

SIMULASI PERHITUNGAN INTEGRAL *NON LINIER* MENGGUNAKAN *MONTE CARLO*

(Studi Kasus Ekonomi Total Biaya)

Kharisma Wiati Gusti¹, Rinda Cahyana², Luthfi Nurwandi³

Jurnal Algoritma
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@sttgarut.ac.id

¹kharisma.gusti@gmail.com

²rindacahyana@gmail.com

³luthfisttg@gmail.com

Abstrak – Pada umumnya, pendekatan perhitungan biaya tetap menggunakan pendekatan linier yang memiliki sifat kebergantungan, apabila salah satu variabel naik, maka variabel lainnya juga naik proporsional. Pada dunia nyata, kejadian biaya total lebih banyak memiliki ciri non linier, yang dicirikan dengan naiknya suatu variabel tidak selalu proporsional dengan kenaikan variabel lainnya. Memperhatikan kondisi tersebut, perlu dilakukan suatu pendekatan secara matematika, untuk mendapatkan nilai biaya total. Pendekatan non linier bisa diselesaikan dengan kalkulus, yang memanfaatkan persamaan non linier yang berbentuk kurva untuk mendapatkan nilai total biaya. Pendekatan non linier dengan Kalkulus memiliki kelemahan dalam melakukan perhitungan area di bawah kurva, pada kejadian biaya, galat yang dihasilkan dimungkinkan memiliki nilai yang besar secara signifikan. Maka penting diupayakan suatu pendekatan yang lebih teliti, salah satunya dengan menggunakan simulasi. Metode Monte Carlo adalah algoritma komputasi untuk mensimulasikan berbagai perilaku sistem fisika dan matematika, sehingga nilai variabel yang bersifat non linier dapat diperkirakan dengan menggunakan bilangan random dengan metode Monte Carlo. Tulisan ini dibahas mengenai pendekatan Monte Carlo untuk penyelesaian perhitungan integral dengan pendekatan perhitungan luas area di bawah kurva untuk studi kasus ekonomi untuk total biaya.

Kata Kunci – Simulasi, *Monte Carlo*, Ekonomi, Total Biaya, Integral non linier

I. PENDAHULUAN

Ekonomi dan bisnis tidak pernah terlepas dari laba, karena tujuan utama bisnis adalah memperoleh laba sebesar-besarnya [4]. Laba adalah selisih antara total pendapatan dan total biaya, pada dasarnya laba dijadikan ukuran untuk menunjukkan keberhasilan suatu usaha [3].

Guna mendapatkan laba, maka penting menentukan dahulu total biaya yang dikeluarkan oleh sebuah perusahaan. Total biaya terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan setiap waktu tertentu, dan tidak terpengaruh oleh jumlah produksi. Sedangkan biaya variabel adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dan terpengaruh pada jumlah produksi, sehingga jumlahnya berubah-ubah [9].

Pada umumnya pendekatan perhitungan biaya tetap, menggunakan pendekatan linier yang memiliki sifat kebergantungan, apabila salah satu variabel naik, maka variabel lainnya juga naik proporsional. Pada dunia nyata kejadian biaya total, lebih banyak memiliki ciri non linier, yang dicirikan dengan naiknya suatu variabel, tidak selalu proporsional dengan kenaikan variabel lainnya [7]. Memperhatikan kondisi tersebut, perlu dilakukan suatu pendekatan secara matematika, untuk mendapatkan nilai biaya total. Pendekatan non linier bisa diselesaikan dengan kalkulus, yang memanfaatkan persamaan non linier, yang berbentuk kurva untuk mendapatkan nilai total biaya.

Pendekatan non linier dengan Kalkulus memiliki kelemahan dalam melakukan perhitungan area di bawah kurva. Perhitungan dengan menggunakan Kalkulus pada dasarnya menggunakan histogram, yang memiliki kelemahan yaitu terdapat celah antara histogram dan garis kurva yang merupakan persamaan non linier. Apabila nilai optimasi berada di daerah luar histogram, maka perhitungan dilakukan tepat di garis histogram, sehingga terjadi *error* atau galat dalam perhitungan nilai optimal. Pada kejadian biaya, galat yang dihasilkan dimungkinkan memiliki nilai yang besar secara signifikan. Hal ini dapat menyebabkan kesalahan dalam perkiraan perhitungan nilai optimal, sehingga penting diupayakan suatu pendekatan yang lebih teliti, salah satunya dengan menggunakan simulasi [6].

Pemecahan masalah luas dibawah kurva, dengan menggunakan simulasi yaitu dengan membuat sebaran titik secara random pada luas di bawah kurva, pada interval tertentu sehingga menghasilkan nilai total biaya yang lebih teliti [5]. Pada tugas akhir ini akan dipakai metode *Monte Carlo*, yang memanfaatkan bilangan random guna mendapatkan nilai optimal, untuk mendapatkan total biaya.

I. HASIL PEMBAHASAN

A. Kriteria kinerja

Kriteria kinerja yang diinginkan dalam penelitian sesuai dengan rumus perhitungan luas area di bawah kurva, yaitu:

$$\begin{aligned} \frac{\text{Area dibawah kurva}}{\text{Area persegi panjang}} &\approx \frac{\text{jumlah titik yang dihitung dibawah kurva}}{\text{total jumlah titik acak}} \\ \text{atau} \\ \text{AREA} &= M \cdot (b-a) \cdot \text{COUNTER} / n \end{aligned} \quad \dots(1)$$

Rumus perhitungan luas area di bawah kurva ini didapat dari Algoritma *Monte Carlo*.

B. Aturan keputusan

Aturan keputusan untuk simulasi ini adalah kondisi terbaik disaat sistem memenuhi kriteria kinerja berupa rumus/ formula perhitungan luas area di bawah kurva. Ketika perhitungan dilakukan dengan bilangan n yang berbeda, dan menghasilkan nilai yang berbeda. Maka keputusan untuk nilai yang diambil adalah nilai yang mendekati rumus (1).

C. Parameter sistem

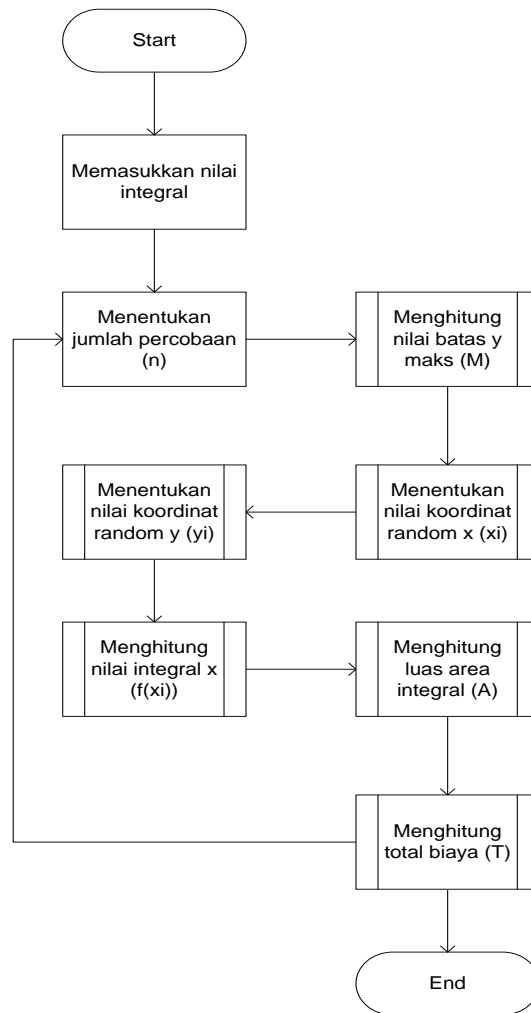
Parameter dari sistem simulasi ini adalah:

1. M = konstanta yang mengikat fungsi
2. a = panjang interval x min
3. b = panjang interval x max

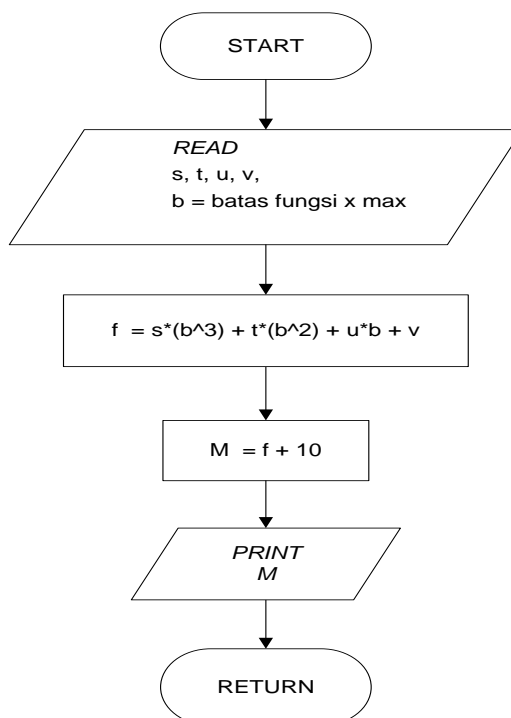
Parameter ini didapat dari rumus perhitungan luas area dibawah kurva dan rumus (1). Dimana luas area di bawah kurva $y = f(x)$ berada di dalam persegi panjang dengan tinggi M dan lebar a sampai b ($a \leq x_i \leq b$).

D. Mengembangkan model komputerisasi

Tahap ini dilakukan untuk mentransformasikan model dari rumus dan algoritma secara terkomputerisasi sehingga dapat dibuat sebuah program dalam komputer. Berdasarkan algoritma *Monte Carlo*, maka model simulasi dapat digambarkan (dijelaskan lebih rinci) dalam *Flowchart* berikut:

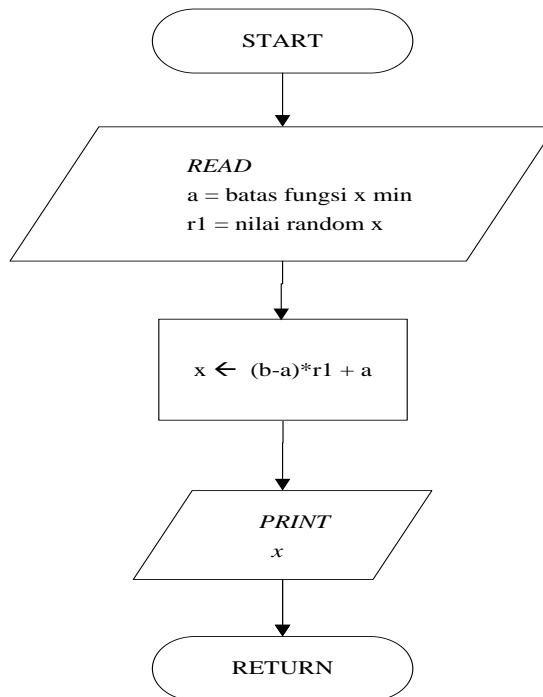


Gambar 1 *Flowchart* Algoritma Luas Monte Carlo



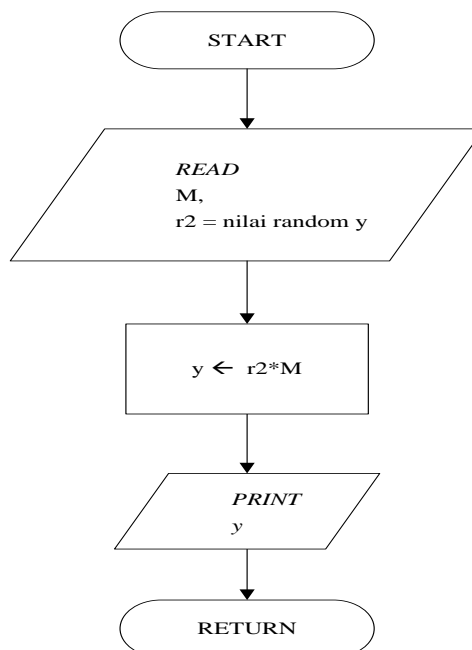
Gambar 2 *Flowchart* Perhitungan Nilai Batas y Maks (M)

Gambar 1 berdasarkan Algoritma *Monte Carlo*, dan gambar 2 merupakan pengembangan dari gambar 1. Pada gambar ini, proses perhitungan lebih detail karena sudah menuju tahap teknis pelaksanaan simulasi. Nilai M didapat dari perkalian nilai input dengan pangkat dari b (nilai batas fungsi x maks) lalu ditambah dengan 10, karena $M = f(b) + 10$. Untuk perhitungan koordinat random x akan digambarkan oleh *flowchart* berikut ini:



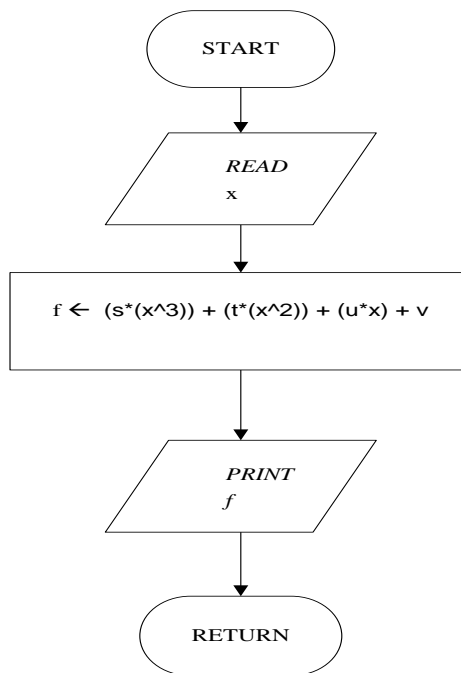
Gambar 3 *Flowchart* Perhitungan Nilai Koordinat x_i

Flowchart pada gambar 3 menghasilkan poin acak dalam interval (a, b) . Sedangkan untuk menghasilkan nilai koordinat y digambarkan pada pemodelan *Flowchart* pada gambar 4, yaitu:



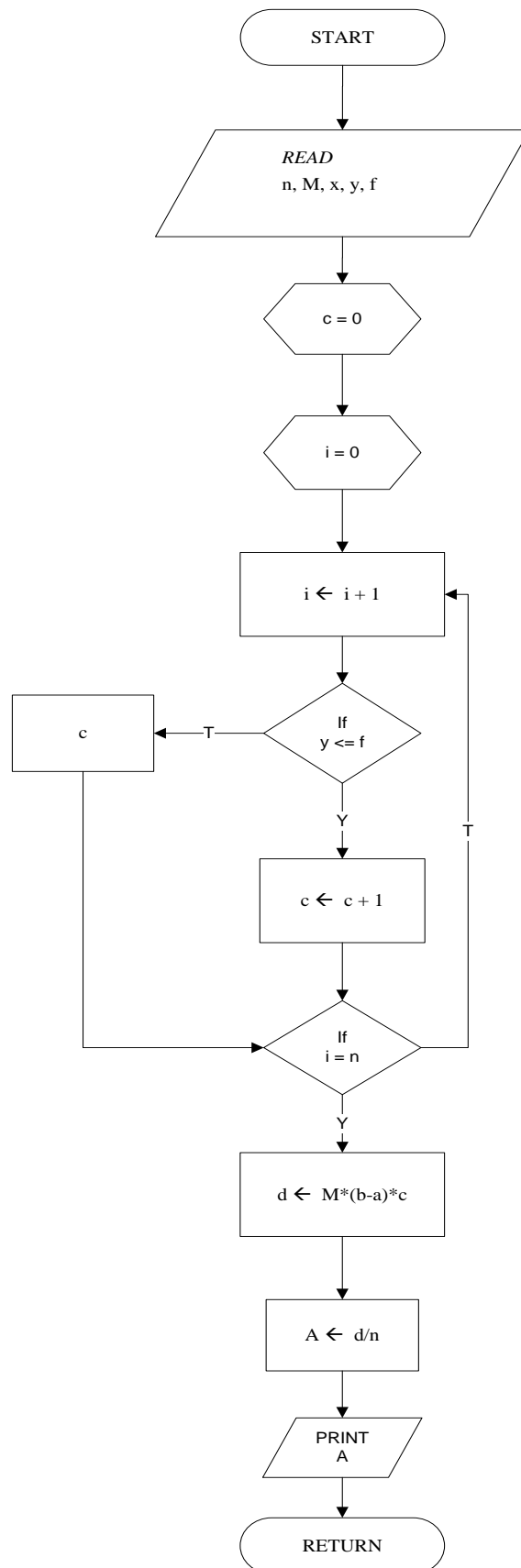
Gambar 4 *Flowchart* Perhitungan Nilai Koordinat y_i

Pada perhitungan nilai koordinat ini, nilai M diambil dari gambar 2. sedangkan untuk perhitungan integral digambarkan pada gambar 5 berikut:



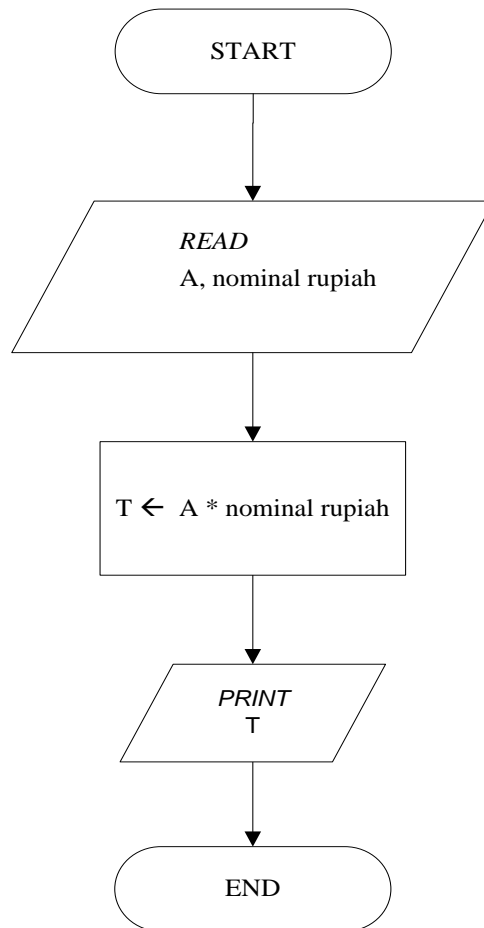
Gambar 5 *Flowchart* Perhitungan Nilai Integral ($f(x_i)$)

Karena perhitungan integral dibatasi sampai integral pangkat tiga (3), maka nilai koordinat x di pangkatkan tiga, lalu dikalikan nilai yang diinputkan (s), begitu pula dengan nilai yang lainnya dikalikan dengan nilai x yang sudah dipangkatkan sesuai dengan nilainya. Sedangkan untuk menghitung luas area di bawah kurva digambarkan pada gambar 6 berikut:



Gambar 6 *Flowchart* Perhitungan Luas Area di Bawah Kurva (A)

Perhitungan luas area ini sesuai dengan algoritma *Monte Carlo*, dan rumus (1). Sedangkan untuk mengubah luas area di bawah kurva menjadi nilai total biaya, maka digambarkan pada gambar 7 berikut:



Gambar 7 Flowchart Perhitungan Total Biaya

E. Hasil Simulasi

Dilakukan lagi simulasi perhitungan dengan menggunakan penambahan sebaran titik (n), untuk melihat jumlah titik optimum. Simulasi ini dilakukan dengan memberikan input fungsi, nilai a , b , n , dan nominal rupiah, dengan nilai:

Fungsi ($f(x)$)	$= x^2$
a (batas x_1)	$= 0$
b (batas x_2)	$= 1$
M (batas y_2)	$= 4$
n (sebaran titik)	$= 10 \text{ dan } 30$
Nominal	$= \text{Rp } 10.000$

Tabel 1 Analisis Perbandingan

No	Kasus	Hasil Analitis		Hasil percobaan dengan bilangan random (n)			
				10		30	
1.	x^2	0,367	36700	1,1	11000	0,366667	3666,667

Percobaan dengan sebaran titik 30 lebih mendekati kenyataan dari pada percobaan dengan sebaran titik 10. Karena hasil dari integral x^2 adalah 0,33333. Sehingga yang lebih mendekati adalah

percobaan dengan nilai sebaran titik 30. Semakin besar bilangan n atau semakin banyak sebaran titiknya, maka semakin mendekati kenyataan.

SIMULASI PERHITUNGAN TOTAL BIAYA

INPUT

\int_a^b x^3 x^2 x dx

Batas fungsi nilai x min (a) :

Batas fungsi nilai x max (b) :

Jumlah sebaran titik (n) :

Nominal biaya dalam rupiah :

HASIL

Luas Area

Total Biaya

PROSES BATAL

ULANG CLOSE

Gambar 8 *Interface* Simulasi dengan sebaran titik 10

SIMULASI PERHITUNGAN TOTAL BIAYA

INPUT

\int_a^b x^3 x^2 x dx

Batas fungsi nilai x min (a) :

Batas fungsi nilai x max (b) :

Jumlah sebaran titik (n) :

Nominal biaya dalam rupiah :

HASIL

Luas Area

Total Biaya

PROSES BATAL

ULANG CLOSE

Gambar 9 *Interface* Simulasi dengan sebaran titik 30

II. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian dan tinjauan teori yang ada, serta hasil yang didapatkan dari proses simulasi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Simulasi perhitungan luas area dibawah kurva dengan menggunakan *Monte Carlo* dalam studi kasus ekonomi, dapat dilakukan. Akan tetapi perlu dilakukan simulasi yang lebih banyak untuk melihat hasil yang optimal dengan cara menambah jumlah sebaran titik (n), sehingga dapat dilakukan perbandingan yang lebih jelas.

- b. Aplikasi program simulasi perhitungan luas area di bawah kurva untuk kasus ekonomi, masih belum berjalan dengan baik. Nilai tergantung pada nilai random yang dihasilkan, sehingga apabila nilai fungsi x lebih kecil dari nilai koordinat y , maka nilai yang dihasilkan akan sering memunculkan nilai 0. Sehingga perlu dilakukan beberapa kali proses perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowen, Earl. K, Prichett, Gordon D., Saber, Jhon C., 1987. *Mathematics with Applications in Management and Economics*. Irwin Homewood, Illinois.
- [2] Giordano, Frank R., Weir, Maurice D., and Fox, W. 1997. *A First course in Mathematical Modeling 2nd ed*. Brooks/Cole Publishing Company.
- [3] HB Dahlia. 2011. **Analisis biaya-volume-laba sebagai alat bantu dalam perencanaan laba PT Pabrik Gula Takalar**. Skripsi Manajemen. Universtas Hasanudin Makasar. Diperoleh 4 September 2012, dari <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/441/Analisis%20biaya.pdf?sequence=1>
- [4]Hapsari, EA. 2007. **Analisis Rasio Keuangan untuk Memprediksi Pertumbuhan Laba (Studi Kasus: Perusahaan Manufaktur yang terdaftar di Bursa Efek Jakarta periode 2001 sampai dengan 2005)**. Tesis Magister Manajemen, Universitas Diponegoro. Diperoleh 4 September 2012, dari http://eprints.undip.ac.id/17412/1/Epri_Ayu_Hapsari.pdf
- [5]Haryono, Nugroho Agus. 2009. **Perhitungan Integral Lipat menggunakan Metode Monte Carlo**. Jurnal Informatika Vol 5 No 2, Universitas Kristen Duta Wacana. Diperoleh 6 September 2012, dari <http://ti.ukdw.ac.id/ojs/index.php/informatika/article/view/76>
- [6]Rachmadi, TI. 2006. **Analisis Perbandingan Metode Romberg, Metode Gaus-Legendre, Metode Simulasi Monte Carlo dan Quasi-Monte Carlo dalam Perhitungan Integral Tertentu**. Skripsi teknik Informatika dan Statistika, Universitas Bina Nusantara. Diperoleh 4 September 2012, dari <http://eprints.binus.ac.id/902/>
- [7]Rahmawati, 2005. **Relevansi Nilai Earnings dengan Pendekatan Terintegrasi: Hubungan Nonlinier**. JAAI Vol 9 No 1. Unversitas Sebelas Maret. Diperoleh 4 September 2012, dari <http://journal.uui.ac.id/index.php/JAAI/article/view/814/738>
- [8]Sridadi, B. 2009. **Pemodelan dan Simulasi Sistem**. Bandung: Informatika.
- [9]Taylor, Bernard W. 2011. Terjemahan Sains Manajemen *Introduction to Management Science* Pendekatan Matematika untuk Bisnis. Salemba Empat.