

**SIMULASI TEKNOEKONOMI BERBASIS  
DATA DETERMINISTIK DAN STOKASTIK  
untuk PRODUK REKAYASA HASIL LITBANG BATAN**

Petrus Zacharias<sup>1</sup>, Abdul Jami  
<sup>1</sup>PRPN – Batan

**ABSTRAK**

Penelitian yang dilakukan oleh para peneliti Batan menghasilkan sejumlah kompetensi yang dapat digunakan untuk memproduksi barang dan jasa, yang selanjutnya dapat diaplikasikan ke sektor industri. Permasalahan yang timbul adalah bagaimana cara menyalurkan dan mendayagunakan produk litbang tersebut untuk kepentingan industri. Hasil evaluasi atas permasalahan tersebut menunjukkan bahwa setiap hasil litbang seharusnya dilengkapi dengan analisis teknoekonomi, karena analisis ini dapat menyatakan kelayakan suatu produk untuk industri. Analisis selanjutnya akan dilakukan dengan konsep multi-produk, yaitu satu bisnis dapat memproduksi beberapa produk utama. Untuk itu dikembangkan suatu perangkat lunak simulasi teknoekonomi/keuangan yang menggunakan data deterministik dan stokastik (metode Monte Carlo), dan untuk multi produk termasuk produk samping. Bahasa pemrograman adalah Visual Basic Studio Net 2003 dan SQL sebagai pengolah data base. Software ini menggunakan penilaian kelayakan berdasarkan pada kriteria- kriteria investasi yaitu  $NPV > 0$ ,  $IRR > \text{bunga bank}$ ,  $B/C > 1$  dan PBP. Semua kriteria itu dikenakan uji sensitivitas untuk mengetahui item mana dari data investasi yang sensitif terhadap kegiatan bisnis ke depan. Uji coba telah dilakukan yang hasilnya sesuai dengan persyaratan kebutuhan desain, seperti uji kelayakan investasi dan sensitivitas yang ditampilkan secara deterministik dan stokastik. Hasil tersebut dapat diinterpretasikan dengan baik untuk menunjang pengambilan keputusan bisnis. Validasi juga telah dilakukan dengan menggunakan program Microsoft Excel (untuk produk tunggal). Hasil ujicoba dan validasi menunjukkan bahwa perangkat ini sudah sesuai dengan kebutuhan dan siap untuk digunakan.

*Kata Kunci : produk litbang, analisis teknoekonomi, multi-produk, kriteria kelayakan investasi.*

**ABSTRACT**

Researches conducted by Batan's researchers have resulted in a number competences that can be used to produce goods and services, which will be applied to industrial sector. However, there are difficulties how to convey and utilize the R&D products into industrial sector. Evaluation results show that each research result should be completed with techno-economy analysis to obtain the feasibility of a product for industry. Further analysis on multy-product concept, in which one business can produce many main products, will be done. For this purpose, a software package simulating techno-economy / economic feasibility which uses deterministic and stochastic data (Monte Carlo method) was been carried out for multi-product including side product. The programming language used in Visual Basic Studio Net 2003 and SQL as data base processing software. This software applied sensitivity test to indentify which invesment criteria is sensitive for the prospective businesses. Performance test (trial test) has been conducted and the results are in line with the design requirement, such as investment feasibility and sensitivy displayed deterministically and stochastically. These result can be interpreted very well to support business decision. Validation has been performed using Microsoft Excel (for single product). The result of the trial test and validation show that this package is suitable for demands and is ready for use.

*Keyword : R&D product, techno-economic analysis, multi-product, investment feasibility criteria*

## 1. PENDAHULUAN

Penelitian yang dilakukan Batan telah menghasilkan beberapa kompetensi untuk memproduksi barang dan jasa serta penguasaan teknologi kerekayasaan. Permasalahan yang dialami lembaga litbang seperti Batan adalah bagaimana menyalurkan dan mendayagunakan hasil-hasil litbang tersebut ke pengguna lain agar bermanfaat, terutama dunia usaha. Hingga kini masih sangat sedikit pengusaha yang terlibat dalam kegiatan litbang, bahkan belum ada investor yang mau membangun suatu bisnis untuk memproduksi suatu barang dengan berdasarkan teknologi hasil litbang Batan. Belum ada studi khusus untuk meneliti mengapa demikian, padahal di negara maju justru salah satu kekuatan mereka berasal dari penguasaan sains dan teknologi yang didukung oleh dunia usaha dengan terlibat pada kegiatan riset dan pengembangan produk, dan selanjutnya pihak pengusaha ini yang melanjutkan ke wilayah komersial/bisnis. Jika suatu produk yang berasal dari hasil litbang akan diantarakan ke rana komersial tentu harus melalui suatu kajian dan analisis yang mendalam bagaimana prospek ke depan bisnis tersebut. Hal ini dimaksudkan agar saat bisnis tersebut dijalankan hasilnya tidak jauh menyimpang dari yang direncanakan semula. Kegiatan kajian dan analisis untuk membangun usaha baru dalam dunia bisnis dikenal sebagai studi kelayakan bisnis. Tanpa studi kelayakan tidak ada investor yang berani menanamkan modalnya dalam suatu kegiatan bisnis.

Dalam kerangka pikir kerekayasaan, kegiatan rencana bisnis berada pada tahap akhir suatu proses kegiatan litbang, dan tahap ini sangat

menentukan apakah hasil litbang tersebut diminati dunia usaha atau tidak. Suatu produk secara kerekayasaan dikatakan bernilai guna jika produk tersebut bermanfaat dan nantinya mempunyai harga jual.

Kegiatan bisnis teknologi seperti kompetensi kerekayasaan yang dimiliki Batan, saat ini dan beberapa tahun ke depan, diperkirakan akan menghadapi banyak ketidakpastian terutama disebabkan oleh komponen import yang terpengaruh oleh ekonomi makro yang pada akhirnya berdampak pada harga komponen. Faktor ekonomi makro bergantung pada mekanisme pasar yang sering berfluktuasi sebagai respon keadaan, sehingga terjadi ketidakpastian yang dalam dunia bisnis harus diantisipasi dengan baik.

Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh ketidakpastian tersebut terhadap perkembangan bisnis ke depan perlu dikembangkan suatu software simulasi analisis kelayakan investasi/ teknoekonomi. Software tersebut harus dapat digunakan untuk data bersifat deterministik dan stokastik. Simulasi data deterministik diperlukan untuk mengetahui pengaruh pasti perubahan data masukan terhadap nilai-nilai kelayakan investasi, sedangkan simulasi stokastik diperlukan sebagai akomodasi pengaruh ketidakpastian di masa depan dengan berdasarkan data historis/statistik. Hasil simulasi dengan data stokastik akan memberikan analisis yang lebih mencerminkan kegiatan bisnis ke depan.

Berikut penjelasan tentang software yang dimaksud di atas, meliputi konsep pengembangan, ciri dan kemampuan, cara kerja, contoh hasil dan interpretasinya.

### Konsep Pengembangan *software* Teknoekonomi

Analisis kelayakan bisnis merupakan suatu studi ekonomi yang dilakukan secara komprehensif mencakup analisis pasar, studi teknik dan analisis ekonomi/keuangan. Untuk sebuah bisnis yang telah berjalan, pertimbangan ekonomi dapat digunakan sebagai analisis kelayakan operasional, sedangkan untuk perencanaan bisnis, analisis kelayakan ekonomi digunakan sebagai pertimbangan apakah suatu bisnis layak dijalankan atau tidak. Pada prakteknya kelayakan bisnis secara ekonomi ditinjau dari kriteria-kriteria penilaian investasi seperti : (1) IRR = internal rate of return, (2) NPV (Net Present Value), (3) B/C (Benefit Cost Ratio), (4) PBP (Payback Period), (5) ROI (Return On Investment), (6) BEP (Break Even Point). Penilaian suatu investasi berdasarkan kriteria investasi di atas sangat dipengaruhi oleh (1) asumsi-asumsi yang digunakan, seperti : tingkat bunga, modal yang digunakan, prosentase kenaikan harga tiap tahun, *utility capacity*, dan lainnya (2) data penggunaan dana investasi, seperti: alat yang digunakan, jumlah tenaga kerja, bahan baku dan sebagainya. Karena itu pada saat analisis kelayakan ekonomi dikerjakan, sering dilakukan perubahan data investasi dengan tujuan untuk mengetahui kondisi seperti apa bisnis tersebut layak atau tidak layak sesuai dengan kriteria penilaian investasi. Di sinilah proses simulasi perlu dilakukan. Simulasi ini menjadi sangat diperlukan apabila data investasi tersebut memiliki ketidakpastian yang tinggi, sehingga harus menggunakan teknik probabilistik (stokastik), seperti metode Monte Carlo. Simulasi stokastik ini sangat diperlukan mengingat sebagian komponen dari produk hasil rekayasa Batan masih menggunakan komponen import yang harganya berfluktuasi sesuai pasar.

Untuk memenuhi keperluan di atas, khususnya dalam hal analisa kelayakan suatu rencana bisnis, sebuah perangkat lunak simulasi teknoekonomi berbasis data deterministik dan stokastik dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic Net dengan pengolah database SQL pada *platform* windows dan diberi nama SITEKO. Perangkat ini dibuat secara bersama antara Bidang Pendayaqunaan Hasil Litbang, PKTN dengan PT. Yuwasisi Mitra Integrasi.

#### Ciri dan kemampuan SITEKO

SITEKO versi pertama ini dikembangkan untuk menjawab kompleksitas penyusunan analisis ekonomi dengan beberapa kelebihan antara lain :

- (1) multi produk, perangkat ini dapat menganalisis sebuah bisnis yang memproduksi multi produk dengan pembebanan biaya yang variatif. Contoh : sebuah bisnis akan menghasilkan produk A dan B, beberapa bahan baku yang sama digunakan di kedua produk tersebut di sisi lain beberapa bahan baku hanya digunakan di produk A atau B. Dari sisi karyawan, bisa juga karyawan tertentu hanya sebagai beban produk A atau B, sedangkan yang lain terdapat karyawan yang menjadi beban kedua produk tersebut seperti gaji direktur atau lainnya. Konsep multi produk ini yang nantinya akan digunakan dalam analisa kelayakan produk litbang Batan, karena bila menggunakan konsep satu produk hasilnya tidak kompetitif.
- (2) *Multicurrency*, dengan menggunakan *database* kurs yang dipelihara oleh sistem maka *software* ini dapat menghitung secara otomatis biaya-

- biaya non rupiah (non IDR) ke dalam kriteria investasi berbasiskan rupiah.
- (3) menghasilkan kriteria investasi secara deterministik dan stokastik sekaligus
  - (4) bisa digunakan multi *user*
  - (5) sistem *database* , dengan sistem ini maka konsistensi data terpelihara, misal dalam pembuatan kode akun investasi, data investasi serta penyimpanan laporan.

#### Cara Kerja SITEKO

Cara menggunakan software SITEKO dapat dilihat pada Flow Chart (Gambar 1). Setelah login administrator dilanjutkan ke :

- (1) **Pembuatan Data User** , selain sebagai pengaturan hak akses, data user juga digunakan untuk keperluan data pembuat proposal kelayakan investasi.
- (2) **Input Kategori**, untuk mengelompokkan bisnis berdasarkan segmen bisnis seperti medis, pertanian, teknologi nuklir dan sebagainya.
- (3) **Input Currency dan Rate**
- (4) **Input Parameter Pajak**
- (5) **Input Kode Akun**, kode ini disusun berdasarkan urutan :
  - 1 = Aset
  - 2 = Hutang
  - 3 = Modal
  - 4 = Penerimaan
  - 5 = Modal Kerja
- (6) **Input Data Statistik Biaya Akun**
- (7) **Input Asumsi-Asumsi**, yang meliputi :
  1. Umur ekonomis bisnis
  2. Rasio modal sendiri dan pinjaman
  3. Bunga pinjaman
  4. Masa pinjaman
  5. Perencanaan kapasitas
  6. Masa konstruksi (prakomersial)
  7. Asumsi produk terjual
  8. Tahun produksi komersial

#### (8) Input Data Investasi

#### (9) Generate Laporan Deterministik

1. Laporan Penyusutan
2. Laporan Laba/Rugi
3. Laporan Proyeksi Arus Kas
4. Laporan Neraca
5. Laporan Kriteria Investasi

#### (10) Generate Laporan Stokastik

1. Perbandingan kriteria investasi deterministik dan stokastik
2. Perbandingan sensitivitas deterministik dan stokastik

Berdasarkan hasil pada Gambar 2, secara deterministik proyek tersebut layak dilakukan. Karena nilai  $IRR > discount\ rate$  (suku bunga) yang ditetapkan pada analisis yaitu : 10 % per tahun.  $NPV > 0$  dan  $B/C\ ratio > 1$ . Nilai BEP 31.54 % artinya jika penerimaan hanya mencapai 31.54 % maka proyek tidak untung dan tidak rugi. Keuntungan mulai didapat jika penerimaan melebihi BEP. Nilai PBP 2 tahun, artinya investasi dengan modal sendiri sebesar Rp 175,7 juta akan dapat dikembalikan pada tahun kedua, sedangkan ROI 356 % artinya tingkat penerimaan investasi rata-rata pertahun tanpa memperhatikan nilai waktu sebesar 356 %.

Dari simulasi stokastik didapat hasil dalam *range* yaitu antara nilai minimal, rata-rata dan nilai maksimal kriteria investasi. Perbedaan hasil deterministik dengan stokastik dimungkinkan karena adanya asumsi-asumsi yang kurang sesuai, seperti asumsi kenaikan biaya per tahun atau kurangnya jumlah data pembangkit sampel.

Dari data pada Gambar 3 tampak kriteria rata-rata investasi  $NPV > 0$ ,  $IRR > bunga\ pinjaman\ (10\ \%)$  dan  $B/C\ ratio > 1$ , karena itu secara stokastik proyek ini juga layak. Hasil uji sensitivitas harga jual terhadap data deterministik menunjukkan angka

2.9 % artinya setiap 1 % kenaikan harga jual dari asumsi yang telah ditentukan maka IRR akan naik 2.9 %, sebaliknya setiap penurunan harga jual 1 % akan mengakibatkan IRR turun 2.9 % dari nilai sebelumnya. Ini menunjukkan bahwa bisnis ini sangat sensitif terhadap perubahan harga jual. Dengan cara yang sama bisa ditafsirkan untuk nilai variabel-variabel lainnya.

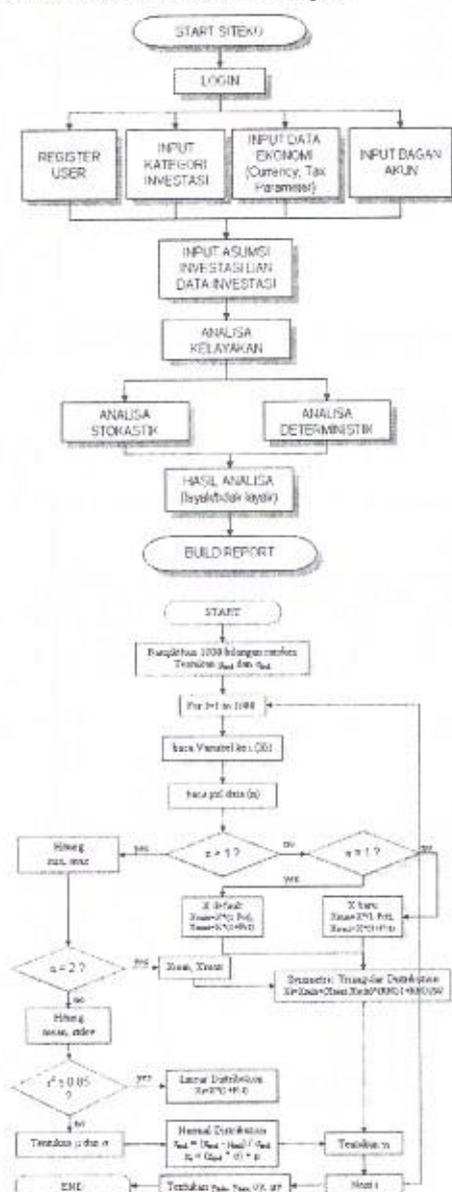
## 2. KESIMPULAN

Simulasi kelayakan ekonomi / keuangan dengan menggunakan perangkat lunak ini memiliki beberapa kemampuan antara lain pertama untuk simulasi data deterministik dan stokastik bersamaan, atau secara terpisah bergantung dari sifat data masukan. Kedua, simulasi keuangan dalam suatu rencana bisnis multi produk termasuk produk samping, sehingga perangkat ini cocok untuk analisa kelayakan keuangan dalam rencana bisnis produk hasil rekayasa ( beberapa hasil litbang Batan ) yang bila diproduksi secara produk tunggal (*single product*) kurang kompetitif. Artinya dalam satu pabrik manufaktur dengan peralatan yang sama dapat digunakan untuk memproduksi beberapa produk, dengan bahan baku sama maupun berbeda, juga untuk operator dapat sama atau berbeda.

Uji sensitivitas dapat untuk data deterministik maupun stokastik sehingga *software* ini dapat menginformasikan item mana yang dominan dalam perencanaan suatu bisnis. Dan harga item tersebut yang harus "dijaga" selama bisnis ini dijalankan.

## 3. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Diacogiannis, G.P. Financial "Management A Modelling Approach Using Spreadsheets". McGraw-Hill, London
- [2]. Athanasion Popoulis S. Unnikrishna Pillai, "Probability, Random Variables and Stochastic Process", McGraw-Hill Education 2002
- [3]. Zalmi Zubir, SE., MBA, "Studi Kelayakan Usaha" Fakultas Ekonomi UI, 2006
- [4]. Zalmi Zubir, SE., MBA, "Simulasi Bisnis Perusahaan Manufaktur" Fakultas Ekonomi UI 2006
- [5]. Higgins R.C. Analisis Manajemen Keuangan. Indira Publishing. 1996.

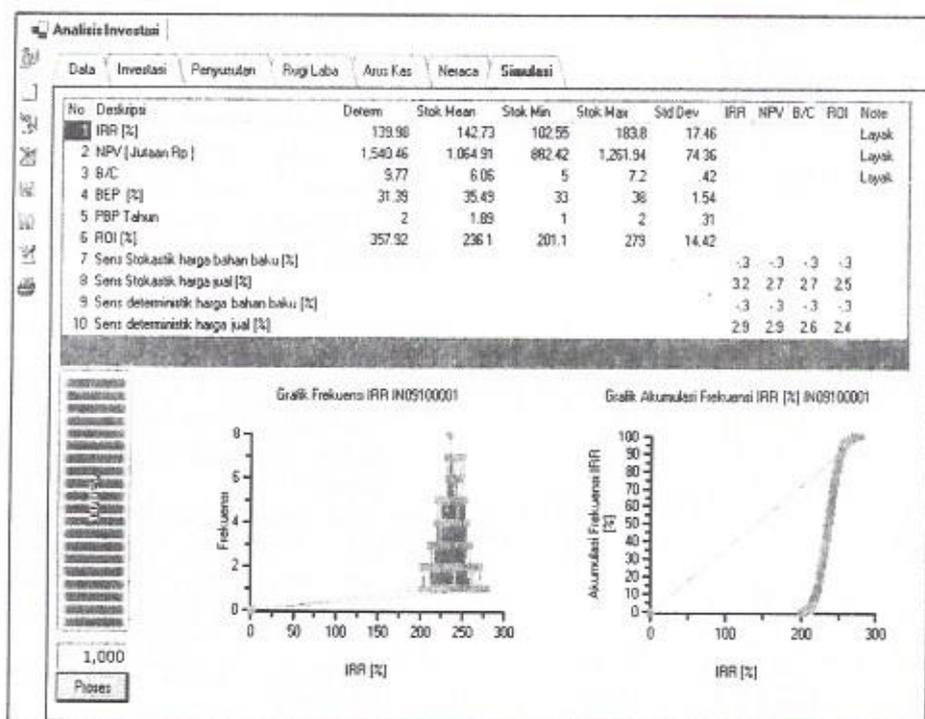


Gambar 1. Flow Chart SITEKO

4. LAMPIRAN

Analisis Investasi								
Data	Investasi	Penyusutan	Rugi Laba	Arus Kas	Netaca	Simulasi		
Deskripsi				2008	2009	2010	2011	
							2012	
							2013	
<b>PENERIMAAN (%)</b>								
1	Pendapatan produk utama			947.700.000	1.100.389.000	1.261.308.700	1.401.543.000	1.541.697.300
2	Pendapatan produk samping			322.218	374.131	428.672	476.625	524.177
3	Risiko sisa investasi							
	<b>Total Pendapatan</b>			<b>948.022.218</b>	<b>1.100.763.131</b>	<b>1.261.817.572</b>	<b>1.402.019.625</b>	<b>1.542.221.477</b>
<b>PENGELUARAN</b>								
1	Bahan Baku			105.194.700	122.142.738	140.014.146	156.571.273	171.128.400
2	Bahan Kemasan			84.240.000	97.812.000	112.123.440	124.531.606	137.038.760
3	Biaya Utilitas			58.200.000	67.578.567	77.484.200	86.071.333	94.678.467
4	Biaya Overhead			138.000.000	151.800.000	166.980.000	183.678.000	202.045.800
5	Biaya Gaji			84.800.000	84.800.000	84.800.000	84.800.000	84.800.000
6	Pajak			60.984.074	110.138.296	143.472.426	171.307.750	199.313.789
	<b>Total Pengeluaran</b>			<b>611.426.774</b>	<b>614.269.697</b>	<b>704.854.212</b>	<b>786.009.956</b>	<b>868.006.216</b>
	<b>PENDAPATAN-PENGELUARAN</b>			<b>436.595.444</b>	<b>486.493.434</b>	<b>556.963.360</b>	<b>615.009.669</b>	<b>674.215.261</b>
<b>PEMBAYARAN POKOK DAN BUNGA</b>								
	Prinsipal	326.379.512,00						
1	Pembayaran Bunga				78.331.583			
2	Cicilan Pokok				326.379.512			
3	Sisa Pokok							
	<b>ARUS KAS BERSIH</b>			<b>-175.742.914,00</b>	<b>31.882.848</b>	<b>486.493.434</b>	<b>556.963.360</b>	<b>616.009.568</b>
<b>KRITERIA INVESTASI</b>								
	IRR			137,94				
	NPV (Rp)			1.520.564.579,34				
	B/C			5,63				
	BEP (%)			31,54				
	PBP (Tahun)			2				
	ROI (%)			366				

Gambar 2. Proyeksi Arus Kas



Gambar 3. Simulasi Stokastik Dengan 1000 RN