



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PERANCANGAN SISTEM AKUISISI DATA TEMPERATUR  
PADA BUNDEL UJI SIMULASI EKSPERIMEN  
*HIGH TEMPERATUR GAS-COOLED REACTOR***

**TESIS**

**NAMA : KISWANTA  
NPM : 0906495040**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM MAGISTER FISIKA INSTRUMENTASI**

**JAKARTA  
JUNI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PERANCANGAN SISTEM AKUISISI DATA TEMPERATUR  
PADA BUNDEL UJI SIMULASI EKSPERIMEN  
*HIGH TEMPERATUR GAS-COOLED REACTOR***

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Fisika  
Instrumentasi**

**NAMA : KISWANTA  
NPM : 0906495040**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI MAGISTER FISIKA INSTRUMENTASI  
KEKHUSUSAN INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA**

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

Nama : KISWANTA

NPM : 0906495040

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

Tanda Tangan : .....

Tanggal : 28 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 dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh resiko dalam

pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, menggunakan *Value at Risk* yang merupakan

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 Magister Fisika Instrumentasi pada Program Studi Magister Fisika

*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 beberapa

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

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 dapat perbedaan *Value at Risk* dan *return* yang signifikan.

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

sejalan dengan besarnya resiko, *investor* menuntut untuk dapat memperoleh keuntungan

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 aspek 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

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : KISWANTA

NPM : 0906495040

Program Studi : Magister Fisika Instrumentasi

Judul Tesis : Perancangan Sistem Akuisisi Data Temperatur Pada Bundel Uji Simulasi Eksperimen *High Temperature Gas-Cooled Reactor*

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 Magister Fisika Instrumentasi pada Program Studi Magister Fisika

*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 beberapa

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

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 dapat perbedaan *Value at Risk* dan *return* yang signifikan.

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

sejalan dengan besarnya resiko, *investor* menuntut untuk dapat memperoleh keuntungan

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 aspek 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

#### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Santoso Sukirno

Pembimbing II : Dr. Sudarno, M.Eng

Penguji I : Dr. Sastra Kusuma Wijaya

Penguji II : Dr. Prawito

Penguji III : Dr. Martarizal

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 28 Juni 2012

## ABSTRAK

### KATA PENGANTAR

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi

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

sangat tinggi karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan

Penelitian ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar

pendanaan proyek Sarjana Magister Fisika Instrumentasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu

upaya apa yang dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada

kuantitatif dan karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

struktur pendana (1) Dr. Adhi Basukriadi, selaku Dekan F-MIPA Universitas Indonesia;

Simulasi adalah (2) Dr. Santoso Sukirno, selaku Ketua Departemen Fisika sekaligus Dosen

kegiatan investasi. (3) Dr. Sastra Wijaya Kusuma, Dr. Prawito dan Dr. rer. Nat. Martarizal, selaku

menjadi bagian d (4) Dr. Setiyanto, M.Sc., selaku kepala Pusat Teknologi Reaktor dan

penelitian ini hasil Keselamatan Nuklir – Badan Tenaga Nuklir Nasional yang telah mengizinkan

probabilistic simulasi saya untuk melakukan Tugas Akhir di Laboratorium Termohidrolika

utama investasi seperti (5) Dr. Sudarno, M.Eng., selaku Pembimbing II dari PTRKN-BATAN yang telah

project. Berdasarkan analisis (6) Eti Suhartini (Isteri), Anak-anak (Bagaswara Robbiantarto, Diajeng Bunga

resiko yang terjadi Az-Zahra, Queen Triartha Az-Zahra, Vionna Alytha Az-Zahra), Orang tua dan

menentukan stuktur (7) Ir. Sulistiono, Dipl. Ari Satmoko, DEA., Ismu Handoyo, Edy Sumarno, Joko

sejalan dengan men (8) Sahabat saya seangkatan di S2 Fisika-UI (Diby Susanto, Restunang, Rio dan

ekuitas berkisar antara level tertinggi, artinya (8) Sahabat saya seangkatan di S2 Fisika-UI (Diby Susanto, Restunang, Rio dan

tinggi penyertaan menerima konsekw saya dalam menyelesaikan tesis ini.

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

mengenai berbagai kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat

Sebab Simulasi bagi pengembangan ilmu di Indonesia dan sejangat raya.

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 men- Penulis

hasil analisis yang lebih baik

Depok, 28 Juni 2012

## ABSTRAK

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

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

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

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam

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

upaya apa yang dilakukan untuk mengurangi resiko, melakukan analisis secara

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

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

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

*simulation* merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis resiko.

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada

Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

menjadi bagian dari *Indonesian Journal of Applied Mathematics*.

penelitian ini hasil kebermanfaatan yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk

*probabilistic simulation* beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti

Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan,

utama investasi seperti *ITX*, *RD*, *debt service coverage ratio*, *debt to capital ratio* dan *cost of capital*.

*project*.

merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama

saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh

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

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

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

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

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

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

menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

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

mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

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

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

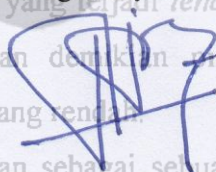
dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan

hasil analisis yang lebih baik

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 28 Juni 2012

Yang menyatakan



(KISWANTA)

## ABSTRAK

### ABSTRAK

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi

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

Nama : KISWANTA

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

Program Studi : Magister Fisika Instrumentasi

Penelitian ini dilakukan dengan judul Tesis : Perancangan Sistem Akuisisi Data Temperatur Pada Bundel Uji

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

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

kuantitatif dan kualitatif terhadap resiko yang dihadapi pada struktur pendanaan

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

*simulation* merupakan kegiatan yang menggunakan komputer untuk pengukuran

kegiatan investasi. Program ini kemudian dikenal sebagai *Monte Carlo*

menjadi bagian dari kegiatan yang menggunakan metode pendekatan berbasis

penelitian ini hasil kegiatan yang digunakan melalui pendekatan berbasis

*probabilistic simulation* merupakan kegiatan yang menggunakan metode pendekatan berbasis

utama investasi. Program ini kemudian dikenal sebagai *Monte Carlo*

*project*. Berdasarkan analisis simulasi yang dilakukan oleh peneliti pada saat komisioning

resiko yang terdapat pada proyek infrastruktur jalan tol, mengidentifikasi variabel resiko yang berpengaruh serta

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

kuantitatif dan kualitatif terhadap resiko yang dihadapi pada struktur pendanaan

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

*simulation* merupakan kegiatan yang menggunakan komputer untuk pengukuran

kegiatan investasi. Program ini kemudian dikenal sebagai *Monte Carlo*

menjadi bagian dari kegiatan yang menggunakan metode pendekatan berbasis

penelitian ini hasil kegiatan yang digunakan melalui pendekatan berbasis

*probabilistic simulation* merupakan kegiatan yang menggunakan metode pendekatan berbasis

utama investasi. Program ini kemudian dikenal sebagai *Monte Carlo*

*project*. Berdasarkan analisis simulasi yang dilakukan oleh peneliti pada saat komisioning

resiko yang terdapat pada proyek infrastruktur jalan tol, mengidentifikasi variabel resiko yang berpengaruh serta

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

kuantitatif dan kualitatif terhadap resiko yang dihadapi pada struktur pendanaan

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

*simulation* merupakan kegiatan yang menggunakan komputer untuk pengukuran

kegiatan investasi. Program ini kemudian dikenal sebagai *Monte Carlo*

menjadi bagian dari kegiatan yang menggunakan metode pendekatan berbasis

penelitian ini hasil kegiatan yang digunakan melalui pendekatan berbasis

*probabilistic simulation* merupakan kegiatan yang menggunakan metode pendekatan berbasis

utama investasi. Program ini kemudian dikenal sebagai *Monte Carlo*

*project*. Berdasarkan analisis simulasi yang dilakukan oleh peneliti pada saat komisioning

resiko yang terdapat pada proyek infrastruktur jalan tol, mengidentifikasi variabel resiko yang berpengaruh serta

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

kuantitatif dan kualitatif terhadap resiko yang dihadapi pada struktur pendanaan

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

*simulation* merupakan kegiatan yang menggunakan komputer untuk pengukuran

kegiatan investasi. Program ini kemudian dikenal sebagai *Monte Carlo*

menjadi bagian dari kegiatan yang menggunakan metode pendekatan berbasis

penelitian ini hasil kegiatan yang digunakan melalui pendekatan berbasis

*probabilistic simulation* merupakan kegiatan yang menggunakan metode pendekatan berbasis

utama investasi. Program ini kemudian dikenal sebagai *Monte Carlo*

*project*. Berdasarkan analisis simulasi yang dilakukan oleh peneliti pada saat komisioning

### PERANCANGAN SISTEM AKUISISI DATA TEMPERATUR PADA BUNDEL UJI SIMULASI EKSPERIMEN *HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR*.

Perancangan dilakukan untuk membangun suatu sistem

pengambilan data berbasis komputer yang digunakan untuk pengukuran

temperatur suatu proses eksperimen termohidraulik. Sebagai sensor temperatur

digunakan termokopel tipe K (Chromel-Alumel). Kegiatan ini bertujuan untuk

menyediakan fasilitas eksperimental sehingga pengujian bahan atau komponen

pada kondisi temperatur tinggi sekitar  $500^{\circ}\text{C}$  -  $1000^{\circ}\text{C}$  dengan aliran gas Helium

dapat dilakukan. Kegiatan diawali dengan perancangan sumber pemanas,

fabrikasi, komisioning dan pengujian. Komisioning dan pengujian dilakukan

dengan pemanasan sampai temperatur yang dikehendaki melalui pemberian

tegangan listrik yang bertahap mulai dari 10 – 160 Volt, agar kenaikan tegangan

bertahap dan tidak melonjak tinggi secara tiba-tiba. Hal ini dimaksudkan agar

kekuatan heater dapat bertahan lama dan tidak cepat putus. Kegiatan yang dimulai

dari desain, fabrikasi, komisioning dan pengujian berhasil dilakukan. Hasil

kegiatan berupa sistem akuisisi data pada perangkat sumber pemanas yang

mempunyai kemampuan pemanasan pada saat komisioning hingga temperatur

$753,045^{\circ}\text{C}$  selama 10.484 detik pada tegangan listrik 160 Volt dari tegangan

maksimum 220 Volt (72,73%), dengan error kesalahan pada saat kalibrasi sebesar

$6^{\circ}\text{C}$  atau sekitar 1% pada temperatur di atas  $600^{\circ}\text{C}$ .

Kata kunci : Perancangan, sistem akuisisi data, temperatur tinggi.

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

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

menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

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

mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam

merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek

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

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

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

hasil analisis yang lebih baik

## 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.

Penelitian ini dilakukan untuk merencanakan rancangan sebuah program pengujian 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.

*Name* : KISWANTA

*Study Program* : Magister of Instrumentation Physics

*Title* : *Designed of Temperature Data Acquisition System for High Temperature Gas-Cooled Reactor Simulation Experiment Testing Bundle*

**DESIGNED OF TEMPERATURE DATA ACQUISITION SYSTEM FOR HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED REACTOR SIMULATION EXPERIMENT TESTING BUNDLE.** Design carried out to build a computer

based data acquisition system used for measuring the temperature of a process of experimentation termohidraulik. Thermocouples used as temperature sensor type K (Chromel-Alumel). This activity aims to provide an experimental facility to test

materials or components under conditions of high temperatures around 500 °C - 1000 °C with a flow of Helium gas can be done. Activity begins with the design of heating sources, fabrication, commissioning and testing. Commissioning and

testing is done by heating to a desired temperature by providing a gradual voltage from 10-160 volts, so that a gradual increase in voltage and high jump suddenly. This is so that the power of the heater can last a long time and did not quickly

broken. Activities starting from design, fabrication, commissioning and testing was done. The results of the activities of a data acquisition system on the device having a heat source at the time of commissioning the heating capability of up to

753.045 °C temperature for 10,484 seconds at a voltage of 160 volts maximum voltage 220Volt (72.73%), with an error when the calibration error by 6<sup>0</sup>c or about 1% at temperatures above 600<sup>0</sup>C.

*Key words*: design, data acquisition systems, high temperature.

Berdasarkan analisis 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 ISI

Jalan tol merupakan 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.	HALAMAN JUDUL .....	i
Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dapat dilakukan untuk 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.	LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
Simulasi adalah metode pengembangan masalah dalam analisis resiko. <i>Monte Carlo simulation</i> merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi yang dikembangkan oleh <i>World Bank Institute</i> .	LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
menjadi bagian dari analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini diharapkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk <i>probabilistic simulation</i> dan <i>multi-period VAR (Value at Risk)</i> sebagai variabel keputusan utama investasi.	KATA PENGANTAR .....	iv
<i>project</i> . Berdasarkan analisis hasil penelitian dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terhadap perbedaan perspektif antara investor dan lender dalam menentukan struktur perolehan. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor individu tidak dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar 15% - 20% dari total investasi. Perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal.	LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	v
menerima konsekuensi terhadap <i>return</i> yang rendah. Perlu dicatat bahwa analisis yang lengkap mengenai berbagai aspek yang berkaitan dengan analisis yang lengkap. Sebab Simulasi Monte Carlo yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dan beragam struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Diharapkan proyek sesungguhnya sejumlah skenario pendanaan harus diseleksi dan tidak hanya skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus yang dapat dipilih yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.	ABSTRAK .....	vi
	ABSTRACT .....	vii
	DAFTAR ISI .....	viii
	DAFTAR GAMBAR .....	x
	DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
	1. PENDAHULUAN .....	1
	1.1 Latar Belakang dan Permasalahan .....	1
	1.2 Deskripsi Bundel Uji Simulasi <i>High Temperature Gas-cooled Reactor</i> .....	4
	1.3 Masalah Penelitian .....	5
	1.4 Penyelesaian Masalah .....	5
	1.5 Tujuan Kegiatan Penelitian .....	5
	1.6 Metodologi Penelitian .....	5
	1.7 Manfaat Penelitian .....	6
	2. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
	2.1 Pengertian Sistem Akuisisi Data .....	7
	a. Obyek Pengukuran .....	7
	b. Transduser .....	7
	c. Pengkondisi Sinyal .....	8
	d. <i>Data Acquisition Modul</i> .....	8
	e. Komputer .....	9
	f. <i>Software</i> akuisisi data .....	10
	2.2 Konsep Sistem Akuisisi Data Temperatur .....	10
	2.2.1 Termokopel .....	10
	2.2.2 Analog-to-Digital Converter .....	12
	2.2.3 Multiplexing dan Teori Sampling .....	26
	3. KONFIGURASI SISTEM AKUISISI DATA TEMPERATUR PADA BUNDEL UJI SIMULASI HTGR .....	34
	3.1 Bundel Uji Simulasi HTGR ( <i>High Temperature Gas-cooled Reactor</i> ) .....	34
	3.2 Posisi Transduser Temperatur (Termokopel type K) .....	35
	3.3 Pengkondisi Sinyal (NI 9213 16-Channel Thermocouple Input Module) .....	36
	3.4 <i>Data Acquisition Modul (NI CompactDAQ 9188 (cDAQ-9188) Ethernet)</i> .....	42
	3.5. Komputer Akuisisi Data .....	44
	3.6. Software pemrograman Labview 2011 .....	45
	4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	48
	4.1 Diagram Alir Sistem Akuisisi Data .....	48
	4.2 Desain Tampilan Sistem Akuisisi Data .....	49
	4.3 Proses Konversi Pengukuran pada Tampilan .....	52

## ABSTRAK

4.4 Proses Kalibrasi .....	53
4.5 Penentuan Ketelitian, Keakuratan, Sensitivitas dan Error .....	53
Jalan tol merupakan proyek yang membutuhkan modal investasi	55
4.6 Analisis Data Hasil Pengamatan .....	55
besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko	
sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.	
5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	65
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</i>	
<i>simulation</i> merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam	
kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh <i>World Bank Institute</i> ,	
menjadi bagian dari <i>Infrisk</i> model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam	
penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk	
<i>probabilistic simulation</i> dan <i>multi-period VAR (Value at Risk)</i> sebagai variabel keputusan	
utama investasi seperti NPV, IRR, <i>debt service coverage ratio</i> dan <i>social benefit from the</i>	
<i>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 struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif <i>investor</i> sangat beragam	
sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan	
ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif <i>lender</i> cenderung konstan pada	
level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi <i>lender</i> akan selalu menuntut	
tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak <i>lender</i> hanya akan	
menerima konsekuensi terhadap <i>debt-financed</i> yang rendah.	
Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap	
mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.	
Sebab Simulasi <i>Infrisk</i> yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam	
merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek	
jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, sejumlah skenario	
pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan	
dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan	
hasil analisis yang lebih baik	
DAFTAR PUSTAKA .....	66

# ABSTRAK

## DAFTAR GAMBAR

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi ini merupakan level investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena membutuhkan modal yang sangat besar.	Gambar 1.1 Bahan bakar tipe prisma untuk GTMHR .....	3
Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis resiko yang berpengaruh serta pendanaan proyek yang akan dilakukan.	Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem Akuisisi Data .....	7
upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko yang berpengaruh serta kuantitatif dan kualitatif dalam analisis resiko.	Gambar 2.2 Blok Diagram <i>Multichannel DAS</i> .....	9
struktur pendanaan proyek yang akan dilakukan.	Gambar 2.3 Blok Diagram ADC menggunakan digital-to-analog converter .....	14
Simulasi adalah sebuah pemrosesan kode dalam analisis resiko dalam <i>simulation</i> merujuk pada pemrosesan kode dalam analisis resiko dalam kegiatan investasi.	Gambar 2.4 Blok Diagram ADC Tegangan ke Frekuensi Konverter .....	15
menjadi bagian dari penelitian ini.	Gambar 2.5 Dual-lereng ADC Integrated .....	15
probabilistic simulation merujuk pada pemrosesan kode dalam analisis resiko dalam kegiatan investasi.	Gambar 2.6 Blok Diagram Sigmadelata ADC .....	17
utama investasi.	Gambar 2.7 Sigma-delta ADC cocok untuk akuisisi data resolusi tinggi .....	17
project.	Gambar 2.8 Garis lurus dalam grafik ADC dengan resolusi yang tak terbatas ...	19
Berdasarkan analisis yang dilakukan.	Gambar 2.9 Histogram menggambarkan bagaimana 12-bit ADC sampel .....	23
resiko yang terdapat dalam penelitian ini.	Gambar 2.10 Multiplekser (MUX) .....	26
menentukan studi yang akan dilakukan.	Gambar 2.11. Contoh dari operasi 512-lokasi sequencer 100 kHz akuisisi data ..	30
sejalan dengan perkembangan teknologi.	Gambar 2.12 Multiplexer dengan urutan yang dapat dipilih .....	31
ekuitas berkisar antara 100 juta hingga 1 miliar.	Gambar 2.13 Buffering sinyal menjelang multiplexer .....	32
level tertinggi, akan tetapi biaya yang dikeluarkan akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal.	Gambar 2.14 Sebuah Multiplexer empat saluran dengan low-pass filter .....	33
menerima konsep yang akan dilakukan.	Gambar 3.1 Konfigurasi Sistem Akuisisi Data Temperatur .....	34
Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimungkinkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai aspek yang akan dilakukan.	Gambar 3.2 (a) Skesa Bundel Uji HTGR (b) Bundel Uji HTGR Dalam .....	35
Sebab Simulasi yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan resiko yang akan dilakukan.	Gambar 3.3. NI 9213 16-Channel Thermocouple Input Module .....	36
jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, selanjutnya skenario pendanaan harus dilakukan.	Gambar 3.4. Konsep Hubungan Kabel Termokopel ke Terminal NI 9213 .....	37
dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.	Gambar 3.5. Pemasangan Kabel Termokopel ke Terminal NI 9213 .....	38
	Gambar 3.6. Ilustrasi Rangkaian Satu Kanal Masukan NI 9213 .....	38
	Gambar 3.7 Data Akuisisi NI CompactDAQ 9188 .....	42
	Gambar 3.8 Blok Diagram Data Akuisisi NI CompactDAQ 9188 .....	43
	Gambar 3.9 Komputer Akusisi Data .....	45
	Gambar 3.10 Contoh Tampilan Program VI ( <i>Front Panel</i> ) .....	45
	Gambar 3.11 Contoh Blok Diagram Sistem Akuisisi Data .....	47
	Gambar 4.1. Diagram Alir Proses Operasi DAS .....	48
	Gambar 4.2. Tampilan Pengukuran DAS HTGR .....	49
	Gambar 4.3. Blok Diagram DAS HTGR .....	51
	Gambar 4.4. Kurva Kalibrasi Temperatur Referensi vs Temperatur DAS .....	54
	Gambar 4.5. Grafik Temperatur Referensi Vs Nilai <i>Error</i> .....	55
	Gambar 4.6. Kurva daya terhadap perubahan temperatur. ....	56
	Gambar 4.7. Grafik pemanasan konduksi dengan variasi temperatur .....	57
	Gambar 4.8. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T1=550 °C .....	58
	Gambar 4.9. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T2=550 °C .....	59
	Gambar 4.10. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T3=250 °C .....	59
	Gambar 4.11. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T4=250 °C .....	60
	Gambar 4.12. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T5=247 °C .....	60
	Gambar 4.13. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T6=244 °C .....	61
	Gambar 4.14. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T7=240 °C .....	61
	Gambar 4.15. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T8=227 °C .....	62
	Gambar 4.16. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T9=193 °C .....	62
	Gambar 4.17. Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi T2=550 °C .....	63
	Gambar 4.18. Grafik pemanasan konduksi tanpa ditutup glasswall .....	64

## ABSTRAK

### DAFTAR LAMPIRAN

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.	
Indeks 1.....	67
Indeks 2.....	68
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.	
Indeks 3.....	69
Indeks 4.....	70
Indeks 5.....	71
Indeks 6.....	72
Indeks 7.....	73
Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. <i>Monte Carlo simulation</i> merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh <i>World Bank Institute</i> , menjadi bagian dari <i>Infrisk</i> model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk <i>probabilistic simulation</i> dan <i>multi-period VAR (Value at Risk)</i> sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, <i>debt service coverage ratio</i> dan <i>social benefit from the project</i> .	
Indeks 8.....	74
Indeks 9.....	75
Indeks 10.....	76
Indeks 11.....	77
Indeks 12.....	78
Indeks 13.....	79
Indeks 14.....	80

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

#### 1.1. Latar Belakang dan Permasalahan

Pemanfaatan energi nuklir untuk mensuplai kebutuhan listrik berhubungan dengan pendirian PLTN dan penggunaan reaktor pada negara yang memanfaatkan energi nuklir. Pendirian PLTN dilakukan untuk menghasilkan daya listrik yang lebih besar di bandingkan dengan penghasil listrik konvensional seperti batubara, minyak bumi, biodisel, geotermal, dan lainnya. PLTN yang didirikan juga dapat bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin mengalami krisis. Pembangunan PLTN dilakukan dengan memperhatikan berbagai aspek keselamatan dalam desain dan pengoperasian suatu reaktor nuklir sehingga diperlukan manajemen keselamatan. Tiga pilar dalam manajemen keselamatan PLTN adalah *core management*, *thermal management*, dan *depend in depth management* (Khalisa, 2010). Pada pemanfaatan energi nuklir ini, PLTN menggunakan reaktor dengan tipe yang bermacam – macam seperti : PWR, BWR, MAGNOX, HTGR, dan lainnya. Perkembangan teknologi pun kini mulai mengkaji reaktor tipe baru yaitu HTGR, reaktor HTGR ini dapat menghasilkan daya listrik yang lebih besar sebagai pemenuhan kebutuhan masyarakat dan bisa lebih memanfaatkan hasil keluaran panas reaktornya.

HTGR (*High Temperature Gas-cooled Reactor*) yang merupakan reaktor dengan konsep reaktor kogenerasi ini pada umumnya memanfaatkan panas yang dikeluarkan oleh reaktor yaitu untuk pembangkit tenaga listrik 33,33%, produksi gas hidrogen 28,33%, dan desalinasi 38,33%. Energi panas yang dikeluarkan seluruhnya dapat dimanfaatkan tanpa ada panas yang terbuang ke lingkungan.

Pemanfaatan penggunaan energi nuklir dengan reaktor jenis HTGR dapat menghasilkan energi listrik yang lebih besar dibandingkan dengan reaktor jenis lain maupun pembangkit listrik lainnya. Energi nuklir dengan menggunakan reaktor ini juga dapat lebih dimanfaatkan kembali dari panas yang dihasilkan untuk proses desalinasi/ produksi air bersih, penggunaan panas untuk proses industri, pencairan batubara, produksi hidrogen, proses iradiasi, dan lainnya.

## ABSTRAK

Pemanfaatan panas untuk proses industri seperti pada *heat exchanger* (Supriatna, 2009).

Reaktor berpendingin gas helium temperatur tinggi telah dikembangkan oleh General Atomics (GA) sejak tahun 1960, untuk keperluan pembangkit listrik dan produksi panas proses untuk berbagai keperluan industri, termasuk produksi hidrogen dan desalinasi air laut. Dalam dekade belakangan ini, GA sedang mengembangkan reaktor nuklir dengan keselamatan pasif dan ukuran modular yang dikenal dengan nama MHR (*Modular Helium Reactor*). Reaktor jenis MHR ini dapat dikopel secara langsung dengan sistem konversi daya menggunakan siklus Brayton untuk membangkitkan listrik dengan efisiensi tinggi, sehingga konsep reaktor ini dikenal dengan GTMHR (*Gas Turbine – Modular Helium Reactor*). Reaktor MHR ini selain dirancang untuk pembangkit listrik (GT-MHR), juga dirancang untuk menghasilkan panas yang dapat digunakan untuk proses produksi hidrogen, dan desalinasi air laut (Shenoy, 1995).

Proses produksi hidrogen dan desalinasi air laut tersebut memerlukan sistem konversi daya berupa sistem *Intermediate Heat Exchanger* (IHX) yang akan memindahkan daya dari reaktor ke sistem proses. Karakteristik reaktor berpendingin gas Helium temperatur tinggi seperti pada data berikut :

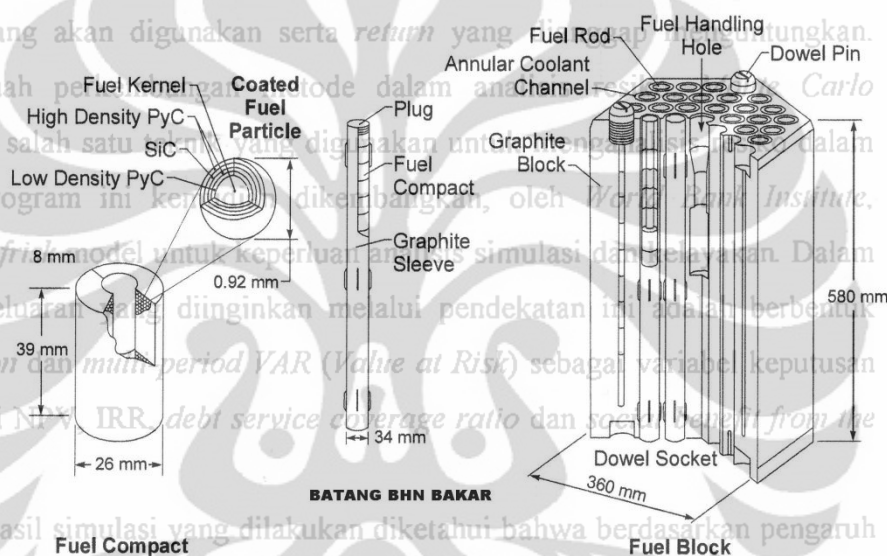
Tabel 1.1. Karakteristik Reaktor Berpendingin Gas Helium Temperatur Tinggi, jenis GTMHR (Sumijanto, 2009).

Parameter Reaktor	Nilai
Daya reaktor	600 MW
Moderator dan reflektor	Grafit
Pendingin	Gas helium fasa tunggal (He)
Temperatur <i>outlet</i> pendingin He	950 °C
Temperatur <i>inlet</i> pendingin He	594 °C
Laju alir pendingin He	324 kg/s
Tekanan pendingin He	5,1 Mpa

HTGR adalah reaktor maju yang menggunakan helium sebagai pendingin, dan menggunakan inti (*kernel*) bahan bakar berdiameter 0,5 mm dilapisi dengan

## ABSTRAK

beberapa lapis pirokarbon. Di dunia ada beberapa jenis disain reaktor maju HTGR, diantaranya adalah PBMR (*Pebble Bed Modular Reactor*) dan GTMHR (*Gas Turbine Modular Helium Reactor*). Disain reaktor GTMHR menggunakan kerangka bahan bakar berbentuk heksagonal prismatik dengan lebar flat alas 35 cm, dan tinggi 75 cm. Elemen bahan bakar berbentuk batang dengan inti TRISO (*triple coated isotropic carbon*) dimasukkan ke dalam blok grafit berbentuk segi enam (prismatik). Disain prismatik blok grafit bahan bakar GTMHR dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 1.1. Bahan bakar tipe prisma untuk GTMHR (Sriyono, 2009)

Penelitian terkait simulasi HTGR atau reaktor berpendingin gas ini dilakukan di Laboratorium Termohidrolika eksperimental, PTRKN (Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Serpong. Simulasi pada HTGR ini dilakukan secara eksperimental untuk mengkaji fenomena sirkulasi temperatur tinggi. Proses perpindahan kalor pada bagian uji HTGR memiliki gradien sehingga terjadi perpindahan energi maupun perambatan kalor dari bagian yang bertemperatur tinggi ke bagian yang bertemperatur rendah (Utomo, 2010).

Pada perpindahan kalor yang mungkin terjadi pada proses pemanasan yang dilakukan yaitu perpindahan kalor baik secara, konduksi, konveksi, maupun radiasi. Distribusi temperatur yang terjadi pada heater memungkinkan untuk mencapai suhu yang tinggi dibandingkan distribusi temperatur pada dinding –

## ABSTRAK

dindingnya baik bagian luar maupun bagian dalam bundel uji. Fluks kalor pada heater memungkinkan untuk nilai yang lebih besar dibandingkan dengan fluks kalor pada dinding – dindingnya. Koreksi pada proses pemanasan yang dilakukan memungkinkan untuk tidak terlalu besar dengan peredam panas yang digunakan agar panasnya tidak berinteraksi dengan lingkungan sekitar.

Penelitian yang dilakukan dibatasi pada suatu sistem simulasi plat yang berbentuk balok. Plat berbentuk balok tersebut terbuat dari plat stainless steel 304 dengan ukuran 120 cm X 20 cm X 20 cm. Heater dipasang secara seri dengan menggunakan 2 buah heater. Variabel kontrol yang digunakan adalah temperatur yang terukur pada heater. Tegangan maksimum yang digunakan 220 volt. Batas temperatur maksimum 1000 °C pada temperatur heater. Penelitian berada pada tekanan 1 atm. Penempatan pengukuran temperatur yang diambil hanya di beberapa titik pada heater dan dinding bundel uji HTGR. Termokopel yang digunakan merupakan termokopel tipe K. Pada eksperimen dilakukan pengamatan parameter yang diukur adalah proses kenaikan temperatur dan pengukuran harus secara realtime dan serempak serta dapat merekam data ke dalam media penyimpanan. Oleh karena itu dilakukan perancangan suatu sistem akuisisi data temperatur yang berbasis komputer sehingga proses pencatatan data lebih cepat, lebih akurat dan dapat disimpan di hard-disk, dicetak dalam bentuk grafik maupun tabel.

### I.2. Deskripsi Bundel Uji Simulasi *High Temperature Gas-cooled Reactor*

- Bundel Uji Simulasi *High Temperature Gas-cooled Reactor* (HTGR) adalah perangkat sumber panas untuk penelitian keselamatan teknologi reaktor nuklir generasi terbaru yaitu reaktor berpendingin gas.
- HTGR beroperasi pada temperatur tinggi antara 700 – 1000°C.
- Terbuat dari Plat Stainless Steel – SS304 tebal 4mm berbentuk kotak persegi panjang dengan ukuran panjang X lebar X tinggi = 20cm X 20cm X 120 cm, dengan heater listrik 10 Kwatt di dalamnya.



## ABSTRAK

### I.3. Masalah Penelitian

Diperlukan pengukuran temperatur pada Bundel Uji HTGR untuk mengetahui proses pemanasan heater dan proteksi overheating pada kawat pemanas sehingga tidak cepat putus.

### I.4. Penyelesaian Masalah

Merancang dan membangun sistem akuisisi data untuk temperatur upaya apa yang diperlukan 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*.

### I.5. Tujuan Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk membangun suatu sistem akuisisi data berbasis komputer pada Bundel Uji Simulasi HTGR agar dapat memaksimalkan kinerja dari penelitian eksperimental pada Laboratorium Termohidraulika di PTRKN – BATAN Serpong.

### I.6. Metodologi Penelitian

Kegiatan rancang bangun dan eksperimen dilakukan dalam kurun waktu menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, *investor* dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari *investor*. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

#### 1. Studi Literatur

Penulis berusaha mencari materi dasar seperti buku-buku, artikel, majalah, koran, tabloid dan internet yang akan mendukung kerja dan dapat dijadikan suatu referensi untuk pengembangan pembuatan sistem ini. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

#### 2. Konsultasi

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

### 3. Studi Lapangan

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

#### 1.7. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dilakukan adalah :

1. Menyediakan sistem akuisisi data berbasis komputer yang dapat melakukan pengukuran temperatur secara realtime, serentak pada beberapa titik ukur, mudah pengoperasiannya dan mampu menyimpan data temperatur ke dalam media penyimpan serta dapat menampilkan hasil pengukuran pada layar monitor.

2. Memberikan informasi mengenai persebaran panas di bundel uji simulasi eksperimen temperatur tinggi sehingga memudahkan analisa hasil eksperimen untuk penelitian keselamatan reaktor nuklir jenis HTGR.

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

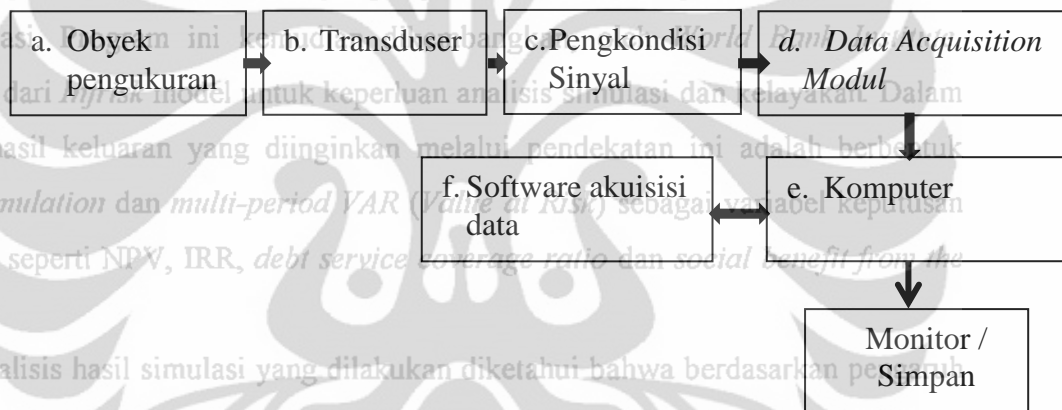
### BAB II

#### TINJAUAN PUSTAKA

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

##### 2.1 Pengertian Sistem Akuisisi Data

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 sistem akuisisi data terdiri dari sejumlah elemen atau komponen yang saling kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada berhubungannya satu dengan yang lain hingga dapat melakukan kerja berupa pencatatan dan perekaman data secara cepat, *realtime* dan akurat. Elemen-elemen tersebut dapat diperlihatkan pada Gambar 2.1. [1]



Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem Akuisisi Data

##### Keterangan :

###### a. Obyek Pengukuran

Obyek pengukuran adalah elemen yang akan diukur dan dicatat berupa besaran-besaran fisis seperti tekanan, temperatur, level air tangki, frekuensi, getaran, dan sebagainya. Dari eksperimen akan dihasilkan data-data pengukuran. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

###### b. Transduser

Kebanyakan pengukuran memerlukan transducer atau sensor, sebuah perangkat yang mengkonversi besaran fisik terukur ke sinyal listrik. Contohnya termasuk suhu, regangan, percepatan, tekanan, getaran, dan suara. Namun yang lain kelembaban, aliran, tingkat, kecepatan, kapasitas, pH, dan komposisi kimia.

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Transduser atau Sensor datang dalam berbagai banyak bentuk, ukuran, dan spesifikasi. Mereka menghubungkan antara perangkat fisik yang diukur dan masukan pengkondisi sinyal. Kebanyakan sensor dibeli secara umum, tetapi dalam beberapa kasus, mereka dibuat khusus untuk kebutuhan pengukuran tertentu. Terlepas dari input, namun sinyal output biasanya tegangan, arus, kapasitas, atau hambatan dan semua dapat dikondisikan dan ditangani sama baiknya. Produsen sering menyediakan spesifikasi, catatan aplikasi, dan prinsip-prinsip operasi sensor spesifik untuk membantu pengguna menerapkan perangkat yang paling efisien.<sup>[2]</sup>

### c. Pengkondisi Sinyal

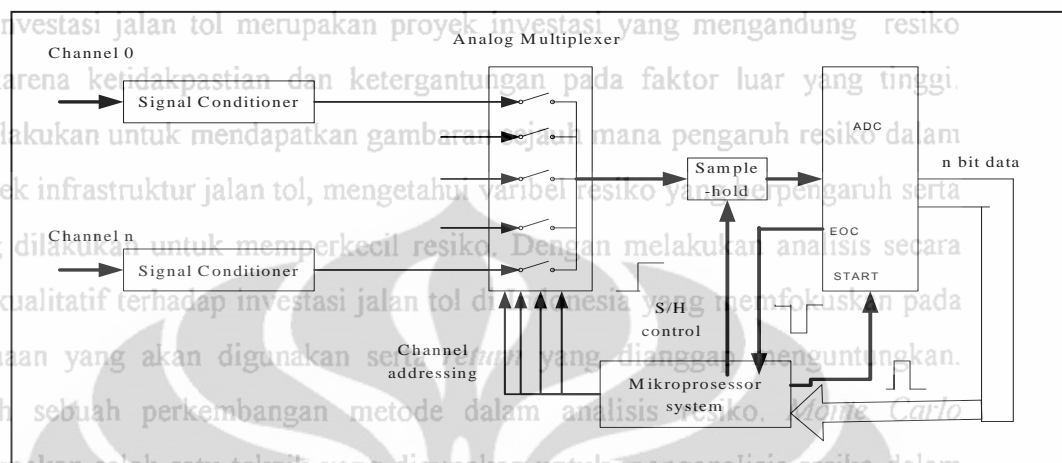
Pengkondisi sinyal menerima sinyal keluaran transduser atau sensor dan mengubahnya menjadi bentuk yang dapat dimanipulasi oleh sistem akuisisi data. Pengkondisi sinyal biasanya memperkuat, menyaring, mengisolasi, dan melinearasi sinyal-sinyal. Mereka juga mengubah arus ke tegangan dan tegangan ke frekuensi, menyediakan fungsi lain seperti simultan sampel dan hold (SS & H), dan memasok bias tegangan atau eksitasi sinyal untuk transduser tertentu. Mereka mungkin datang dengan masukan tunggal berakhir (*single-ended input*) atau input diferensial untuk meningkatkan signal-to-noise ratio. Output dari pengkondisi sinyal, pada gilirannya, terhubung ke input dari analog-ke-digital converter (ADC) tertanam dalam sistem akuisisi data. Akhirnya, ADC mengubah sinyal analog ke sinyal digital yang dapat ditransfer dari sistem akuisisi data ke komputer untuk pengolahan, grafik, dan penyimpanan.<sup>[3]</sup>

### d. Data Acquisition Modul

*Data Acquisition Modul* adalah piranti yang berfungsi sebagai fasilitas masukan dan keluaran data. Piranti ini dihubungkan dengan komputer. Jika parameter yang akan diukur terdiri dari banyak saluran, maka digunakan kartu akuisisi data dengan banyak masukan, biasa disebut *Multichannel DAS*. Pada piranti ini, jika sejumlah besaran harus dibaca secara simultan maka *Time Division Multiplexing (TDM)* digunakan untuk mengontrol pembacaan masukan (*input*). *Multiplexer*, adalah komponen yang tersusun dari sejumlah *switch analog*

## ABSTRAK

yang mempunyai keluaran (*output*) terhubung secara bersama membentuk *output* tunggal. Pada Gambar 2.2 ditunjukkan blok diagram *Multichannel DAS*.



Gambar 2.2 Blok diagram *Multichannel DAS*

Dalam konfigurasi seperti dalam gambar 2.2 di atas, mikroprosesor menghasilkan :

- Sinyal kontrol untuk rangkaian *sample-hold*.
- Sinyal *start* digunakan untuk memulai perintah menjalankan konversi *Analog to Digital Converter (ADC)*, saat akhir konversi ADC ditandai dengan keluarnya sinyal *End of Conversion (EOC)*, sinyal EOC ini menandakan bahwa data yang diterima sudah *valid*.
- Sinyal kanal alamat (*address channel*) digunakan untuk pengontrolan kanal *input multiplexer*.

Proses membuka atau menutupnya *switch* dikontrol dengan *address channel input*, dimana *logic input* dikodekan dengan sejumlah bit. Satu bit *address channel* dapat mengontrol 2 kanal, dan *n* bit dapat mengontrol sejumlah  $2n$  kanal. *Multiplexer* yang umum terdiri atas empat, delapan atau enam belas kanal. Misalnya sebuah *multiplexer* enam belas kanal mempunyai enam belas kanal masukan yang disimbolkan dengan kanal 0 sampai dengan kanal 15<sup>[1]</sup>.

### e. Komputer

Sebagai pemroses data digital diperlukan komputer yang diharapkan khusus hanya sebagai akuisisi data dan tidak boleh digunakan selain tujuan tersebut.

## ABSTRAK

Komputer bertugas membaca masukan dari kartu akuisisi data kemudian diolah dan dikonversi sesuai dengan parameter yang diukur di obyek pengukuran. Selanjutnya data ditampilkan pada layar monitor dan disimpan ke dalam hardisk. Untuk tugas tersebut komputer dikendalikan oleh *software* akuisisi data yang telah dibuat sebelumnya.

### f. *Software* akuisisi data

*Software* akuisisi data biasanya telah disertakan pada saat pembelian kartu kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada akuisisi data yang sering disebut *software driver*. Di dalamnya terdapat perintah-perintah dasar pengoperasian kartu akuisisi data, di antaranya : inisialisasi divais, 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

### 2.2 Konsep Sistem Akuisisi Data Temperatur

Pada bagian ini membahas sinyal sensor temperatur dan teknik pengkondisi sinyal dan bagaimana mereka berhubungan dengan dasar-dasar sistem data akuisisi. Selanjutnya membahas empat tipe dasar ADC, termasuk resiko yang terakurasi dan resolusi. Juga yang dibahas adalah topik-topik seperti keluaran ADC menentukan rata-rata, pengambilan sampel masukan, diskrit dan sumber impedansi, tegangan sejalan dengan dan diferensial pengukuran. Namun yang lain termasuk simultan sampel dan ekuitas berkisar metode kontinyu, rentang masukan, aliasing, penyaringan digital, multiplexing level tertinggi, adany teori Sampling. Juga mencakup prinsip-prinsip dasar multiplexing dan tinggi penyertaannya. Teknik pengukuran dan cara menggunakan sensor untuk mengukur menerima konse temperatur juga akan dibahas kemudian.

#### 2.2.1 Termokopel

Termokopel adalah sensor temperatur yang banyak digunakan untuk mengubah perbedaan temperatur dalam benda menjadi perubahan tegangan listrik (voltase). Termokopel yang sederhana dapat dipasang, dan memiliki jenis konektor standar yang sama, serta dapat mengukur temperatur dalam jangkauan

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

## ABSTRAK

temperatur yang cukup besar dengan batas kesalahan pengukuran kurang dari  $1^{\circ}\text{C}^{[4]}$ .

### a. Prinsip operasi

Tahun 1821, seorang fisikawan Estonia bernama Thomas Johann Seebeck menemukan bahwa sebuah konduktor (semacam logam) yang diberi perbedaan panas secara gradien akan menghasilkan tegangan listrik<sup>[10]</sup>. Hal ini disebut sebagai efek termoelektrik. Untuk mengukur perubahan panas ini digunakan dua macam konduktor sekaligus sering dipakai pada ujung benda panas yang diukur. Konduktor tambahan ini kemudian akan mengalami gradiasi temperatur, dan mengalami perubahan tegangan secara berkebalikan dengan perbedaan temperatur benda. Menggunakan logam yang berbeda untuk melengkapi sirkuit akan menghasilkan tegangan yang berbeda, meninggalkan perbedaan kecil tegangan memungkinkan kita melakukan pengukuran, yang bertambah sesuai temperatur. Perbedaan ini umumnya berkisar antara 1 hingga 70 mikrovolt tiap derajat celcius untuk kisaran yang dihasilkan kombinasi logam modern. Beberapa kombinasi utama investasi seperti *NPV*, *IRR*, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project* menjadi populer sebagai standar industri, dilihat dari biaya, ketersediaannya, kemudahan, titik lebur, kemampuan kimia, stabilitas, dan hasil. Sangat penting diingat bahwa 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%-20%. 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 disertai 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 diulas sebelumnya. Dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik.

### b. Tipe-tipe termokopel

Termokopel terdiri dari beberapa tipe, tergantung aplikasi penggunaannya

1. Tipe K (Chromel (Ni-Cr alloy) / Alumel (Ni-Al alloy)).

Termokopel untuk tujuan umum. Lebih murah. Tersedia untuk rentang temperatur  $-200^{\circ}\text{C}$  hingga  $+1200^{\circ}\text{C}$ .

2. Tipe E (Chromel / Constantan (Cu-Ni alloy)).

Tipe E memiliki output yang besar ( $68 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ ) membuatnya cocok digunakan pada temperatur rendah. Properti lainnya tipe E adalah tipe non magnetik.

3. Tipe J (Iron / Constantan).

Rentangannya terbatas ( $-40$  hingga  $+750^{\circ}\text{C}$ ) membuatnya kurang populer dibanding tipe K, tipe J memiliki sensitivitas sekitar  $\sim 52 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$

## ABSTRAK

### 4. Tipe N (Nicrosil (Ni-Cr-Si alloy) / Nisil (Ni-Si alloy)).

Stabil dan tahan yang tinggi terhadap oksidasi membuat tipe N cocok untuk pengukuran temperatur yang tinggi tanpa platinum. Dapat mengukur temperatur di atas 1200°C. Sensitifitasnya sekitar 39  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$  pada 900°C, sedikit di bawah tipe K. Tipe N merupakan perbaikan tipe K. Termokopel tipe B, R, dan S adalah termokopel logam mulia yang memiliki karakteristik yang hampir sama. Mereka adalah termokopel yang paling stabil, tetapi karena sensitifitasnya rendah (sekitar 10  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) mereka biasanya hanya digunakan untuk mengukur temperatur tinggi (>300°C).

### 5. Type B (Platinum-Rhodium/Pt-Rh).

Cocok mengukur temperatur di atas 1800°C. Tipe B memberi output yang sama pada temperatur 0°C hingga 42°C sehingga tidak dapat dipakai di bawah temperatur 50°C.

### 6. Type R (Platinum /Platinum with 7% Rhodium).

Cocok mengukur temperatur di atas 1600°C, sensitivitas rendah (10  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum.

### 7. Type S (Platinum /Platinum with 10% Rhodium).

Cocok mengukur temperatur di atas 1600°C, sensitivitas rendah (10  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok dipakai untuk tujuan umum. Karena stabilitasnya yang tinggi Tipe S digunakan untuk standar pengukuran titik leleh emas (1064.43°C).

### 8. Type T (Copper / Constantan).

Cocok untuk pengukuran antara -200 to 350°C. Konduktor positif terbuat dari tembaga, dan yang negatif terbuat dari constantan. Sering dipakai sebagai alat pengukur alternatif sejak penelitian kawat tembaga. Tipe T memiliki sensitifitas ~43  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ .

### 2.2.2 Analog-to-Digital Converter

Analog-to-Digital Converter (ADC) bertugas mengubah tegangan analog ke bilangan biner (serangkaian 1 dan 0), dan kemudian ke nomor digital (basis 10) untuk membaca parameter, monitor, atau grafik. Jumlah digit biner (bit) yang



## ABSTRAK

mewakili jumlah digital menentukan resolusi ADC. Namun, jumlah digital hanya perkiraan dari nilai sebenarnya dari tegangan analog pada suatu saat tertentu karena tegangan hanya dapat diwakili (digital) dalam langkah diskrit. Seberapa dekat jumlah digital mendekati nilai analog juga tergantung pada resolusi ADC. Secara teori matematis ditunjukkan bagaimana jumlah bit yang menangani ADC menentukan resolusi tertentu: Sebuah n-bit ADC memiliki resolusi satu bagian dalam  $2^n$ . Sebagai contoh, sebuah 12-bit ADC memiliki resolusi satu bagian dalam 4.096, di mana  $2^{12} = 4.096$ . Jadi, 12-bit ADC dengan maksimal input 10 VDC bisa menyelesaikan pengukuran menjadi  $10 \text{ Vdc}/4096 = 0,00244 \text{ VDC} = 2,44 \text{ mV}$ . Untuk rentang 0 sampai 10 VDC yang sama, pada suatu ADC 16-bit, resolusi  $10/2^{16} = 10/65.536 = 0,153 \text{ mV}$ . Sedangkan ADC 24-bit mempunyai resolusi  $10/2^{24} = 10/16.777.216 = 0,000596 \text{ mV} = 0,596 \mu\text{V}$ . Resolusi biasanya ditentukan dengan hubungan pembacaan penuh pada ADC, tidak berkaitan dengan nilai yang diukur pada suatu sistem tertentu.

### a. Successive-Approximation ADC

Successive-Approximation ADC, Gambar 2.3 terdiri dari digital ke analog converter (DAC), komparator tunggal, dan beberapa logika kontrol dan register.

Ketika tegangan analog yang akan diukur diumpankan pada input ke comparator, sistem kontrol logika awalnya diset semua bit ke nol. Kemudian Bit DAC yang paling signifikan (MSB) diset ke 1, yang memaksa output DAC untuk 1/2 skala penuh (dalam kasus sistem skala penuh 10V, DAC output 5.0 V). Komparator kemudian membandingkan output analog dari DAC ke sinyal input, dan jika output DAC lebih rendah dari sinyal input, (sinyal lebih besar dari 1/2 skala level tertinggi, penuh), MSB tetap ditetapkan sebesar 1. Jika output DAC lebih tinggi dari sinyal input, reset MSB ke nol. Selanjutnya, kedua MSB dengan nilai 1/4 dari skala penuh menyala (set ke 1) dan memaksa output dari DAC untuk ke 3/4 skala penuh (jika MSB tetap di 1) atau 1/4 skala penuh (jika MSB reset ke nol). Selanjutnya komparator sekali lagi membandingkan DAC output terhadap sinyal input dan bit kedua tetap pada (set ke 1) jika output DAC lebih rendah dari sinyal input, atau reset ke nol jika output DAC lebih tinggi dari sinyal input. MSB ketiga kemudian dibandingkan dengan cara yang sama dan proses berlanjut dalam rangka dibandingkan dari nilai besar turun sedikit sampai LSB. Pada akhir proses, daftar keluaran berisi kode digital mewakili sinyal input analog. ADC successive approximation relatif memperlambat karena konversi dilakukan serial, dan ADC

## ABSTRAK

harus berhenti sejenak pada setiap langkah untuk mengatur DAC dan menunggu outputnya untuk menetap. Namun, konversi mudah ditingkatkan, dapat mencapai lebih dari 1 MHz. Juga, 12 dan 16-bit Successive-Approximation ADC relatif murah, sehingga lebih luas digunakan pada banyak PC berbasis data akuisisi sistem.



Gambar. 2.3 Blok Diagram ADC menggunakan digital-to-analog converter dan komparator.

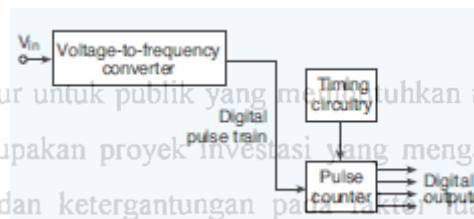
### b. Tegangan ke Frekuensi (Voltage to Frequency) ADC

Tegangan ke frekuensi ADC mengkonversi tegangan analog input ke sebuah deretan pulsa sebanding dengan amplitudo dari frekuensi input. (Lihat Gambar 2.4). Pulsa adalah dihitung selama periode tetap untuk menentukan frekuensi, dan menentukan stuktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif investor sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif lender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi lender akan selalu menuntut

Tegangan ke frekuensi konverter umumnya digunakan untuk mengkonversi 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 relatif lama.

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

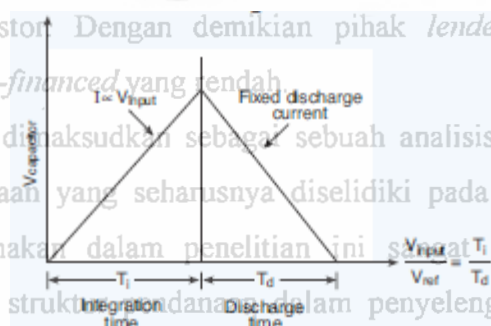
## ABSTRAK



Gambar. 2.4 Blok Diagram ADC Tegangan ke Frekuensi Konverter.

### c. Integrating ADC: Dual Slope

Sejumlah ADC menggunakan teknik mengintegrasikan, yang mengukur waktu yang dibutuhkan untuk mengisi atau discharge kapasitor untuk menentukan masukan tegangan. Sebuah teknik banyak digunakan, disebut dual kemiringan integrasi, diilustrasikan pada Gambar 2.5. Pada Sigma-Delta ADC nilai kapasitor tetap selama saat ini sebanding dengan tegangan input. Kemudian, waktu yang dibutuhkan untuk pengosongan kapasitor yang sama di bawah arus konstan menentukan nilai dari input tegangan. Teknik ini relatif akurat dan stabil karena bergantung pada rasio waktu menimbulkan jatuh waktu, bukan pada nilai absolut dari kapasitor atau komponen lain yang nilainya berubah dari suhu dan waktu. Mengintegrasikan input ADC interval lebih mengurangi efek pickup noise di garis ac frekuensi ketika waktu integrasi disesuaikan dengan kelipatan dari periode ac. Untuk alasan ini, sering digunakan dalam presisi digital multimeter dan panel meter. Meskipun 20-bit akurasi adalah umum, ia memiliki relative konversi tingkat lambat, seperti maksimum 60 Hz, dan lebih lambat untuk ADC yang mengintegrasikan lebih kelipatan dari frekuensi baris.



Gambar. 2.5 Dual-lereng ADC Integrated memberikan resolusi tinggi dengan penolakan noise pengukuran yang sangat baik.

## ABSTRAK

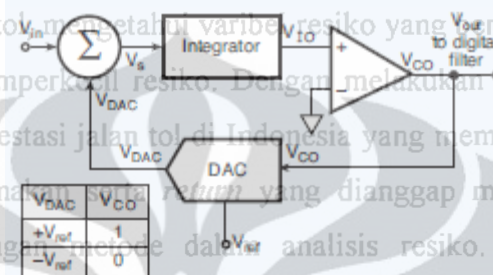
Mereka mengintegrasikan ke atas dari tegangan yang tidak dikenal dan kemudian mengintegrasikan ke bawah dengan diketahui sumber tegangan. Mereka lebih akurat dibandingkan single ADC lereng karena kesalahan komponen dibersihkan selama periode de-integrasi.

### d. Sigma-Delta ADC

Sebuah sigma-delta ADC adalah jenis lain dari integrasi ADC. Ini berisi integrator, DAC, pembanding, dan persimpangan penjumlahan. Pada Gambar 2.6 ditunjukkan Sigma-Delta ADC. Hal itu sering digunakan dalam multimeter digital, panel meter, dan papan akuisisi data. Sigma delta konverter relatif murah terutama karena memiliki DAC tunggal-bit, tetapi dapat diperoleh resolusi tinggi pengukuran menggunakan teknik oversampling. Meskipun ADC terbaik dengan bandwidth rendah sinyal (beberapa kHz), biasanya memiliki lebih baik penolakan noise dari banyak yang lain, dan pengguna dapat mengatur waktu integrasi (meskipun di bawah 100 sampel/detik). Sigma-delta ADC juga memerlukan beberapa eksternal komponen. Mereka dapat menerima sinyal tingkat rendah tanpa banyak sirkuit input-pengkondisian sinyal untuk banyak aplikasi, dan mereka tidak memerlukan pemangkas atau kalibrasi komponen karena arsitektur DAC. ADC tersebut juga mengandung filter digital, yang memungkinkan mereka bekerja pada tingkat oversampling tinggi tanpa terpisah anti-aliasing filter pada input. Sigmadelta ADC dibuat dalam resolusi 16 sampai 24-bit, dan yang paling ekonomis untuk aplikasi instrument data akuisisi. Prinsip operasi dapat dipahami dari diagram. Tegangan input  $V_{in}$  dijumlahkan aljabar dengan tegangan output dari DAC, dan integrator menambahkan penjumlahan titik keluaran  $V_s$  ke nilai itu disimpan sebelumnya. Bila output integrator adalah sama dengan atau lebih besar dari nol, output komparator beralih ke logika satu, dan ketika integrator output lebih kecil dari nol, komparator beralih ke logika nol. DAC memodulasi loop umpan balik, yang terus-menerus menyesuaikan output dari komparator untuk sama input analog dan mempertahankan integrator output pada nol. DAC terus integrasi keluaran dengan tingkat tegangan referensi. Melalui serangkaian iterasi, output sinyal menjadi satu-bit aliran data (pada rate sampel tinggi) yang menuju filter digital. Filter rata-rata digital rangkaian logika satu dan

## ABSTRAK

nol, menentukan bandwidth dan setting time, dan output beberapa bit data. Filter low-pass digital maka feed penipisan filter, yang pada gilirannya, penurunan tingkat sampel dari aliran data multi-bit dengan faktor dua untuk setiap tahap dalam menyaring. Sebagai contoh, filter tujuh-tahap dapat memberikan pengurangan sampel-tingkat 128.



Gambar. 2.6 Blok Diagram Sigmadelta ADC Memiliki kedua resolusi tinggi dan luar biasa penolakan noise.

### e. Improved Accuracy ADC

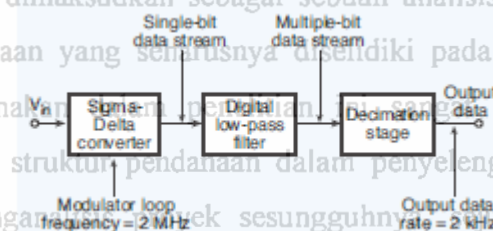
Filter digital yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 inheren meningkatkan akurasi ADC untuk ac sinyal dalam dua cara. Pertama, ketika input sinyal bervariasi (masukan gelombang sinus) dan system sampel sinyal pada beberapa

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 maka penurunan tingkat noise lebih jauh, dan dikombinasikan dengan filter sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan penipisan, data aliran frekuensi pada output berkurang. Untuk misalnya, frekuensi 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 wilayah kHz. Kedua, filter digital dapat berlekuk pada 60 Hz untuk tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menghilangkan saluran listrik frekuensi gangguan.

menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

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

Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam menganalisis proyek sesungguhnya, skenario pendanaan harus disidik



Gambar.2.7. Sigma-delta ADC cocok untuk akuisisi data resolusi tinggi

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

## ABSTRAK

Data output dari tingkat penipisan filter tersebut adalah lebih rendah dari tarif sampel awal, tetapi masih memenuhi persyaratan Nyquist dengan menyimpan sampel tertentu dan menghilangkan yang lain. Sebagai data selama rate output setidaknya dua kali bandwidth sinyal, penipisan tersebut faktor atau rasio M dapat berupa nilai integer. Sebagai contoh, jika input sampel pada  $f_s$ , keluaran data rate dapat  $f_s / M$  tanpa kehilangan informasi. Teknik ini menyediakan konversi lebih stabil. Tabel 2.1 diperlihatkan perbandingan ADC.

Tabel 2.1 Daftar Perbandingan ADC

ADC Type	Typical Resolution	Typical Conversion Rate*/Frequency
Sigma-Delta	16 – 24 bit	1 sps – 128 ksps
Successive Approximation	8 – 16 bit	10 ksps – 2 Msps
Voltage-to-Frequency	8 – 12 bit	1 Hz – 4 MHz **
Integrating	12 – 24 bit	1 sps – 1 ksps**

\*sps = samples per second

\*\*with line cycle Rejection

### 2.2.2.1 Akurasi dan Pemecahan pada ADC

Akurasi adalah salah satu faktor paling penting untuk dipertimbangkan saat menentukan sebuah ADC untuk pengujian dan pengukuran aplikasi. Sayangnya, hal itu sering bingung dengan resolusi, dan meskipun terkait, mereka jelas berbeda. kedua topik dibahas dalam bagian ini dalam beberapa detail, serta hubungan mereka dengan kalibrasi, linieritas, kode yang hilang, dan noise.

#### a. Akurasi vs Resolusi

Setiap pengukuran ADC tidak dapat dihindari, kesalahan independen yang mempengaruhi akurasi. Ketika  $\sigma_i$  mewakili setiap kesalahan independen, kesalahan total dapat ditampilkan sebagai:

$$\sigma_{total} = \sqrt{\sum \sigma_i^2}$$

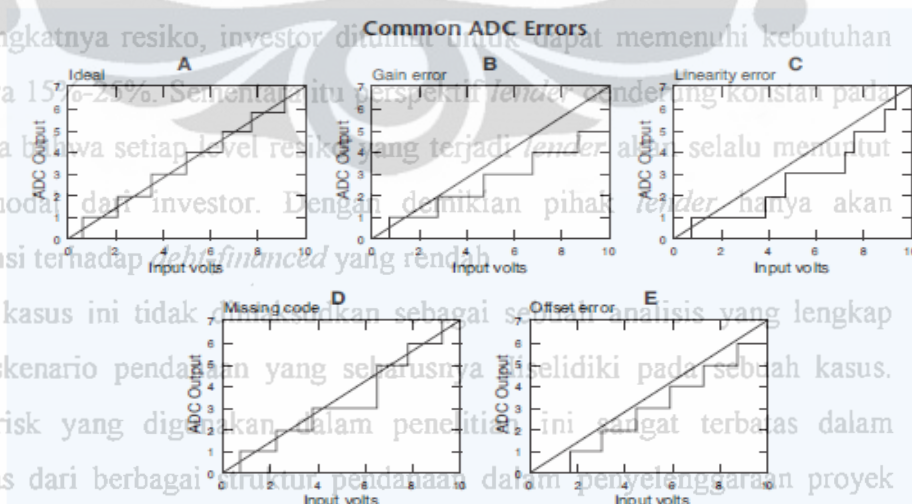
$\sigma_i$  = kesalahan independen (kuantisasi)

Persamaan ini mencakup berbagai kesalahan seperti anomali sensor, noise, gain amplifier dan offset, ADC kuantisasi (resolusi kesalahan), dan faktor lainnya.

## ABSTRAK

Kesalahan kuantisasi dalam ADC sempurna secara teoritis, setiap tegangan analog tertentu diukur harus terwakili oleh kode digital yang unik, akurat untuk tak terbatas jumlah digit. Namun kenyataannya dalam ADC, kecil tapi kesenjangan terbatas ada di antara digital nomor satu dan digital nomor berturut-turut, dan jumlahnya tergantung pada kuantum nilai terkecil yang dapat diselesaikan ADC.

Dalam kasus konverter 12-bit yang mencakup 10 VDC, misalnya, bahwa nilai kuantum adalah 2,44 mV, LSB. Dengan kata lain, bahwa rentang tegangan masukan analog yang dapat diukur konverter adalah dipartisi menjadi beberapa nilai diskrit, yang juga disebut resolusi ADC. Kesalahan kuantisasi dalam hal ini ditentukan tidak lebih dari setengah least significant bit (LSB). Untuk 12-bit ADC, kesalahan adalah  $\pm 1,22$  mV (0,0122%). Kesalahan ADC demikian biasanya ditentukan dalam tiga cara: kesalahan dalam LSB, kesalahan tegangan untuk ditentukan jangkauan, dan % dari kesalahan membaca. Kebanyakan ADC tertentu resolusinya tidak akurat, namun, karena kesalahan lain berkontribusi pada kesalahan keseluruhan seperti berat, linearitas, kode hilang, dan offset. Meskipun demikian, akurasi ADC sebaiknya ditentukan harus yang mendekati resolusi. Ketika sebuah produsen ADC menyediakan prosedur kalibrasi, mendapatkan tingkat kesalahan offset dan biasanya dapat dikurangi diabaikan, bagaimanapun, linieritas dan kesalahan hilang-kode yang lebih sulit atau mungkin untuk mengurangi.



Gambar. 2.8. Garis lurus dalam grafik masing-masing mewakili tegangan input analog dan pembacaan tegangan output yang sempurna dari ADC dengan resolusi dalam contoh kasus ini serta dengan penggunaan alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Fungsi langkah dalam Grafik A ditunjukkan respon yang ideal untuk 3-bit ADC. Grafik B, C, D, dan E ditunjukkan efek pada output ADC dari kesalahan berbagai identifikasi.

### b. Akurasi ADC vs Akurasi Sistem

#### ➤ Kalibrasi

ADC dapat dikalibrasi dengan perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi dari keduanya. Kalibrasi dalam hal ini berarti menyesuaikan gain dan offset saluran ADC untuk memperoleh input tertentu ke fungsi transfer keluaran. Dalam konfigurasi perangkat keras, misalnya, penguat instrumentasi mendapatkan offset mengemudi ADC disesuaikan dengan trimpot, dan referensi ADC yang mengubah perubahan tegangan gain. Dalam kalibrasi perangkat keras / perangkat lunak, perangkat lunak menginstruksikan DAC untuk null offset dan mengatur tegangan skala penuh. Terakhir, kalibrasi di faktor koreksi perangkat lunak disimpan dalam memori nonvolatile di sistem akuisisi data atau komputer dan digunakan untuk menghitung nilai digital yang benar berdasarkan pembacaan dari ADC.

ADC dari pabrik dikalibrasi sebelum dikirimkan, tetapi waktu dan suhu operasi dapat mengubah pengaturan. ADC perlu dikalibrasi ulang biasanya setelah enam bulan sampai satu tahun, dan mungkin lebih sering untuk ADC dengan resolusi 16 bit atau lebih. Prosedur kalibrasi bervariasi, tetapi semua biasanya memerlukan referensi sumber stabil dan meter yang menunjukkan (paling sedikit tiga kali) lebih besar akurasi dari perangkat yang dikalibrasi. Offset biasanya diatur ke nol dengan masukan nol, dan penguatan diatur ke skala penuh dengan, tepat skala penuh tegangan yang diberikan ke input.

Dalam banyak pengukuran, tegangan input hanya mewakili besaran fisik di bawah tes. Akibatnya, akurasi sistem mungkin ditingkatkan jika pengukuran lengkap sistem dikalibrasi bukan bagian individu. Sebagai contoh, perhatikan load cell dengan output yang ditentukan di bawah beban yang diberikan dan eksitasi tegangan. Mengkalibrasi bagian individu berarti bahwa ADC, load cell, dan eksitasi sumber toleransi akurasi semua ditambahkan bersama-sama. Dengan pendekatan ini, sumber-sumber kesalahan dari setiap bagian ditambahkan

hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK

bersama-sama dan menghasilkan kesalahan total yang lebih besar dari kesalahan yang dapat dicapai hanya dengan kalibrasi sistem dikenal dengan beban presisi dan memperoleh hubungan langsung antara beban masukan dan output ADC.

### ➤ **Linearitas**

Ketika tegangan input dan output pembacaan ADC menyimpang dari garis diagonal (mewakili resolusi tak terbatas) lebih dari yang ideal fungsi langkah yang dihilangkan dengan kalibrasi. Garis diagonal mewakili resolusi ideal tak terbatas, hubungan antara input dan output. Jenis kesalahan ADC disebut kesalahan nonlinier. Nonlinier dalam dikalibrasi ADC menghasilkan kesalahan terbesar dekat tengah berbagai masukan. Sebagai aturan praktis, nonlinier dalam ADC baik harus satu LSB atau kurang.

### ➤ **Lose Code**

Sebuah ADC bermutu harus menghasilkan output akurat untuk setiap tegangan masukan dalam resolusi, yaitu, ia tidak harus melewati setiap kode digital berturut-turut. Tetapi beberapa ADC tidak dapat menghasilkan output digital akurat untuk analog masukan tertentu. Gambar 2.8 D, misalnya, menunjukkan bahwa khusus 3-bit ADC tidak menyediakan keluaran mewakili nomor empat untuk setiap masukan tegangan. Jenis kesalahan ini mempengaruhi akurasi dan resolusi ADC.

### ➤ **Noise**

Biaya ADC biasanya sebanding dengan akurasi, jumlah bit, dan stabilitas. Tapi bahkan ADC yang paling mahal bisa kompromi akurasi ketika gangguan listrik yang berlebihan mengganggu sinyal yang diukur, bahwa apakah sinyal dalam milivolt atau jauh lebih besar.

Misalnya, banyak ADC yang berada di kartu dan plug ke bus ekspansi PC dapat menemukan noise listrik berlebihan yang serius mempengaruhi akurasi mereka, keterulangan, dan stabilitas. Tapi ADC tidak harus dihubungkan langsung ke bus dalam komputer. ADC dipasang di kemasian eksternal sering memecahkan

## ABSTRAK

masalah. Hal ini dapat berkomunikasi dengan komputer melalui sebuah bus IEEE 488, Ethernet, serial port, atau port paralel.

Ketika ada pilihan selain mencari ADC dalam komputer, bagaimanapun, tingkat noise harus diperiksa. Menghubungkan terminal input ADC ke terminal sinyal umumnya harus menghasilkan output nol volt. Jika masih membaca nilai ketika korsleting, noise sedang dihasilkan pada kartu sirkuit dan akan mengganggu dengan sinyal input yang diinginkan. Diagnosis lebih kritis diperlukan saat menggunakan pasokan daya eksternal karena noise juga dapat timbul dari kedua catu daya dan masukan.

### ➤ Noise Reduction dan Akurasi

Salah satu teknik pengukuran untuk mengurangi noise dan menjamin akurasi pengukuran adalah dengan menghilangkan loop ground, yaitu, arus yang mengalir dalam koneksi ground antara perangkat yang berbeda. Loop ground sering terjadi ketika dua atau lebih perangkat dalam sistem, seperti pengukuran instrumen dan transduser, yang terhubung ke terminal ground di fisik yang berbeda lokasi. Sedikit perbedaan yang sebenarnya menghasilkan potensi masing-masing titik ground saat ini mengalir dari satu perangkat ke perangkat yang lain. Arus ini, yang sering mengalir melalui tegangan rendah utama sepasang pengukuran kabel menghasilkan drop tegangan yang muncul sebagai noise dan ketidaktepatan pengukuran pada sinyal conditioner atau masukan ADC. Ketika paling tidak satu perangkat dapat diisolasi, seperti transduser, kemudian jalan ground yang menyinggung itu membuka, tidak ada arus, dan noise atau ketidaktepatan dihilangkan. Optical isolator, khusus transformer, dan masukan diferensial operasional amplifier di pengkondisi sinyal atau input ADC dapat memberikan isolasi ini.

### ➤ Noise ADC Histogram

Produsen ADC sering memverifikasi akurasi perangkat (efek non-linearities) dengan menjalankan validasi tes kode. Mereka menerapkan sinus gelombang sinyal yang sangat akurat (presisi amplitudo dan frekuensi) ke perangkat dan menggunakan histogram untuk analisis, menghasilkan distribusi

hasil analisis yang lebih baik

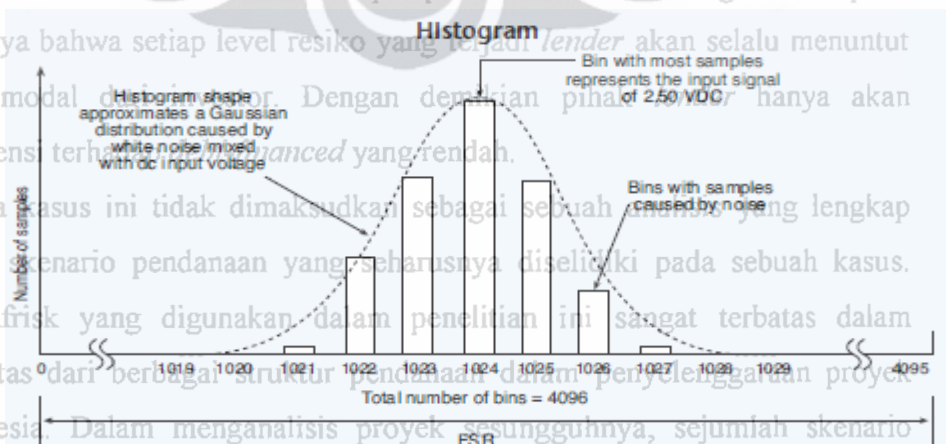
## ABSTRAK

kode digital pada output konverter. Sebuah ADC sempurna akan menghasilkan hanya satu vertikal bar di histogram untuk ditentukan masukan frekuensi dan amplitude karena diukur hanya satu nilai untuk setiap sampel. Tetapi karena dari ADC timbul non-linearities, menghasilkan sebuah distribusi bar di kedua sisi yang mewakili kata-kata digital disortir ke tempat kode sampah yang berbeda. Bin setiap label diberi untuk kode output tunggal digital dan berisi hitungan kejadian tersebut, atau berapa kali kode muncul di output. (Lihat Gambar 2.9.)

Jika  $n$  merupakan resolusi bit ADC, Sampah  $2n$  diperlukan. Lebar setiap kode bin harus  $FSR/2n$  dimana FSR adalah fullscale berbagai ADC. Probabilitas fungsi kepadatan dapat ditentukan dari data. Sejumlah besar sampel harus diambil, tergantung pada ukuran bit ADC, untuk tes histogram menjadi berarti. Hal itu lebih bit ADC berisi, semakin tinggi jumlah sampel yang diperlukan, yang bisa sebanyak 500.000 sampel.

### ➤ ENOB: Jumlah Efektif Bit

Meskipun akurasi ADC adalah penting untuk sebuah akurasi data akuisisi sistem, itu bukan kata akhir. Cara yang banyak digunakan dan praktis menentukan akurasi pengukuran secara keseluruhan adalah dicapai dengan apa yang disebut Efektif Jumlah Bit (ENOB) tes. ENOB tersebut mungkin sangat baik menunjukkan bahwa sistem yang sebenarnya mewakili bin 1024 2,5 V benar-benar berakhir di sana, tetapi yang lain jatuh di bawah distribusi gaussian karena kandungan white noise.



Gambar. 2.9. Histogram sampel ADC 12-bit dalam satu set didistribusikan di dalam contoh kasus antara berbagai kode untuk pengukuran V 2,5 pada FSR (skala penuh) dari 10 V.

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Misalnya, ADC dapat ditentukan sebagai perangkat 16-bit, tetapi hasil uji standar jenis tertentu mungkin menunjukkan bahwa kinerjanya sebenarnya lebih dekat dengan sistem 13-bit yang ideal. Namun, 13 bit mungkin lebih cukup untuk aplikasi. Tes ENOB memperhitungkan semua sirkuit dari terminal input untuk data output, yang mencakup efek dari ADC, multiplekser, dan analog lain dan digital sirkuit pada keakuratan pengukuran. Ini juga mencakup rasio signal-to-noise, SNR, atau pengaruh dari setiap sinyal suara diinduksi menjadi sistem dari sumber manapun.

### ➤ Uji ENOB

Tes ENOB digunakan untuk evaluasi sistem akuisisi data seperti dilakukan dalam aplikasi digunakan di dunia nyata dengan produsen merekomendasikan kabel, konektor, dan koneksi. Ini mempertimbangkan ujung depan dari sistem akuisisi data: ADC, multiplekser, amplifier gain diprogram, dan sampel-dan-terus amplifier. Semua sirkuit mempengaruhi output digital, apa pun non-linearities, noise, distorsi, dan anomali lainnya yang menyelip ke ujung depan dapat mengurangi akurasi sistem, dan itu tidak cukup untuk menguji hanya satu saluran dalam multi-channel sistem. Beberapa kesalahan merayap dari efek satu saluran yang lain melalui cross talk.

Untuk mengukur ENOB, mengatur presisi sinewave sinyal generator dan menghubungkan output itu ke input dari satu saluran analog input. Hal itu pembangkit sendiri harus menghasilkan suara sedikit dan distorsi. Mengatur output sinyal generator amplitudo menjadi hanya di bawah maksimum ditentukan masukan berbagai papan. Generator diatur untuk frekuensi maksimum yang ditentukan sistem untuk mengukur. Selanjutnya, terminal input ground dari saluran yang berdekatan. Sistem dijalankan pada kecepatan maksimum. Contoh uji sinyal dan kemudian masukan digroundkan, menangkap 1024 sampel untuk setiap masukan dan menjalankan sampel melalui algoritma FFT untuk menghitung ENOB tersebut.

Uji ini untuk mengukur efek dari slewing, harmonik distorsi, sirkuit analog, akurasi ADC, pickup noise, saluran cross talk, integral dan diferensial non-linearitas, dan offset antara saluran. Meskipun ENOB memberikan tolok ukur

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

yang baik dari kemampuan sistem dan akurasi, tidak spesifik, bukan pengganti untuk SNR dan lainnya spesifikasi kesalahan yang disediakan oleh produsen. Namun, sistem dapat dibandingkan dengan tes ENOB ketika semua ini diukur dalam set pada kondisi yang sama.

### 2.2.2.2 Manfaat Averaging Output ADC

- **Peningkatan Akurasi**

Sebuah paradoks yang muncul dari output rata-rata dari sebuah tipe ADC adalah bahwa sistem pengukuran secara teoritis dapat memperoleh akurasi lebih tinggi untuk sinyal tertanam dalam noise dari sinyal bebas dari noise. Bagaimana hal ini bisa benar adalah berasal dari cara matematis sinyal rata-rata. Misalnya, dengan sinyal DC tunggal, rata-rata output selalu memberikan hasil yang sama tanpa jelas perubahan akurasi (tidak mempertimbangkan pengaruh kalibrasi). Tapi untuk sinyal input yang bervariasi, seperti gelombang sinus, sejumlah besar sampel menghasilkan distribusi Gaussian akurat yang dapat didefinisikan dengan lebih tepat pada puncak gelombang. Tapi sampel tidak harus semua berkumpul di sekitar bagian tertentu dari gelombang sampel. Untuk mendapatkan distribusi yang benar, fluktuasi dan menjadi tidak selaras dengan mereka. Teknik ini menemukan rata-rata umum, bukan lokal rata-rata. Jadi, dengan cara ini sinyal rata-rata meningkatkan resolusi pengukuran sistem.

- **Pembacaan Lebih Stabil**

Beberapa sistem sebenarnya memperkenalkan sinyal acak noise yang disebut genter menjadi sebaliknya membersihkan masukan ADC untuk menerima konsekuensi rata-rata fungsi untuk akurasi yang meningkat dan stabilitas sinyal. Teknik ini juga memungkinkan sebuah ADC dengan sejumlah kecil bit untuk mendapatkan resolusi ADC dengan bit yang lebih tanpa kehilangan akurasi. Setiap sapuan sinyal harus menangkap nilai acak yang berbeda pada setiap titik waktu. Kemudian secara teoritis ADC dari distribusi ini akan tetap nol selama cukup besar sampel jendela. Sebagai contoh, jika 16 nilai dirata-ratakan, maka ia memiliki 16 kali lebih mungkin daripada nilai langsung non-rata-rata output. Teknik ini efektif meningkatkan resolusi ADC 4 bit.

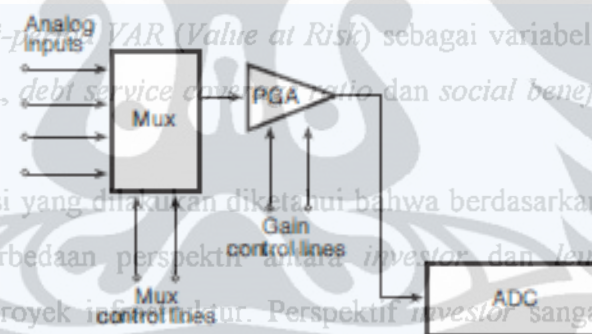
## ABSTRAK

### 2.2.3 Multiplexing dan Teori Sampling

#### 2.2.3.1 Kelebihan Ekonomis dari Multiplexing

##### ▪ Sampel-Data Systems

Sebuah sistem akuisisi data yang ideal menggunakan ADC tunggal untuk setiap saluran pengukuran. Dengan cara ini, semua data yang diambil secara paralel dan acara di masing-masing saluran dapat dibandingkan secara real time. Tetapi menggunakan multiplexer, Gambar 2.10 switch antara input dari beberapa saluran dan drive ADC tunggal secara substansial dapat mengurangi biaya sistem. Pendekatan ini digunakan dalam apa yang disebut sampel-sistem data. Semakin tinggi sample rate, semakin dekat sistem meniru data akuisisi sistem yang ideal. tapi hanya sebuah sistem akuisisi data khusus membutuhkan beberapa tingkat sampel dari kecepatan yang luar biasa. Sebagian besar aplikasi dapat mengatasi dengan lebih sederhana sampel tarif biasanya ditawarkan oleh sistem akuisisi sistem mainstream.



Gambar. 2.10 Multiplexer (MUX)

Multiplexer (MUX) adalah switch cepat yang berurutan memindai berbagai saluran sinyal input dan mengarahkan mereka dengan cara yang menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah diprogram untuk satu ADC untuk digitalisasi. Pendekatan ini hemat biaya Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus.

##### ▪ Solid State Switch vs Relay

Multiplexer adalah sebuah array solid-state switch atau relay elektromekanik terhubung ke beberapa masukan saluran. Meskipun kedua pendekatan yang digunakan dalam berbagai aplikasi, tidak satu pun yang sempurna; setiap jenis dilengkapi dengan berbagai keuntungan dan kerugian. hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Relay elektromekanik, misalnya, relatif lambat, sekitar 1.000 sampel / detik atau kurang untuk relay buluh tercepat, tetapi mereka bisa menangani tegangan input yang besar, dan beberapa dapat mengisolasi tegangan kV. Sebuah relay ukuran dan contact ketik menentukan membawa kapasitas arusnya. Misalnya, alat laboratorium relay biasanya beralih hingga 3 A, sedangkan industri aplikasi menggunakan relay yang lebih besar untuk beralih arus lebih tinggi, sering 5 sampai 10 A.

Solid-state switch, di sisi lain, adalah jauh lebih cepat dari relay dan dapat mencapai pengambilan sampel tingkat beberapa MHz. Namun, perangkat ini tidak dapat menangani input lebih tinggi dari 25 V, dan mereka tidak cocok untuk aplikasi yang terisolasi. Selain itu, perangkat solid-state biasanya terbatas untuk menangani arus hanya satu mA atau kurang.

Karakteristik lain yang bervariasi antara mekanik relay dan solid-state switch adalah disebut ON perlawanan. Sebuah saklar mekanis yang ideal atau pasangan kontak relay memiliki nol ON perlawanan. Tapi nyata perangkat seperti biasa buluh-relay kontak adalah 0,010  $\Omega$  atau kurang, saklar analog kualitas dapat menjadi 10 sampai 100  $\Omega$ , dan multiplekser analog dapat menjadi 100 sampai 2.500  $\Omega$  per saluran. ON perlawanan menambahkan langsung ke impedansi sumber sinyal dan dapat mempengaruhi pengukuran sistem akurasi jika tidak dikompensasi.

Perangkat switching analog memiliki karakteristik lain yang tidak diinginkan disebut injeksi biaya. Ini berarti bahwa sebagian kecil dari input-gerbang tegangan drive digabungkan ke analog input sinyal dan bermanifestasi sebagai lonjakan dalam output sinyal. Ini menghasilkan kesalahan pengukuran dan dapat dilihat naik di input sinyal ketika impedansi sumber terlalu tinggi. Sebuah rangkaian kompensasi dapat meminimalkan efek injeksi biaya, tetapi yang paling efektif metode adalah untuk menjaga impedansi sumber sebagai serendah mungkin untuk mencegah berkembang di tempat pertama.

Saluran-ke-saluran cross talk lain non ideal karakteristik switching analog jaringan, multiplexer sirkuit terutama terintegrasi. Cross talk terjadi ketika tegangan diterapkan pada suatu saluran mempengaruhi akurasi dari membaca di saluran lain. Kondisi yang optimal untuk cross talk ketika sinyal frekuensi yang

## ABSTRAK

relatif tinggi dan tinggi besarnya seperti 4 sampai 5 sinyal V terhubung ke satu saluran sementara 100 mV sinyal yang terhubung ke saluran yang berdekatan. Multiplexing frekuensi tinggi juga memperburuk lintas pembicaraan karena beberapa sinyal melalui kecil kapasitansi antara saluran switch. Impedansi sumber rendah meminimalkan salib berbicara dan menghilangkan injeksi biaya.

### ▪ Kecepatan

Multiplexing mengurangi tingkat di mana data dapat diperoleh dari saluran individu karena strategi time-sharing antara saluran. Sebagai contoh, sebuah ADC yang dapat sampel satu saluran pada 100 kHz terbatas menjadi tarif 12,5 kHz / kanal saat pengambilan sampel mengukur delapan saluran.

Sayangnya, multiplexing dapat memperkenalkan namun ada masalah lainnya. Misalnya, multiplexer yang impedansi sumber tinggi dapat menggabungkan dengan kapasitansi untuk meningkatkan waktu menetap dan menghasilkan cross talk antara saluran. Impedansi multiplexer sendiri juga bisa menurunkan sinyal. Sebuah multiplexer solid-state dengan impedansi dari puluhan atau ratusan ohm adalah lebih buruk dari sebuah relay dengan tahanan khas 0,010  $\Omega$  atau kurang.

Terlepas dari isu negatif, keuntungan dari multiplexing lebih besar daripada kelemahan, dan itu telah menjadi teknik yang banyak digunakan untuk meminimalkan biaya tanpa mengorbankan kinerja. Karena kesalahan pengukuran diketahui dan ditetapkan, mereka dapat dikompensasikan pada setiap tahap sistem akuisisi data untuk memastikan akurasi yang tinggi pada output.

### ▪ Urutan vs Software-Ranges Terpilih (*Sequence vs. Software-Selectable Ranges*)

Sebagian besar data sistem akuisisi mengakomodasi berbagai rentang masukan, meskipun cara yang mereka lakukan bervariasi. Beberapa sistem akuisisi data memungkinkan berbagai masukan harus diaktifkan atau jumper dipilih di sirkuit papan. Yang lain menyediakan perangkat lunak dapat dipilih keuntungan. Ini lebih nyaman, tetapi perbedaan harus dibuat antara sistem akuisisi data saluran yang semua harus memiliki yang sama keuntungan dan sistem lain

hasil analisis yang lebih baik



## ABSTRAK

yang berurutan dapat memilih berbagai masukan untuk setiap saluran. Itu sistem yang lebih berguna menerima input yang berbeda berkisar pada saluran yang berbeda, terutama ketika mengukur sinyal dari transduser yang berbeda. Sebagai contoh, termokopel dan strain gages memerlukan rentang masukan dalam puluhan mV dan menggunakan pengkondisi sinyal khusus, sementara sensor yang lain mungkin menampilkan beberapa volt.

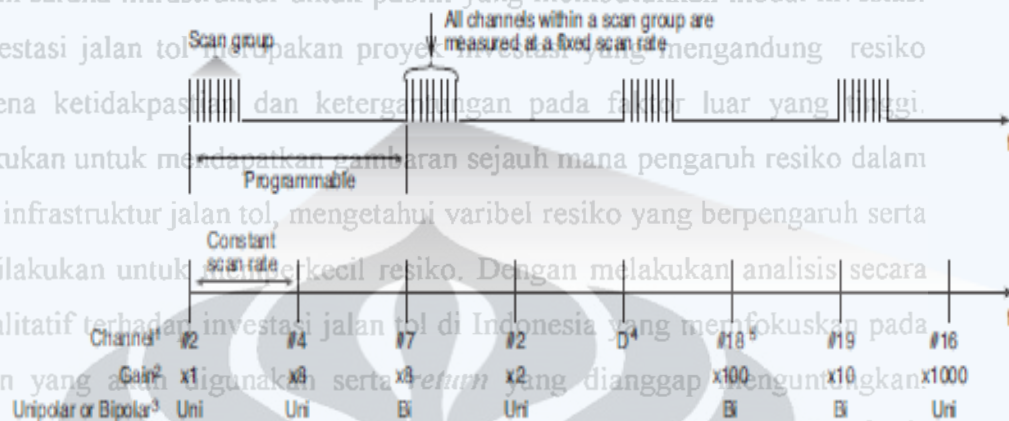
Sebuah sistem akuisisi data dengan software selectable jangkauan dapat mengukur rentang yang berbeda pada saluran yang berbeda (tetapi dengan tingkat relatif lambat) dengan perintah untuk mengubah gain antar sampel. Namun teknik ini memiliki dua masalah. Pertama, relatif lambat. Artinya, mengeluarkan perintah perangkat lunak untuk mengubah gain dari penguat diprogram gain (PGA) dapat mengambil puluhan atau ratusan ms, menurunkan sistem sample rate untuk beberapa Hz. Kedua, kecepatan urutan ini sering tak tentu karena variasi waktu siklus instruksi PC. Berjalan melalui urutan terus menghasilkan sampel dengan (yang tidak sama dan tidak diketahui) spasi pada waktunya. Hal ini mempersulit time-series analisis dan membuat analisis FFT mungkin karena algoritma memerlukan spasi sampel merata.

Implementasi yang lebih baik host sequencer yang menentukan tingkat perolehan maksimum dan kontrol baik pilihan saluran dan terkait penguat keuntungan secara acak. Misalnya, satu banyak digunakan sistem akuisisi data berjalan pada 100 kHz dan 1 MHz dipilih menggunakan perangkat lunak saluran keuntungan dan sekuensing. (Lihat Gambar 2.11) Sistem 100 kHz menyediakan 512-lokasi pemindaian sequencer yang memungkinkan operator menggunakan perangkat lunak untuk memilih setiap saluran dan masukan penguat keuntungan untuk kedua built-in dan perluasan saluran. Setiap kelompok scan dapat menjadi diulang segera atau diprogram interval. Sirkuit sequencer mengatasi suatu penurunan drastis tingkat scan untuk ekspansi saluran, keterbatasan besar yang dihadapi dengan plug-in banyak papan akuisisi data.

## ABSTRAK

### Scan Sequencer

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 tidak terduga. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh resiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel resiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk meminimalkan resiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang berfokus pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis resiko.



Gambar. 2.11. Contoh dari operasi 512-lokasi sequencer scan dalam 100 kHz kegiatan investasi. Program ini kemudian diintegrasikan ke dalam sistem akuisisi data.

Sequencer dapat diprogram masing-masing saluran secara dinamis untuk operasi unipolar atau bipolar. Sequencer ini juga dapat memprogram keuntungan utama investasi untuk setiap saluran dengan cepat dan mengubah urutan saluran-scan :

1. Operasi unipolar atau bipolar dapat diprogram untuk setiap saluran

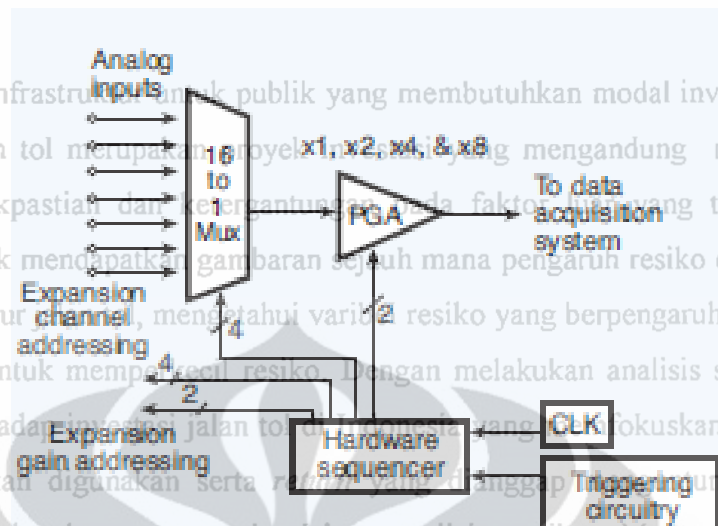
Berdasarkan analisis dinamis oleh sequencer diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi :

2. Keuntungan dapat diprogram untuk setiap saluran dinamis oleh sequencer
3. Saluran dapat dicicipi dinamis oleh sequencer
4. Perluasan saluran adalah sampel pada tingkat yang sama sebagai on-board saluran

Semua channel di-scan, termasuk perluasan saluran, pada 100 kHz, (10 menerima konsep mikrodetik per saluran). (Lihat Gambar 2.12) Digital input juga dapat dipindai menggunakan urutan scan yang sama digunakan untuk analog input, memungkinkan korelasi waktu diperoleh data digital ke data analog yang diperoleh. Sistem tersebut memungkinkan setiap kelompok terbatas (dalam merefleksikan hingga 512 saluran/ keuntungan kombinasi) untuk diulang segera atau diprogram untuk interval hingga 12 jam. Dalam setiap scan kelompok, saluran yang pendanaan harus berurutan diukur pada tetap 10 mikrodetik per tingkat saluran.

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

## ABSTRAK



Gambar. 2.12. Sebuah Multiplexer dengan urutan yang dapat dipilih.

### 2.2.3.2 KONSEP DASAR Sampling Tarif

Ketika ADC mengkonversi tegangan analog ke representasi digital, mereka menscan nilai yang diukur beberapa kali variabel per detik. Stabil atau pelan-pelan berubah tegangan DC mungkin memerlukan pengambilan sampel tingkat Hz hanya beberapa, tapi mengukur ac dan berbagai gelombang sinus berbeda. Cukup sampel/detik harus dilakukan untuk memastikan bahwa gelombang yang diukur dalam kontinu domain waktu dapat direproduksi dengan baik dalam domain waktu kontinu dan diskrit-waktu domain.

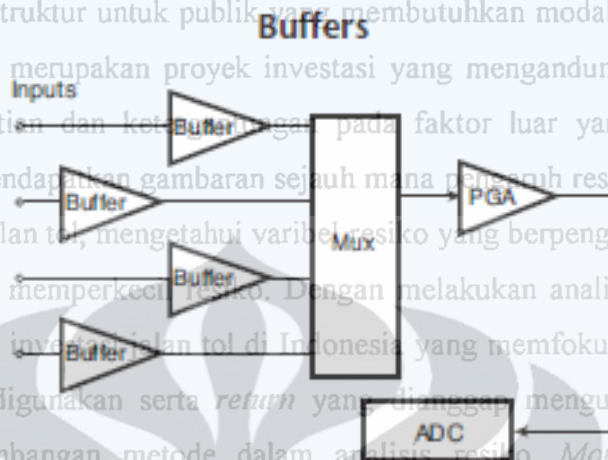
- **Impedansi Sumber (*Source Impedance*)**

Sumber sinyal yang memiliki impedansi kurang dari 1,5 k $\Omega$ , sehingga seperti impedansi maksimum sumber biasanya tidak masalah. Namun, lebih cepat tarif multiplexer membutuhkan impedansi sumber yang lebih rendah. Misalnya, 1 MHz multiplexer dalam 12-bit sistem membutuhkan impedansi sumber kurang dari 1,0 k $\Omega$ . Ketika impedansi sumber melebihi nilai ini, penyangga perlu meningkatkan akurasi. Penyangga adalah sebuah amplifier dengan masukan impedansi tinggi dan sangat rendah keluaran impedansi. (Lihat Gambar 2.13) Buffer A pada setiap channel yang terletak antara transduser dan multiplexer memastikan akurasi yang lebih tinggi dengan mencegah nyasar multiplekser yang kapasitansi dari pemakaian melalui impedansi dari transduser.

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

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



Gambar. 2.13 Buffering sinyal menjelang multiplexer meningkatkan akurasi,

kegiatan investasi. Program terutama dengan impedansi tinggi sumber atau multiplexer cepat menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil

- **Sampel-dan-Hold ADC**

Sebuah pengukuran ADC multiplexing memperkenalkan waktu yang utama investasi miring di antara saluran, karena setiap saluran sampel pada waktu yang berbeda. Beberapa aplikasi tidak bisa mentolerir efek ini. Tapi sampel dan sirkuit kontinyu

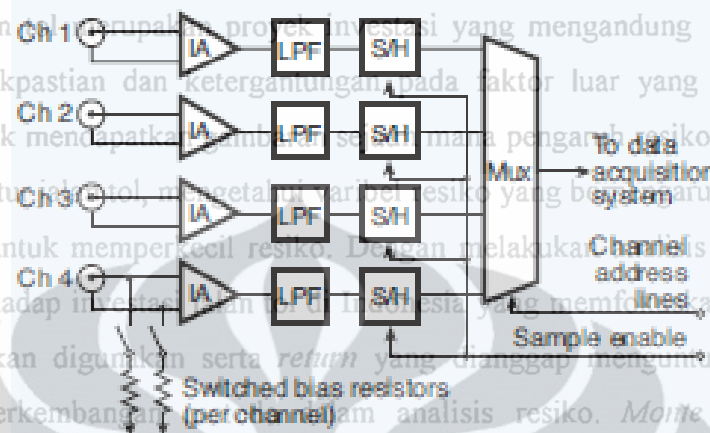
Berdasarkan analisis dan tahan sirkuit (SS & H) masing-masing saluran dilengkapi dengan buffer yang menentukan stupa sampel sinyal pada awal dari urutan scan. Output buffer memegang nilai sampel sejalan dengan sementara multiplexer switch melalui semua saluran, dan ADC mendigitalkan ekuitas berkisar sinyal. Baik dalam sampel simultan dan implementasi terus, semua saluran adalah level tertinggi, sampel dalam 100 ns satu sama lain.

Gambar 2.14 menunjukkan skema umum untuk SS & H. Setiap sinyal menerima konsep input melewati suatu instrumentasi amplifier (IA), sebuah low-pass filter, dan Perlu dicatat bahwa dalam buffer sampel-dan-terus (S / H). Ketika garis sampel memungkinkan pergi mengenai berbagai tinggi, masing-masing S / H sampel sinyal input dan memegang sementara Sebab Simulasi Multiplexer switch melalui bacaan. Skema ini memastikan bahwa semua sampel merefleksikan diambil dalam waktu 50 ns satu sama lain, bahkan dengan sampai 256 saluran simultan terhubung ke satu instrumen.

jalan tol di Indonesia. Dengan memodelkan 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

## Sample and Hold



Gambar. 2.14 Sebuah Multiplexer empat saluran dengan low-pass filter dan simultan sampel-dan-terus sirkuit memastikan bahwa semua sampel diambil berdasarkan beberapa ns satu sama lain.

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 menganalisa pengaruh risiko 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, memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan 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.

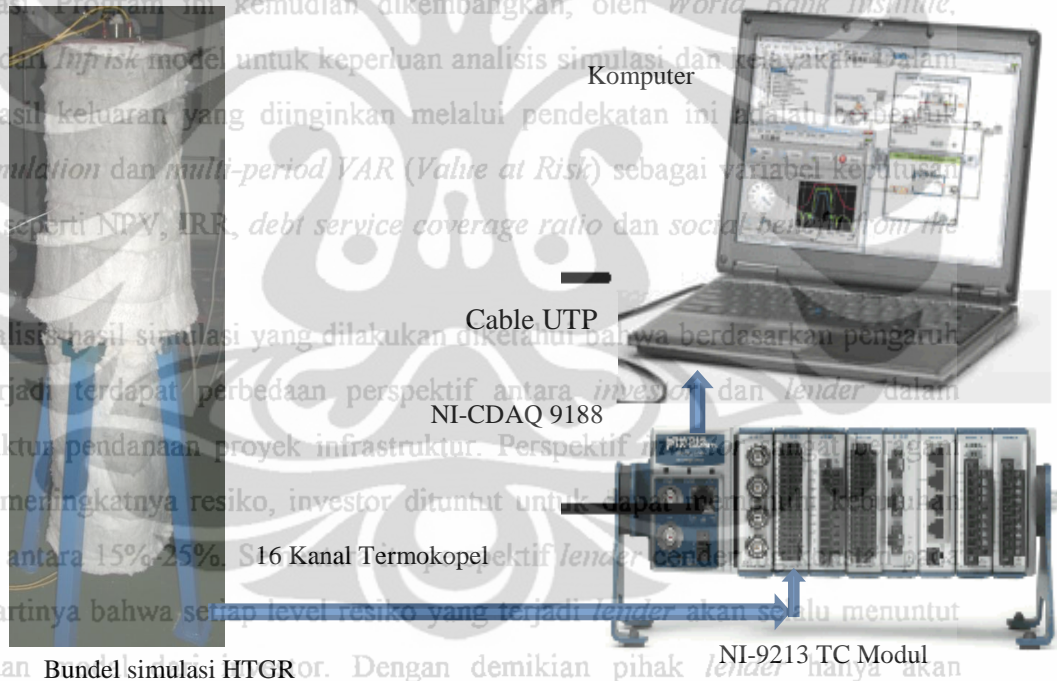
Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi *Infrisk* yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam merefleksikan realitas dari berbagai struktur pendanaan 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 3

#### KONFIGURASI SISTEM AKUISISI DATA TEMPERATUR PADA BUNDEL UJI SIMULASI HTGR

Konfigurasi sistem akuisisi data yang dibangun terdiri dari atas : obyek pengukuran yaitu Bundel Uji Simulasi HTGR (*High Temperature Gas-cooled Reactor*), Sensor Temperatur (Termokopel type K), Pengkondisi Sinyal (*NI 9213 16-Channel Thermocouple Input Module*), *Data Acquisition Modul* (*NI CompactDAQ 9188 (cDAQ-9188) Ethernet*), dan perangkat komputer. Secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 3.1.



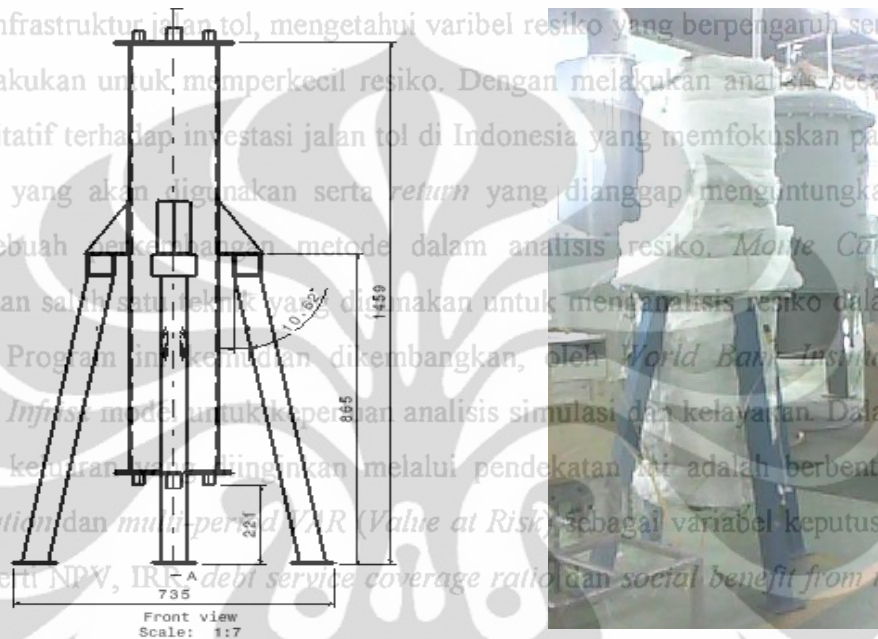
Gambar 3.1. Konfigurasi Sistem Akuisisi Data Temperatur

#### 3.1 Obyek Pengukuran yaitu Bundel Uji Simulasi HTGR.

Obyek Pengukuran yaitu Bundel Uji Simulasi HTGR : *High Temperature Gas-cooled Reactor*. HTGR beroperasi pada temperatur tinggi antara 500 – 1000°C. Bundel ini terbuat dari Plat Stainless Steel – SS304 tebal 4mm berbentuk

## ABSTRAK

kotak persegi panjang dengan ukuran panjang X lebar X tinggi = 20cm X 20cm X 120 cm, dengan heater listrik 10 Kwatt di dalamnya. Pada Gambar 3.2(a) ditunjukkan sketsa rancangan Bundel Uji HTGR sedangkan Gambar 3.2(b) merupakan bundel uji yang siap digunakan untuk eksperimen.



Gambar 3.2 (a) Skesa Bundel Uji HTGR (b) Bundel Uji HTGR siap digunakan

### 3.2 Posisi Transduser Temperatur (Termokopel type K).

Termokopel dipasang pada bagian dinding dalam dan dinding luar BUSETTi juga pada heater yang terpasang pada BUSETTi. Termokopel pada dinding dalam dan dinding luar dipasang dengan menggunakan isolasi alumunium, sedangkan termokopel yang terpasang pada heater dengan menggunakan kawat tahan panas dan diperkuat dengan isolasi alumunium. Pemasangan termokopel di beberapa titik tertentu dilakukan dengan pengukuran jarak antara dinding – dinding BUSETTi dan panjang heater. Desain penempatan termokopel bisa dilihat pada Tabel 3.1.

## ABSTRAK

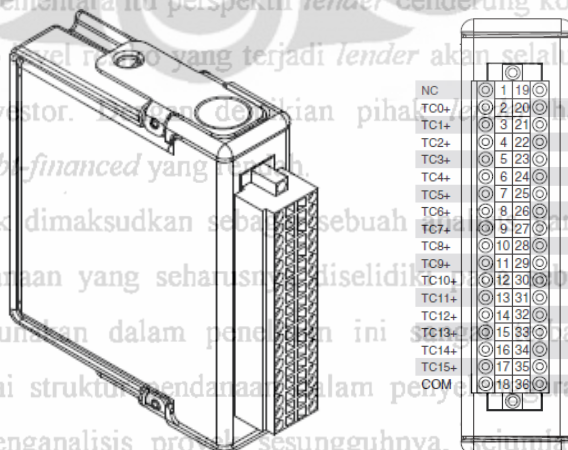
**Tabel 3.1. Penomeran dan posisi termokopel**

No. Kanal	No. Termokopel	Penempatan Termokopel diukur dari bawah [mm]	Keterangan
1	T1	500	Udara dekat heater-1
2	T2	500	Udara dekat heater-2
3	T3	700	Dinding1 plat dalam
4	T4	700	Dinding2 plat dalam
5	T5	1000	Dinding3 plat dalam
6	T6	1000	Dinding4 plat dalam
7	T7	1000	Dinding4 plat luar
8	T8	1200	Outlet atas
9	T9	0	Inlet bawah
10	T10	100	Permukaan glasswall

\* panjang total perangkat pemanas 1200 mm

### 3.3 Pengkondisi Sinyal (NI 9213 16-Channel Thermocouple Input Module)

NI 9213 16-Channel Thermocouple Input Module adalah modul input untuk termokopel type K yang akan dimasukkan ke sistem akuisisi data untuk 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.



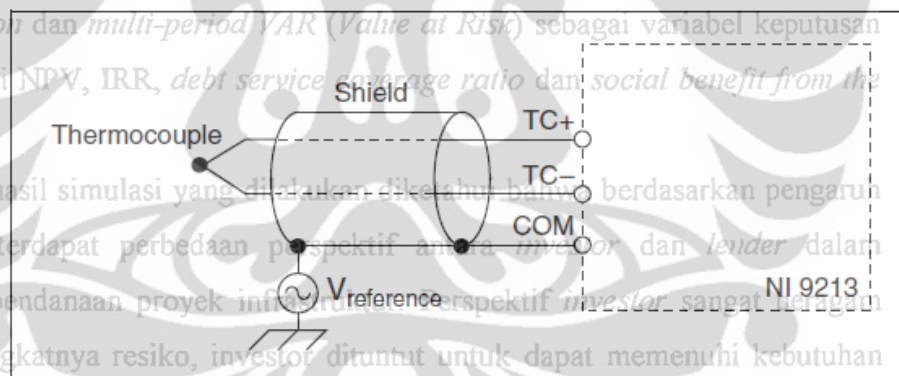
Gambar 3.3. NI 9213 16-Channel Thermocouple Input Module

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



## ABSTRAK

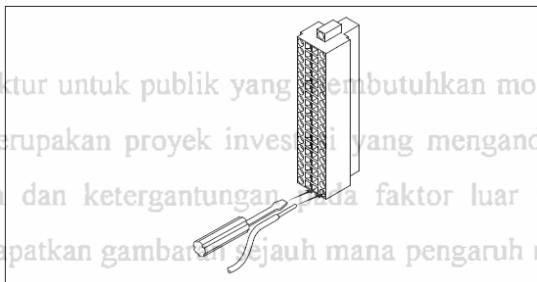
Pada Gambar 3.3 terlihat bahwa termokopel dapat dihubungkan pada sinyal input NI 9213. Ujung kabel positif dari termokopel dimasukkan ke terminal TC + dan ujung kabel negatif dari termokopel ke terminal TC-. Jika anda tidak yakin yang mana dari ujung termokopel adalah positif dan yang negatif, periksa dokumentasi termokopel atau termokopel kawat spul. NI 9213 juga memiliki dua terminal COM, yang secara internal terhubung ke isolasi ground referensi modul. Jika anda menggunakan termokopel terlindung, terhubung ke COM perisai dan perisai untuk referensi tegangan common mode dari termokopel. Sebuah referensi tegangan common-mode tegangan yang berada dalam  $\pm 1,2$  V dari tegangan common mode dari termokopel. Jika Anda menggunakan termokopel mengambang atau termokopel dalam  $\pm 1,2$  V dari tanah bumi, menghubungkan COM dan melindungi ke tanah bumi. Metodologi landasan perisai dapat bervariasi tergantung pada aplikasi. Pemasangan kabel termokopel dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Konsep Hubungan Kabel Termokopel ke Terminal NI 9213

Pemasangan ujung kabel termokopel ke terminal NI 9213 menggunakan obeng Flathead dengan pisau kecil dari  $2,3 \times 1,0$  mm ( $0,09 \times 0,04$  inci) untuk menekan pegas terminal dan memasukkan kabel ke terminal konektor. Masukkan obeng ke dalam slot klem terminal dan tekan kawat ke terminal konektor yang sesuai kanal tertentu, kemudian melepas obeng sehingga klem menekan kabel ke terminal. Untuk mengetahui informasi lebih lanjut tentang pegas-terminal kabel dapat dilihat pada Gambar 3.5

## ABSTRAK

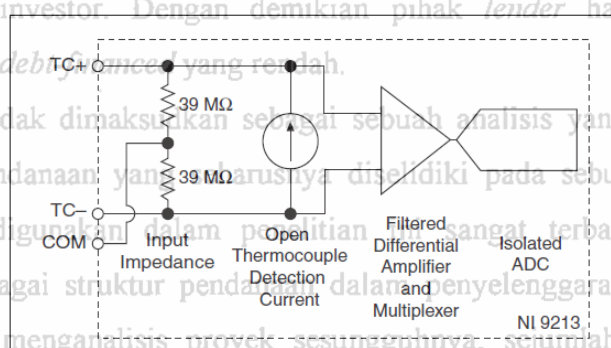


Gambar 3.5. Pemasangan Kabel Termokopel ke Terminal NI 9213

Setiap saluran kanal dari 9213 NI melewati filter diferensial dan kemudian multiplexing dan sampel data oleh 24-bit analog-ke-digital converter (ADC).

Setiap saluran juga memiliki termokopel terbuka deteksi (OTD) sirkuit, yang terdiri dari sumber arus antara + TC dan TC-terminal. Jika termokopel yang terbuka adalah terhubung ke saluran, sumber arus memaksa skala penuh tegangan terminal. Lihat Gambar 3.6 untuk ilustrasi sirkuit masukan untuk satu saluran dari NI 9213.

NI 9213 mempunyai multiplexer untuk menggabung saluran termokopel 16 masukan, 1 cold-junction kompensasi (CJC) saluran, dan 1 autozero menyalurkan ke ADC tunggal. Setiap saluran memiliki sebuah resistor yang menghasilkan impedansi input antara + TC dan terminal COM dan antara TC-dan terminal COM. Penguatan dan offset error yang dihasilkan dari impedansi sumber termokopel yang terhubung dapat diabaikan untuk kebanyakan aplikasi. Termokopel dengan impedansi hambatan yang lebih tinggi dapat diminimalisir kesalahan yang lebih signifikan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Ilustrasi Rangkaian Satu Kanal Masukan NI 9213

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

Saluran masukan tergabung dalam COM, yang diisolasi dari modul lain dalam sistem. NI 9213 *common-mode* dengan rentang tegangan maksimum antara saluran dan COM. Jika COM tidak terhubung, maka rentang tegangan *Common-mode* adalah maksimum di antara dua saluran. NI 9213 mengukur tingkat tegangan *common-mode* setiap saluran dan mengembalikan sebuah peringatan dalam perangkat lunak jika sinyal berada di luar kisaran tegangan *common-mode*. Spesifikasi untuk informasi lebih lanjut tentang rentang tegangan *common-mode*. NI 9213 mendukung *Timing-mode* resolusi tinggi dan kecepatan tinggi. *Timing-mode* resolusi tinggi akan mengoptimalkan akurasi dan noise dan menolak frekuensi dari sumber listrik. *Timing-mode* kecepatan tinggi mengoptimalkan sample rate dan bandwidth sinyal.

Untuk pertimbangan akurasi pengukuran temperatur, kesalahan pengukuran tergantung sebagian pada jenis termokopel, akurasi termokopel tersebut, temperatur yang diukur, dan temperatur referensi *cold-junction*. Kesalahan tidak menjelaskan keakuratan termokopel itu sendiri. Untuk hasil akurasi terbaik, menjaga perubahan temperatur yang minimum di seluruh terminal NI 9213 dan aktifkanlah saluran *autozero*.

Sedangkan akurasi pengukuran temperatur pada *cold-junction* dapat dijelaskan berikut ini. Kalor yang dibuang oleh modul berdekatan atau sumber panas lain di dekatnya dapat menyebabkan kesalahan dalam pengukuran termokopel oleh memanasnya terminal NI 9213 untuk temperatur yang berbeda dari sensor *cold-junction*. Pergeseran termal di terminal dapat menyebabkan saluran terminal yang berbeda – berbeda temperturnya, dalam hal ini pengukuran yang dihasilkan akan mengakibatkan kesalahan tidak hanya dalam akurasi mutlak tetapi juga di akurasi relatif antara saluran. Jika terminal NI 9213 yang menghadap ke depan atau ke atas, spesifikasi akurasi termokopel meliputi kesalahan yang disebabkan oleh panas pergeseran di terminal modul.

Pergeseran termal dapat disebabkan oleh perubahan udara ambient suhu dekat pada konektor atau kawat termokopel jika panas atau dingin langsung mengenai terminal koneksi. Untuk hasil akurasi terbaik, ikuti panduan ini untuk meminimalkan pergeseran termal:

- Gunakan NI 9940 backshell konektor

## ABSTRAK

- Gunakan kawat termokopel yang kecil. Lebih kecil kawat dapat mengurangi transfer panas ke atau dari terminal koneksi.
- Letakkan kabel termokopel bersama di dekat pegas-terminal konektor untuk menjaga kabel pada suhu yang sama.
- Hindari benda panas atau dingin lewat di dekat kawat termokopel
- Jika Anda menghubungkan kabel ekstensi untuk kabel termokopel, gunakan kabel terbuat dari bahan konduktif yang sama seperti kabel termokopel.
- Minimalkan sumber panas yang berdekatan dan aliran udara di terminal.
- Jaga suhu lingkungan stabil mungkin.
- Pastikan terminal modul yang menghadap ke depan atau ke atas. Jauhkan modul dalam orientasi stabil dan konsisten.
- Biarkan pergeseran termal untuk menetap setelah perubahan sistem listrik atau dalam suhu lingkungan. Perubahan daya sistem bisa terjadi ketika kekuatan sistem pada sistem keluar dari *sleep-mode*, atau Anda menyisipkan / menghapus modul

NI 9213 memiliki saluran autozero internal untuk mengkompensasi

kesalahan offset. Spesifikasi NI 9213 menganggap autozero semua pada saluran adalah untuk setiap sampel, namun Anda dapat memilih untuk tidak menggunakan autozero pada saluran dalam perangkat lunak. Bila saluran autozero aktif, NI 9213 mengukur saluran autozero dan mengurangi hasil pengukuran dari pengukuran termokopel untuk setiap saluran.

Untuk lebih jelasnya spesifikasi dari NI 9213 dapat dilihat pada Tabel 3.2 :

**Tabel 3.2. Spesifikasi Teknis NI 9213**

No.	Jenis/Spesifikasi	Keterangan
1.	Warm-up time	15 minutes
2.	<b>Input Characteristics :</b>	
	Number of channels	16 thermocouple channels, 1 internal autozero channel, 1 internal cold-junction compensation channel
	ADC resolution	24 bits

## ABSTRAK

	- Type of ADC	Delta-Sigma
	- Sampling mode	Scanned
	- Voltage measurement range	$\pm 78.125$ mV
3.	Temperature measurement ranges	Works over temperature ranges defined by NIST (J, K, T, E, N, B, R, S thermocouple types)
4.	Common-mode voltage range :	
	- Channel-to-COM	$\pm 1.2$ V min
	- COM-to-earth ground	$\pm 250$ V
	- Common-mode rejection ratio	
5.	High-resolution mode	(at DC and 50–60 Hz) dalam
	- Channel-to-COM	70 dB
	- COM-to-earth ground	>150 dB
6.	Input bandwidth	
	- High-resolution mode	14.4 Hz
	- High-speed mode	78 Hz
7.	High-resolution noise rejection (at 50 and 60 Hz)	60 dB
8.	Overvoltage protection	$\pm 30$ V between any two inputs
9.	Differential input impedance	78 M $\Omega$
10.	Input current	50 nA
11.	Input noise	
	- High-resolution mode	200 nVrms
	- High-speed mode	7 $\mu$ Vrms
12.	Gain error	
	- High-resolution mode	0.03% typ at 25 °C, .07% typ at –40 to 70 °C, 0.15% max at –40 to 70 °C
	- High-speed mode	0.04% typ at 25 °C, 0.08% typ at –40 to 70 °C, 0.16% max at –40 to 70 °C
13.	Offset error	
	- from source impedance	Add 0.05 $\mu$ V per $\Omega$ , when

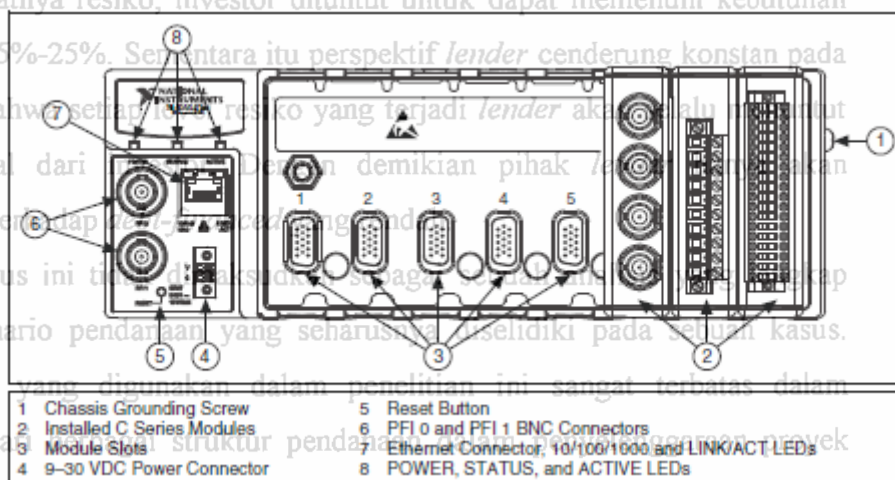
## ABSTRAK

	- source impedance	>50 $\Omega$
14.	Cold-junction compensation accuracy - 0 to 70 $^{\circ}\text{C}$ -40 to 70 $^{\circ}\text{C}$	0.8 $^{\circ}\text{C}$ typ, 1.7 $^{\circ}\text{C}$ max 1.1 $^{\circ}\text{C}$ typ, 2.1 $^{\circ}\text{C}$ max
15.	Measurement sensitivity - High-resolution mode Types J, K, T, E, N Types B, R, S	<0.02 $^{\circ}\text{C}$ <0.15 $^{\circ}\text{C}$
	- High-speed mode Types J, K, T, E Type N Type B Types R, S	<0.25 $^{\circ}\text{C}$ <0.35 $^{\circ}\text{C}$ <1.2 $^{\circ}\text{C}$ <2.8 $^{\circ}\text{C}$

### 3.4 Data Acquisition Modul (NI CompactDAQ 9188 (cDAQ-9188) Ethernet)

Data akuisisi yang digunakan adalah NI CompactDAQ 9188 (cDAQ-

9188) Ethernet buatan National Instruments berbasis Ethernet dengan maksimum kecepatan perekaman 200.000 data/detik. Secara lengkap konfigurasi modul NI CompactDAQ 9188 dan blok diagram adalah seperti Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Data Akuisisi NI CompactDAQ 9188.

## ABSTRAK



Gambar 3.8 Blok Diagram Data Akuisisi NI CompactDAQ 9188

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

Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. *Monte Carlo simulation* merupakan Pada Gambar 3.8 ditunjukkan bahwa antarmuka modul cDAQ mengelola kegiatan investasi transfer data antara STC3 dan C Series I/O modul. Antarmuka juga menangani menjadi bagian autodetection, sinyal routing, dan sinkronisasi. Dalam penelitian ini hasil ke STC3 adalah fitur stream data independen kecepatan tinggi, fleksibel AI, AO, dan DIO pewaktu sampel, pemacu (*triggering*), PFI sinyal untuk multi-utama investasi perangkat sinkronisasi counter, fleksibel/timer dengan gating perangkat keras, digital gelombang akuisisi dan generasi, serta DIO statis.

Berdasarkan analisis hasil AI, AO, dan Sampel DIO Timing-The STC3 berisi canggih AI, AO, dan resiko yang ter DIO waktu mesin. Berbagai macam waktu dan sinyal sinkronisasi yang tersedia menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur jalan tol melalui jalur PFI. Lihat bagian berikut untuk informasi lebih lanjut tentang sejalan dengan konfigurasi sinyal-sinyal ini:

Pewaktu (*Timing*) Sinyal Input Analog cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa Pewaktu (*Timing*) Sinyal Keluaran Analog akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal. Pewaktu (*Timing*) Sinyal Input Digital hak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap

Perlu dicatat bahwa kasus Pemicu Mode-The cDAQ-918x/919x-NI mendukung berbeda pemacu mengenai berbagai skenario pemacu, seperti pemacu awal, pemacu referensi, dan pemacu jeda. Sebab Simulasi Infrisk yang dengan analog, digital, atau sumber perangkat lunak.

● Input Analog Sinyal dalam penyelenggaraan proyek jalan tol di Indonesia. Dalam ● m Output Analog Sinyal sesungguhnya, sejumlah skenario pendanaan harus diselidiki dan ● Input Digital skenario-skenario yang telah diilustrasikan dalam contoh kasus ini serta dengan

● Output Digital alat bantu yang tepat dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

- Streaming-Data Independen cDAQ-9181/9191 NI mendukung enam stream data independen berkecepatan tinggi, yang memungkinkan hingga enam simultan hardware tepat waktu tugas, seperti analog input, analog output, buffered counter / timer, dan hardware-waktunya digital input / output. NI cDAQ-9188 mendukung tujuh independen aliran data, berkecepatan tinggi, yang memungkinkan untuk sampai tujuh simultan hardware waktunya tugas, seperti analog input, output analog, buffered counter / timer, dan hardware waktunya digital input / output.

PFI Sinyal-Sinyal PFI menyediakan akses ke fitur-fitur canggih seperti memicu, sinkronisasi, dan counter / timer. Anda juga dapat mengaktifkan filter debouncing diprogram pada setiap sinyal PFI itu, ketika diaktifkan, sampel input pada setiap tepi naik dari jam filter. Sinyal PFI yang tersedia melalui paralel input digital dan output modul diinstal pada sampai dengan dua slot chassis dan melalui dua PFI terminal yang disediakan di chassis cDAQ-9188 NI.

- Kontra Fleksibel / Timer-The cDAQ-918x/919x NI mencakup empat tujuan umum 32-bit counter / timer yang dapat digunakan untuk menghitung tepi, mengukur pulsa-lebar, ukuran periode dan frekuensi, dan melakukan posisi pengukuran (encoding). Selain itu, counter timer dapat menghasilkan pulsa, pulsa kereta api, dan gelombang persegi dengan disesuaikan frekuensi. Anda dapat mengakses counter input dan output menggunakan paralel digital I / O modul terpasang di sampai dua slot, atau dengan menggunakan dua sasis PFI terminal yang disediakan di NI cDAQ-9188

### 3.5 Komputer Akuisisi Data

Komputer yang digunakan untuk membangun sistem akuisisi data mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Notebook Processor Intel Pentium Core 2 Duo 3,0 GHz E800
- Memory RAM 5 GByte
- Monitor LCD 14 inchi

hasil analisis yang lebih baik



**ABSTRAK**

- VGA Card PCI Ekspres 1 GByte
- Harddisk 350 GByte
- Windows Original XP Profesional SP2

Untuk lebih jelasnya komputer yang dipakai dapat ditunjukkan pada Gambar 3.9.



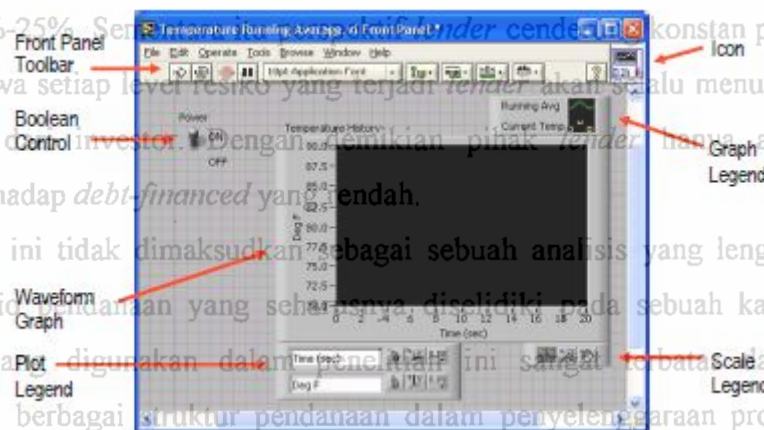
Gambar 3.9 Komputer Akusisi Data

**3.6. Software pemrograman Labview 2011**

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

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

Gambar 3.10 Contoh Tampilan Program VI (Front Panel)



## ABSTRAK

### Front Panel

**Front Panel** digunakan untuk berinteraksi dengan pengguna pada saat program itu berjalan. Pengguna dapat mengontrol program, mengubah input, dan memantau data secara real-time.

Kontrol digunakan untuk pengaturan input, seperti :

- \* setting nilai alarm,
- \* menekan switch on/off, atau
- \* men-stop program.

**Kontrol** (input) dapat berupa knobs, pushbuttons, dials, dan devais lainnya.

Kontrol digunakan untuk men-simulasi devais instrumen input dan men-supply data ke blok diagram.

**Indikator** (output) digunakan sebagai output, seperti thermometer, intensitas cahaya, data, suara, dan info lainnya. Indikator dapat berupa grafik, LED, dan display lainnya. Indikator men-simulasi devais instrumen output dan memperagakan data yang akusisi atau dihasilkan.

Setiap control dan indicator di front panel memiliki terminal yang saling berhubungan di block diagram. Pada saat program VI berjalan, nilai dari control mengalir di block diagram, dan hasilnya menuju ke indikator.

Front panel adalah *user interface* dari program VI, yang terdiri atas control dan indicator, yang masing-masing sebagai terminalinput dan output.

Pada Gambar 3.7. di atas yang menunjukkan control adalah:

- Power switch sebagai control boolean, nilai default-nya adalah *false* dan akan berubah menjadi *true* bila switch ditekan,

Sedangkan yang menjukkan indicator adalah:

- **Temperature history** sebagai indikator dalam bentuk grafik waveform.

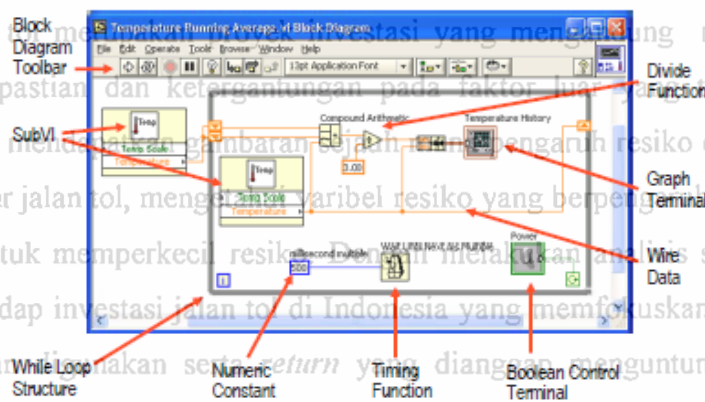
Grafik ini mem-plot Deg F versus Time (sec).

## ABSTRAK

Sedangkan program menurut Blok Diagram adalah sesuai pada Gambar 3.11.

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor pasar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi gambaran dan pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengidentifikasi variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko. Penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan dilakukan secara *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 simulas dan kebijakan. Dalam penelitian ini hasil ketuntasan yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *probabilistic simulation*, dan *short-period PMT (Prevalent Risk)* sebagai variabel keputusan utama investasi seperti NPV, IRR, *debt service coverage ratio* dan *social benefit from the project*.

Gambar 3.11 Contoh Blok Diagram Sistem Akuisisi Data



Blok diagram berisi kode sumber yang bersifat grafis. Di dalam blok diagram objek dari front panel berbentuk terminal.

Sehingga di dalam block diagram terdapat:

- terminal yang berasal dari front panel,
- fungsi dan struktur built-in dari pustaka VI ,
- wire yang menghubungkan semua node

SubVI **Temp** memanggil subrutin yang menerima nilai suhu dari board Data Akuisi (DAQ) dan mem-plot hasilnya di **Temperature History**. Saklar **Power** adalah kontrol Boolean yang akan men-stop eksekusi loop while.

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

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

## ABSTRAK

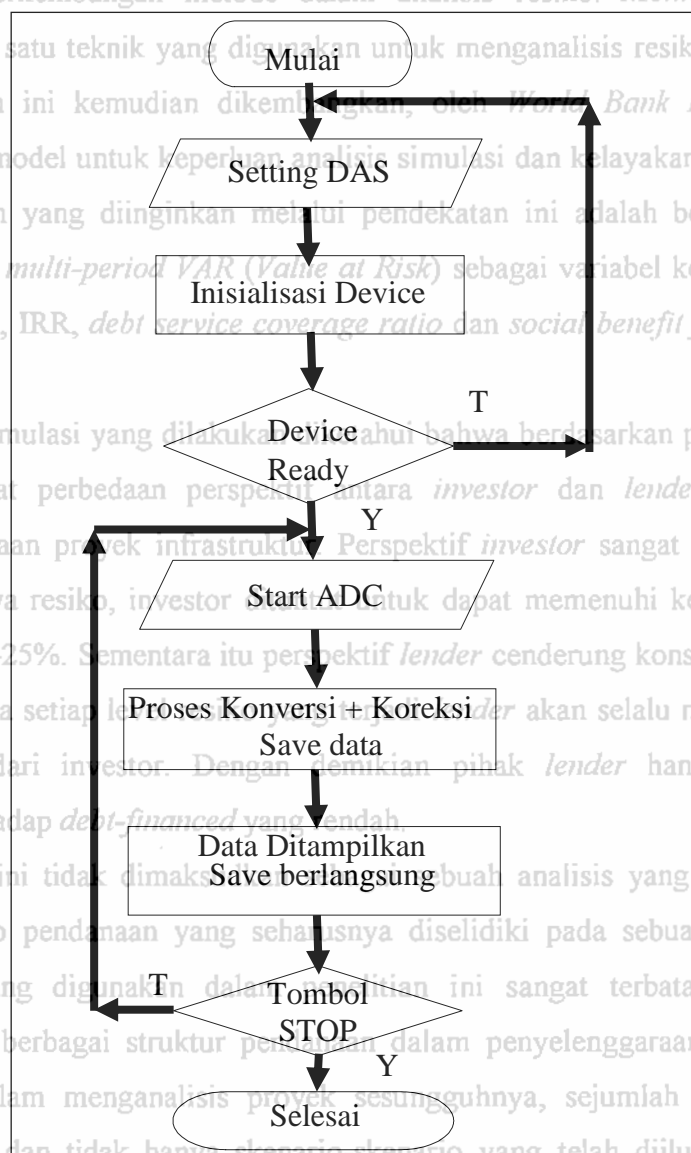
### BAB IV

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Kegiatan desain sistem akuisisi data dimulai dari merencanakan alur program atau membuat *flowchart* agar urutan pelaksanaan kerja dari sistem dapat pendanaan proyek dibuat konsep yang memudahkan pemrogramman. Selanjutnya disusun gambar tampilan panel dan blok diagram dengan menggunakan software Labview 2011 sehingga diperoleh program tampilan pengukuran temperatur yang sesuai dengan yang dikehendaki pengguna seperti pada Gambar 4.1.

#### 4.1 Diagram Alir Sistem Akuisisi Data



Gambar 4.1. Diagram Alir Proses Operasi DAS

## ABSTRAK

### 4.2 Desain Tampilan Sistem Akuisisi Data

Perancangan tampilan sistem akuisisi data dengan Labview dapat dilihat pada Gambar 4.2. dan blok diagram pada Gambar 4.3. Pengukuran yang dilakukan sebanyak 16 kanal masukan dari termokopel type K dengan batas ukur 0 – 1000 °C. Grafik diperuntukan untuk memonitor temperatur pada kedua heater dan temperatur udara maksimum di dalam kotak Bundel Uji Simulasi HTGR.



Gambar 4.2. Tampilan Pengukuran DAS HTGR

#### Keterangan panel tampilan DAS

##### A. Bagian Setting DAS :

##### 1. Setting Channel Pengukuran, terdiri atas :

- Nama-nama Channel : untuk mencari device dan kanal yang terpasang
- Batas Ukur Minimum : untuk menentukan batas ukur suhu terendah (°C)
- Batas Ukur Maksimum : untuk menentukan batas ukur suhu tertinggi (°C)

##### 2. Sampling Data Parameters : untuk menentukan banyaknya data sampling perdetik (data/detik).

##### 3. Thermocouple Setting Parameters : untuk memilih type termokopel yang dipakai

## ABSTRAK

### 4. Cold Junction Setting Parameters, terdiri atas :

- Pilihan CJC : untuk menentukan referensi temperature (Constant value, Channel, Built in)
- CJC Setting Channel : untuk menentukan Cold Junction jika dipasang pada suatu kanal tertentu.
- CJC Value : jika CJC ditentukan sendiri temperaturnya.





### 5. High Accuracy Setting, terdiri atas :

- Enable Autozero, pilihan enable/disable autozero pada device
- Pilihan Auto Zero Mode : (none, every sample, once)

### B. Bagian Indikator :


1. Kurva Pengukuran Temperatur : menampilkan gambar kurva temperature vs waktu pada saat pengukuran untuk semua kanal input.
2. Indikator digital : menampilkan data digital pengukuran temperatur untuk masing-masing kanal : 16 kanal sesuai nomor kanalnya.
3. Legend warna plot gambar kurva sesuai kanal input pengukuran
4. Time, indikator waktu *start-end* grafik pengukuran hh:mm:ss AM/PM.

### C. Bagian Kontrol DAS:

-  RUN : untuk menjalankan program (mulai pengukuran)
-  RUN CONTINUOSLY : untuk menjalankan program secara kontinyu
-  Abort Execution : untuk membatalkan program tampilan DAS
-  STOP : STOP pengukuran DAS

### D. Bagian Informasi Tampilan DAS:

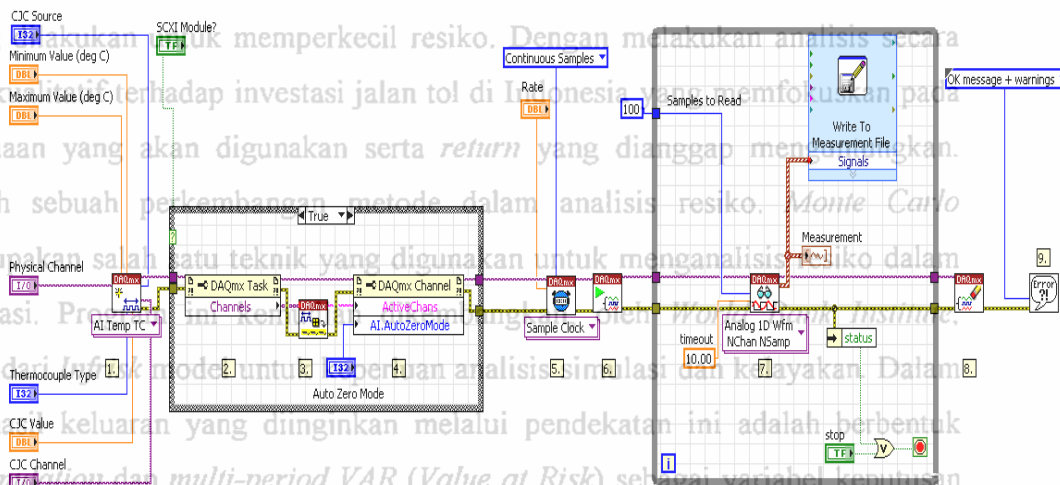
- Informasi Nama Tampilan : **DATA AKUISISI SISTEM BUNDEL UJI SIMULASI HTGR**
- Informasi hak cipta : **Copyrights : KISWANTA / NPM : 0906495040**

Dari fitur-fitur data akuisisi tersebut telah disusun sedemikian rupa sehingga setiap pengukuran pada masing-masing kanal dapat ditampilkan secara serentak, mudah pengoperasian, interaktif dan user friendly. Di samping itu pada saat mengklik tombol  (Run), maka sebelum memulai menjalankan program pengukuran tersebut, maka pengguna akan diminta memasukkan nama file untuk memuat data yang akan disimpan ke dalam direktori tertentu dalam format : hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK

**TDMS file** sehingga setelah selesai menjalankan program dapat dibuka dengan program Excel untuk melihat tabel data pengukuran atau membuat grafik data.

Selanjutnya tombol STOP digunakan untuk mengakhiri program tampilan pengukuran sehingga berhenti. Untuk melihat data pengukuran, klik file TDMS (Indeks7) hasil simpan program hingga data pengukuran dapat diperlihatkan sesuai table ataupun diplot sebagai grafik.



Gambar 4.3. Blok Diagram DAS HTGR

### Keterangan langkah alur blok diagram :

1. Buat Kanal Termokopel (TC) untuk kanal pengukuran temperatur.
2. Tempatkan semua kanal di dalam Task.
3. Konversi setiap kanal array ke string kanal *comma-delimited*.
4. Atribut ini diatur untuk mengkompensasi kesalahan input offset.
5. Panggil VI waktu untuk menentukan parameter *Timing*. Gunakan perangkat *clock internal*, akuisisi kontinu dan sample rate yang ditentukan oleh tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak lender hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.
6. Panggil VI Start untuk memulai program dan akuisisi data.
7. Baca sampel N dan plot itu. Secara default, VI Baca membaca semua sampel mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab Simulasi Intrisk 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
8. Panggil VI Tugas Hapus untuk menghapus Task.
9. Gunakan kotak dialog popup untuk menampilkan error jika ada.

## ABSTRAK

### 4.3 Proses Konversi Pengukuran pada Tampilan

Pada pembuatan sistem akuisisi data ini, telah ditentukan parameter-parameter fisis yang akan dipantau yaitu :

- Temperatur (kanal 1-16) : jenis sensor Termokopel TC dengan batas skala pengukuran : 0 - 1000°C.

Mengingat parameter yang diakuisisi adalah temperatur dan sinyal listrik upaya apa yang dilakukan untuk memperoleh tegangan. Maka diperlukan suatu analisis kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta resiko yang diantisipasi.

$$T = Cv + d$$

Di mana: T = parameter yang diukur

C = faktor konversi

d = faktor koreksi

v = sinyal tegangan masukan

Contoh : Untuk temperatur dengan rentang pengukuran 0 - 1000°C, maka harga C = 100 dan d = 0

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan penerapan 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.

- Temperatur TC (T) = (100 x V) (Celcius)

- Dengan persamaan koreksi = Cv + d

Contoh Perhitungan konversi :

Jika tegangan listrik inputnya 0 Volt dan 10 Volt, maka pada tampilan temperatur TC adalah : T = (100 x 0) = 0°C dan T = (100x10) = 1000°C.

Contoh Perhitungan koreksi :

Jika pada input kanal 1-16 dimasukkan sinyal dari Termokopel type K, dengan kondisi : temperatur 0 °C dan terbaca 0,285 °C, sementara kondisi temperatur yang benar 0,000 °C. Kemudian jika pada pada kanal terbaca 719,143°C, padahal temperatur sebenarnya 716,143 °C, maka :



## ABSTRAK

Persamaan matematisnya : Temperatur terkoreksi = Cv + d

**Correct Reading = C(Erroneous Reading) + b**

Sehingga bila ditulis menjadi :

$$0,000 = C(0,285) + b \quad (1)$$

$$716,143 = C(719,143) + b \quad (2)$$

**Penyelesaiannya :**

$$0,000 = C(-0,285) - b$$

$$716,143 = C(719,143) + b$$

$$716,143 = C(719,143 - 0,285) \quad (3)$$

$$C = 716,143 / (719,143 - 0,285) \quad (4) \quad C = 0,997$$

**Substitusikan ke persamaan (1) dengan determinan b.**

$$0,000 = 0,997(0,285) + d \quad (5)$$

$$d = -0,284$$

**Tuliskan parameter C dan d :**

$$\text{Correct Reading} = 0,997(\text{Erroneous Reading}) - 0,284$$

**Periksa hasilnya dengan data di atas :**

$$\text{Correct Reading for } 716,143 = 0,997(719,143) - 0,284$$

$$= 716,702$$

$$\text{Correct Reading for } 0,000 = 0,997(0,285) - 0,284$$

$$= 0,000145$$

Sehingga hasil pengukuran yang direkam adalah 716,702°C dan 0.000145°C.

### 4.4 Proses Kalibrasi

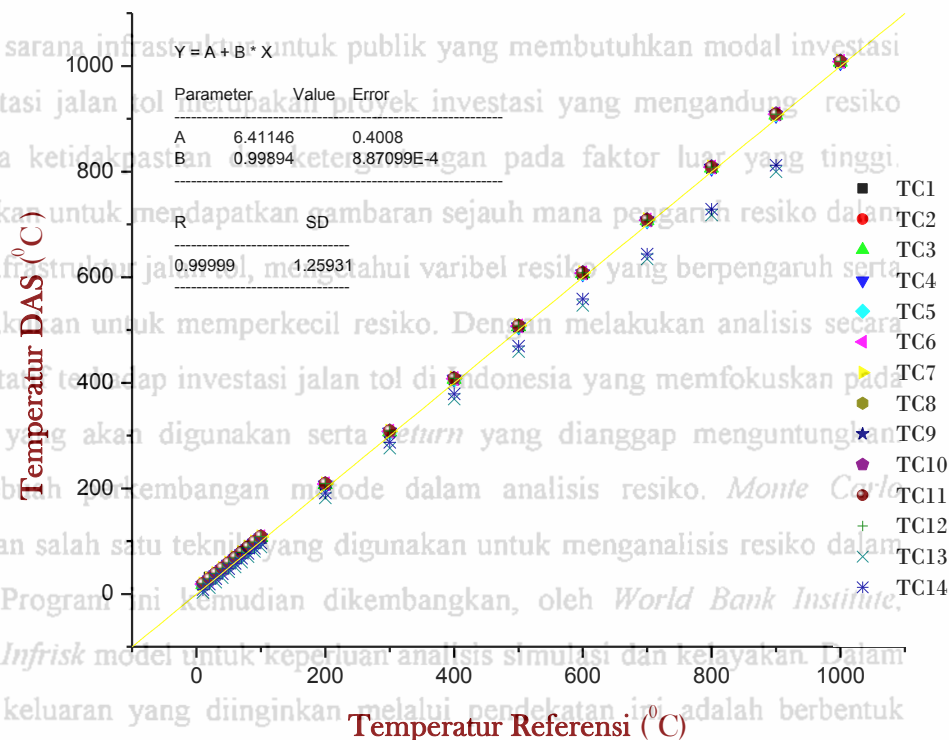
Seberapa jauh tingkat keakuratan dari pembacaan termokopel ditentukan melalui proses kalibrasi. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai temperatur acuan/referensi dengan dengan nilai yang terbaca pada DAS.

### 4.5 Penentuan Ketelitian, Keakuratan, Sensitivitas dan Error

Dari kegiatan kalibrasi dengan JOFRA, nilai temperatur acuan/referensi pendanaan harus diselidiki dan tidak hanya skenario-skenario yang telah diilustrasikan dihasilkan dari alat kalibrasi temperatur JOFRA ditunjukkan pada Gambar 4.4.

hasil analisis yang lebih baik

## ABSTRAK



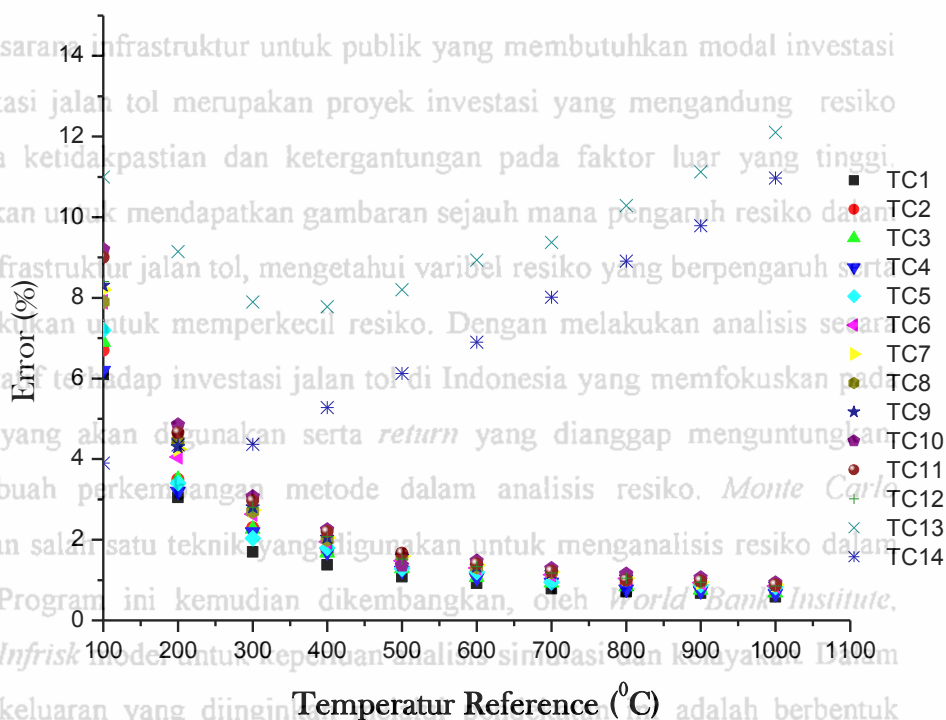
Gambar 4.4. Kurva Kalibrasi Temperatur referensi vs temperatur DAS

Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara investor dan tender 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 tender cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level resiko yang terjadi tender akan selalu memenuhi tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak tender hanya akan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

Seberapa jauh penyimpangan dari nilai referensi ditentukan melalui perhitungan nilai *error* atau kesalahan. Apabila  $T_r$  = Nilai Referensi, dan  $T_m$  = Nilai yang terbaca pada DAS, maka kesalahan atau  $Error = \left| \frac{T_m - T_r}{T_r} \right| \times 100 \%$ , ditunjukkan pada Gambar 4.5.

Perlu dicatat bahwa 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



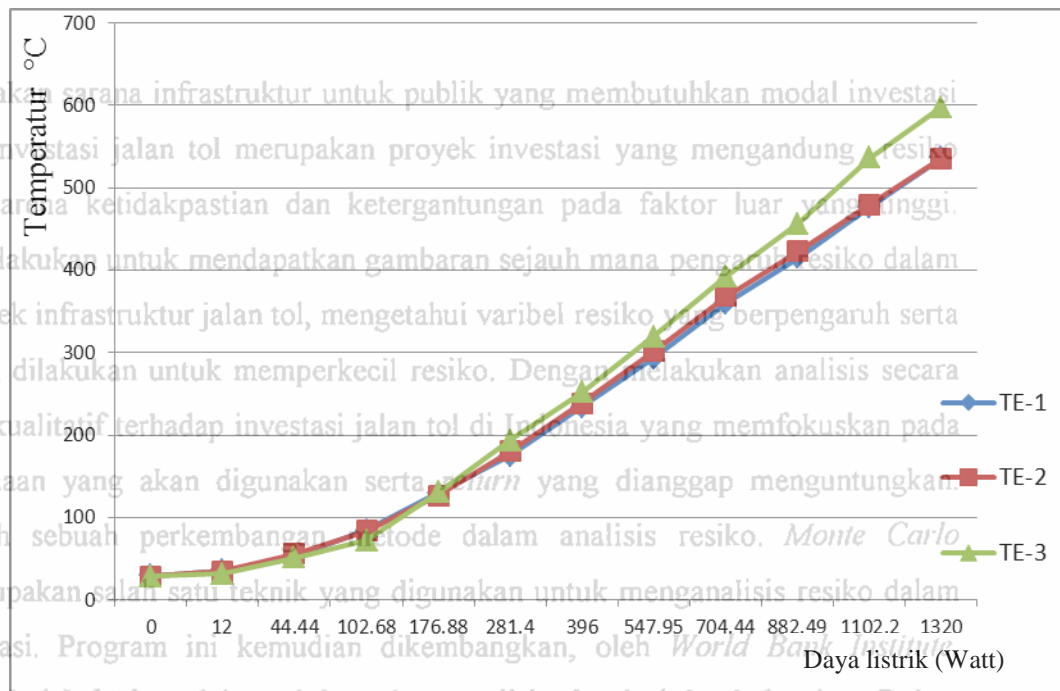
Gambar 4.5. Grafik Temperatur Referensi Vs Nilai Error

Pada Gambar 4.5. nampak jelas bahwa kesalahan akan semakin kecil mendekati 1% pada temperatur di atas 600°C. Sehingga pengukuran temperatur pada saat komisioning telah sesuai dengan kondisi sesungguhnya.

### 4.6 Analisis Data Hasil pengamatan

Data hasil uji pemanasan Bundel Uji Simulasi HTGR yang digunakan sebagai data masukan dalam perhitungan adalah nilai perubahan temperatur terhadap waktu baik pemanasan secara konduksi, konveksi, maupun radiasi. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus pemanasan dilakukan dalam beberapa tahap berdasarkan perlakuan pada obyek. Sebab Simulasi Infrisk yang digunakan dalam penelitian ini sangat terbatas dalam pengukuran dan nilai temperatur akhir pemanasan yang terekam di masing – masing titik berdasarkan temperatur yang terekam pada heater. Bundel Uji Simulasi HTGR mendapatkan dua perlakuan berbeda yaitu dengan ditutup menggunakan glasswall (peredam panas) dan tanpa ditutup dengan menggunakan glasswall (peredam panas).

## ABSTRAK



Gambar 4.6. Kurva daya terhadap perubahan temperatur.

#### 4.6.1. Distribusi Temperatur pada Bundel Uji Simulasi HTGR

Hasil pengukuran temperatur pemanasan Bundel Uji Simulasi HTGR berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh berdasarkan perubahan temperatur akhir pada heater adalah 100°C, 200°C, 300°C, 400°C, dan 500°C digambarkan pada distribusi temperatur pada heater dan dinding dengan perubahan temperatur terhadap daya listrik untuk pemanasan konduksi pada gambar 4.6. Nilai temperatur pada gambar merupakan hasil pembacaan termokopel pada daerah yang paling dekat dengan heater berturut-turut TE-1, TE-2, TE-3 untuk 3 kali eksperimen.

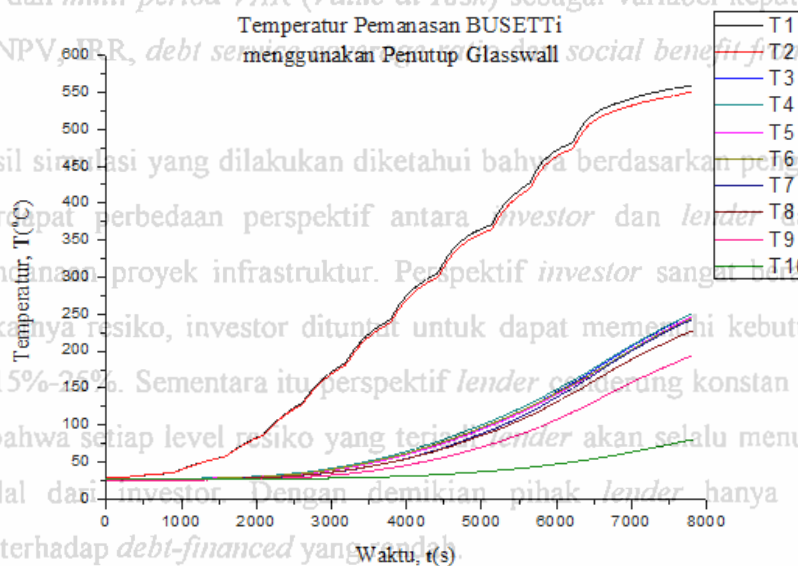
Proses pemanasan dilakukan dengan menaikkan daya melalui penambahan menerima konsekuensi terhadap *debt-financed* yang rendah. Perlu dicatat bahwa kasus ini tidak dimaksudkan sebagai sebuah analisis yang lengkap mengenai berbagai skenario pendanaan yang seharusnya diselidiki pada sebuah kasus. Sebab 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

Hasil pengukuran temperatur proses pemanasan Bundel Uji Simulasi HTGR pada saat di tutup menggunakan glaswall (peredam panas) memiliki nilai yang berbeda di bandingkan dengan tanpa menggunakan glaswall (peredam panas). Nilai temperatur akhir yang terukur pada heater dan dinding Bundel Uji Simulasi HTGR yang di tutup menggunakan glaswall (peredam panas) lebih besar.

Nilai temperatur akhir yang terukur pada heater dan dinding Bundel Uji Simulasi HTGR yang di tutup menggunakan glaswall (peredam panas) lebih besar. Distribusi temperatur pada heater dan dinding dengan perubahan temperatur terhadap waktu untuk pemanasan radiasi pada Bundel Uji Simulasi HTGR yang ditutup menggunakan glaswall (peredam panas) digambarkan pada gambar 4.7. Nilai temperatur yang terukur paling tinggi pada heater yaitu  $550^{\circ}\text{C}$  dan nilai temperatur pada dinding di titik – titik yang dipasang oleh termokopel yaitu  $260^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.7 Grafik pemanasan konduksi dengan variasi temperatur akhir mengenai berbagai skenario pada heater dan setiap titik pada saat ditutup glasswall

Grafik diatas secara rata – rata menunjukkan nilai distribusi temperatur pemanasan yang homogen untuk setiap nilai temperatur pada heater dan dinding karena sangat rapat perbedaan nilai temperatur pada heater antara T1 dan T2, dan

hasil analisis yang lebih baik

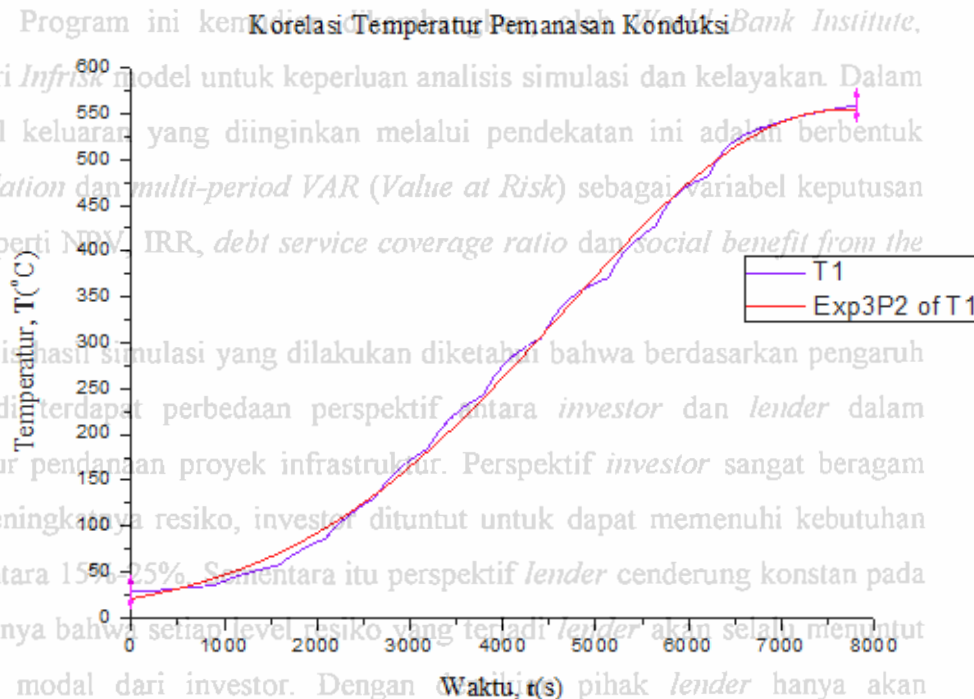
## ABSTRAK

nilai temperatur pada daging dinding T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, dan T10.

Perubahan nilai temperatur berdasarkan waktu selama proses pemanasan secara radiasi merupakan fungsi temperatur pemanasan konduksi karena pembacaan temperatur pada daging dinding, sehingga distribusi temperatur pemanasan radiasi meningkat secara eksponensial sesuai dengan fungsi temperatur kalor konduksi.

Hasil uji eksperimen pada variasi temperatur yang disenariokan dapat terlihat beberapa temperatur akhir pada titik termokopel dinding lebih rendah dibandingkan dengan titik termokopel bagian *heater*.

Hasil plot fungsi  $T(t)$  untuk korelasi pemanasan konduksi pada Bundel Uji Simulasi HTGR digambarkan pada gambar 4.8 – 4.17.

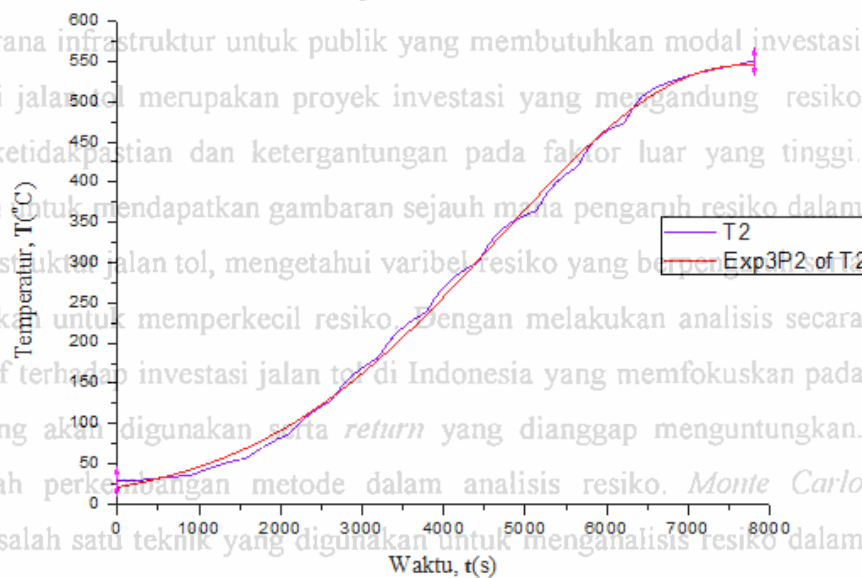


Gambar 4.8 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan  $T_{\text{akhir}}=550^{\circ}\text{C}$  pada T1

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

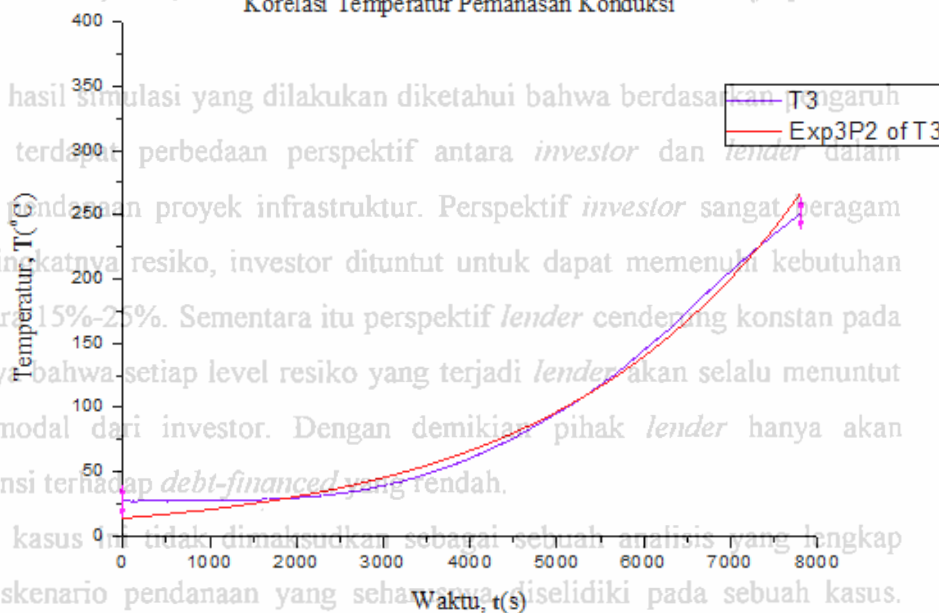
## ABSTRAK

Korelasi Temperatur Pemanasan Konduksi



Gambar 4.9 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan  $T_{akhir}=550^{\circ}\text{C}$  pada T2

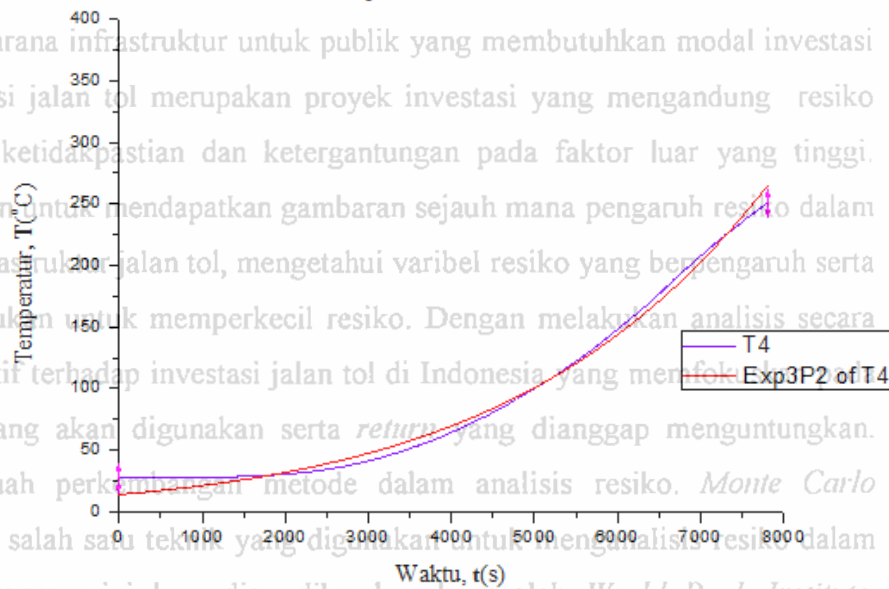
Korelasi Temperatur Pemanasan Konduksi



Gambar 4.10 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan  $T_{akhir}=250^{\circ}\text{C}$  pada T3

## ABSTRAK

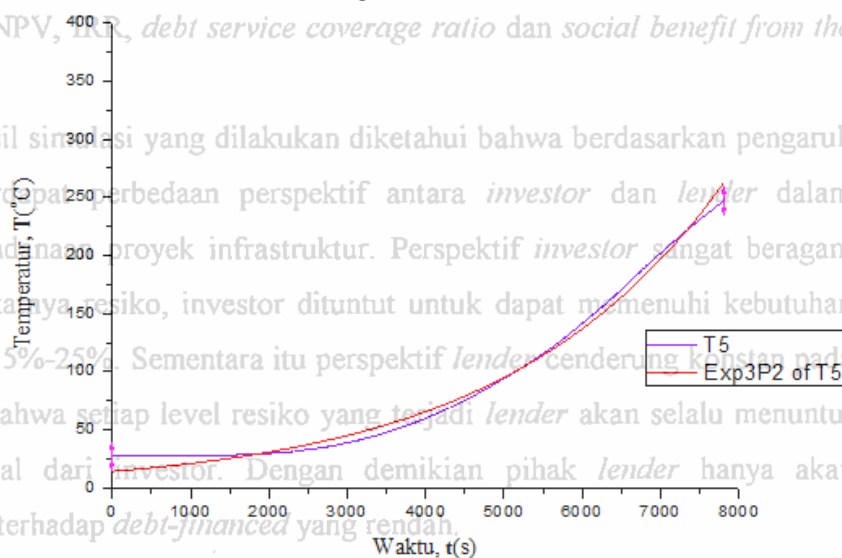
### Korelasi Temperatur Pemanasan Konduksi



Gambar 4.11 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan

$T_{akhir}=250^{\circ}\text{C}$  pada T4

### Korelasi Temperatur Pemanasan Konduksi



Gambar 4.12 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan

$T_{akhir}=247^{\circ}\text{C}$  pada T5

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 struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* untuk analisis simulasi kebaruan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan  $T_{akhir}=250^{\circ}\text{C}$  pada T4 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*.

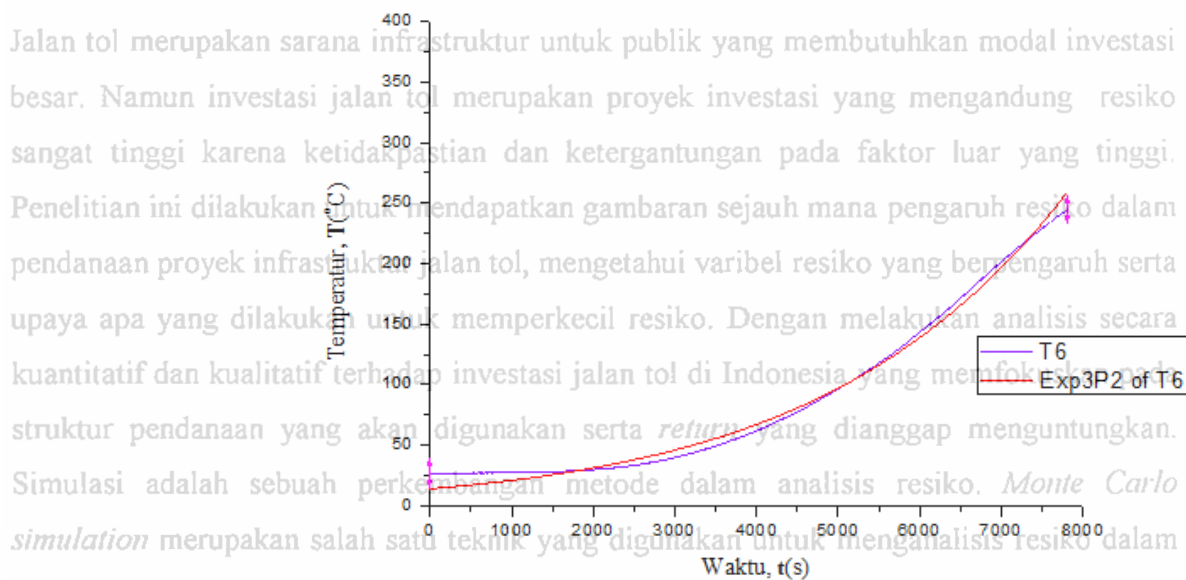
Berdasarkan analisis hasil simulasi yang dilakukan diketahui bahwa berdasarkan pengaruh resiko yang terjadi terdapat perbedaan perspektif antara *investor* dan *lender* dalam menentukan struktur pendanaan proyek infrastruktur. Perspektif *investor* sangat beragam sejalan dengan meningkatnya resiko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konservatif 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 diberikan 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

### Korelasi Temperatur Pemanasan Konduksi



Gambar 4.13 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan

$T_{akhir}=244^{\circ}\text{C}$  pada T6

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*.

### Korelasi Temperatur Pemanasan Konduksi



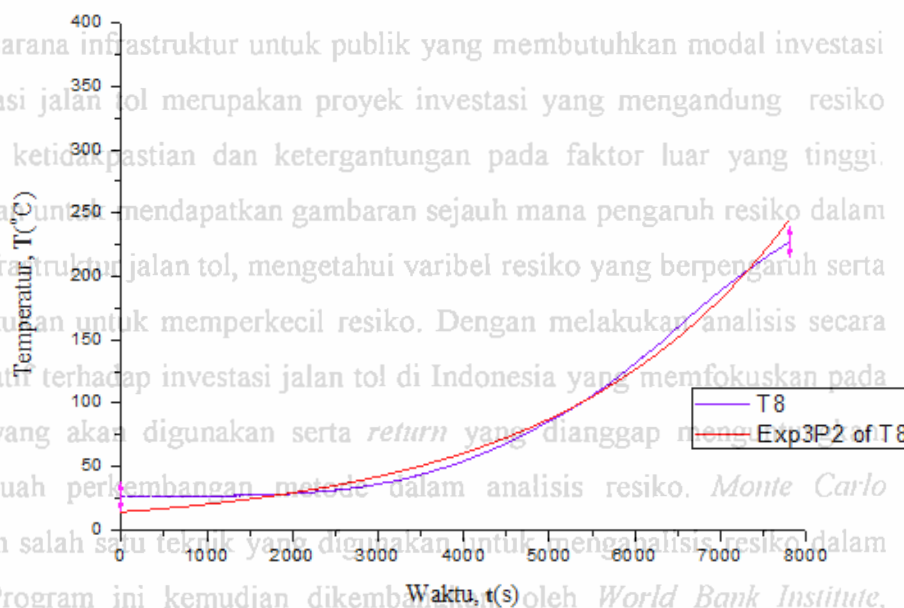
Gambar 4.14 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan

$T_{akhir}=240^{\circ}\text{C}$  pada T7

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

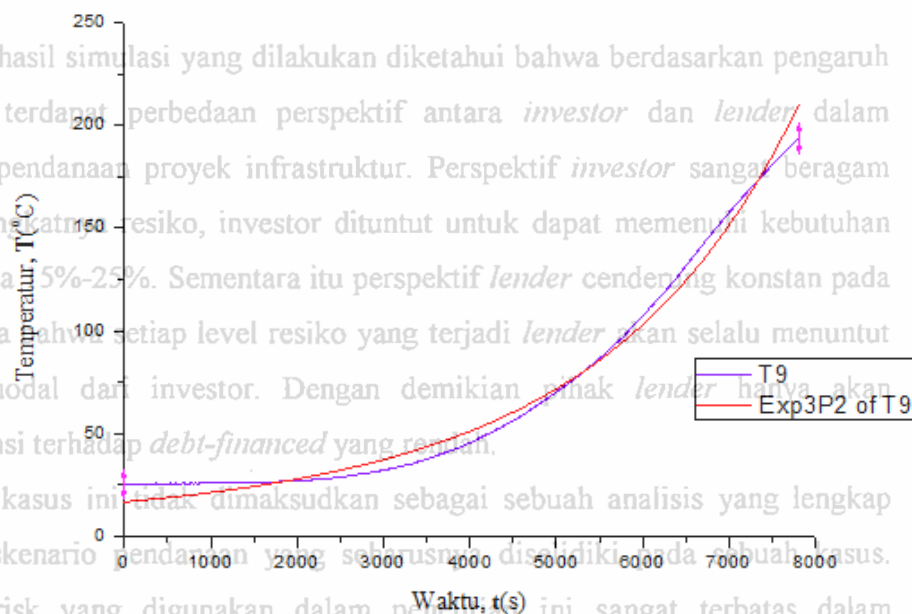
## ABSTRAK

### Korelasi Temperatur Pemanasan Konduksi



Gambar 4.15 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan  $T_{\text{akhir}}=227^{\circ}\text{C}$  pada T8

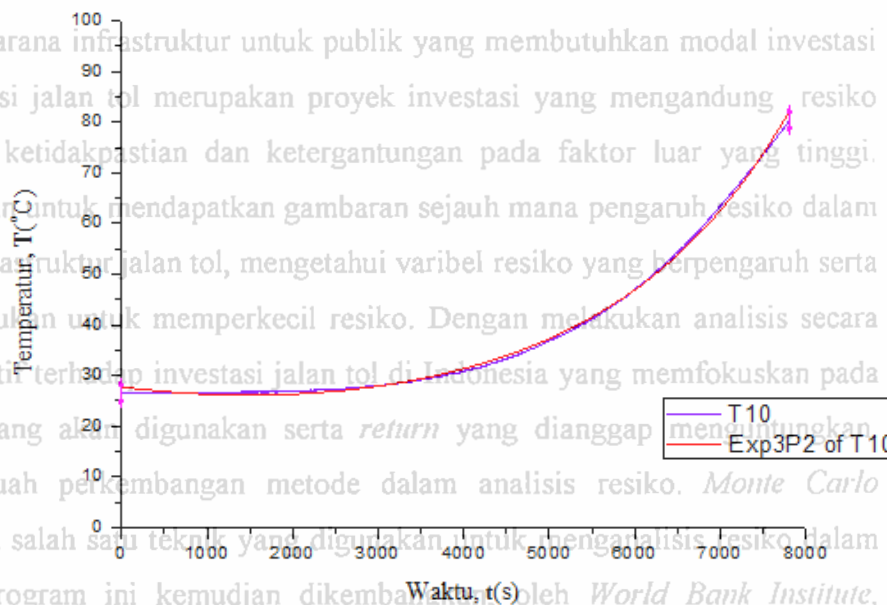
### Korelasi Temperatur Pemanasan Konduksi



Gambar 4.16 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan  $T_{\text{akhir}}=193^{\circ}\text{C}$  pada T9

## ABSTRAK

### Korelasi Temperatur Pemanasan Konduksi



Gambar 4.17 Grafik korelasi temperatur pemanasan konduksi dengan  $T_{\text{akhir}}=80^{\circ}\text{C}$  pada T10

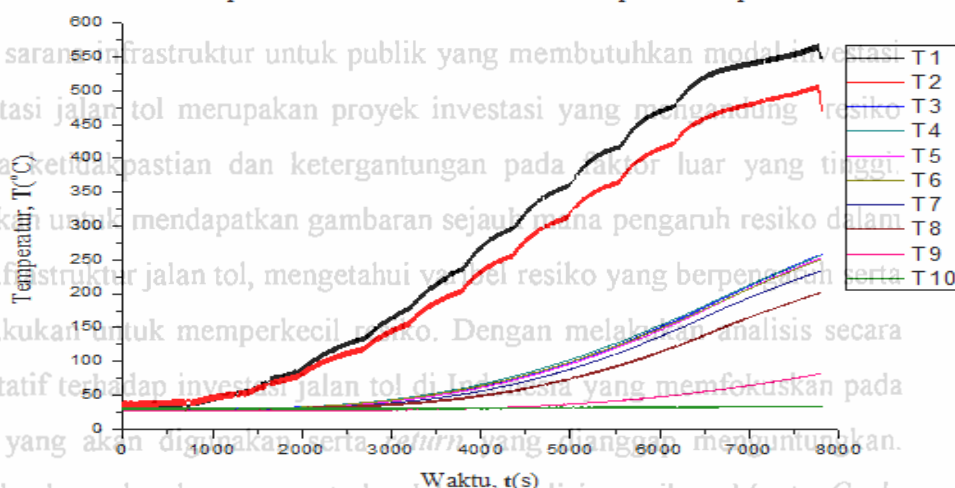
Fungsi temperatur kalor konduksi dinyatakan dalam  $T(t) = ce^{-\alpha\lambda^2 t}$

sehingga nilai konstanta untuk difusivitas termal pada konstanta ( $\alpha\lambda^2$ ) dinyatakan bergantung terhadap waktu dan mempengaruhi kelandaian dalam menentukan distribusi temperatur. Kerapatan pembacaan nilai temperatur setiap termokopel sejalan dengan terlihat rapat pula pada kurva korelasi pemanasan kalor konduksi, hal ini dapat ekuitas berkisar ditunjukkan berdasarkan nilai dari fungsi temperatur konduksi yang memiliki nilai level tertinggi, konstanta waktu yang hampir sama pada setiap termokopel. Setelah diketahui nilai tinggi penyerta konstanta waktu ( $\alpha\lambda^2$ ) maka dapat ditentukan nilai konstanta separasi ( $\lambda$ ) yang menerima konsekuensi selanjutnya dapat digunakan sebagai perhitungan fungsi temperatur aksial untuk pemanasan konduksi.

Pada grafik 4.7. hanya menggambarkan proses pemanasan secara konduksi. Sebab Simulasi dengan variasi temperatur akhir pada heater dan setiap titik untuk Bundel Uji merefleksikan realitas dari proses pemanasan HTGR yang ditutup oleh glasswall. Distribusi temperatur untuk proses pemanasan secara konduksi dengan variasi temperatur akhir pada heater dan setiap titik untuk Bundel Uji Simulasi HTGR yang tidak di tutup menggunakan glasswall (peredam panas) digambarkan pada gambar 4.18.

## ABSTRAK

### Temperatur Pemanasan BUSETTi tanpa Penutup Glasswall



Gambar 4.18. Grafik pemanasan konduksi dengan variasi temperatur akhir pada heater dan setiap titik untuk Bundel Uji Simulasi HTGR tanpa ditutup glasswall

Pada grafik diatas, kerapatan yang dihasilkan hampir sama dengan yang dihasilkan pada proses pemanasan konduksi saat Bundel Uji Simulasi HTGR ditutup dengan menggunakan glasswall. Gambar 4.7, diatas menunjukkan perbedaan hasil dengan saat ditutup glasswall hanya terlihat sangat jelas pada temperatur yang terukur pada heater. Perbedaan yang terjadi dimungkinkan karena pengaruh pemasangan termokopel sehingga ujung termokopel kurang menyentuh heater. Faktor lain yang terjadi karena proses pemanasan konduksi yang berjalan lambat akibat dari letak termokopel yang dipasang pada heater.

Pola distribusi temperatur aksial tidak selalu sama dengan fungsi 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 modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung risiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi.

Dengan selesainya kegiatan ini, maka dapat disimpulkan bahwa : rancangan Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran sejauh mana pengaruh risiko dalam pendanaan proyek infrastruktur jalan tol, mengetahui variabel risiko yang berpengaruh serta upaya apa yang dilakukan untuk memperkecil risiko. Dengan melakukan analisis secara kuantitatif dan kualitatif terhadap investasi jalan tol di Indonesia yang memfokuskan pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis risiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis risiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan kelayakan. Dalam penelitian ini hasil keluaran yang diinginkan melalui pendekatan ini adalah berbentuk *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*.

Kegiatan yang dimulai dari desain, perakitan, komisioning dan pengujian berhasil dilakukan. Hasil kegiatan berupa sistem akuisisi data temperatur pada Bundel Uji Simulasi HTGR yang mempunyai kemampuan pengukuran pemanasan pada saat komisioning hingga temperatur 753,1°C selama 10.484 detik pada tegangan listrik 160 Volt dari tegangan maksimum 220Volt (72,73%), dengan error kesalahan pada saat kalibrasi sebesar 6°C atau sekitar 1% pada

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 **SARAN-SARAN**ko, investor dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan

ekuitas berkisar antara 15%-25%. Sementara itu perspektif *lender* cenderung konstan pada level tertinggi, artinya bahwa setiap level risiko yang terjadi *lender* akan selalu menuntut tinggi penyertaan modal dari investor. Dengan demikian pihak *lender* hanya akan menerima konsekwensi terhadap *debt-financed* yang rendah.

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

## ABSTRAK

### Daftar Acuan

1. *Measurement Computing Corporation*, “*Data Acquisition Handbook*”, *Published 2004-2012 in the United States of America*.
2. RAKHMAT S., “Tutorial Hardware (PPL, Microcontroller & Sistem Akuisisi Data)”, ITS, Surabaya, 1999.
3. Dunn, William C., *Introduction to instrumentation, sensors, and process control*, Artech House sensors library, 685 Canton Street Norwood, MA 02062, 2006
4. Sastra W. Kusuma, *Pengenalan Instrumentasi Maya*, Materi Kuliah S2 Instrumentasi, FMIPA-UI, Depok, 2009.
5. Umar Yahdi, “Pengantar Fisika Listrik Magnet”, Gunadarma, Depok, 1991.
6. Termokopel, <http://id.wikipedia.org/wiki/Termokopel>
7. Koestoer, Raldi Artono, *Pengukuran Teknik*, Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Univ. Indonesia, Jakarta, 2004
8. Priyotomo, Gadang., *Baja Stainless*, <http://gadang-e-bookformaterialscience.blogspot.com/2007/12/info-mengenal-singkat-apa-itu-stainless.html>, Desember, Tangerang, 2007.
9. Lee, Ho Sung, *Thermal Design: heat sink, thermoelectric, heat pipe, compact heat exchangers, and solar cells*, John Wiley & Sons, New York, 2010.
10. Holman, JP, *Perpindahan Kalor* (diterjemahkan oleh: E. Jasjfi), Erlangga, Jakarta, 1995.
11. Pitts, Donald R., Leighton E. Sissom, *Perpindahan Kalor* (diterjemahkan oleh: E. Jasjfi), Erlangga, Jakarta, 1987.
12. Incropera, F.P. dan D.P. Dewitt, *Fundamental of Heat and Mass Transfer Fourth edition*, John Wiley, New York, 1996.

## Indeks 1

## ABSTRAK

Tabel ilustrasi perekaman sistem akuisisi data

dengan maksimum 12.500 data/detik

Time	No. Data	T1 °C	T2 °C	Keterangan
+000:00:00	1	30.400	30.200	awal data detik ke-1
+000:00:00	2	30.400	30.200	
+000:00:00	3	30.400	30.200	
+000:00:00	4	30.400	30.200	
+000:00:00	5	30.400	30.200	
+000:00:00	6	30.400	30.200	
+000:00:00	7	30.400	30.300	
+000:00:00	8	30.400	30.200	
+000:00:00	9	30.400	30.200	
+000:00:00	10	30.400	30.200	
+000:00:00	11	30.400	30.200	
+000:00:00	12	30.400	30.200	
+000:00:00	13	30.400	30.200	
+000:00:00	14	30.400	30.200	
+000:00:00	15	30.400	30.200	
+000:00:00	16	30.400	30.200	
+000:00:00	17	30.400	30.200	
+000:00:00	18	30.400	30.200	
+000:00:00	19	30.400	30.200	
+000:00:00	20	30.400	30.200	
+000:00:00	21	30.400	30.200	
+000:00:00	22	30.400	30.300	
+000:00:00	23	30.400	30.300	
+000:00:00	24	30.400	30.200	
+000:00:00	25	30.400	30.200	
+000:00:00	26	30.400	30.200	
+000:00:00	27	30.400	30.200	
+000:00:00	28	30.400	30.200	
+000:00:00	29	30.400	30.200	
+000:00:00	30	30.400	30.200	
+000:00:00	31	30.400	30.200	
+000:00:00	32	30.400	30.200	
+000:00:00	33	30.400	30.200	
+000:00:00	34	30.400	30.200	
+000:00:00	35	30.400	30.200	
+000:00:00	36	30.400	30.200	
+000:00:00	37	30.400	30.200	
+000:00:00	38	30.400	30.200	
+000:00:00	39	30.400	30.300	
+000:00:00	40	30.400	30.200	
+000:00:00	41	30.400	30.200	
	...			dst
	....			dst
+000:00:00	12500	30.400	30.300	akhir data detik ke-1

## Indeks 3

## ABSTRAK

+000:00:01	12501	30.400	30.200	awal data detik ke-2
+000:00:01	12502	30.400	30.200	
+000:00:01	12503	30.400	30.200	
+000:00:01	12504	30.400	30.200	
+000:00:01	12505	30.400	30.200	
+000:00:01	12506	30.400	30.200	
+000:00:01	12507	30.400	30.200	
+000:00:01	12508	30.400	30.200	
+000:00:01	12509	30.400	30.200	
+000:00:01	12510	30.400	30.200	
+000:00:01	12511	30.400	30.200	
+000:00:01	12512	30.400	30.200	
+000:00:01	12513	30.400	30.200	
+000:00:01	12514	30.400	30.200	
+000:00:01	12515	30.400	30.200	
+000:00:01	12516	30.400	30.200	
+000:00:01	12517	30.400	30.200	
+000:00:01	12518	30.400	30.200	
+000:00:01	12519	30.400	30.200	
+000:00:01	12520	30.400	30.200	
+000:00:01	12521	30.400	30.200	
+000:00:01	12522	30.400	30.300	
+000:00:01	12523	30.400	30.200	
+000:00:01	12524	30.400	30.200	
+000:00:01	12525	30.400	30.200	
+000:00:01	12526	30.400	30.300	
+000:00:01	12527	30.400	30.300	
+000:00:01	12528	30.400	30.300	
+000:00:01	12529	30.400	30.200	
+000:00:01	12530	30.400	30.200	
+000:00:01	12531	30.400	30.200	
+000:00:01	12532	30.400	30.300	
+000:00:01	12533	30.400	30.300	
+000:00:01	12534	30.400	30.300	
+000:00:01	12535	30.400	30.200	
+000:00:01	12536	30.400	30.200	
+000:00:01	12537	30.400	30.200	
+000:00:01	12538	30.400	30.200	
+000:00:01	12539	30.400	30.200	
+000:00:01	12540	30.400	30.200	
+000:00:01	12541	30.400	30.200	
+000:00:01	12542	30.400	30.200	
+000:00:01	12543	30.400	30.200	
+000:00:01	12544	30.400	30.200	
+000:00:01	12545	30.400	30.200	
+000:00:01	12546	30.400	30.200	
	...			dst
	...			dst
	...			dst
+000:00:01	25000	30.400	30.200	akhir data detik ke-2

hasil analisis yang lebih baik



## Indeks 3

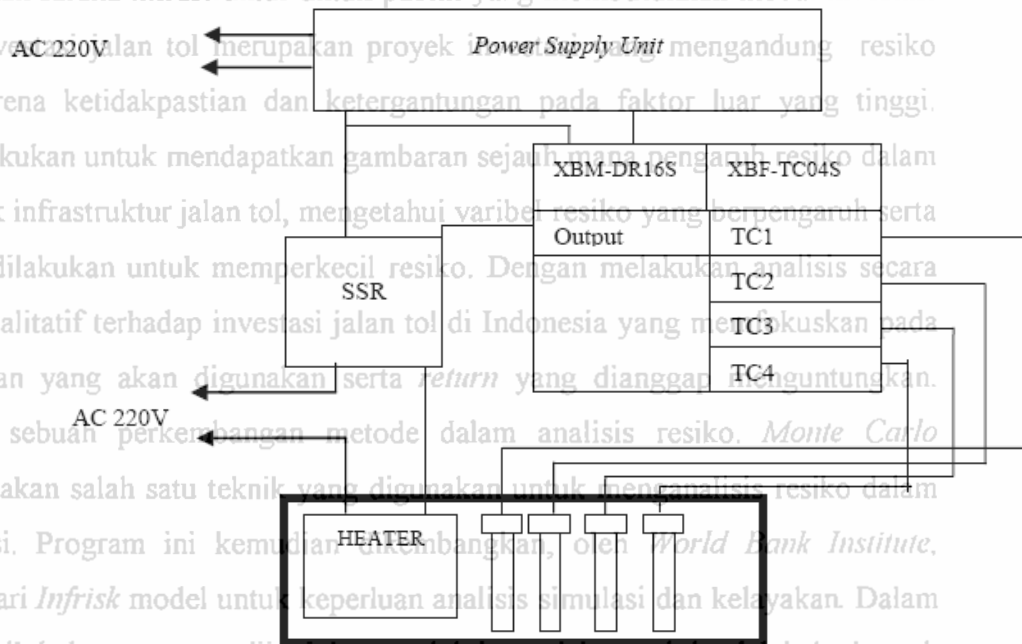
## ABSTRAK

+000:00:02	25001	30.400	30.200	awal data detik ke-3
+000:00:02	25002	30.400	30.200	
+000:00:02	25003	30.400	30.200	
+000:00:02	25004	30.400	30.200	
+000:00:02	25005	30.400	30.200	
+000:00:02	25006	30.400	30.200	
+000:00:02	25007	30.400	30.200	
+000:00:02	25008	30.400	30.200	
+000:00:02	25009	30.400	30.200	
+000:00:02	25010	30.400	30.200	
+000:00:02	25011	30.400	30.200	
+000:00:02	25012	30.400	30.200	
+000:00:02	25013	30.400	30.200	
+000:00:02	25014	30.400	30.200	
+000:00:02	25015	30.400	30.200	
+000:00:02	25016	30.400	30.200	
+000:00:02	25017	30.400	30.200	
+000:00:02	25018	30.400	30.200	
+000:00:02	25019	30.400	30.200	
+000:00:02	25020	30.400	30.200	
+000:00:02	25021	30.400	30.200	
+000:00:02	25022	30.400	30.200	
+000:00:02	25023	30.400	30.200	
+000:00:02	25024	30.400	30.200	
+000:00:02	25025	30.400	30.200	
+000:00:02	25026	30.400	30.200	
+000:00:02	25027	30.400	30.200	
+000:00:02	25028	30.400	30.200	
+000:00:02	25029	30.400	30.200	
+000:00:02	25030	30.400	30.200	
+000:00:02	25031	30.400	30.200	
+000:00:02	25032	30.400	30.200	
+000:00:02	25033	30.400	30.200	
+000:00:02	25034	30.400	30.200	
+000:00:02	25035	30.400	30.200	
+000:00:02	25036	30.400	30.200	
+000:00:02	25037	30.400	30.200	
+000:00:02	25038	30.400	30.200	
+000:00:02	25039	30.400	30.300	
+000:00:02	25040	30.400	30.200	
+000:00:02	25041	30.400	30.200	
+000:00:02	25042	30.400	30.300	
+000:00:02	25043	30.400	30.200	
+000:00:02	25044	30.400	30.200	
+000:00:02	25045	30.400	30.300	
+000:00:02	25046	30.400	30.300	
	...			dst
+000:00:02	37500	30.400	30.200	akhir data detik ke-3

## ABSTRAK

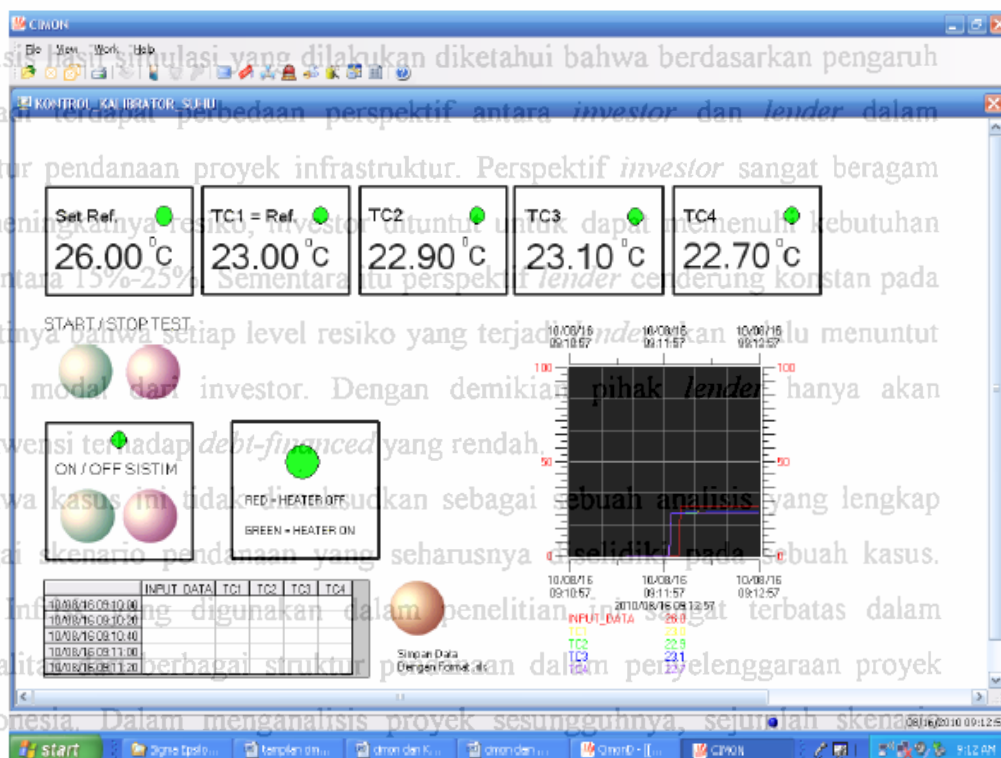
Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek *Power Supply Unit* mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan 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 berfokus pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggarkan digunakannya. 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*.

Gambar Rangkaian Kalibrasi Termokopel



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

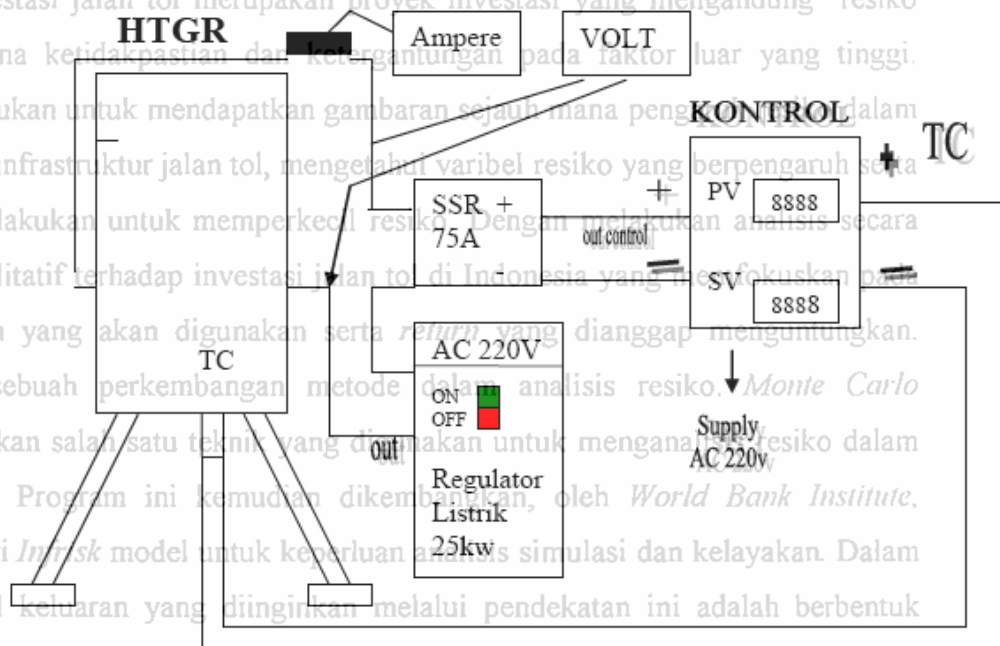
Gambar Tata letak antarmuka kendali kalibrator termokopel



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

ABSTRAK

Jalan tol merupakan sarana infrastruktur untuk publik yang membutuhkan modal investasi besar. Namun investasi jalan tol merupakan proyek investasi yang mengandung resiko sangat tinggi karena ketidakpastian dan ketergantungan pada faktor luar yang tinggi. 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 berfokus pada struktur pendanaan yang akan digunakan serta *return* yang dianggap menguntungkan. Simulasi adalah sebuah perkembangan metode dalam analisis resiko. *Monte Carlo simulation* merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis resiko dalam kegiatan investasi. Program ini kemudian dikembangkan, oleh *World Bank Institute*, menjadi bagian dari *Infrisk* model untuk keperluan analisis simulasi dan 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*.



Gambar Pemasangan Catu Daya Bundel Uji Simulasi HTGR


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

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

**Kalibrasi DAS NI dengan JOFRA**

Langkah kerja sbb:

1. Hubungkan kabel penghubung pada terminal JOFRA (OUT TC+ dan -) ke input DAS sesuai polaritasnya +/- mulai dari CH0.
2. Hidupkan JOFRA dengan menekan tombol ON
3. Pilih menu Output.
4. Pilih menu TC /IEC dengan menekan tombol  lalu Enter
5. Pilih menu type K (termokopel type K) lalu Enter
6. Tekan Enter 2x sampai muncul tampilan seperti gambar di samping
7. Masukkan angka temperature dengan menekan tombol angka yang sesuai lalu tekan Enter.
8. Amati tampilan DAS pada layar monitor computer dan catat pengukuran temperatur tersebut pada table di bawah ini.
9. Ulangi untuk setiap kanal DAS CH1-CH15 sampai selesai
10. Perhatian : Kalau ada indicator BAT LOW berarti batere JOFRA harus diganti

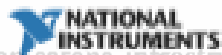


Tabel 1. Hasil kalibrasi Temperature DAS NI dengan JOFRA Calibrator

JOFRA Calibrator (°C)	CH0	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7	CH8	CH9	CH10	CH11	CH12	CH13	CH14	CH15
0																
25																
50																
75																
100																
125																
150																
175																
200																
225																
250																
275																
300																
325																
...																
1000																

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

## ABSTRAK



Hello Gregorius Bambang (This is not me)

Document Type: Tutorial

NI Supported: Yes

Publish Date: Jul 30, 2012

## The NI TDMS File Format

### Overview

[Read this document in German.](#)

Several roadblocks can impede the optimal exchange of technical information. The most notorious is the improper capture of information at the time of test or simulation. All too often data is stored without descriptive information, in inconsistent formats, and scattered about on arrays of computers, creating a graveyard of information that makes it extremely difficult to locate a particular data set and derive decisions from it. When data sets cannot be located, tests or simulations must be recreated. As a result, many companies see decreased efficiency and drastically increased development costs. To meet these challenges, National Instruments has defined a technical data management (TDM) solution that includes three integral components:

- The NI TDMS file format for saving well-documented measurement data
  - The NI DataFinder for quickly locating previously stored data sets
  - NI DIAdem or the LabVIEW DataFinder Toolkit for processing data and creating reports
- The first step to achieving a cohesive data management solution is ensuring that data is stored in the most efficient, organized, and scalable fashion. This white paper details the first facet of the NI TDM solution – the NI TDMS file format – a file format optimized for saving measurement data to disk.

### Table of Contents

1. [Traditional Approaches to Measurement Data Storage](#)
2. [Overview of the TDMS File Structure](#)
3. [Writing and Reading TDMS Files with NI Software](#)
4. [Writing and Reading TDMS Files with Third-Party Programming Software](#)
5. [Distributing and Exchanging TDMS Files with Colleagues Using Microsoft Excel](#)
6. [Mapping Existing Data Files to the TDMS Data File Format](#)
7. [The Fastest Way to Stream Measurement Data to Disk](#)
8. [Focus on the Data, Not the Format](#)
9. [Take the Next Steps Today](#)

### Traditional Approaches to Measurement Data Storage

You can choose from a variety of format options for measurement data storage. Unfortunately, careful consideration of data storage options is not typically at the forefront of application planning. The file format choice is often overlooked in favor of higher-visibility decisions such as hardware system design or software architecture. Data storage decisions are sometimes made arbitrarily or on an as-needed, per-application basis without second thought for reusability and scalability, which leads to complex and costly software rearchitecture. Because applications and requirements change over time, even the most popular traditional storage formats quickly fall short of meeting the demands of engineers and scientists storing time-based measurement data. Table 1 shows the pros and cons of some of the most commonly chosen storage options for measurement data.

	ASCII	Binary	XML	Database	TDMS
Exchangeable	✓		✓		✓
Small Disk Footprint		✓			✓
Searchable				✓	✓
Inherent Attributes			✓		✓
High-Speed Streaming		✓			✓
NI Platform Supported	✓	✓	✓	✓	✓

\*May require a toolkit or add-on module.

**Table 1.** The TDMS file format combines the benefits of several data storage options in one file format.

## ABSTRAK

National Instruments introduced the Technical Data Management Streaming (TDMS) file format as a result of the deficiencies of other data storage options commonly used in test and measurement applications. The binary TDMS file format is an easily exchangeable, inherently structured, high-speed-streaming-capable file format that, when combined with the other technologies in the NI TDM solution, becomes quickly searchable without the need for complicated and expensive database design, architecture, or maintenance.

For a more in-depth overview of the different data storage choices in Table 1, see [Comparing Common File I/O and Data Storage Approaches](#).

### Overview of the TDMS File Structure

The single, most important feature to understand about the internal format of the TDMS file structure is its inherent hierarchical organization. The TDMS file format is structured using three levels of hierarchy, as shown in Figure 1 – file, group, and channel. The file level can contain an unlimited number of groups, and each group can contain an unlimited number of channels. Because of this channel grouping, you can choose how to organize your data to make it easier to understand. For example, you may have one group for your raw data and another group for your analyzed data within one single file.<sup>1</sup> Or, you may have multiple groups that correspond to sensor types or locations.



**Figure 1.** Each TDMS file contains descriptive information on the file, group, and channel levels.

At each level of the hierarchy, you can store an unlimited number of custom scalar properties. Each level accepts an unlimited number of custom-defined attributes to achieve well-documented and search-ready data files. The descriptive information located in the file, a key benefit of this model, provides an easy way to document the data without having to design your own header structure. As your documentation requirements increase, you do not have to redesign your application; you simply extend the model to meet your specific needs. The more custom properties you use to document your measurement data, the more easily it can be located at a later date by using an NI DataFinder client that abstracts complex database communication from the user.

For a detailed technical description of the internal structure of the open TDMS file format, see [TDMS File Format Internal Structure](#).

<sup>1</sup>TDMS files also automatically generate a complimentary \*.tdms\_index file. This file provides consolidated information on all the attributes and pointers in the bulk data file that drastically speeds up read access to the data on larger data sets. This index file is not required for storage or distribution and automatically regenerates

### Writing and Reading TDMS Files with NI Software

The NI TDMS file format is a National Instruments platform-supported file format. All NI software development environments interface with TDMS files as part of their native function palettes or libraries. These interfaces abstract the complexity of storing structured data while making it easy to add descriptive information along with captured measurement or simulation data.

#### LabVIEW

There are multiple interfaces to NI TDMS files from NI LabVIEW software. The easiest way to get started writing TDMS files in LabVIEW is with the Write to Measurement File Express VI. This Express VI offers the ease of dialog-based configuration but sacrifices performance and is not suitable for high-speed streaming or real-time applications.

For more flexibility and to achieve the best performance, use the TDMS primitive VIs from the File I/O palette. With these VIs, you can read and write TDMS files and their properties in the most efficient manner possible. This method of accessing TDMS files is real-time-capable using the LabVIEW Real-Time Module. The TDM Streaming palette was introduced in LabVIEW 8.2.

Installation of LabVIEW or drivers released in August 2010 or later includes access to a brand new TDMS Advanced palette for extremely low-level control of TDMS files, so you can perform advanced techniques such as asynchronous writes and reads...

## ABSTRAK

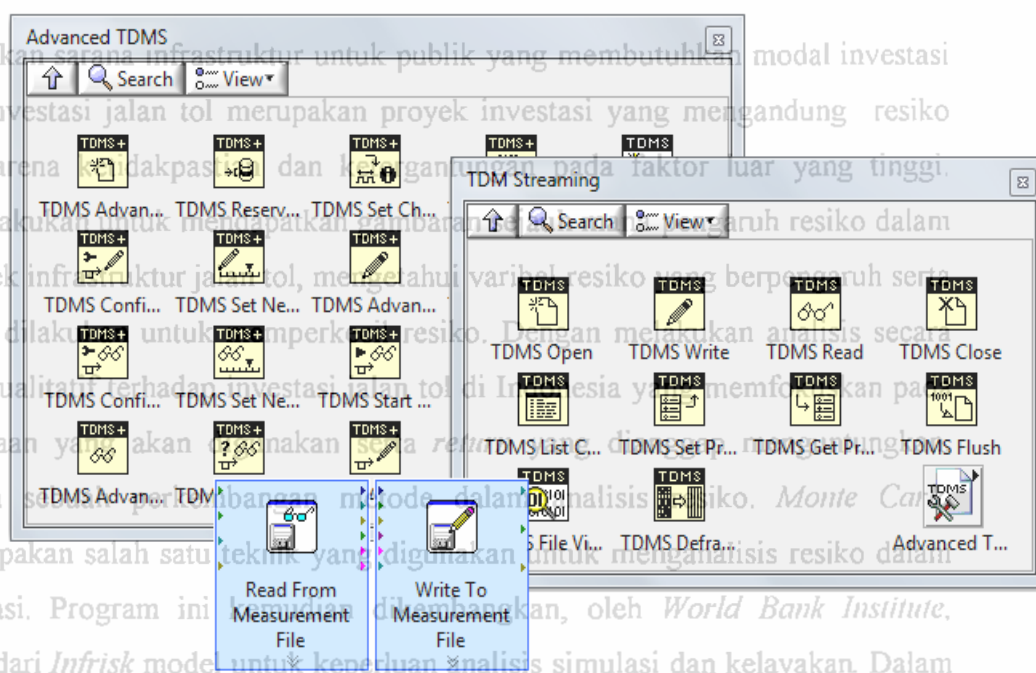


Figure 2. You can choose from several interfaces in LabVIEW to read and write TDMS files.

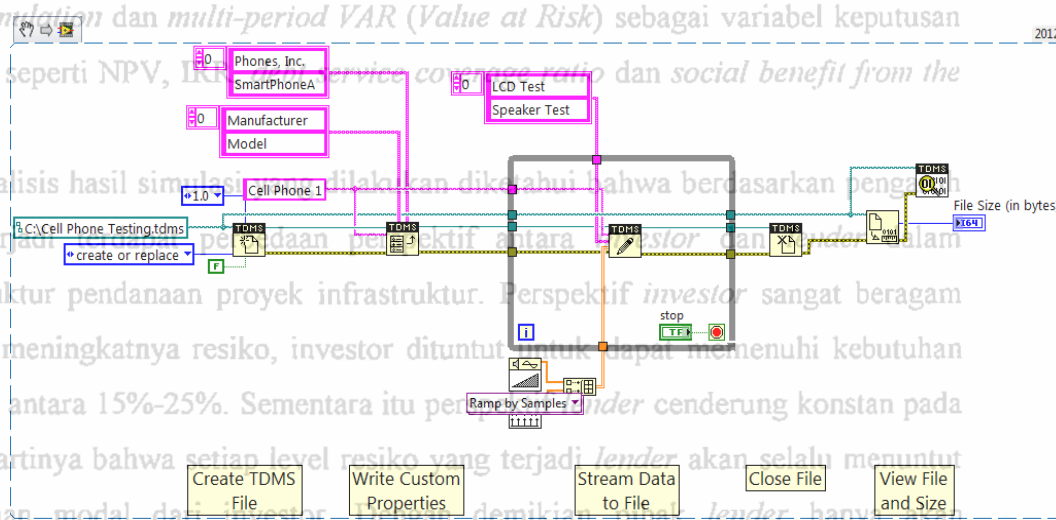


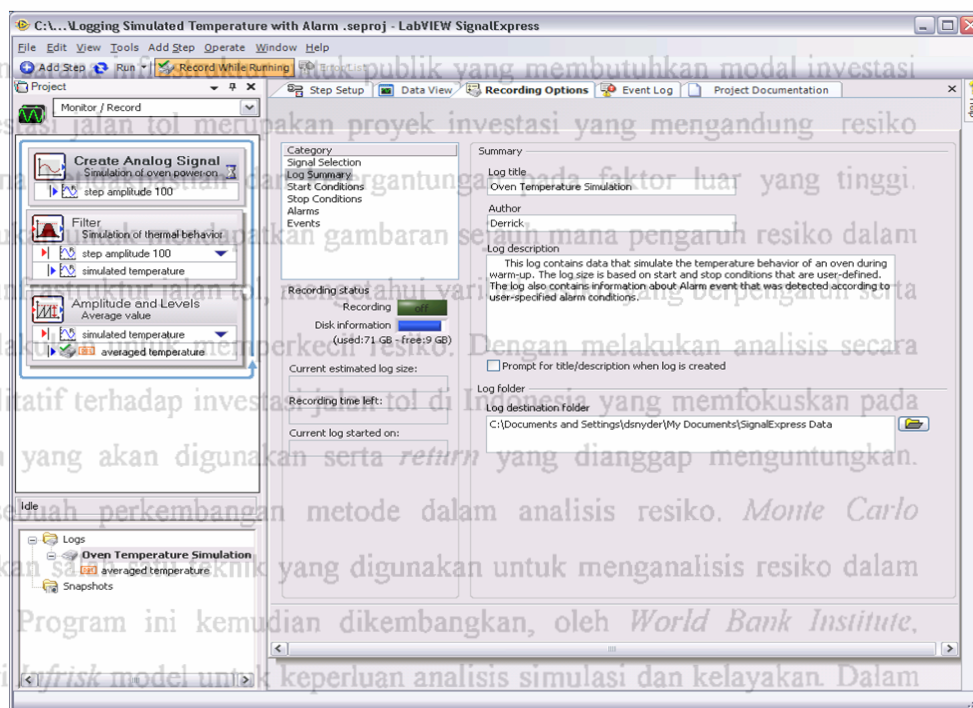
Figure 3. The TDM Streaming palette offers the most flexible and efficient approach to reading and writing TDMS files using LabVIEW.

For a detailed overview of reading and writing TDMS files with LabVIEW, see [Introduction to LabVIEW TDMS Streaming VIs](#).

#### LabVIEW SignalExpress

You can configure LabVIEW SignalExpress to automatically log data from measurements to TDMS files without requiring any extra programming. LabVIEW SignalExpress can import previously generated TDMS files, and creating and logging TDMS files is as simple as enabling the data-logging feature for your acquisition.

## ABSTRAK



**Figure 4.** With LabVIEW SignalExpress, you can write data to TDMS files simply by enabling data logging.

For more details on reading or writing TDMS files with LabVIEW SignalExpress, see [Importing and Exporting Data in LabVIEW SignalExpress](#).

#### LabWindows™/CVI

You can access TDMS files in NI LabWindows™/CVI software using one of two libraries. The first – the LabWindows/CVI TDM Streaming Library – is by far the faster and more universal approach. With this API, you can interface with TDMS files in real-time applications using the LabWindows/CVI Real-Time Module. The TDM Streaming Library was introduced in LabWindows/CVI 8.1.

The alternative interface to TDMS files from LabWindows/CVI is the DIAdem Connectivity API, which uses NI DIAdem software as an intermediate mechanism for writing or reading TDMS files.



ABSTRAK

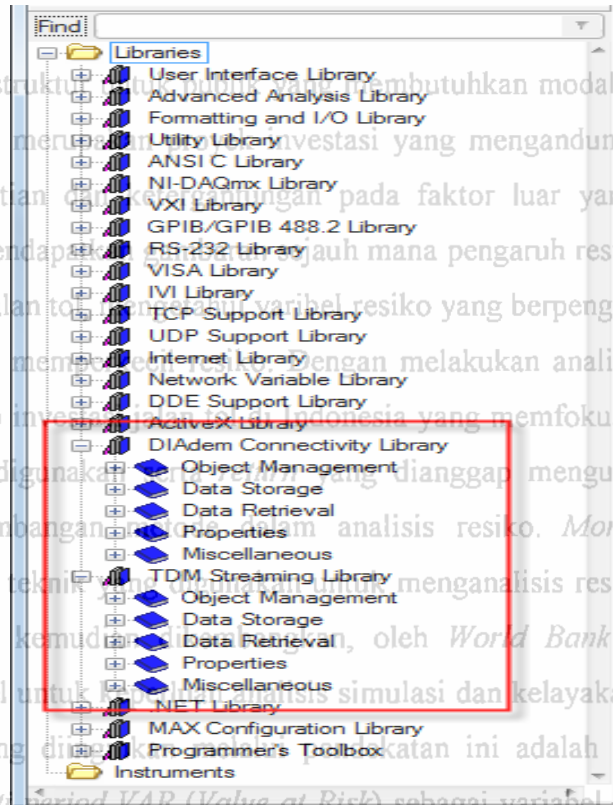


Figure 5. LabWindows/CVI offers two interfaces to TDMS files, but the TDM Streaming Library is by far the more efficient and flexible of the two.

For instruction and example code using TDMS in LabWindows/CVI, see [Introduction to the LabWindows/CVI TDM Streaming Library](#).

**.NET Languages Using Measurement Studio**

The NI Measurement Studio TDM Streaming .NET Class Library – introduced in Measurement Studio 8.6 – provides a fast and flexible way to interface directly with TDMS files using .NET languages. Note: Access to the TDM Streaming .NET Class Library is restricted to the Professional and Enterprise editions of Measurement Studio.

```
for (int i = 0; i < (int)numberOfChannelsNumericEdit.Value; i++)
{
    if (channelGroup.WaveformLayout == TdmsWaveformLayout.PairedTimeAndSampleChannels)
    {
        // Set up the time channel.
        string timeChannelName = "Time Channel " + i.ToString();
        TdmsChannel timeChannel = new TdmsChannel(timeChannelName, TdmsDataType.DateTime);
        tdmsChannels.Add(timeChannel);
    }
    string channelName = "Waveform Channel " + i.ToString();
    waveformChannels[i] = new TdmsChannel(channelName, TdmsDataType.Double);
    tdmsChannels.Add(waveformChannels[i]);
}
```

Figure 6. Measurement Studio includes a built-in TDM Streaming .NET Class Library.

For instruction and example code using TDMS in Measurement Studio, see [Introduction to the Measurement Studio TDM Streaming .NET Class Library](#).

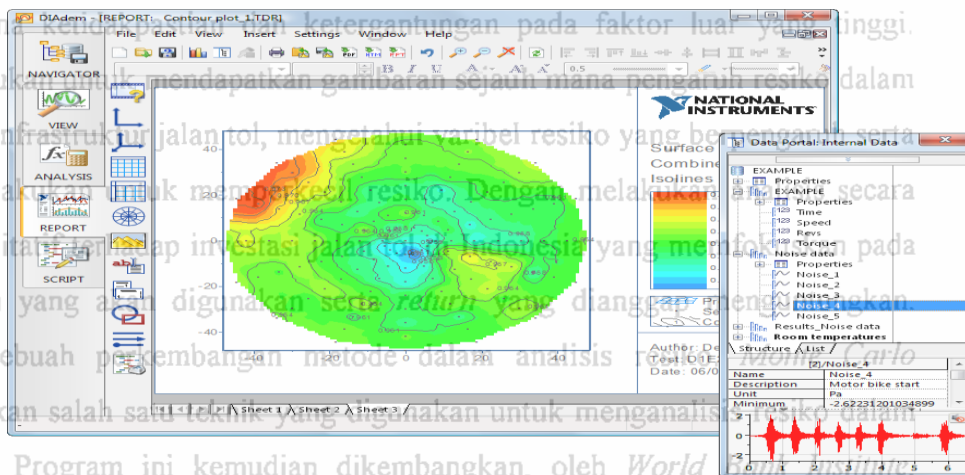
**NI DIAdem**

NI DIAdem software is a flexible data post-processing, visualization, and reporting environment in this example as well as with the use of the right tools that can provide better analysis results.

## Indeks 12

## ABSTRAK

that is easily expandable to work with any custom file format through the use of DataPlugins. DIAdem is specifically designed to read and write TDMS files out of the box; however, any data loaded into the Data Portal – a visual representation of internal DIAdem memory – is inherently mapped onto the TDMS model. Using DIAdem – a client to the NI DataFinder and the third facet of the NI TDM solution – you can search the NI DataFinder index to locate the data you are looking for as easily as you locate information on the Internet using search engines like Google.



**Figure 7.** You can configure DIAdem to map any custom file format onto the TDMS model to capitalize on the strengths that it offers.

To learn more about DIAdem for interactive visualization, analysis, and reporting, see [ni.com/diadem](http://ni.com/diadem).

### Writing and Reading TDMS Files with Third-Party Programming Software from the

National Instruments provides several tools to read and write TDMS files using third-party applications.

#### TDM C DLL

NI offers the TDM C DLL as a free download. It contains the necessary functions for reading and writing TDMS files from any application development environment that is flexible enough to enable DLL communication. To download the DLL and corresponding examples for free, see [TDM C DLL](#).

```
%Load nilibddc.dll (Always call 'unloadlibrary('nilibddc')' after finished using
%the library.)

loadlibrary(NI_TDM_DLL_Path, NI_TDM_H_Path);
%Create TDM File (Always call 'DDC_closeFile' after finished creating or
%reading a file.)
DDC_FILE_NAME=libpointer('stringPtr', 'SineNoise.TDM');
DDC_FILE_DESCRIPTION=libpointer('stringPtr', 'Sine Data with Noise');
DDC_FILE_TITLE=libpointer('stringPtr', 'SineNoise');
DDC_FILE_AUTHOR=libpointer('stringPtr', 'Me');
pfile=libpointer('int32Ptr', 0);

calllib('nilibddc', 'DDC_CreateFile', Data_Path, 'TDM', DDC_FILE_NAME, DDC_FILE_DESCRIPTION, DDC_FILE_TITLE, DDC_FILE_AUTHOR, pfile);

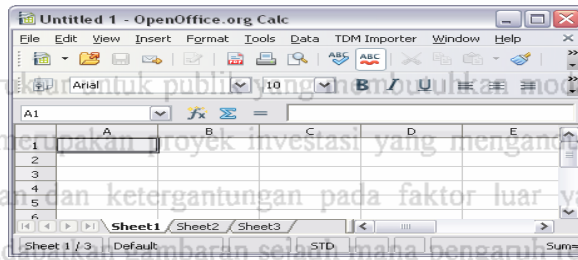
%Add Timestamp property to TDM File
DDC_FILE_DATETIME=libpointer('stringPtr', 'datetime');
c=int32(clock);
calllib('nilibddc', 'DDC_SetFilePropertyTimestampComponents', pfile.value, DDC_FILE_DATETIME, c(1), c(2), c(3), c(4), c(5))
```

**Figure 8.** The TDM C DLL is a free interface to TDMS files that you can use in third-party environments.

#### OpenOffice.org Calc

With the free add-in for OpenOffice.org Calc, you can load and process TDMS files including descriptive information in OpenOffice.org Calc. Just download the add-in, install it, and use the OpenOffice.org Calc functions with an additional menu to load TDMS files and to configure the add-in.

## ABSTRAK



**Figure 9.** The free add-in for OpenOffice.org installs a new menu item into OpenOffice.org Calc for importing TDMS files.

To learn more or download the free add-in, see [TDM Add-In Tool for OpenOffice.org Calc User Guide](#).

#### The MathWorks, Inc. MATLAB® Software

National Instruments has developed an example demonstrating how to adapt the TDM C DLL with a customized header file to interface with TDMS files from within The MathWorks, Inc. MATLAB® software.

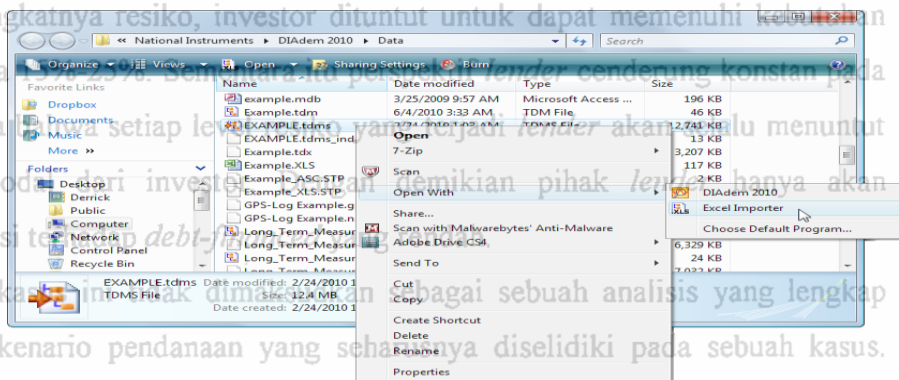
To learn more and download the example, see [MATLAB TDM Example User Guide](#).

#### Distributing and Exchanging TDMS Files with Colleagues Using Microsoft Excel

Though all National Instruments development environments can write and read TDMS files, it is occasionally beneficial to share data files with colleagues or managers who do not have NI software installed. As a result, NI provides a free add-in (available via NI software installation or Web download) for a common software environment – Microsoft Excel – that many engineers can access. Though Microsoft Excel is not an ideal tool for postprocessing measurement data, it is a feasible environment for quickly viewing small data files. This free add-in is accessible from within the Excel environment.

All National Instruments software installs a brand new technology for interfacing with TDMS files directly from within Windows Explorer. This new Excel Importer utility appears in the “Open With” section of the Windows Explorer right-click context menu and enables colleagues without access to NI software to associate Microsoft Excel as the default program for viewing TDMS files. Once the file extension has been associated with the Excel Importer (an automatic process if DIAdem is not present on the machine), colleagues can simply double-click on a TDMS file to open it with Excel.

To learn more or download the free TDM Excel add-in, see [TDM Excel Add-In Tool for Microsoft Excel User Guide](#).



**Figure 10.** Using a free add-in, you can double-click TDMS files in Windows Explorer and open them in Microsoft Excel – even with no NI software installed.

#### Mapping Existing Data Files to the TDMS Data File Format

Sometimes it is impossible to use the TDMS file format. For example, occasionally customer or supplier requirements dictate that you must use a particular file format for data storage. Certain traditional instruments automatically provide data output files using a custom format. Furthermore, legacy measurement data that has already been collected in a particular fashion cannot be recollected simply to store it in the TDMS file format.

## ABSTRAK

For this purpose, National Instruments has created a technology that you can use to provide a description of how to map any arbitrary custom file format onto the TDMS model. You can create this technology—called DataPlugins—using a DIAdem wizard or program it using VBScript, C++, or LabVIEW. Once you have described how to interpret your custom file format using the TDMS model, the NI DataFinder can identify and index descriptive information, enabling searchability from an NI DataFinder client like the LabVIEW DataFinder Toolkit or DIAdem.

National Instruments offers hundreds of free DataPlugins for you to download. To download a DataPlugin for the most common file formats to use the TDMS model, or to request a DataPlugin be written for free for your custom file format, see [ni.com/dataplugins](http://ni.com/dataplugins).

```

My Generic Measurement File
Test_Operator   Derrick
Write_Date     2009/04/05
Write_Time     18:01:54.604
Description    This file contains voltage data from five thermocouples.

***End_of_Header***

Channels       5
Samples       100    100    100    100    100
Thermocouple_Type  J      J      J      J      J
Channel_Max   8.620258 11.523453 21.440928 9.585559
Channel_Min   0.034181 0.565203 1.598865 2.285531
Date         2009/08/05 2009/08/05 2009/08/05 2009/08/05 2009/08/05
Time         18:01:54 18:01:54 18:01:54 18:01:54 18:01:54
Y_Unit_Label  volts    volts    volts    volts    volts
X_Dimension   Time     Time     Time     Time     Time
X0            0.000E+0 0.000E+0 0.000E+0 0.000E+0 0.000E+0
Delta_X       0.001    0.001    0.001    0.001    0.001

***End_of_Header***

Voltage_0     Voltage_1     Voltage_2     Voltage_3     Voltage_4
0.034181      0.565203      1.598865      2.285531      3.078097
0.508438      1.557054      2.273324      2.876675      3.936277
1.274453      1.919004      2.690512      3.775750      4.434034
1.986755      2.779321      3.187963      4.092532      4.682150
2.648091      3.437300      3.848079      4.966277      5.576342
2.864162      3.930174      4.454176      5.257424      5.866878
3.555712      4.565264      4.990081      5.990173      6.342662
3.877682      4.656514      5.795770      6.304819      7.136448
4.543901      5.275430      6.055177      6.619160      7.080599
5.078280      5.651112      6.559343      6.941130      7.811213
5.679189      6.277047      7.207251      7.364422      7.993713
6.457411      6.583148      7.674184      8.105716      8.107242

```

[+] Enlarge Image

**Figure 11.** With DataPlugins, you can describe the location of File, Channel Group, and Channel information within any custom file format—like the one in this image—for use with the TDMS model.

### The Fastest Way to Stream Measurement Data to Disk

With NI-DAQmx 9.0 and later, you can log data to TDMS files from directly within the DAQmx API. By configuring logging via the DAQmx Configure Logging VI, you can easily integrate TDMS logging into existing applications. Furthermore, this method of streaming data to disk helps you truly push the boundaries of high-speed measurement data streaming by optimizing several memory operations and bypassing Windows, LabVIEW, and TDMS buffers for maximum efficiency. Tests with the DAQmx Configure Logging VI have realized data streaming rates of more than 1.2 GB/s. To learn more about how to integrate TDMS logging within your NI-DAQmx application, see [TDMS Direct Integration in NI-DAQmx Logging](#).