus dilakukan sebelum memulai pengukuran, misalnya yakni dengan pengkalibarsian ujung terbuka (*open circuited*), ujung pendek (*short circuited*) maupun pemberian beban (*matched load termination*).

## ABSTRAK



[Rohde & Scwarz Measurement of Dielectric Material Properties Application Note, 2006]

### Gambar 2.12. Skema pengukuran menggunakan metode TRL

Keuntungan menggunakan metode TRL yakni:

a. Metode yang umum dan mudah dilakukan untuk sampel dengan kemampuan penyerapan rendah hingga medium.

b. Dapat menentukan permitivitas dan permeabilitas sampel sekaligus.

Sedangkan kekurangannya yakni;

a. Keakuratan terbatas oleh udara yang terkungkung di dalamnya

b. Kurang akurat untuk sampel dengan daerah penyerapan lebih dari satu

panjang gelombang.

Pada penelitian ini, parameter dielektrik ditentukan menggunakan metode TRL

Pengukuran dengan metode OSCP merupakan teknik pengukuran tanpa merusak sampel. Pada teknik ini, *probe* dicelupkan ke dalam spesimen sampel.

Koefisien refleksi direkam menggunakan *Network Analyzer (VNA)*. Koefisien tersebut akan digunakan untuk menghitung permitivitas.

Kalibrasi sebelum pengukuran dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama yakni dengan pengkalibrasian terhadap referensi standar. Yakni suatu sediaan yang sudah

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

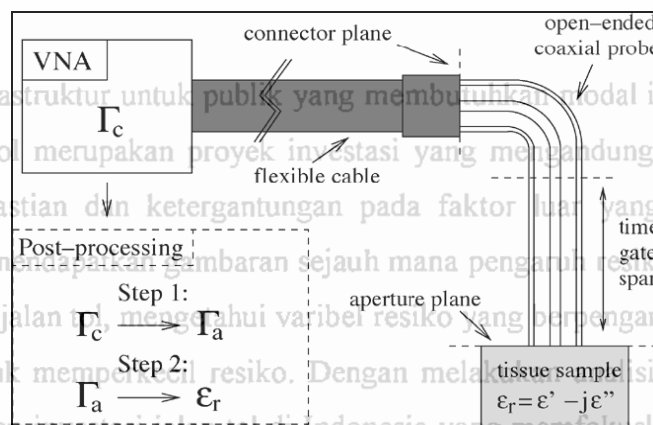
Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

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



[Rohde & Scwarz Measurement of Dielectric Material Properties Application Note, 2006]

**Gambar 2.13. Skema pengukuran sampel jaringan dengan metode OECP**

Keuntungan pengukuran menggunakan metode OECP

- Tidak membutuhkan preparasi sample.
- Setelah terkalibrasi, pengukuran parameter dielektrik dapat dilakukan secara berkesinambungan untuk jumlah sample yang banyak.
- Pengukuran dapat dilakukan di dalam lingkungan dengan temperature tertentu.

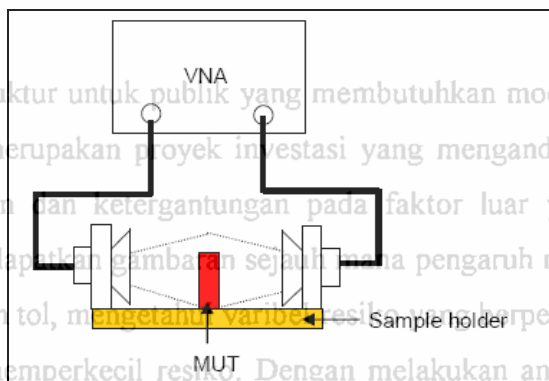
Kekurangan pengukuran menggunakan metode OECP

- Hanya dapat menentukan nilai refleksi.
- Dapat terbiaskan oleh adanya udara tersekat (*air gap*) pada spesimen sampel.

Pengukuran menggunakan metode *Free Space* (FS) memungkinkan pengukuran sampel pada temperatur tinggi dan bekerja pada frekuensi lebar. Pengukuran dengan metode ini mengharuskan sampel dalam ukuran besar dan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Pengkalibrasian dilakukan dengan teknik TRL (*Through-Reflect-Line*), TRM (*Through-Reflect-Match*), dan LRL (*Line-Reflect-Line*). Kualitas terbaik didapatkan dengan kalibrasi LRL. Pengukuran dengan metode FS melibatkan dua antenna yang saling berhadapan dan antenna yang terhubung dengan alat *Network Analyzer*. Sampel (MUT) diletakkan pada wadah sample di antara kedua antenna.

Gambar 2.15 merupakan ilustrasi desain pengukuran dengan metode FS.

## ABSTRAK



[Rohde & Scwarz Measurement of Dielectric Material Properties Application Note, 2006]

**Gambar 2.14. Skema desain pengukuran dengan metode FS**

Kelebihan pengukuran dengan metode FS antara lain:

- a. Dapat digunakan untuk pengukuran frekuensi yang tinggi
- b. Merupakan pengukuran tanpa merusak sampel
- c. Dapat mengukur sampel pada kondisi lingkungan yang ekstrem
- d. Dapat menentukan sifat magnetik dan elektrik sekaligus

Sedangkan kekurangannya yakni

- a. Membutuhkan sampel yang besar dan rata (*flat*)
- b. Adanya refleksi berulang antara antena dan permukaan sampel.

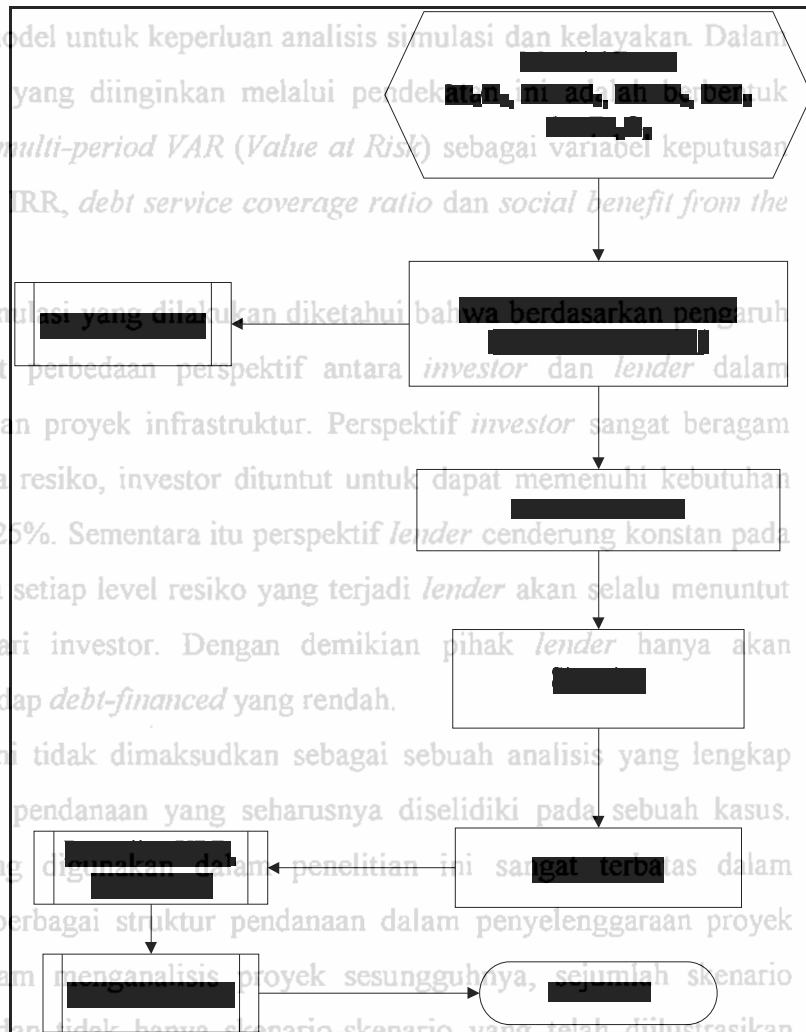
Di antara metode pengukuran, metode *Resonant* merupakan metode yang paling akurat dalam penentuan permitivitas dan permeabilitas. Namun metode ini mempunyai keterbatasan dalam frekuensi dan *loss* yang dapat diukur. Melalui pengukuran frekuensi resonansi sampel dan karakter resonansi tanpa sampel, parameter dielektrik dapat ditentukan. Metode *resonant* ini dapat mengukur dengan sampel yang sedikit. Namun, metode ini membutuhkan *Network Analyzer* dengan resolusi frekuensi yang tinggi dan hanya bekerja pada daerah yang terbatas.

# ABSTRAK

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur yang memerlukan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketidagantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini meliputi preparasi material berbasis  $\text{LaMnO}_3$  yang disubstitusi oleh ion  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Fe}$  dan  $\text{Ti}^{2+}$ . Material berbasis  $\text{LaMnO}_3$  dibuat dengan proses pencampuran bahan-bahan dasar melalui pengadukan mekanik (*mechanical milling*) dan sintering sehingga didapatkan senyawa target. Senyawa target adalah  $\text{La}_x\text{Ba}_{(1-x)}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$ . Selanjutnya dilakukan karakterisasi terhadap senyawa target tersebut. Adapun karakterisasi yang dilakukan yakni difraksi sinar X dan pengukuran serapan gelombang mikronya. Proses penelitian ditunjukkan dalam diagram alir gambar 3.1



Gambar 3.1. Diagram alir metodologi penelitian

hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK

### 3.1 Preparasi Pembentukan Material berbasis LaMnO<sub>3</sub>

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 belum pasti akan menghasilkan keuntungan pada saat yang akan datang. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengadopsi nilai resiko yang berpedoman pada 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 teknik yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah prosedur yang menggunakan analisis resiko. Monte Carlo simulation merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini dikembangkan oleh World Bank Institute, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah bentuk *probabilistic simulation* dan *Value at Risk (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.

Masing-masing serbuk material dasar dengan komposisi tertentu dicampur melalui pencampuran padat dibantu dengan perangkat *milling* selama 30 jam. Material dasar yang digunakan antara lain serbuk La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Aldrich), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Aldrich), TiO<sub>2</sub> (Merck), BaCO<sub>3</sub> (Aldrich), MnCO<sub>3</sub> (Aldrich). Material-material tersebut mempunyai kemurnian >99%. Pada penelitian ini senyawa target yang dipreparasi yakni :

- LaFe<sub>0.25</sub>Mn<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.25</sub>O<sub>3</sub> (kode:LMFTO)
- La<sub>0.75</sub>Ba<sub>0.25</sub>Fe<sub>0.25</sub>Mn<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.25</sub>O<sub>3</sub> (kode:La-0.75)
- La<sub>0.25</sub>Ba<sub>0.75</sub>Fe<sub>0.25</sub>Mn<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.25</sub>O<sub>3</sub> (kode: La-0.25)
- BaFe<sub>0.25</sub>Mn<sub>0.5</sub>Ti<sub>0.25</sub>O<sub>3</sub> (kode: BMFTO)

LMFTO dan BMFTO dipreparasi sebagai referensi material berbasis LaMnO<sub>3</sub> yang telah tersubstitusi. Tabel 3.1 memperlihatkan fraksi berat masing-masing material dasar dalam pembuatan material berkode LMFTO dan BMFTO. Sedangkan tabel 3.2 menunjukkan fraksi berat masing-masing material dasar dalam pembuatan material berkode La-0.75 dan La-0.25.

**Tabel 3.1. Komposisi fraksi berat masing-masing material dasar untuk membentuk LMFTO dan BMFTO**

Material	Fraksi Berat (%)	
	LMFTO	BMFTO
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	67.7925	0.0000
MnCO <sub>3</sub>	23.9167	24.0753
BaCO <sub>3</sub>	0.0000	82.6632
TiO <sub>2</sub>	8.3090	8.3641
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.3065	8.3616

Campuran serbuk yang telah melalui *mechanical milling* dibuat pelet padat pendanaan harus berdiameter 2,5 cm dan ketebalan sekitar 2-3 mm dengan berat sekitar 5-6 gram. dalam contoh kasus. Selanjutnya sampel dipanaskan pada 1200°C agar terjadi proses reaksi substitusi hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

padatan. Pengujian XRD dilakukan dengan menggunakan sumber sinar X kobalt (Co) dengan panjang gelombang  $K\alpha_1 = 1.78896 \text{ \AA}$ . Waktu pemindaian digunakan 0.5 detik dengan sudut  $\theta = 0.002^\circ$ .

**Tabel 3.2. Komposisi fraksi berat masing-masing material dasar untuk membentuk La-0.75 dan La-0.25**

Material	Fraksi Berat (%)	
	La-0.75	La-0.25
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	50.9282	17.0323
MnCO <sub>3</sub>	23.9562	24.0355
BaCO <sub>3</sub>	20.5635	61.8948
TiO <sub>2</sub>	8.3227	8.3503
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.3202	8.3477

### 3.2 Pengujian Pertumbuhan Ukuran Butir (*Grain Growth*)

Pertumbuhan butir kristal ditentukan pada material berkode La-0.75. Berdasarkan analisis material serbuk hasil *mechanical milling* dengan komposisi sesuai tabel 3.2 di atas, dikompaksi pada tekanan 10 bar. Kemudian pelet hasil kompaksi dipanaskan pada temperatur pengamatan, yakni 1100°C, 1200°C dan 1300°C dan diambil pada rentang waktu 0, 1, 3 dan 6 jam. Pengujian difraksi sinar X ekuitas berkisar dilakukan dengan menggunakan sumber sinar X kobalt dengan panjang gelombang  $K\alpha_1 = 1.778 \text{ \AA}$ . Waktu pemindaian menggunakan program *point counting* dengan laju 2 detik per 0.005°. Pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.



**Gambar 3.2. Alat Difraktometer Philips PANalytical PW 2256**

hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK

sumber gelombang elektromagnetik pada frekuensi *waveguide* yang digunakan. Pengkalibrasian alat menggunakan metode TRL (Transmission Reflection Line) dengan MUT (Material Under Test). Kalibrasi diawali dengan mengukur transmisi line di udara yang ditransmisikan oleh port pertama dan diterima oleh detektor port selanjutnya sehingga konstanta transmisi diketahui. Selanjutnya pada port pertama diberikan beban untuk memberikan nilai refleksi menjadi nol dan koefisien transmisi menjadi tak berhingga (disebut Open Reflection). Kemudian MUT diletakkan pada Coaxial transmission line untuk mengetahui koefisien transisi  $S_{21}$  dan koefisien refleksi  $S_{11}$ – $S_{22}$  sampel.

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 4

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

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 ketidaksiapan pada faktor-faktor yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol yang mengandung resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap resiko jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta bentuk yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah salah satu 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 perbandingan ini adalah berbentuk probabilistic simulation dan nilai-periode (unitat risk) sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, debt service coverage ratio dan social benefit from the project.

Hasil dan pembahasan pada penelitian ini terdiri dari interpretasi hasil karakterisasi XRD untuk keempat material yang dipreparasi, yakni

- $\text{LaFe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  (kode: LMFTO)
- $\text{La}_{0.75}\text{Ba}_{0.25}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  (kode: La-0.75)
- $\text{La}_{0.25}\text{Ba}_{0.75}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  (kode: La-0.25)
- $\text{BaFe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  (kode: BMFTO)

dan penentuan ukuran butir sampel berkode la-0.25 pada 3 temperatur berbeda ( $1100^\circ\text{C}$ ,  $1200^\circ\text{C}$ ,  $1300^\circ\text{C}$ ) untuk menentukan laju pertumbuhan ukuran butir nya dan penentuan sifat absorbansi gelombang mikronya

Campuran bahan-bahan dasar yang pada awalnya berwarna coklat muda berubah menjadi cenderung berwarna coklat bata selama proses penggilingan (*high energy ball milling*). Gambar 4.1 menunjukkan profil difraksi sinar X setelah penggilingan selama 26 jam sebelum diberi perlakuan panas. Profil tersebut menunjukkan bahwa partikel telah menjadi amorf.



**Gambar 4.1. Profil difraksi sinar X setelah proses milling selama 26 jam sebelum pemanasan**

Berdasarkan profil difraksi sinar X pada gambar 4.1 memperlihatkan dalam contoh 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 bagi berbagai skenario tersebut. Oleh karena itu, analisis jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya sekedar analisis yang dilakukan.



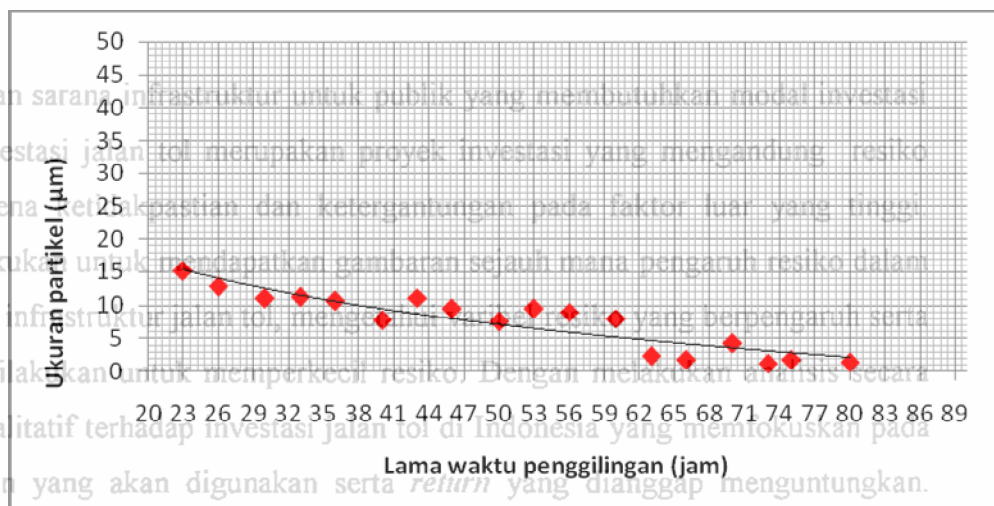
## ABSTRAK

difraksi sinar X memperlihatkan bahwa masing-masing bahan dasar telah terdeformasi. Setelah proses penggilingan selama 26 jam tersebut, butir-butir partikel bahan dasar tersebut saling mengalami benturan berenergi tinggi sehingga butiran terpecah dan struktur menjadi rusak. Kemudian beberapa diantaranya akan mengalami penggabungan antara butir yang satu dengan butir yang lain. Penggabungan ini membentuk lapisan-lapisan partikel tipis yang disebut *laminated powder*. Akibat benturan yang terus-menerus mengakibatkan lapisan tersebut menjadi getas karena adanya tekanan (*material stress*). Kemudian, partikel getas tersebut terpecah menjadi partikel-partikel berukuran lebih halus.

Profil difraksi pada Gambar 4.1 juga memperlihatkan bahwa material sampel sebelum pemanasan sudah menjadi amorf. Sebelum pemanasan, material diusahakan berbentuk *amorf* untuk memastikan campuran padatan telah homogen. Sehingga saat pemanasan untuk proses pembentukan material baru, tidak ada kemungkinan telah ada inti kristal bahan dasar. Karena jika terdapat inti kristal bahan dasar maka hal ini akan menjadi impuritas pada material baru yang dituju.

Proses penggilingan juga memperkecil ukuran partikel sampai batas tertentu. Gambar 4.2 memperlihatkan hasil evaluasi ukuran partikel rata-rata pada berbagai waktu penggilingan. Pada grafik tersebut terlihat bahwa ukuran rata-rata partikel mengalami penurunan hingga waktu penggilingan mencapai ~60 jam, meskipun penurunan ukuran rata-rata partikel tidak signifikan setelah ~30 jam. Ukuran rata-rata partikel mendekati kestabilan (~5  $\mu\text{m}$ ) saat waktu penggilingan lebih dari 60 jam. Hal ini menunjukkan bahwa bahan-bahan dasar yang telah tercampur dan tergumpalkan yang kemudian mengalami perpecahan akibat tumbukan hingga waktu penggilingan 30 jam. Setelah 30 jam, energi yang ada pada proses tumbukan-tumbukan tersebut kemungkinan tidak cukup memecah ukuran partikel menjadi lebih kecil lagi.

## ABSTRAK



**Gambar 4.2. Ukuran partikel setelah penggilingan selama rentang waktu tertentu**

Oleh karena itu, waktu penggilingan yang diambil adalah waktu penggilingan 30 jam.

#### 4.1 Karakterisasi Pola Difraksi Sinar X

Karakterisasi difraksi sinar X menggunakan sumber radiasi  $Co (K\alpha)$  dilakukan pada sudut difraksi  $2\theta$  dari  $20^\circ$  hingga  $100^\circ$ . Analisa kualitatif dilakukan dengan membandingkan profil difraksi sinar X sampel dengan pangkalan data ICDD (*International Centre for Diffraction Database*). Sedangkan analisa kuantitatif dilakukan dengan menggunakan program GSAS (*General structure Analysis System*).

##### 4.1.1 Profil Difraksi Sinar X Sampel Berkode LMFTO

Sampel serbuk yang telah melalui penggilingan menggunakan *high energy ball mill* selama 30 jam dibuat dalam bentuk pelet terkompaksi dan dipanaskan pada temperatur  $1200^\circ C$  selama 4 jam. Sampel tersebut dibuat dari campuran bahan dasar yakni  $La_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$  dan  $MnCO_3$ . Profil difraksi sinar X sampel tersebut kemudian dibandingkan dengan profil difraksi sinar X senyawa

## ABSTRAK

LaMnO<sub>3</sub>(LMO). Tabel 4.1 menunjukkan perbandingan kesesuaian puncak difraksi material standar LMO dan material sampel.

**Tabel 4.1. Perbandingan profil difraksi sinar X sampel dan profil difraksi sinar X senyawa LaMnO<sub>3</sub>(LMO)**

No.	Sample d (Å)	ICDD d(Å)	d <sub>hkl</sub>	Fasa	Referensi ICDD	PDF
1	3.9703	3.9838	101	LaMnO <sub>3</sub>	#016281	72-0841
2	2.8052	2.8710	200	LaMnO <sub>3</sub>	#016281	72-0841
3	2.7930	2.7625	002	LaMnO <sub>3</sub>	#016281	72-0841
4	2.2847	2.2431	022	LaMnO <sub>3</sub>	#016281	72-0841
5	1.9710	1.9919	202	LaMnO <sub>3</sub>	#016281	72-0841
6	1.6077	1.5962	123	LaMnO <sub>3</sub>	#016281	72-0841
7	1.3910	1.3812	242	LaMnO <sub>3</sub>	#016281	72-0841

Keterangan: Sampel dipanaskan pada temperatur 1200°C

Sebagaimana terlihat dalam Tabel 4.1 tersebut, ketujuh puncak difraksi senyawa sampel memiliki nilai  $d_{hkl}$  yang bersesuaian dengan nilai  $d_{hkl}$  senyawa LMO berdasarkan data ICDD no. 016281 (PDF 72-0841). Kesesuaian ini sejalan dengan mendekati hingga satu angka di belakang koma. Oleh karena itu, dapat dikatakan ekuitas berkisar fasa yang terbentuk dalam sampel yang dibuat dari bahan dasar La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> dan MnCO<sub>3</sub> adalah fasa yang bersesuaian dengan fasa senyawa LMO. Perbedaan  $d_{hkl}$  pada 2 angka di belakang koma mengindikasikan adanya menerima konsep pergeseran puncak-puncak difraksi rendah.

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario. Pencocokan profil difraksi dilanjutkan dengan analisa program MATCH! Gambar 4.3 memperlihatkan kesesuaian antara profil difraksi sampel dan profil merefleksikan difraksi LMO melalui program MATCH!. Kurva pertama (bewarna biru) adalah profil difraksi sampel, sedangkan garis-garis vertikal (bewarna merah) menunjukkan puncak-puncak difraksi LMO referensi standar. diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK



**Gambar 4.3. Perbandingan profil difraksi sinar X sampel LMFTO dengan pangkalan data sinar X material LMO melalui program MATCH!**

Pergeseran puncak profil difraksi antara sampel dan profil difraksi sinar X pada pangkalan data ICDD kemungkinan karena ion Mn pada sampel telah tersubstitusi oleh ion Fe dan ion Ti sehingga parameter kisi berubah. Namun, tersubstitusinya ion Fe dan ion Ti pada ion Mn dalam LMFTO masih mempertahankan sistem kristal ortorombik LMO. Parameter kisi LMO dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2. Parameter kisi  $\text{LaMnO}_3$**

Parameter	Nilai
Sistem Kristal	Ortorombik
Parameter kisi	$a = 5.5817$ $b = 5.5834$ $c = 7.8896$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Space Group	$Pbnm$

[COD (Crystallography Open Database), Entry # 96-100-6144]

## ABSTRAK

Selanjutnya pola difraksi material LMFTO ini akan digunakan sebagai referensi pembandingan terhadap basis LMO.

### 4.1.2 Profil Difraksi Sinar X senyawa $\text{BaFe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$ (BMFTO)

Sama seperti sampel sebelumnya, sampel serbuk yang telah melalui penggilingan selama 30 jam dibuat dalam bentuk pelet terkompaksi dan diberi pemanasan pada  $1200^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Sampel serbuk tersebut terbuat dari campuran bahan  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{MnCO}_3$ . Berdasarkan perbandingan profil difraksi sinar X ternyata profil difraksi sinar X sampel mengikuti profil difraksi sinar X material  $\text{BaMnO}_3$  (BMO) yang berasal dari pangkalan data ICDD dengan nomor referensi 010250 (PDF 71-1521). Tabel 4.3 menunjukkan perbandingan kesesuaian profil difraksi sinar X material standar BMO dan material sampel.

**Tabel 4.3. Perbandingan profil difraksi sinar X senyawa  $\text{BaMnO}_3$  (ICDD) dan profil difraksi sinar X senyawa  $\text{BaFe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$**

No	Sampel d (Å)	ICDD d (Å)	$d_{hkl}$	Fasa	Referensi ICDD
1	3.3952	3.3886	1 0 4	$\text{BaMnO}_3$	#010250
2	3.1118	2.9785	1 0 5	$\text{BaMnO}_3$	#010250
3	2.8348	2.8335	1 1 0	$\text{BaMnO}_3$	#010250
4	2.3283	2.3500	1 0 7	$\text{BaMnO}_3$	#010250
5	2.3325	2.3422	0 0 8	$\text{BaMnO}_3$	#010250
6	2.1784	2.1737	2 0 4	$\text{BaMnO}_3$	#010250
7	2.0134	2.0529	2 0 5	$\text{BaMnO}_3$	#010250
8	1.7462	1.7246	2 1 4	$\text{BaMnO}_3$	#010250
9	1.6415	1.6359	3 0 0	$\text{BaMnO}_3$	#010250
10	1.4216	1.4167	2 2 0	$\text{BaMnO}_3$	#023874

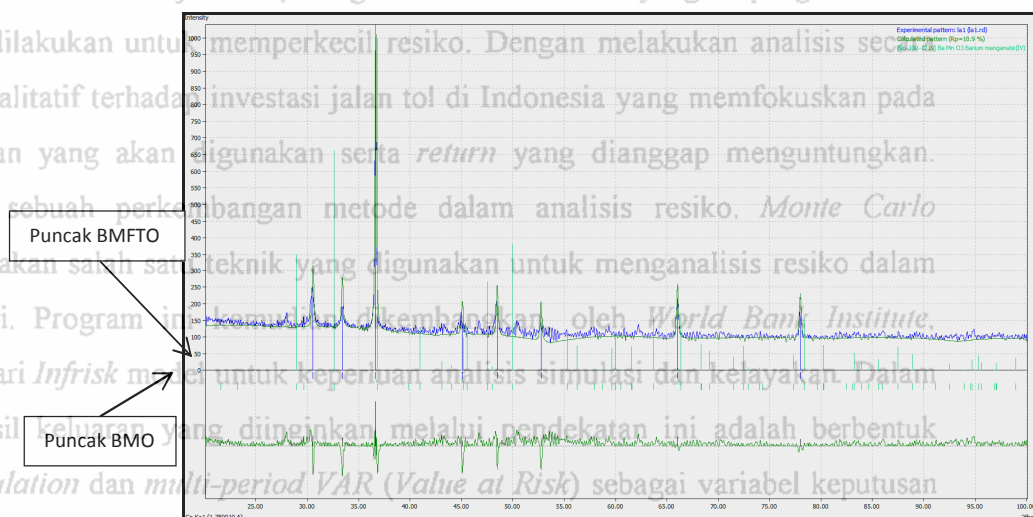
Keterangan: Sampel dipanaskan pada temperatur  $1200^\circ\text{C}$

Perbedaan nilai  $d_{hkl}$  hingga dua angka di belakang koma menunjukkan pergeseran puncak. Sama seperti pada sampel LMFTO, pergeseran tersebut dalam contoh kasus ini tidak diimbangi oleh pergeseran puncak yang disebabkan oleh kemungkinan dikarenakan ion Mn pada sampel telah tersubstitusi oleh ion Fe dan



## ABSTRAK

ion Ti sehingga parameter kisi berubah. Pemastian tersebut dilanjutkan dengan membandingkan profil difraksi sampel dan profil difraksi sinar X dalam pangkalan data menggunakan program MATCH! Hasil pencocokan tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.4. Kurva pertama (bewarna biru) adalah profil difraksi sampel, sedangkan garis-garis vertikal (bewarna hijau muda) menunjukkan puncak-puncak difraksi BMO referensi standar.



**Gambar 4.4. Perbandingan profil difraksi sinar X senyawa BMFTO dengan pangkalan data sinar X material BMO melalui program MATCH!**

Berdasarkan analisa tersebut, maka dapat dipastikan bahwa material sampel merupakan senyawa BMFTO. Di sisi lain tersubstitusinya ion Mn oleh ion Fe dan ion Ti dalam BMO diperkirakan masih mempertahankan sistem kristal heksagonal BMO. Parameter kisi BMO dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4. Parameter Kisi  $\text{BaMnO}_3$**

Parameter	Nilai
Sistem Kristal	Heksagonal
Parameter kisi	$a = b = 5.6630$ $c = 20.9550$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$
Space Group	R- 3 m

COD (Crystallography Open Database) , Entry # 96-100-6144]

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Untuk selanjutnya pola difraksi material BMFTO akan digunakan sebagai referensi perbandingan terhadap material berbasis BMO.

### 4.1.3 Profil Difraksi Sinar X senyawa La-0.75 dan La-0.25

Sampel serbuk yang digiling selama 30 jam dibuat dalam bentuk pelet terkompaksi dan diberi perlakuan panas pada 1200°C selama 4 jam. Sampel tersebut terdiri dari campuran serbuk bahan dasar La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BaCO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> dan MnCO<sub>3</sub>. Adapun perbandingan ion La dan ion Ba adalah 3:1. Sehingga pada campuran akan terdapat ion La lebih banyak daripada ion Ba. Pengamatan profil difraksi sampel menunjukkan bahwa profil difraksi sampel mirip dengan profil difraksi senyawa LMFTO yang didapatkan pada tahap sebelumnya. Kesesuaian  $d_{hkl}$  terjadi hingga satu angka dibelakang koma jika dibandingkan dengan profil difraksi LMFTO. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5. Perbandingan profil difraksi sinar X LaMnO<sub>3</sub> (ICDD) dengan profil difraksi sinar X senyawa LMFTO dan La-0.75**

Senyawa sampel LMFTO $d$ (Å)	LaMnO <sub>3</sub> (ICDD) $d$ (Å)	$d_{hkl}$	Sampel 1 (La-0.75) $d$ (Å)
3.9703	3.9838	101	3.9449
2.7930	2.7625	002	2.7820
2.2847	2.2431	022	2.2665
1.9710	1.9919	202	1.9681
1.6077	1.5962	123	1.6080
1.3910	1.3812	242	1.3913

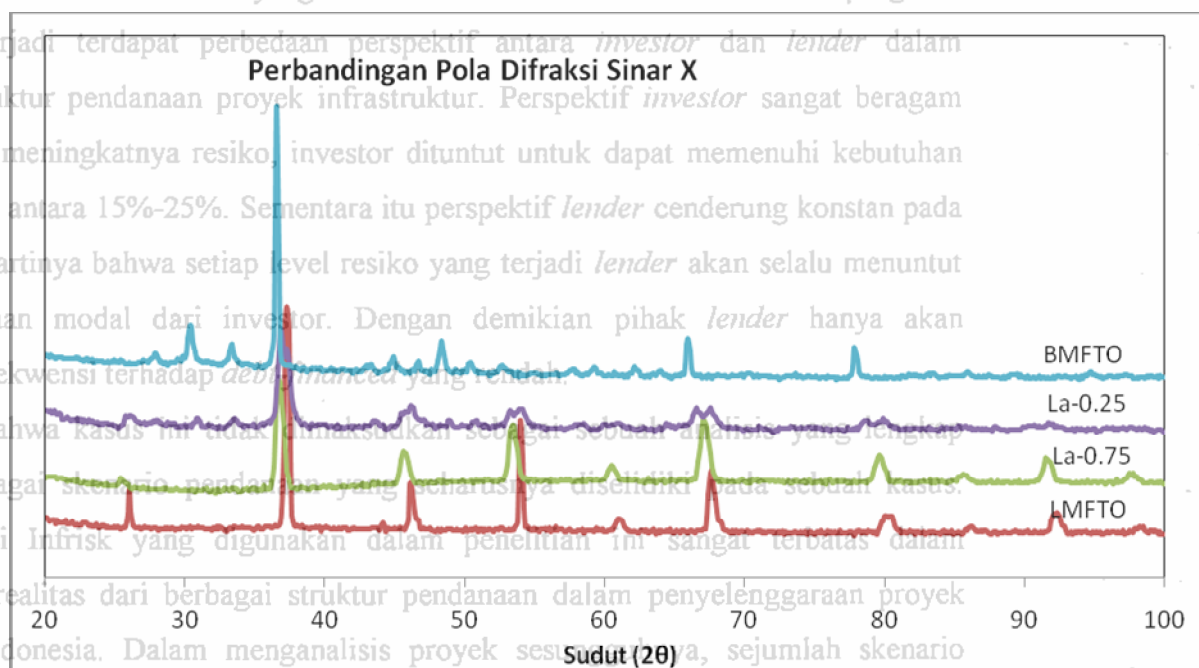
Hal ini mengindikasikan bahwa selain tersubstitusi oleh ion Mn dan ion Ti, kemungkinan pada sampel terdapat substitusi oleh ion Ba. Dikarenakan sampel pendanaan harus mengikuti profil difraksi sinar X material LMO, dan memiliki kelebihan ion La, dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

maka diambil kesimpulan bahwa material sampel merupakan senyawa  $\text{La}_{0.75}\text{Ba}_{0.25}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  atau dalam penelitian ini disebut sebagai La-0.75.

Material kedua yang dilakukan adalah pencampuran serbuk bahan dasar  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  dan  $\text{MnCO}_3$ . Namun dengan perbandingan ion La dan ion Ba adalah 1:3. Sehingga pada campuran akan terdapat ion Ba lebih banyak daripada ion La. Berbeda dengan profil difraksi material La-0.75, pengamatan profil difraksi sampel menunjukkan bahwa profil difraksi sampel kedua ini mirip dengan profil difraksi senyawa BMFTO dan juga senyawa LMFTO yang didapatkan pada tahap sebelumnya. Sama seperti sebelumnya, kesesuaian  $d_{hkl}$  terjadi hingga satu angka dibelakang koma jika dibandingkan dengan profil difraksi BMFTO dan LMFTO. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6. Untuk selanjutnya sampel kedua ini disebut sebagai La-0.25.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa profil difraksi sinar X senyawa La-0.25 tampak mengikuti gabungan profil difraksi sinar X senyawa BMFTO dan profil difraksi sinar X senyawa LMFTO. Sedangkan senyawa La-0.75 mirip dengan profil difraksi LMFTO.



**Gambar 4.5. Perbandingan profil difraksi sinar X senyawa LMFTO, La-0.25, La-0.75 dan BMFTO**

hasil analisis yang lebih baik

### ABSTRAK

Tabel 4.6 menunjukkan perbandingan profil difraksi sinar X  $\text{La}_{0.25}\text{Ba}_{0.75}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  dibandingkan profil difraksi sinar X LMO dan BMO dari pangkalan data ICDD

**Tabel 4.6 Perbandingan profil difraksi sinar X BMO, LMO dan LBMFTO**

BaMnO <sub>3</sub>	BMFTO	Sampel 2 (La-0.25)	$d_{\text{hkl}}$	LMFTO	LaMnO <sub>3</sub>
d(A)	d(A)	d(A)		d(A)	d(A)
2.8345	2.8348	2.8402	1 1 0		2.8710
		2.8194	002	2.7930	2.7625
		2.2943	022	2.2847	2.2431
		1.9896	2 0 2	1.9710	1.9919
1.6365	1.6415	1.6223	3 0 0		
		1.3991	242	1.3910	1.3812

Berdasarkan perbandingan tersebut, maka kesimpulan sementara yakni terbentuknya dua fasa dalam sampel tersebut. Penelitian Lim et al (2010)

Berdasarkan analisis mengenai  $\text{La}_{0.67}\text{Ba}_{0.33}\text{MnO}_3$  menyebutkan bahwa fase LBMO terbentuk pada temperatur 900°C, sedangkan fase minor BMO mulai terbentuk pada 1200°C.

Oleh karena itu, pemastian penentuan fasa-fasa yang terbentuk ini

dilakukan melalui program refinasi EXP-GUI GSAS. Hasil analisa GSAS level tertinggi, mengidentifikasi adanya dua fasa ( $\chi$ -square = 1.356) yakni fasa material

tinggi penyerta berbasis LMO dan fasa material berbasis BMO. Hasil pencocokan kurva (*profile*

menerima konsep *fitting*) berdasarkan analisa GSAS ditunjukkan pada Gambar 4.6. Pada gambar

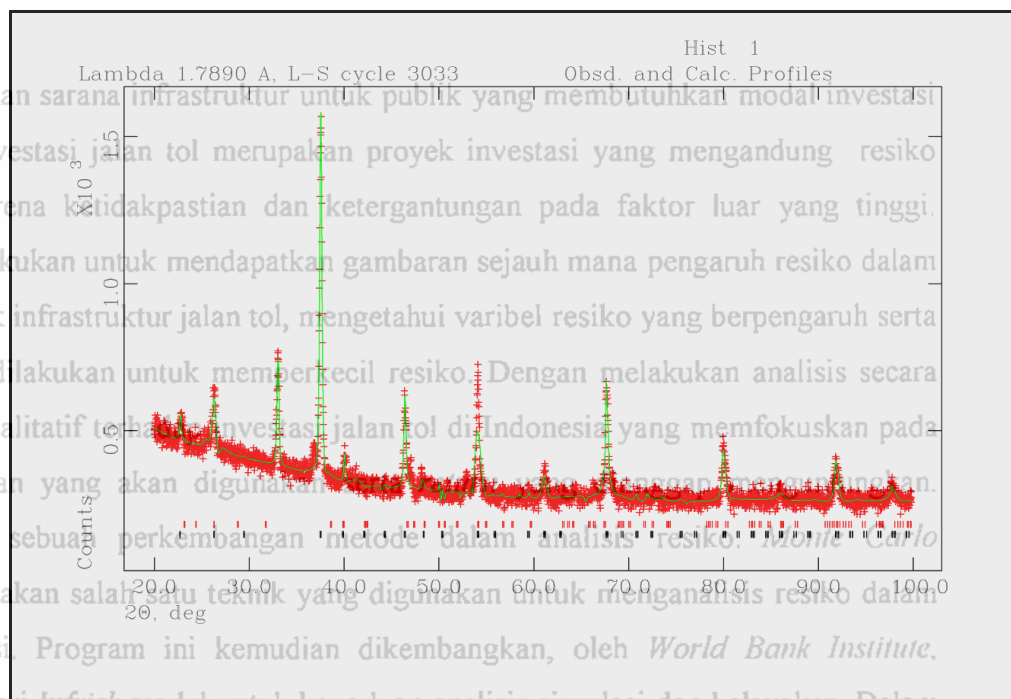
Perlu dicatat bahwa tersebut tampak bahwa profil difraksi sinar X sampel berhasil direfinasi oleh

mengenai program GSAS tersebut. Adapun hasil perhitungan refinasi, berhasil

Sebab Simulasi mengidentifikasi bahwa di dalam sampel terdapat fasa material berbasis LMO merefleksikan sebesar 44.54% dan BMO sebesar 55.45%. 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



Keterangan: Kurva berwarna merah merupakan profil difraksi sinar X LBMFTO, sedangkan kurva berwarna hijau merupakan kurva teoritis hasil perhitungan melalui program EXP-GUI GSAS.

**Gambar 4.6. Profil fitting sampel LBMFTO dengan refinement GSAS.**

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 konsisten 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.

Adanya substitusi ion Ba terhadap La dan substitusi ion Fe dan ion Ti terhadap ion Mn pada fasa material berbasis LMO dan substitusi ion Fe dan ion Ti terhadap ion Mn pada fasa material berbasis BMO diperkirakan bagaimana pengaruhnya terhadap nilai parameter kisi. La dan Ba merupakan unsur yang berada pada periode yang sama dalam sistem periodik, yakni periode 6. Ukuran ion Ba lebih besar daripada ion La. Oleh karena itu dengan area yang tersedia, maka substitusi ion La oleh Ba memiliki batasan nilai tertentu atau dengan kata lain, tidak semua ion Ba dapat menggantikan posisi ion La. Pada penelitian ini, 25% ion Ba dapat mensubstitusi ion La, sehingga terbentuk fasa LMO dalam La-0.75. Namun pemberian ion Ba berlebih dalam campuran, akan menyebabkan terbentuknya dua fasa dalam sampel La-0.25 yakni material berbasis LMO dan material berbasis BMO. Perbandingan parameter kisi sebelum dan setelah adanya substitusi ditunjukkan berturut-turut pada Tabel 4.7 dan 4.8. Berdasarkan data dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK

kedua sampel tersebut terlihat bahwa adanya substitusi akan memampatkan struktur kristal sehingga parameter kisi a, b, dan c turun.

**Tabel 4.7. Parameter kisi fasa berbasis LMO pada sampel La-0.25**

Parameter	LMO	Sampel La-0.25
Sistem Kristal	Ortorombik	Ortorombik
Parameter kisi	a = 5.5817 b = 5.5834 c = 7.8896 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	a = 5.5654 b = 5.5696 c = 7.8769 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Space Group	P b n m	P b n m

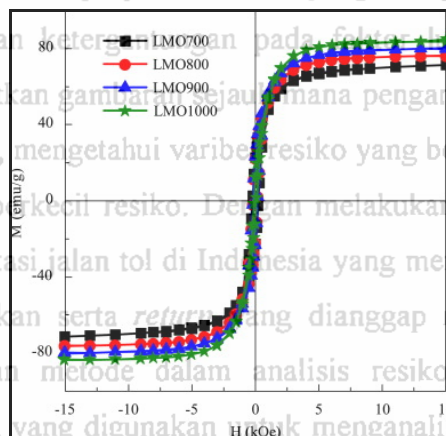
**Tabel 4.8. Parameter kisi fasa berbasis BMO pada sampel La-0.25**

Parameter	BMO	Sampel La-0.25
Sistem Kristal	Heksagonal	Heksagonal
Parameter kisi	a = b = 5.6630 c = 20.9550 $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$	a = b = 5.2416 c = 23.6068 $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$
Space Group	R-3 m	R-3 m

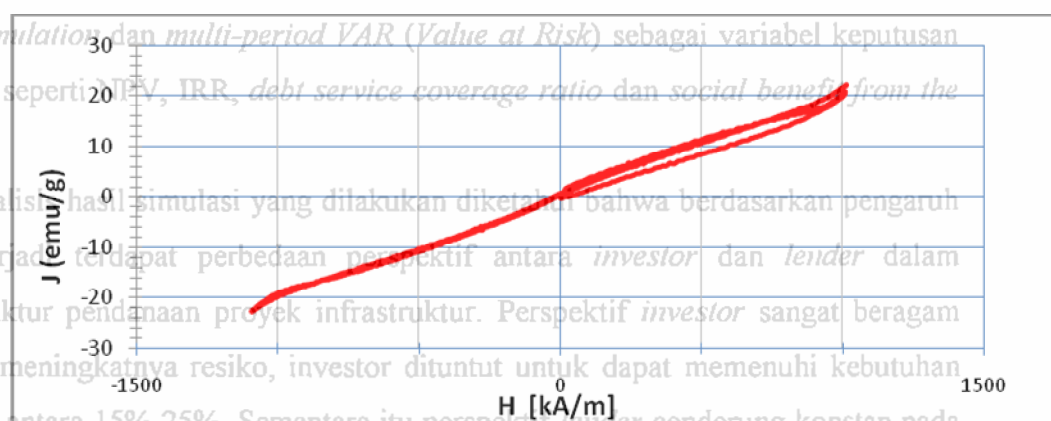
Untuk mengetahui pengaruh dari substitusi ini terhadap sifat magnetik ekuitas berkisar material. Maka dilakukan uji pemagraf. Penelitian yang dilakukan Lim et al level tertinggi, a(2010) tentang senyawa LMO mengidentifikasi senyawa LMO merupakan tinggi penyertasenyawa elektrik Sehingga tidak diharapkan terlihat adanya kurva hysteresis. Lim menerima konsep yang menunjukkan bahwa perbedaan temperatur pemanasan merubah sifat Perlu dicatat bahwa resistansi material, meskipun LMO tetap berkarakter sebagai material elektrik dan mengenai berbagai material magnetik. Pada penelitian ini, hasil uji pemagraf pada Gambar 4.5 Sebab Simulasi menunjukkan adanya substitusi ternyata akan memberikan pengaruh terhadap sifat merefleksikan magnetik material. Pada senyawa LMO hasil penelitian Lim et al tidak terlihat adanya kurva hysteresis, namun pada senyawa sampel terlihat adanya kurva pendanaan hysteresis meskipun kecil. Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 berturut-turut dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

menunjukkan perbandingan kurva hysteresis antara penelitian yang dilakukan Lim et al (2010) dan kurva hysteresis sampel La-0.75.



**Gambar 4.7. Kurva hysteresis sampel penelitian Lim et al**

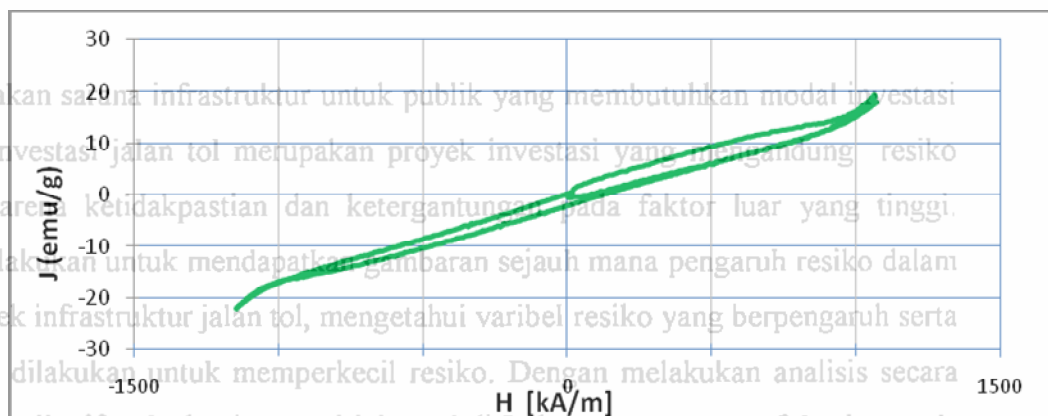


**Gambar 4.8. Kurva hysteresis sampel (La-0.75)**

Pengujian sifat magnetik juga diterapkan pada sampel La-0.25. Adanya dua fasa pada sampel La-0.25 tetap memberikan suatu kurva hysteresis. Hal tersebut tampak pada Gambar 4.9. Sama seperti halnya kurva hysteresis yang ditunjukkan oleh sampel La-0.75. Kurva hysteresis yang dimiliki La-0.25 kecil, namun lebih besar daripada kurva hysteresis penelitian Lim et al. Hal tersebut mengidentifikasi adanya substitusi ion-ion menyebabkan kondisi mikroskopik sampel berubah sehingga sifat fisisnya ikut terpengaruh.

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

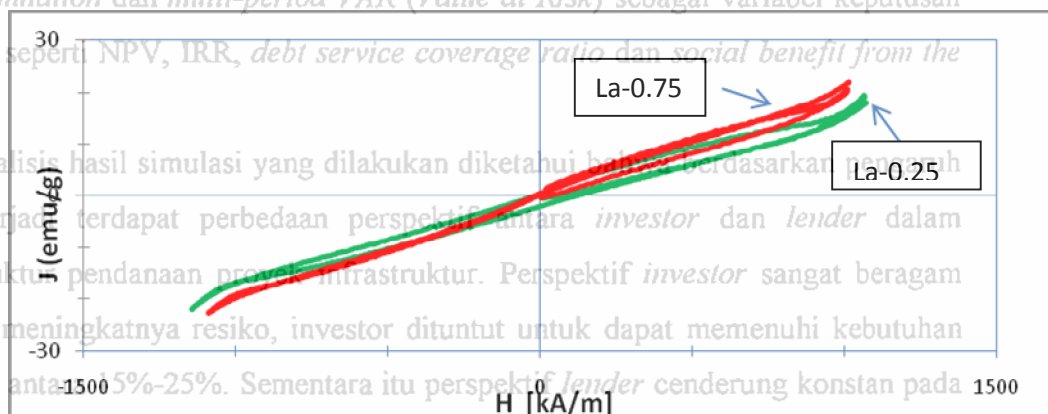


**Gambar 4.9. Kurva hysteresis La-0.25**

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 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 perspektif 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 5%-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.



Keterangan: Kurva berwarna merah merupakan kurva hysteresis La-0.75 sedangkan kurva hijau menunjukkan kurva hysteresis La-0.25.

**Gambar 4.10. Kurva hysteresis La-0.25 dan La-0.75**

Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena ion La dan ion Ba sama-sama merupakan suatu paramagnetik. Substitusi ion La oleh ion Ba tidak merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dilakukan Lim sesuai gambar 4.7, maka kurva hysteresis senyawa LMO cukup berbeda dengan kurva hysteresis senyawa LMO yang tersubstitusi ion Ba, ion Ti hasil analisis yang lebih baik.

## ABSTRAK

dan ion Mn. Hal ini kemungkinan dikarenakan sisipan ion Fe yang bersifat feromagnetik dan ion Ti yang bersifat paramagnetik. Interaksi tersebut menyebabkan interaksi momen magnet yang lebih besar.

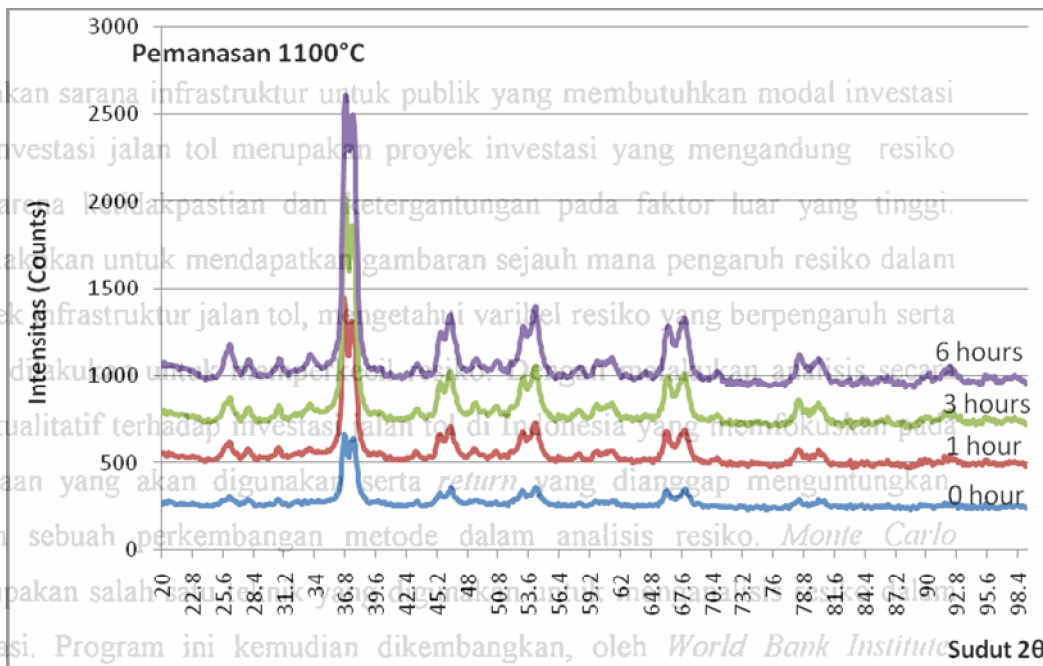
### 4.2 Penentuan Kinetika Pertumbuhan Butir (*Grain Growth*) La-0.75

Karakter-karakter mikroskopik suatu material akan mempengaruhi sifat fisis makro material tersebut. Salah satunya yakni mengenai ukuran butir. Ukuran butir yang berbeda akan memberikan nilai sifat fisis yang relatif berbeda. Pada penelitian ini, penentuan kinetika pertumbuhan ukuran butir diuji model berdasarkan tiga model persamaan pertumbuhan ukuran butir. Model-model persamaan kinetika tersebut yakni model yang dikemukakan oleh Tullis dan Yund (1982), model yang dikemukakan Calister (2007) dan terakhir yakni model yang disarankan oleh Lai et al (2003).

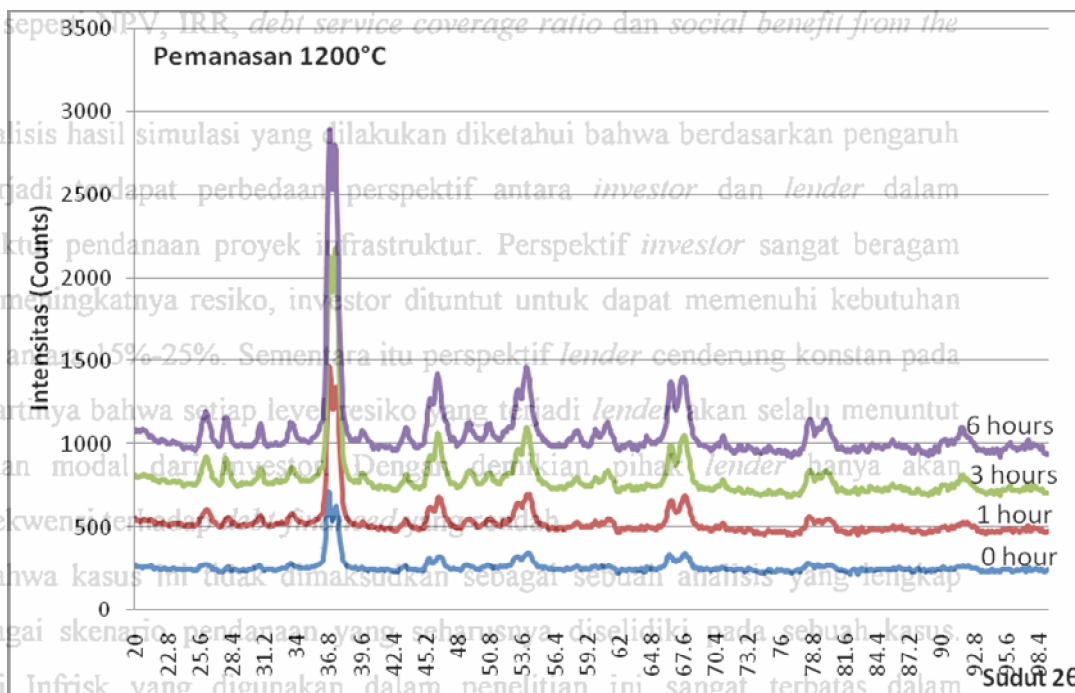
Pada penentuan kinetika pertumbuhan kristal ini, diamati di tiga temperatur pada beberapa waktu pemanasan. Sampel dipanaskan pada temperatur 1100°C, 1200°C, dan 1300°C. Pertumbuhan butir kristal diamati pada 1, 3 dan 6 jam. Waktu pada 0 jam digunakan sebagai basis nukleasi sudah mulai terbentuk menuju tumbuhnya kristal. Analisa perhitungan ukuran butir mengikuti persamaan Debye-Scherrer (persamaan 2.3) dengan teknik FWHM.

Pada temperatur yang sama dengan waktu pemanasan yang berbeda-beda ternyata tidak merubah profil difraksi sinar X sampel. Hal ini mengidentifikasi bahwa fasa yang terbentuk dalam material relatif sama.. Hanya saja, intensitas puncak meningkat sebanding dengan lamanya pemanasan yang diberikan. Semakin lama waktu pemanasan, maka semakin memperjelas profil difraksi sinar X. Hal ini dikarenakan dengan semakin lamanya pemanasan, proses nukleasi dan tumbuhnya butir semakin menuju titik optimumnya.

ABSTRAK



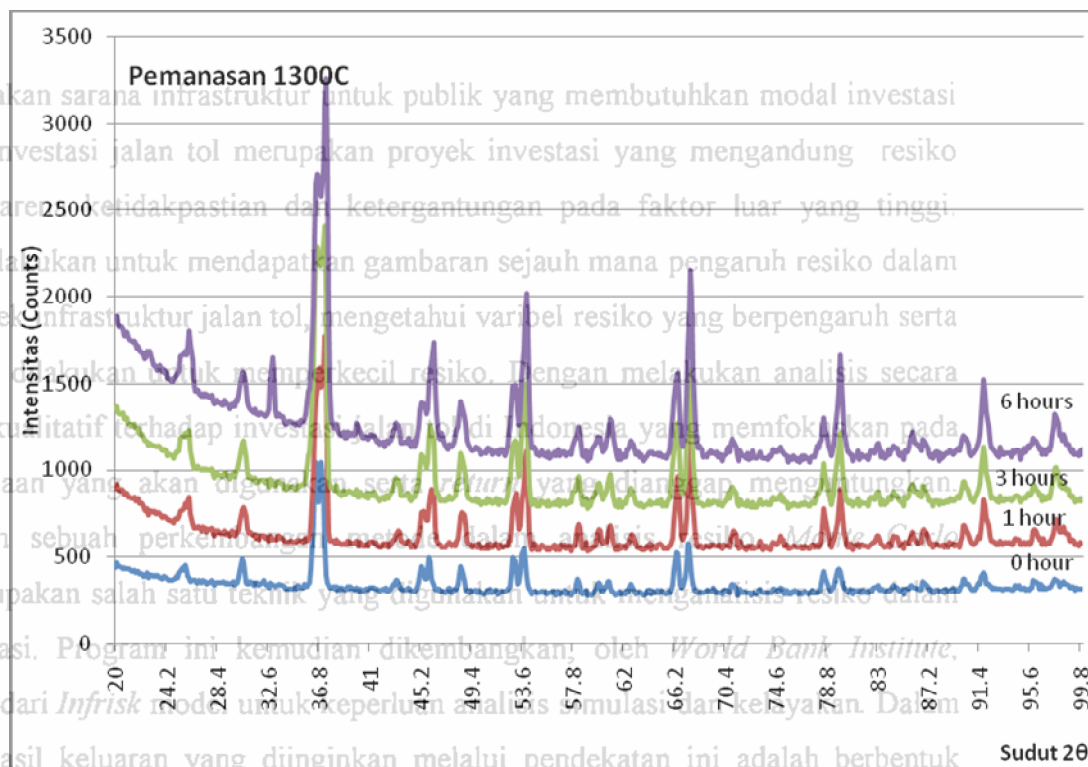
Gambar 4.11. Profil difraksi sinar X pada temperatur 1100°C hingga 6 jam pemanasan



Gambar 4.12. Profil difraksi sinar X pada Temperatur 1200°C hingga 6 jam pemanasan



## ABSTRAK



**Gambar 4.13. Profil difraksi sinar X pada temperatur 1300°C hingga 6 jam**

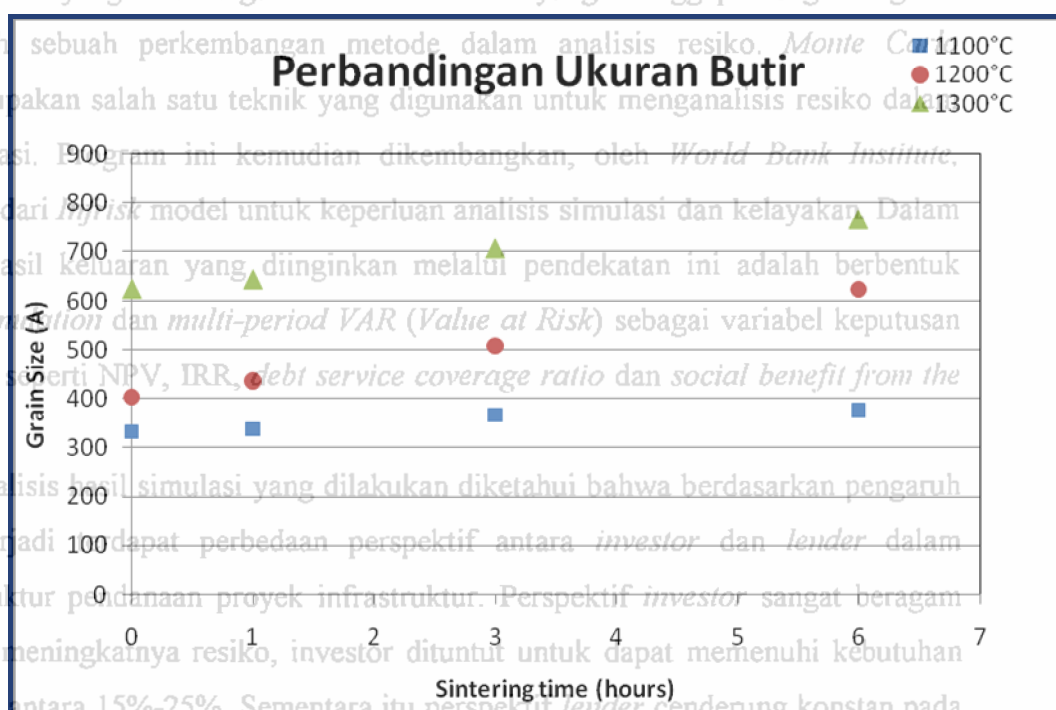
**pemanasan**

Atau dengan kata lain, semakin lama waktu pemanasan butir yang terbentuk semakin besar dan batas butir menjadi lebih jelas dan terdefinisi. Gambar 4.11-4.13 berturut-turut menyajikan perbandingan profil difraksi sinar X pada berbagai rentang waktu pemanasan yang berbeda pada temperatur masing-masing 0, 1, 3, dan 6 jam. Pada Gambar 4.11-4.13 tersebut terlihat bahwa profil difraksi sinar X untuk temperatur yang sama tidak berubah. Hanya saja pada waktu yang lebih lama, bentuk puncak lebih terdefinisi. Begitu pula halnya dengan temperatur. Perbandingan grafik pada Gambar 4.11 dan 4.13 terlihat bahwa profil difraksi mengenai berbagai kondisi pemanasan yang berbeda pada temperatur yang sama. Sebab Simulasi polikristalin, energi untuk tumbuhnya kristal berasal dari penurunan energi bebas merefleksikan sistem oleh berkurangnya area total batas butir. Laju pertumbuhan butir berbanding lurus dengan jari-jari batas butir.

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

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa ukuran butir akan meningkat dengan meningkatnya waktu pemanasan (*sintering*). Semakin tinggi temperatur, semakin besar pula energi luar yang diberikan untuk proses difusi atom. Sehingga ukuran butir meningkat. Hal tersebut sesuai dengan hipotesa pertumbuhan kristal yang mengemukakan bahwa peningkatan ukuran butir sebanding dengan peningkatan waktu dan temperatur. Pada penelitian ini didapatkan dua fasa material, oleh karena itu faktor tegangan kisi tidak dapat diabaikan dalam perhitungan perlakuan panas. Ukuran butir dihitung berdasarkan persamaan 2.



**Gambar 4.14. Perbandingan ukuran butir pada berbagai temperatur dan waktu**

### 4.2.1 Kinetika Pertumbuhan Butir Model I

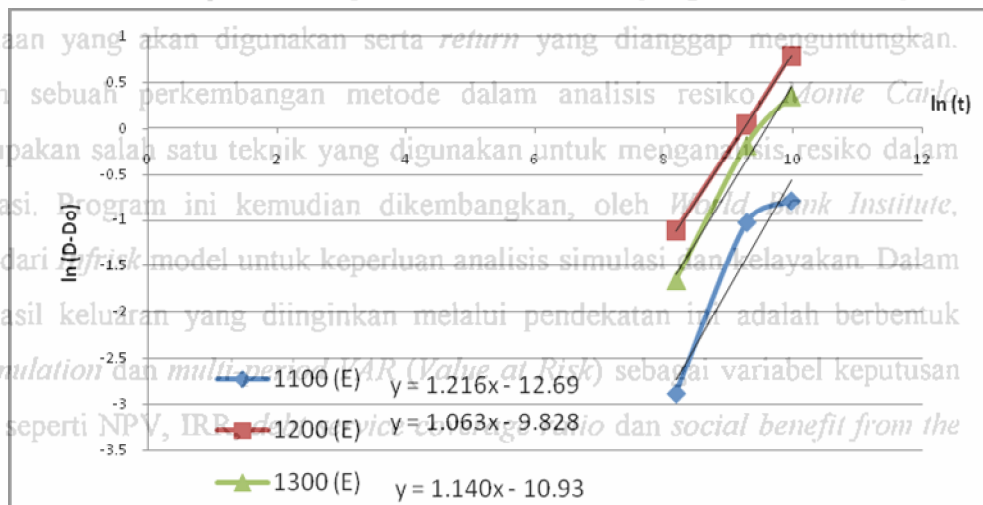
Kinetika pertumbuhan model I yang dimaksud yakni laju pertumbuhan butir mengikuti model yang diajukan oleh Tullis dan Yund (1982). Tullis dan Yund menghitung kinetika pertumbuhan butir untuk senyawa oksida batuan.

Model tersebut menggunakan persamaan 2.9 Tullis dan Yund, berhasil membuktikan bahwa persamaan tersebut sesuai dengan kinetika pertumbuhan hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

kristal pada senyawa kapur dan dioksida silikon. Termasuk diantara pengaruh adanya air yang terperangkap dalam batuan.

Pada penelitian ini hasil plot  $\ln(D-D_0)$  terhadap  $\ln(t)$  menghasilkan persamaan linier pada setiap temperatur dengan perpotongan terhadap sumbu Y merupakan nilai  $\ln K$  dan kemiringan. Gambar 4.15 menunjukkan persamaan linier pada masing-masing temperatur pengamatan.



**Gambar 4.15.** Perhitungan pertumbuhan kristal mengikuti model I

Berdasarkan persamaan linier tersebut, maka nilai konstanta  $K$  dan  $D_0$  dapat dihitung. Tabel 4.9 merangkum hasil yang didapat dalam perhitungan.

**Tabel 4.9.** Hasil perhitungan menggunakan permodelan Tullis dan Yund

T (°C)	Konstanta K	Do (A)
1100	3.08179E-06	332
1200	5.39205E-05	404
1300	1.79127E-05	625

dengan nilai konstanta  $n$  rata-rata adalah 1.14.

Permodelan menggunakan model yang diajukan Tullis dan Yund cukup mendekati sesuai teori. Namun, ketidaksesuaian terjadi pada temperatur 1300°C dan 1200°C, yakni nilai konstanta  $K_{1200}$  lebih besar daripada  $K_{1300}$ . Laju hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

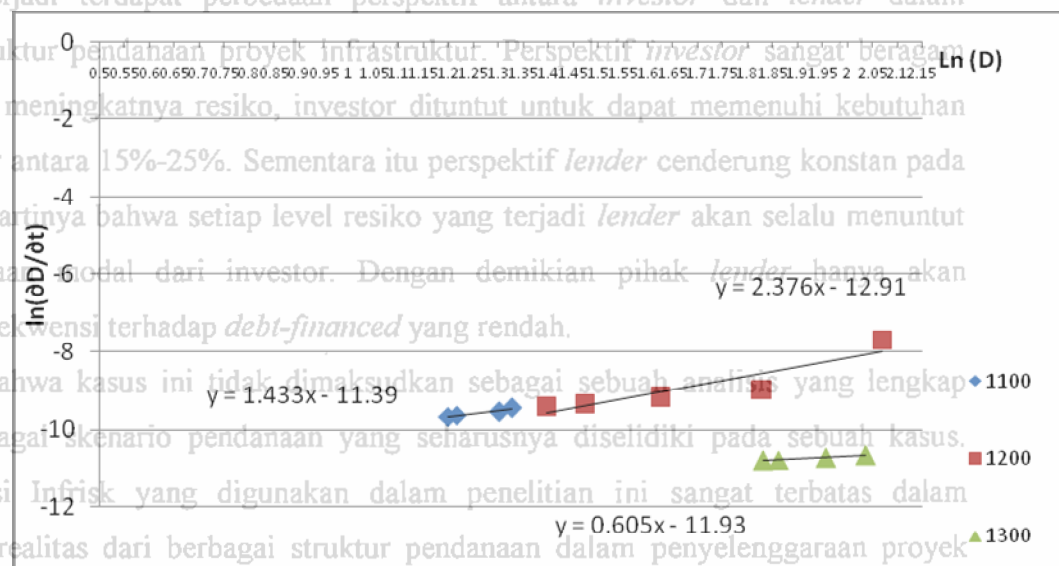
pertumbuhan kristal sebanding dengan peningkatan temperatur. Oleh karena itu, konstanta laju pertumbuhan juga akan meningkat sejalan dengan temperatur selama material belum mencapai titik jenuhnya. Ketidaksesuaian ini kemungkinan disebabkan karena butir yang terbentuk berukuran nano. Sedangkan penelitian Tullis dan Yund pada sampel kapur dan oksida silikon mempunyai ukuran butir berskala mikro. Sedangkan pada penelitian ini, sampel LBMTFO memiliki ukuran berskala nano. Oleh karena itu, persamaan 2.9 harus dimodifikasi.

### 4.2.2 Kinetika Pertumbuhan Butir Model 2

Model lain yang diajukan yakni model pertumbuhan polikristalin yang dikemukakan Callister (2007). Pada model ini, kinetika pertumbuhan ukuran butir dihitung berdasarkan persamaan 2.10. Model kinetika ini merupakan model yang diterapkan oleh Cao et al (2000) dalam penelitiannya mengenai kinetika pertumbuhan butir kristal untuk aloy magnesium.

Plot antara  $\ln\left[\frac{\partial D}{\partial t}\right]$  terhadap  $\ln(D)$  akan menghasilkan persamaan linear dengan

gradien  $(1-n)$ . Gambar 4.16 berikut menunjukkan hasil perhitungan tersebut



**Gambar 4.16.** Kurva plot antara  $\ln\left[\frac{\partial D}{\partial t}\right]$  terhadap  $\ln(D)$

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 Infisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus 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

Penelitian yang dilakukan Cao et al (2001) terhadap alloy Mg-Cu menunjukkan

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperbaiki resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif 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 VAK (Value at Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *NPV*, *IKR*, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

### 4.2.3 Kinetika Pertumbuhan Butir Model 3

Permodelan ketiga yakni permodelan yang disarankan oleh Lai et al (2003). Model ini diajukan setelah model Cao et al (2000) tidak dapat terpenuhi terutama pada materialbutir berukuran nano. Secara general, permodelan tersebut mirip dengan model persamaan Avrami untuk laju difusi. Kinetika dihitung menggunakan persamaan (2.11) dan (2.12) dengan nilai  $\gamma = \frac{(D - D_0)}{(D_m - D_0)}$

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



Gambar 4.17. Plot  $\ln(\ln(1/(1-Y)))$  terhadap  $\ln(t)$

jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan. Plot  $\ln(\ln(1/(1-Y)))$  terhadap  $\ln(t)$  akan menghasilkan persamaan linear seperti dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan pada gambar dan didapatkan nilai konstanta seperti yang terangkum pada Tabel hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK

4.10. Persamaan kinetika menjadi

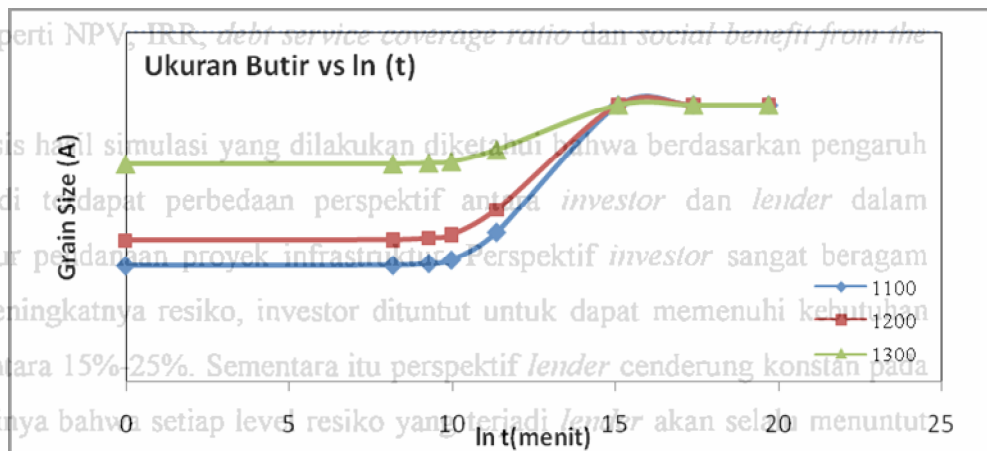
$$Y = 1 - \exp \left[ 2.3E - 07 \exp \left[ \left( \frac{1986}{T} \right) \right] t^{1.342} \right]$$

Dengan nilai Q sebesar 16.5 KJ/Kmol dan orde reaksi (n) sebesar 1.342.

**Tabel 4.10 Perhitungan konstanta menggunakan model 3**

Parameter	1100 <sup>0</sup> C	1200 <sup>0</sup> C	1300 <sup>0</sup> C
K	5.5E-08	6.1E-08	6.607E-08
n	1.242	1.246	1.538
n rata-rata = 1.342			
Q = 16.5 KJ/Kmol		k <sub>o</sub> = 2.3 E-07	

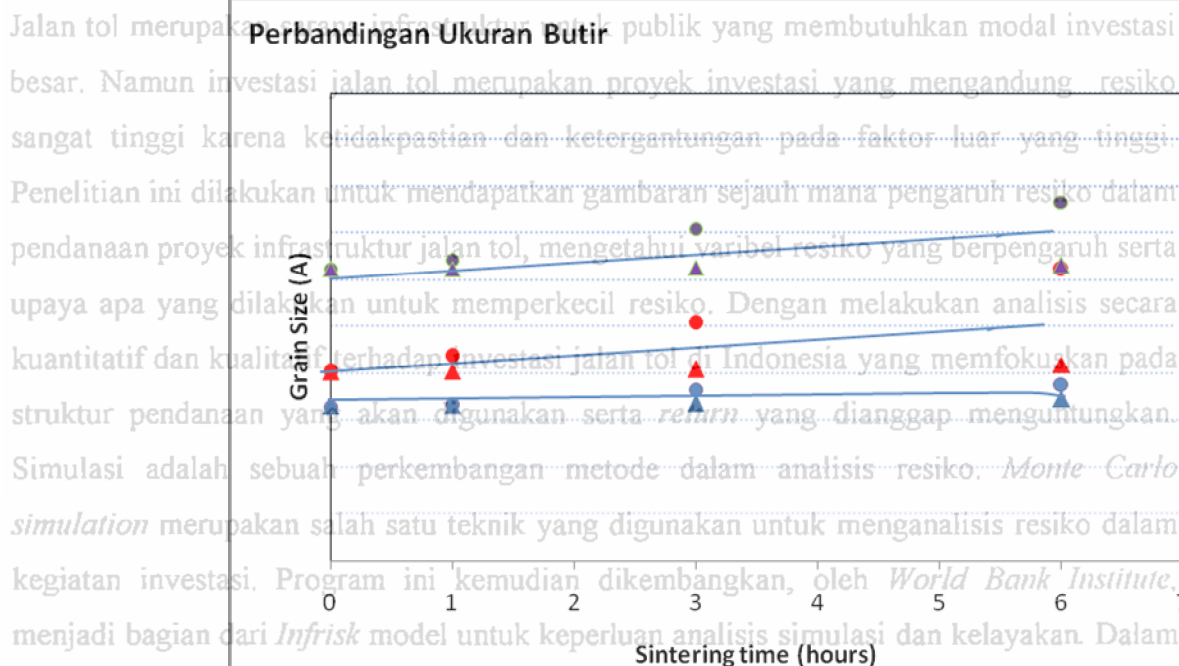
**Gambar 4.18 mengilustrasikan hubungan Y terhadap ln (t).**



**Gambar 4.18. Grafik hubungan ukuran butir terhadap ln t**

Pada plot grafik antara ukuran butir terhadap ln t, dengan t sebagai waktu pemanasan, maka didapatkan suatu grafik berpola S. Grafik yang mirip dengan grafik persamaan laju difusi Avrami. Sedangkan pada plot perbandingan ukuran butir antara perhitungan dan secara teoritis pada Gambar 4.19. Perhitungan kinetika menggunakan model 3 didapatkan hasil yang lebih baik. Penentuan nilai konstanta dan grafik akhir sesuai dengan teoritis. Oleh karena itu permodelan kinetika pertumbuhan kristal dapat dikatakan mengikuti persamaan model 3.

## ABSTRAK



Keterangan: A= perhitungan teoritis

E = hasil eksperimen

**Gambar 4.19. Grafik hubungan Ukuran Butir terhadap t**

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 elektromagnetik yang terserap karena adanya resonansi gelombang tersebut pada tinggi penyertaan modal dari *investor*. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

#### 4.3 Analisis Reflection Loss dan Sifat Serapan

Pengujian absorpsi atau serapan gelombang elektromagnetik dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Elektronika Terapan (PPET) LIPI Bandung. Koefisien refleksi (*reflection loss*) menunjukkan jumlah fraksi gelombang level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut elektromagnetik yang terserap karena adanya resonansi gelombang tersebut pada 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 yang rendah menunjukkan sebagian besar gelombang diteruskan tanpa adanya refleksi. Selain itu, nilai  $S_{21}$  terukur sama dengan nilai  $S_{12}$  sehingga pada penelitian hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

ini digunakan nilai  $S_{21}$ . Koefisien transmisi yang rendah menunjukkan besarnya gelombang yang diserap oleh bahan. Penelitian ini hanya menunjukkan data serapan secara kualitatif.

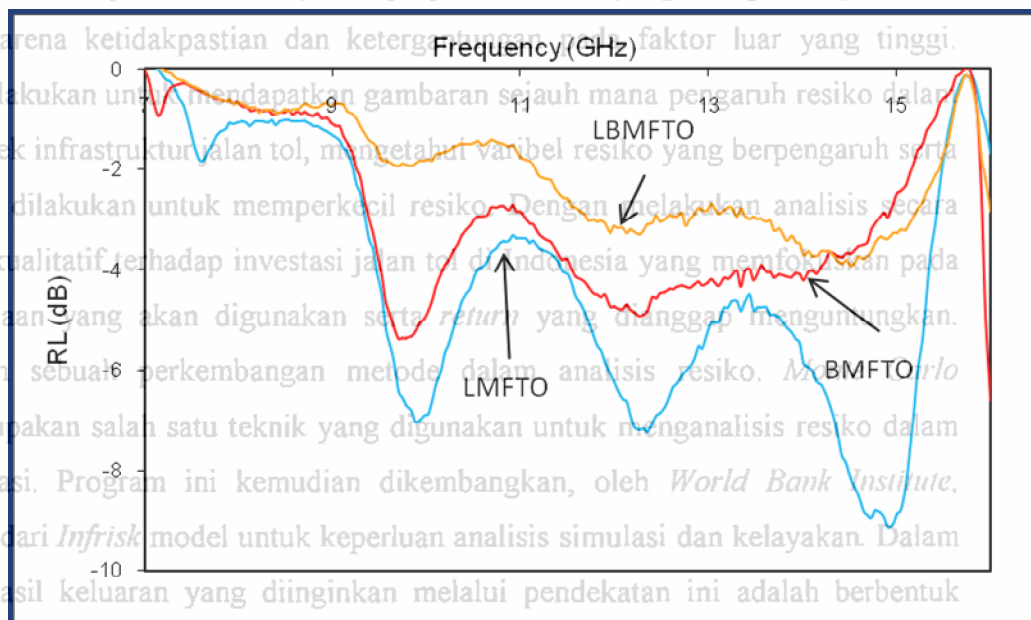
Salah satu hal terpenting dalam pengukuran serapan yakni variabel kepadatan dan jumlah material (ketebalan) masing-masing sampel haruslah sama. Prinsip pengukuran serapan ini yakni mengukur interaksi resonansi antara material dan gelombang yang diberikan. Pada interaksi resonansi tersebut, diharapkan adanya kesesuaian karakter elektrik maupun magnetik antara gelombang yang diberikan dan material sehingga gelombang yang dipantulkan maupun yang ditransmisikan bernilai seminimum mungkin atau dapat dikatakan terjadi penyerapan seoptimum mungkin. Oleh karena itu perbedaan pada kepadatan material, termasuk jumlah sampel (ketebalan) akan mempengaruhi interaksi tersebut. Semakin padat berarti semakin rapat antar butir pada material, yang memungkinkan interaksi lebih sempurna karena tidak adanya ruang kosong pada antar butir yang memungkinkan gelombang ditransmisikan. Sedangkan semakin banyak jumlah material (semakin tebal) berarti interaksi berlangsung lebih lama dan kemungkinan gelombang yang ditransmisikan ataupun dipantulkan lebih kecil. Atau dengan kata lain, nilai koefisien refleksinya (RL) akan semakin besar dengan semakin tebalnya material.

Pada gambar 4.20 terlihat bahwa perubahan komposisi akan merubah sifat absorbansinya. LMFTO memiliki kurva serapan pada frekuensi 8-10.5 GHz. 11-13 GHz dan 14.5-15 GHz. La-0.25 juga memiliki kurva serapan yang mirip, namun lebih melebar pada rentang 11-15 GHz. BMFTO memiliki serapan yang lebar pada 11.5-14.5 GHz. Substitusi 75% ion La oleh Ba pada La-0.25 merubah karakter absorbansinya. Adanya substitusi memperlebar daerah kerja serapan, namun nilai *reflection loss* nya mengecil. Pada material sampel terdiri dari 54.45% material berfasa BMO sehingga sifat serapannya lebih mendekati BMFTO daripada LMFTO. Berdasarkan data serapan kualitatif tersebut, adanya substitusi atom La oleh Ba menghasilkan pelebaran range frekuensi serapan

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

## ABSTRAK

sehingga material tersebut berpotensi dikembangkan untuk menjadi material penyerap.

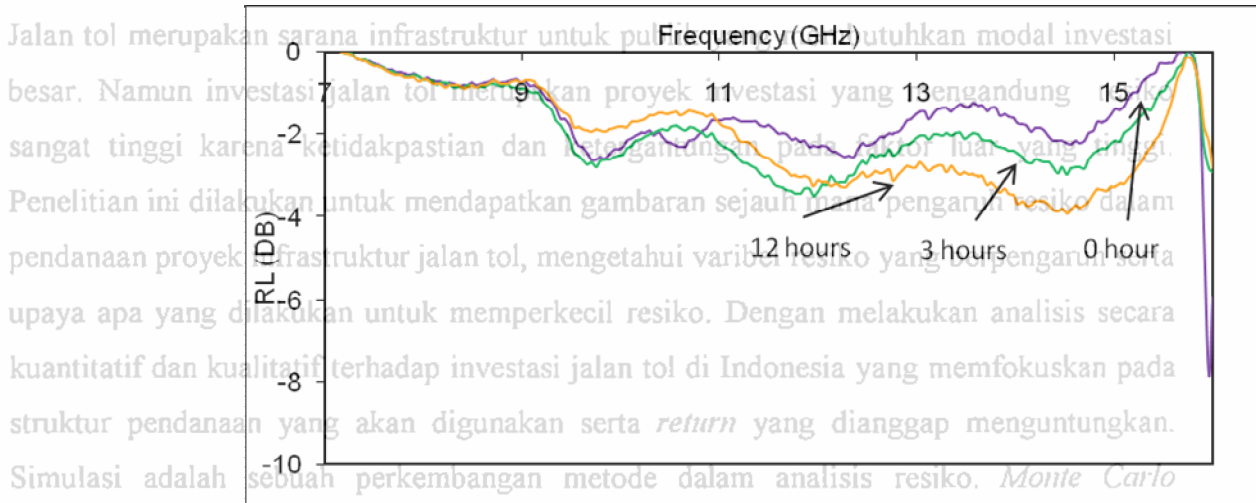


**Gambar 4.20. Perbandingan kurva absorpsi LMFTO, BMFTO dan LBMFTO**

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. Namun, kita masih dapat melihat bahwa tiap sampel memiliki intensitas serapan yang berbeda. Sampel yang dipanaskan 0 jam memiliki intensitas serapan yang lebih kecil daripada sampel lainnya. Selain itu daerah kerja sampel yang 0 jam lebih pendek daripada sampel lainnya, meskipun tidak terlalu signifikan perbedaannya. Atau dengan kata lain, pengontrolan ukuran butir akan membantu dalam menyempurnakan karakter serapan, yakni intensitas serapan yang besar.

## ABSTRAK



**Gambar 4.21. Perbandingan kurva absorptansi LBMFTO dengan perbedaan waktu pemanasan**

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 V

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur yang penting yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketergantungan 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, mengadopsi metode analisis resiko yang menggunakan simulasi.

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

a. Rekayasa struktur  $\text{LaMnO}_3$  dengan substitusi ion La oleh ion Ba dan ion Mn oleh ion Ti dan Fe berhasil dilakukan pada pembuatan material struktur pendanaan yang akan digunakan serta teknik yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko. *Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan oleh *Prima Bank Institute*, menjadi bagian dari *InfraRisk* untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation* dan nilai *Value at Risk* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti *EV*, *IRR*, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Padapembuatan material ini, didapatkan 44.54% material  $\text{La}_{0.25}\text{Ba}_{0.75}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  dan 54.45% material  $\text{BaFe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$ .

b. Temperatur pemanasan dan lamanya pemanasan mempengaruhi laju pertumbuhan ukuran butir. Ukuran butir semakin meningkat dengan meningkatnya temperatur yang diberikan dan semakin lama waktu pemanasan. Kinetika pertumbuhan ukuran butir pada sampel  $\text{La}_{0.25}\text{Ba}_{0.75}\text{Fe}_{0.25}\text{Mn}_{0.5}\text{Ti}_{0.25}\text{O}_3$  pada penelitian ini mengikuti model menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara  $1 = 1 - \exp \left[ 2.3E - 07 \exp \left[ \left( \frac{1986}{T} \right) \right] t^{1.342} \right]$  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.

c. Ukuran butir mempengaruhi sifat absorbansi material, meskipun pada penelitian ini, perbedaannya tampak tidak signifikan. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

##### 5.2 Saran

Sebab Simulasi *InfraRisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia.

Pada penelitian selanjutnya perlu dipelajari efek substitusi secara lebih detail misal pengaruh substitusi jika perbandingan atom Ba dan atom La 1:1 ataupun 7:3 dan 3:7. Pengaruh tersebut dapat berupa material baru yang dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

terbentuk maupun pengaruh sifat magnetik dan sifat serapannya jika dibandingkan dengan material dasar LMO.

Pada sisi studi ukuran butir, banyak literatur yang mengemukakan bahwa absorbansi material bergantung pada besar butir. Meskipun telah diindikasikan pada penelitian ini, namun sejauh mana hal itu mempengaruhi sifat absorbansi material masih belum dipelajari secara lengkap. Ada baiknya juga dipelajari pengaruh ukuran butir jika pada material terdapat 1 fasa dan lebih dari 1 fasa. Hal ini berguna jika material penyerap merupakan senyawa campuran, karena sifat serapan dapat dipengaruhi oleh ukuran butir. Selain itu, studi lebih lanjut juga dapat diarahkan kepada daerah kerja absorbansi optimum untuk material berfasa *manganites* sehingga dapat menentukan nilai intensitas absorbansi dan lebar pita penyerapannya.

menjadi bagian dari *Value at Risk* 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 REFERENSI

- 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 ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, menggunakan metode analisis resiko yang menggunakan 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 W. Callister, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil ketetapan yang digunakan melalui pendekatan adalah berbentuk *probabilistic simulation* dalam bentuk  $(N, \mu, \sigma)$  sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.
- Callister, W.D.(2007). *Materials Science and Engineering An Introduction*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Cao, P., Lu, L., dan Lai M.O. (2001 ). Grain growth kinetics of nanocrystalline magnesium alloy produced by mechanical alloying. *Materials Research Bulletin*, 36, 981-988.
- Coehoorn, R. (2003,September). Giant magnetoresistance and magnetic interactions in exchange-biased spin- valves. *Novel Magnetoelectronic Materials and Devices Lecture Notes*, 1-32. Desember 4, 2011. [www.tue.nl/fileadmin/content](http://www.tue.nl/fileadmin/content)
- Dagotto, E., Hotta, T., Moreo A.(2001). Colossal magnetoresistant materials the key role of phase separation. *Physics Reports*, 344,1-153.
- Lai, J.K.L., Shek, C.H., dan Lin, G.M. (2003). Grain growth kinetics of nanocrystalline SnO<sub>2</sub> for long-term isothermal annealing. *Scripta Materialia*, 49, 441-446.
- Lim, et al. (2009, Juni). Effect of Divalent Ions (A = Ca, Ba and Sr) Substitution in La-A-Mn-O manganite on structural, magnetic and electrical transport properties. *American Journal of Applied Sciences* 01, 2009. Mei, 11, 2012. [www.thescipub.com/pdf/10.3844/ajass](http://www.thescipub.com/pdf/10.3844/ajass)
- Lim, et al (2010). Influence of sintering temperature on microstructure and electrical properties of La<sub>0.67</sub>Ba<sub>0.33</sub>MnO<sub>3</sub> ceramic. *AIP Conference Proceeding* 1250 (1), 59. [www.connection.ebscoshost.com](http://www.connection.ebscoshost.com) . Juni, 13, 2010.
- Lora-Serrano et al. (2011). Magnetic properties of the La<sup>3+</sup>-doped barium titanium manganite Ba<sub>1-x</sub>La<sub>x</sub>Ti<sub>1/2</sub>Mn<sub>1/2</sub>O<sub>3</sub>. Mei 12, 2012. [www.sces2011.org](http://www.sces2011.org)
- Berdasarkan analisis *Monte Carlo simulation* 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 menerima ketidakpastian ekuitas berkisar antara 10% - 20% sementara itu perspektif *lender* sangat terbatas pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menerima tinggi penyertaan. 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 didasarkan pada sebuah kasus. Sebab *Simulation* ini yang sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus disajikan, namun hanya skenario skenario yang terdapat dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Kameli, H., dan Salamati, A. (2008). Influence of grain size on magnetic and transport properties of polycrystalline  $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$  manganites. *Journal of Alloys and Compounds*, 450, 1-2, 7-11.

Kameli, H., dan Salamati, A. (2008). Structural, magnetic and magnetotransport properties of  $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3/x\text{LaMnO}_3$  composites. *Journal of Alloys and Compounds*, 463 1-2, 18-24.

Krishnamurthy, H.R.(2005). A new theory of doped manganites exhibiting colossal magnetoresistance. *Pramana Journal of Physics*, 64, 6, 1063-1074.

Kuek C.Y.. (2006). Measurement of dielectric material properties. *Application note*, RACD607-0019, 1-35. Rohde&Swarz Application Center Asia Pacific

Mansuri I., Varshney D.(2012). Structure and electrical resistivity of  $\text{La}_{1-x}\text{Ba}_x\text{MnO}_3$  ( $0.25 \leq x \leq 0.35$ ) perovskite. *Journal of Alloys and Compounds*. 513, 256-265.

Markovich et al (2010). Size effect on the magnetic properties of antiferromagnetic  $\text{La}_{0.2}\text{Ca}_{0.8}\text{MnO}_3$  nanoparticles. *Physical Review B* 81, 094428-1-094428-11.

Moritomo et al. (1996, March). Giant magnetoresistance of manganese oxides with a layered perovskite structure. *Nature*, 380, 141-144. May 11, 2012. [www.nature.com](http://www.nature.com)

Norton, M.G. dan Suryanarayana, C (1998). *X-Ray Diffraction A Practical Approach*. New York: Plenum Press.

Priyono: (2010). Karakterisasi magnetik dan absorpsi gelombang mikro material magnet berbasis dasar barium hexaferrite. Disertasi, Universitas Indonesia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.



## ABSTRAK

- Ramirez, A. P. (1997, September). Colossal Magnetoresistance. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 9 (39) 8171. November 27, 2011. [www.iopscience.iop.org](http://www.iopscience.iop.org)
- Siwach, P.K., Singh H.K., dan Srivastava. (2008). Low Field Magnetotransport in Manganites. *Journal of Physics: Condensed Matter*. 20 (27) 27301. May 11, 2012. [www.ncbl.nlm.nih.gov](http://www.ncbl.nlm.nih.gov)
- Souza, J. A. et al. (2007). Magnetic susceptibility and electrical resistivity of  $\text{LaMnO}_3$ ,  $\text{CaMnO}_3$ , and  $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  ( $0.13 \leq x \leq 0.45$ ) in the temperature range 300–900 K. *Physical Review B* 76, 024407-1-024407-6.
- Speakman, S. A. (n.d). *Estimating crystallite size using XRD*. Desember 4, 2011. pk.8.31. <http://prism.mit.edu/xray>.
- Therese, G.H.A, dan Kamath, P.V. (2000). Electrochemical Synthesis of Metal Oxides and Hydroxides. *Chem.Matter.*, 12,(5),1195-1204.
- Tullis J., dan Yund, R. A. (May 1982). Grain growth kinetics of quartz and calcite aggregates. *Chicago Journals*, 90 (3), 301-318. Juli 30, 2011. <http://www.jstor.org/stable/30066400>.
- Turner et al.(2008, Mei). Orbital Domain Dynamics in a Doped Manganite. *New Journal of Physics*, 10, 053023. Desember 5, 2011. [www.iopscience.iop.org/1367-2630/](http://www.iopscience.iop.org/1367-2630/)
- Ugur Topal.(2008). Factors influencing the remanent properties of hard magnetic barium ferrites: Impurity phases and grain sizes. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 320, 3–4, 331–335.



## ABSTRAK

Venkataiah, G., Y., Lakshmi Y.K., dan Reddy P.V. (2012, Februari). Influence of sintering temperature on magnetotransport behavior of some nanocrystalline manganites. May 11, 2012. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)

Zhang, Qiwu dan Saito, Fumio. (2000). Mechanochemical synthesis of  $\text{LaMnO}_3$  from  $\text{La}_2\text{O}_3$  and  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  powder. *Journal of Alloys and Compound*, 297,(1),99-103.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, yang mana perlu dilakukan analisis resiko yang 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