



p-ISSN 2085-8507  
e-ISSN 2722-3280

# TECHNOLOGIC

VOLUME 14 NOMOR 1 | JUNI 2023

## POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

[www.polytechnic.astra.ac.id](http://www.polytechnic.astra.ac.id)

Email: [editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id](mailto:editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id)

## DEWAN REDAKSI Technologic

### **Ketua Editor:**

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T., IPM.

### **Dewan Editor:**

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

### **Mitra Bestari:**

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Dr. Sirajuddin, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. (Politeknik Negeri Sriwijaya)

### **Administrasi:**

Asri Aisyah, A.md.

Kristina Hutajulu, S.Kom.

### **Kantor Editor:**

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

[www.polytechnic.astra.ac.id](http://www.polytechnic.astra.ac.id)

Email: [editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id](mailto:editor.technologic@polytechnic.astra.ac.id)

## EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 14 No. 1, Edisi Juni 2023.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Juni 2023 kali ini berisi 10 manuskrip.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami do'akan semoga dalam keadaan sehat selalu, seiring dengan berubahnya status covid-19 menjadi endemi, dan semoga di tahun 2023 semakin sukses dan berjaya, tak lupa kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Perlu kami sampaikan untuk meningkatkan kualitas Jurnal, Jurnal Technologic berencana mengajukan akreditasi, mohon dukungan dari para peneliti dan pembaca agar rencana tersebut dapat segera terwujud.

Selamat membaca!

## DAFTAR ISI

<b>PEMBUATAN ALAT BANTU PEMESINAN UNTUK MEMPERCEPAT PROSES PENGHALUSAN RIB MODEL X PADA LINI PEMESINAN OUTER TUBE</b>	<b>1</b>
Herry Syaifullah dan Muhammad Alfattah	
<b>RANCANG BANGUN ALAT BANTU PEMASANGAN SPRING PISTON BRAKE NO 1 PADA AUTOMATIC TRANSAXLE DENGAN METODE PERANCANGAN FRENCH</b>	<b>9</b>
Stevanus Brian Kristianto, Yohanes P. Agung Purwoko, Andreas Edi Widyartono	
<b>MENURUNKAN WAKTU PADA PROSES PENGISIAN GREASE BEARING RODA UNIT QUESTER SAAT SERVICE REM DI BENGKEL UD TRUCKS ABC</b>	<b>17</b>
Yohanes P. Agung Purwoko, Yohanes Aprilus Alfando, Elroy FKP Tarigan	
<b>MENGURANGI WAKTU PROSES DI STASIUN KERJA MANUAL INSERT DENGAN PERBAIKAN SISTEM KERJA PADA LINE SMT DI PT. A</b>	<b>23</b>
Nensi Yuselin, Dimas Lefi Dzulqarnain	
<b>SISTEM ANDON UNTUK MEMANTAU PEMAKAIAN CUTTING TOOL BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA LINI PRODUKSI DI PT ABCD</b>	<b>30</b>
Surawan Setiyadi, Heru Suprpto, dan Dimas Alvian	
<b>ANALISIS PENYEBAB CACAT POROSITAS PADA CORAN AKIBAT PENGARUH DIMENSI RISER PADA PISTON BENSIN</b>	<b>37</b>
Agung Kaswadi, Galang Panji Satrio , dan Hario Sukoco	
<b>SIMULASI DESAIN GRAPHICAL USER INTERFACE UNTUK MONITORING MESIN UJI TEKANAN PORTABEL SECARA REALTIME</b>	<b>45</b>
Sylvia Hadiani Wijayanti, Y.B. Adyapaka Apatya, dan Exga Dinasty Grafika	
<b>PENGARUH CLASH DETECTION PADA BIAYA PEMBANGUNAN APARTEMEN DI JAKARTA</b>	<b>52</b>
Sofian Arissaputra, Yaya	
<b>SIMULASI MONTE CARLO DAN REAL OPTION VALUATION PADA PERHITUNGAN KELAYAKAN FINANSIAL DORMITORY POLITEKNIK ASTRA</b>	<b>59</b>
Cintri Anjani Rahmada Putri, Andry Wisnu Prabowo	
<b>PERBANDINGAN ANTARA PATCHING HOTMIX ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (ACBC) DAN PATCHING CEMENT TERHADAP MUTU DAN BIAYA PADA PERBAIKAN RIGID PAVEMEN 67</b>	
Dica Rosmyanto, Kartika Setiawati	

# SIMULASI MONTE CARLO DAN REAL OPTION VALUATION PADA PERHITUNGAN KELAYAKAN FINANSIAL DORMITORY POLITEKNIK ASTRA

Cintri Anjani Rahmada Putri<sup>1</sup>, Andry Wisnu Prabowo<sup>2</sup>

1,2. Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang Selatan, Bekasi, 17530, Indonesia

E-mail : cintri.putri@polytechnic.astra.ac.id<sup>1</sup>, andry.wisnu@polytechnic.astra.ac.id<sup>2</sup>

*Abstract--Monte Carlo simulation is a method used in modeling and analyzing systems that contain risk and uncertainty. In the field of project management, Monte Carlo simulation can quantify the consequences of risks and uncertainties that commonly occur in the cost of a project. The Real Option method is a project valuation method that can contain an element of uncertainty as well as an investment strategy for the project to be executed. This uncertainty is characterized by changes in project value over time. So this method was chosen to assist in determining more realistic project financing expectations. This paper applies three methods, namely the Net Present Value (NPV) method, Monte Carlo, and the binomial lattice model, to simulating project financing using the Microsoft Excel program. The results of the NPV calculation obtained a value of Rp. 21,625,080,782. The accuracy of the Monte Carlo simulation results in this paper is shown by an error rate of 2% with a result of IDR 11,784,060,280, and the ROV analysis results show a value of IDR 21,263,000,000. Thus, the smallest NPV value is obtained in the Monte Carlo calculation.*

*Keywords: net present value, Monte Carlo, real option valuation, binomial lattice*

**Abstrak--Simulasi Monte Carlo adalah metode yang digunakan dalam memodelkan dan menganalisa sistem yang mengandung resiko dan ketidakpastian. Pada bidang manajemen proyek, simulasi Monte Carlo dapat mengkuantifikasi akibat-akibat dari resiko dan ketidakpastian yang umum terjadi biaya sebuah proyek. Metode Real Option merupakan metode valuasi proyek yang dapat mengandung unsur ketidakpastian dan juga strategi investasi pada proyek yang akan dijalankan. Ketidakpastian ini ditandai dengan adanya perubahan nilai proyek dari waktu ke waktu. Sehingga metode ini dipilih untuk membantu dalam menentukan ekspektasi pembiayaan proyek yang lebih realistis. Tulisan ini mengaplikasikan tiga metode yaitu metode Net Present Value (NPV), Monte Carlo dan model binomial lattice dalam mensimulasikan pembiayaan sebuah proyek dengan menggunakan program Microsoft Excel. Hasil dari perhitungan NPV didapatkan nilai Rp21.625.080.782, -. Akurasi hasil simulasi Monte Carlo pada tulisan ini ditunjukkan oleh tingkat kesalahan sebesar 2% dengan hasil Rp 11.784.060.280, - dan hasil analisis ROV menunjukkan nilai Rp 21.263.000.000,-. Sehingga, nilai NPV paling kecil didapatkan pada perhitungan Monte Carlo.**

**Kata kunci: Net Present Value, Monte Carlo, Real Option Valuation, Binomial Lattice**

## I. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung kampus maupun pembangunan proyek untuk kepentingan pendidikan jarang dilakukan studi kelayakan karena tujuan pendidikan bukanlah untuk mendapatkan keuntungan sebanyak-banyaknya, tidak seperti halnya proyek komersial apartemen, hotel, dan sebagainya. Namun institusi pendidikan juga membutuhkan keuntungan supaya bisa bertahan dan keuntungan tersebut dipakai sebagai biaya operasional maupun pengembangan pendidikan itu sendiri.

Proyek pembangunan *dormitory* ini mempunyai kapasitas 392 mahasiswa dengan biaya sebesar Proyek ini merupakan proyek yang dilaksanakan oleh PT. B selaku kontraktor, untuk memastikan tujuan dari pembangunan gedung baru kampus X tercapai maka perlu dilakukan analisis kelayakan dengan

menggunakan nilai *Net Present Value* (NPV) yang lebih besar dari nol.

Dalam melakukan analisis kelayakan finansial perlu adanya manajemen risiko karena ketidakpastian dan dinamika yang terjadi selama umur investasi, metode yang kerap digunakan dalam proses analisis risiko adalah simulasi Monte Carlo dan *Real Option Valuation* (ROV). Perhitungan ini meninjau keseluruhan dari pembangunan gedung *dormitory* A dan rencana pengembangan *dormitory* B.

Ide penelitian ini diambil dari Fadjar (2008) mengenai Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Estimasi Biaya Proyek dan penelitian Andrean (2017). mengenai Penerapan Real Option Analysis dengan Perubahan Volatilitas dalam Menentukan Nilai Proyek Pertambahan. Penelitian sebelumnya hanya mencantumkan satu metode Monte Carlo atau ROV

saja. Sehingga penelitian ini merupakan pengembangan dengan menggabungkan tiga metode yaitu NPV, Monte Carlo dan ROV untuk mengetahui nilai kelayakan finansial yang mendekati sebenarnya dengan memasukkan faktor risiko.

1.1. Rumusan Masalah

Menurut uraian latar belakang tersebut, maka pada pengkajian ini rumusan masalah adalah:

1. Bagaimana perhitungan kelayakan finansial dengan menggunakan metode *Net Present Value* (NPV) pada proyek *Dormitory*?
2. Bagaimana perbandingan nilai dari perhitungan kelayakan finansial dengan tiga metode (NPV, *Monte Carlo*, dan ROV)?

1.2. Tujuan Penelitian

Menurut rumusan permasalahan tersebut, maka tujuan dari pengkajian ini ialah:

1. Menghitung kelayakan finansial dengan *Net Present Value* (NPV) pada proyek *dormitory*.
2. Membandingkan nilai dari perhitungan kelayakan finansial dengan tiga metode (Ekonomi Teknik Konvensional/NPV, *Monte Carlo*, dan ROV).

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

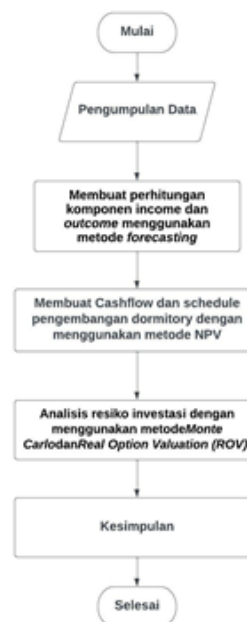
Penelitian yang dilakukan adalah metodologi analisis ilmiah yang merupakan analisis kuantitatif, karena penelitian ini menghitung ulang dan menguji teori-teori yang timbul. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yakni tahapan pengumpulan data, pengolahan data, analisis data dan tahap penyusunan laporan. Pada tahapan tersebut dilakukan studi literatur mengenai studi kelayakan finansial, *forecasting*, *Real Option Valuation*, dan *Monte Carlo*. Untuk peramalan income dan outcome beberapa tahun mendatang menggunakan metode *forecasting*. Sementara itu, untuk mengidentifikasi risiko-risiko investasi dan uncertainty factor menggunakan metode *Monte Carlo* dan *Real Option Valuation* (ROV).

Perhitungan kelayakan finansial *dormitory* ini memperhatikan kapasitas jumlah mahasiswa, biaya operasional, dan kenaikan biaya sewa per tahun. Langkah-langkah dalam menghitung aliran kas *dormitory* adalah:

1. Perhitungan peramalan/proyeksi komponen *income* dan *outcome* menggunakan metode *forecasting*. Tahapan memilih metode *forecasting* adalah:
  - Mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

- Menentukan jangka waktu peramalan. Dalam penelitian ini jangka waktu peramalan yaitu 20 tahun (*Long-range forecast*).
  - Menentukan pola data yang terbentuk. Dalam penelitian ini pola yang terbentuk yaitu *Horizontal/Stationary/Random variation*: Pola ini terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata secara acak tanpa membentuk pola yang jelas seperti pola musiman, trend ataupun siklus.
  - Berdasarkan pola data dan horizon waktu, maka metode yang dipilih adalah *Single Moving Average*. Metode *Single Moving Average* (rata-rata bergerak tunggal) adalah metode peramalan perataan nilai dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan yang kemudian dicari rata-ratanya, kemudian dengan menggunakan rata-rata tersebut sebagai data untuk meramalkan periode berikutnya.
2. Menerapkan metode yang sudah ditetapkan dan melakukan prediksi pada data untuk beberapa waktu yang akan datang.
  3. Membuat *cash flow* dan schedule pengembangan *dormitory* dengan menggunakan metode NPV.
  4. Analisis risiko investasi dengan menggunakan metode *Monte Carlo* dan *Real Option Valuation* (ROV).

Diagram alir perhitungan *dormitory* digambarkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Perhitungan analisis kelayakan finansial dilakukan dengan menggunakan metode NPV, NPV adalah

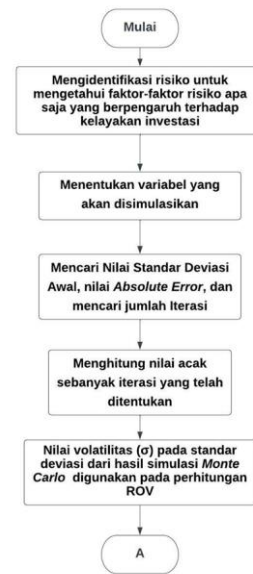
selisih antara nilai sekarang (neto) dari pemasukan dan pengeluaran proyek. Apabila nilai NPV:  
 NPV > 0, proyek menguntungkan (layak)  
 NPV < 0, proyek tidak menguntungkan (tidak layak)  
 NPV = 0, berarti netral atau berada pada Break Even Point (BEP).

Setelah melakukan perhitungan NPV, selanjutnya akan dilakukan analisis risiko investasi dengan tahapan:

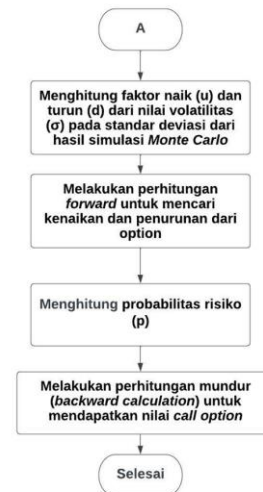
1. Mengidentifikasi risiko untuk mengetahui faktor-faktor risiko apa saja yang berpengaruh terhadap kelayakan investasi.
2. Setelah mengetahui faktor risiko apa maka dilakukan simulasi *Monte Carlo* untuk mengetahui seberapa besar risiko tersebut mempengaruhi kelayakan investasi. Berikut ini adalah tahapan dalam menerapkan teknik *Monte Carlo*:
  - a. Menentukan variabel yang akan disimulasikan
  - b. Mencari Nilai Standar Deviasi Awal dan *Absolute Error* dengan cara menghitung MAE (*Mean Absolute Error*) yaitu rata-rata selisih mutlak nilai sebenarnya (aktual) dengan nilai prediksi (peramalan). Langkah-langkah menghitung MAE menggunakan *Microsoft Excel* yaitu:
    - Memasukkan data aktual ( $A_i$ ) dan data hasil peramalan ( $F_i$ ).
    - Menghitung kesalahan absolut (*absolute error*) pada setiap baris pada kolom selanjutnya
    - Kesalahan absolut dihitung pada setiap baris, dimana rumus yang digunakan adalah:
 
$$|A_i - F_i|$$
    - Menghitung rata-rata kesalahan absolut (*mean absolute error*).
  - c. Mencari jumlah Iterasi
  - d. Menghitung nilai acak sebanyak iterasi yang telah ditentukan

3. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *Real Option Valuation* (ROV). Nilai volatilitas ( $\sigma$ ) pada standar deviasi dari hasil simulasi *Monte Carlo* akan digunakan pada perhitungan ROV.

Berikut merupakan Langkah-langkah perhitungan analisis risiko dengan metode *Monte Carlo* dan ROV dijabarkan pada Gambar 2 dan 3 berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Analisis *Monte Carlo*



Gambar 3. Diagram Alir Analisis ROV

### III.HASIL DAN PERANCANGAN

Berdasarkan aliran kas pada dormitory, maka dapat dihitung nilai *Net Present Value* (NPV). Untuk menghitung NPV maka diperlukan perhitungan *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR) sebagai tingkat pengembalian modal. Sumber dana investasi 100% dari modal sendiri, tingkat pengembalian modal sendiri yaitu:

$$= \text{safe rate} \pm \text{risiko}$$

$$= 2,75 \pm (1,5 \times 2,75) = 6,875\%$$

Sehingga berdasarkan hasil perhitungan diperoleh *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR)

sebesar 6,875%. Pembangunan *dormitory* tower A dan B membutuhkan biaya investasi sebesar Rp 238.632.332.722, - dengan asumsi masa investasi 20 tahun.

Berdasarkan harga sewa awal yaitu Rp 650.000, - per bulan didapat nilai NPV dengan proyeksi 20 tahun sebesar Rp -215.620.596.862, -. Oleh karena itu, dilakukan penyesuaian perhitungan hingga nilai NPV mendekati 0 dengan proyeksi 20 tahun yaitu Rp 21.625.080.782 -. Penyesuaian itu didapatkan kenaikan harga sewa pada tahun ke-2 sampai tahun ke-5 sebesar 10% per tahun. Setelah dilakukan pengembangan *dormitory* tower 2 maka harga sewa harus mengalami kenaikan 20% per tahun pada tahun ke-6 sampai akhir periode investasi yaitu tahun ke-20.

3.1. Simulasi Monte Carlo

Dari hasil perhitungan kelayakan investasi di atas, akan dilakukan analisis risiko dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui apa saja faktor risiko dan

seberapa besar pengaruhnya terhadap kelayakan investasi yang akan dilakukan. Nilai volatilitas ( $\sigma$ ) pada standar deviasi dari hasil simulasi *Monte Carlo* akan digunakan pada perhitungan ROV.

Pada simulasi ini ada aspek yang memiliki risiko cukup besar untuk mempengaruhi kelayakan investasi, yaitu biaya konstruksi. Pada biaya konstruksi bisa saja terjadi kenaikan yang cukup signifikan karena kenaikan bahan material maupun upah pekerja maka biaya konstruksi dapat dianggap sebagai salah satu faktor yang cukup berpengaruh terhadap kelayakan investasi tersebut.

Berikut ini adalah tahapan dalam menerapkan teknik Monte Carlo:

1. Menentukan variabel yang akan disimulasikan  
 Yang akan disimulasikan adalah sebuah *dormitory* dengan 20 tahun masa investasi. Setiap tahunnya memiliki total biaya dalam batasan yang telah ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Discounted Cash Flow* (DCF) minimum dan maksimum *dormitory*

Tahun	DCF Maksimum	DCF Minimum
0	(158.286.432.721,74)	(158.286.432.721,74)
1	(169.806.710,61)	(169.806.710,61)
2	94.548.838,71	94.548.838,71
3	363.943.058,83	363.943.058,83
4	624.102.287,34	624.102.287,34
5	(56.784.690.314,15)	(76.516.730.021,79)
6	3.246.691.988,61	3.246.691.988,61
7	4.386.988.937,47	4.386.988.937,47
8	5.619.618.372,23	5.619.618.372,23
9	6.958.988.027,46	6.958.988.027,46
10	8.364.845.854,51	8.364.845.854,51
11	10.023.644.615,21	10.023.644.615,21
12	11.656.528.237,45	11.656.528.237,45
13	13.731.537.858,71	13.731.537.858,71
14	15.883.480.343,43	15.883.480.343,43
15	18.229.417.253,56	18.229.417.253,56
16	20.921.034.128,77	20.921.034.128,77
17	23.871.698.232,31	23.871.698.232,31
18	27.160.189.171,45	27.160.189.171,45
19	30.829.572.754,39	30.829.572.754,39
20	34.899.180.567,78	34.899.180.567,78
Grand Total	21.625.080.781,71	1.893.041.074,06
Total	23.518.121.855,77	
rata-rata	11.759.060.927,89	
$x - \hat{x}$	9.866.019.853,82	(9.866.019.853,82)
$(x - \hat{x})^2$	97.338.347.756.015.400.000,00	97.338.347.756.015.400.000,00

2. Mencari nilai standar deviasi awal dan *absolute error*

Nilai Standar Deviasi (SD) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \hat{x})^2}{N}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (194.676.695.512.031.000.000 )}{2}} = 9.866.019.854$$

Nilai kesalahan absolut dalam penelitian ini adalah 2% artinya toleransi kesalahan yang dapat diterima hanya sebesar 2%. Nilai *absolute error*



didapatkan dari menghitung MAE (*Mean Absolute Error*) yaitu rata-rata selisih mutlak nilai sebenarnya (aktual) dengan nilai prediksi (peramalan). Semakin besar toleransi kesalahan, maka semakin besar nilai *absolute error*. Nilai *absolute error* dihitung menggunakan rumus:

$$\epsilon = \frac{\hat{x}}{\left(\frac{1}{2\%}\right)} = \frac{11.759.060.928}{\left(\frac{1}{2\%}\right)} = 235.181.219$$

3. Mencari jumlah Iterasi

Setelah memperoleh nilai deviasi standar ( $\sigma$ ) dan nilai kesalahan ( $\epsilon$ ), selanjutnya dapat menghitung jumlah iterasi yang diperlukan untuk menghasilkan nilai kesalahan  $\leq 2\%$  dengan formula sebagai berikut:

$$N = \left(\frac{3x\sigma}{\epsilon}\right)^2 = \left(\frac{3x \ 9.866.019.854}{235.181.219}\right)^2 = 15.838,76 \approx 15.839$$

Hasil dari perhitungan matematis, diperlukan 15.839 kali iterasi dalam proses simulasi.

4. Menghitung nilai acak sebanyak iterasi yang telah ditentukan

Di tahap ini, perlu mengulangi seluruh perhitungan nilai acak sebanyak 15.839 kali untuk setiap variabel yang disimulasikan dengan rumus excel =RAND()\*(DCF maksimum - DCF minimum) + DCF minimum. Setelah mengeluarkan data hasil dari simulasi, data tersebut akan diolah untuk dihitung nilai standar deviasi.

Tabel 2. Perhitungan nilai acak

Tahun	1	2	19	20	total	Standaridize	
DCF Maksimum	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	21.625.080.781,71		
DCF Minimum	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	1.893.041.074,06		
Iterasi 1	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	12.058.238.901,97	0,05	
Iterasi 2	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	17.231.119.914,44	0,96	
Iterasi 3	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	15.017.080.918,26	0,57	
Iterasi 15836	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	9.853.496.130,94	(0,34)	
Iterasi 15837	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	13.737.964.463,80	0,34	
Iterasi 15838	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	5.770.442.720,96	(1,06)	
Iterasi 15839	(169.806.710,61)	94.548.838,71	30.829.572.754,39	34.899.180.567,78	8.956.062.830,17	(0,50)	
					<b>Rata-rata</b>	<b>11.784.060.280,36</b>	<b>0,99997</b>
					<b>min</b>	<b>1.893.984.187,14</b>	
					<b>max</b>	<b>21.624.793.093,96</b>	
					<b>SD</b>	<b>5.693.238.984,70</b>	

Pada Tabel 2 data hasil dari simulasi akan dilakukan standardize yaitu data dinormalkan dari suatu distribusi yang dikarakterisasi oleh rata-rata dan simpangan baku. Setelah semua data hasil simulasi 15.839 kali percobaan, dicari nilai standar deviasi sesuai dengan Tabel 2 dengan hasil standar deviasi yaitu 1,000000. Sehingga nilai standar deviasi yang akan digunakan kedalam perhitungan ROV adalah 1 atau 100%.

3.2. Analisis *Real Option Valuation* (ROV) dengan Perhitungan *Binomial Lattice*

Perhitungan investasi yang menggunakan metode *Net Present value*, belum memperhitungkan faktor risiko. Oleh karena itu, perlu adanya perhitungan investasi dengan metode *real option valuation* (ROV) dengan memperhitungkan unsur ketidakpastian. Dalam perhitungan ini dibagi menjadi dua metode perhitungan yaitu forward calculation dan

backward calculation. Berikut merupakan perhitungan ROV.

3.3. *Forward Calculation*

Unsur ketidakpastian yang digunakan pada perhitungan ROV didapat dari standar deviasi ( $\sigma$ ) hasil simulasi *Monte Carlo* terhadap NPV sebesar 100% yang dapat dilihat pada Tabel 2. Jangka waktu opsi (T) sama dengan perhitungan jangka waktu perhitungan NPV yaitu 20 tahun. Diasumsikan terdapat 10 langsung lattice (n) sehingga didapatkan  $\Delta T = 2$ , hal ini menunjukkan bahwa ukuran langkah lattice adalah 2 tahun. Lalu dicari untuk faktor naik (u) dan turun (d) sebagai berikut:

$$u = e^{100\% \sqrt{2}} = 4,11325$$

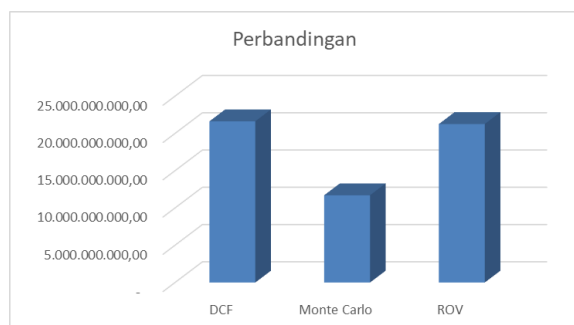
$$d = e^{-100\% \sqrt{2}} = 0,24312$$

Setelah didapatkan faktor naik dan turun, maka dilakukan perhitungan forward untuk mencari kenaikan dan penurunan dari option. NPV pada perhitungan ini sebesar Rp 21.625.080.782.



Perhitungan mundur akan dilakukan mulai dari tahun ke 20 dengan mencari nilai maksimum antara *option to abandon* atau *continuing*. *Option to abandon* adalah opsi dimana investasi berakhir tanpa nilai atau 0 jika nilai option (NPV) lebih kecil dari *strike price*. *Continuing* adalah opsi dimana untuk melanjutkan investasi jika nilai option lebih besar dari *strike price*.

Hasil dari perhitungan ROV menunjukkan bahwa dengan adanya nilai standar deviasi sebesar 100% yang didapat dari simulasi *monte carlo* ke dalam perhitungan investasi dapat memberikan dampak pengurangan nilai NPV dibandingkan menggunakan metode *Discounted Cash Flow*. Dari hasil perhitungan menunjukkan nilai NPV yang semula Rp 21.625.080.782, - mengalami penurunan sebesar 2% menjadi Rp 21.263.000.000,-. Berikut adalah hasil dari perhitungan ketiga metode yang dituangkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan metode NPV, Monte Carlo, dan ROV

#### IV. KESIMPULAN

Pembangunan dormitory kampus X membutuhkan biaya investasi sebesar Rp 238.632.332.722, - dengan asumsi masa investasi 20 tahun. Dari perhitungan aliran kas dan penyesuaian harga sewa didapatkan nilai analisis kelayakan *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp 21.625.080.782, -. Jadi dengan menggunakan asumsi yang telah ditentukan, nilai NPV dinyatakan layak secara finansial dengan NPV > 0. Nilai NPV paling besar didapatkan pada saat perhitungan dengan metode *discounted cash flow* yaitu sebesar Rp 21.625.080.782, -, dimana pada saat perhitungan tidak memasukkan faktor risiko yang ada. Pada saat perhitungan menggunakan simulasi *monte carlo* sudah memasukkan faktor risiko sehingga dapat mempengaruhi hasil perhitungan NPV yaitu menjadi Rp 11.784.060.280, -, dan hasil dari perhitungan ROV menunjukkan nilai NPV mengalami penurunan sebesar 2% menjadi Rp 21.263.000.000,-. Nilai NPV paling kecil didapatkan pada perhitungan *Monte Carlo*. Sehingga, untuk perhitungan kelayakan

finansial suatu proyek dapat menggunakan metode *Monte Carlo* karena sudah memasukkan faktor risiko.

#### V. KUTIPAN DAN DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alam Pangestu, Elgi, dkk. (2018). "Analisis Fleksibilitas Ekonomi Menggunakan Black-Scholesmerton Formula Pada Proyek Tambang Bijih Besi". Jurnal Bina Tambang Volume 3, Nomor 1, ISSN:2302-333, Februari 2018.
- [2] Andrean, Dean dkk. (2017). "Penerapan Real Option Analysis dengan Perubahan Volatilitas dalam Menentukan Nilai Proyek Pertambangan". Jurnal Bunga Rampai Forum Peneliti Muda Indonesia 2017.
- [3] Arvanitis, Stavros., and Estevez, Leticia. (2018). Feasibility Analysis and Study. The ASEAN USAID (IKE). 1992. Intensitas Konsumsi Energi.
- [4] Fadjr, Adnan. (2008). Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Estimasi Biaya Proyek. Jurnal SMARTek, Vol. 6, No. 4, Nopember 2008, 222 – 227.
- [5] Febita S., & Taufik H. (2016). Studi Kelayakan Teknis Dan Finansial Proyek Pembangunan Hotel X Pekanbaru. Jom FTEKNIK Volume 3 No. 1 Februari 2016, 2-6.
- [6] Gaol, Leonardo Andos Roganda L., & Rahmawati, Farida. (2013). Analisa Kelayakan Teknis dan Finansial pada Proyek Apartemen Dian Regency
- [7] Surabaya. Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1, (2013), 58-61.
- [8] Hariri, Fajar Rohman. (2016). "Metode Least Square Untuk Prediksi Penjualan Sari Kedelai Rosi". Jurnal SIMETRIS, Vol 7 No 2 November 2016 ISSN: 2252-4983.
- [9] Heizer, Jay., and Render, Barry. (2011). Operations Management. Edisi Kesembilan Buku Dua. Jakarta: Salemba Empat.
- [10] Juwana, Jimmy S. (2005). Panduan Sistem Bangunan Tinggi. Jakarta : Erlangga.
- [11] Leonardo Andos Roganda L. Gaol, Farida Rahmawati. (2013). "Analisa Kelayakan Teknis dan Finansial pada Proyek Apartemen Dian Regency Surabaya". Jurnal Teknik Pomits Vol. 2, No. 1, (2013) ISSN: 2337-3539.
- [12] Lusiana, Anna dan Popy Yuliarti. (2020). "Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) Pada Permintaan Atap di PT X". Jurnal Teknik Industri ITN Malang E-ISSN: 2615 – 3866.
- [13] Oprea, A. (2010). The importance of investment feasibility analysis. Journal of Property Investment & Finance, 28(1), 58-61.
- [14] Prasetya, H, F. S. H, and Sugiyarto. (2017). "Analisis Teknis dan Finansial Proyek

- Pembangunan Apartemen U-Residence 3 Karawaci Tangerang Selatan”, Vol. 5 No. 3, 2017 : 990–998
- [15] Satyarini, Ria. (2007). “Menentukan Metode Peramalan Yang Tepat”. Jurnal Bina Ekonomi Majalah Ilmiah Fakultas Ekonomi Unpar Volume 11, Nomor 1, Januari 2007.
- [16] Sofyan, D.K. (2013). Perencanaan & Pengendalian Produksi. Lhoksemawe NAD: Graha Ilmu.
- [17] Putri, CAR. (2023). Analisis kelayakan finansial pembangunan tahap II gedung baru kampus x di Cikarang, Tesis Program Magister, Universitas Tarumanagara.