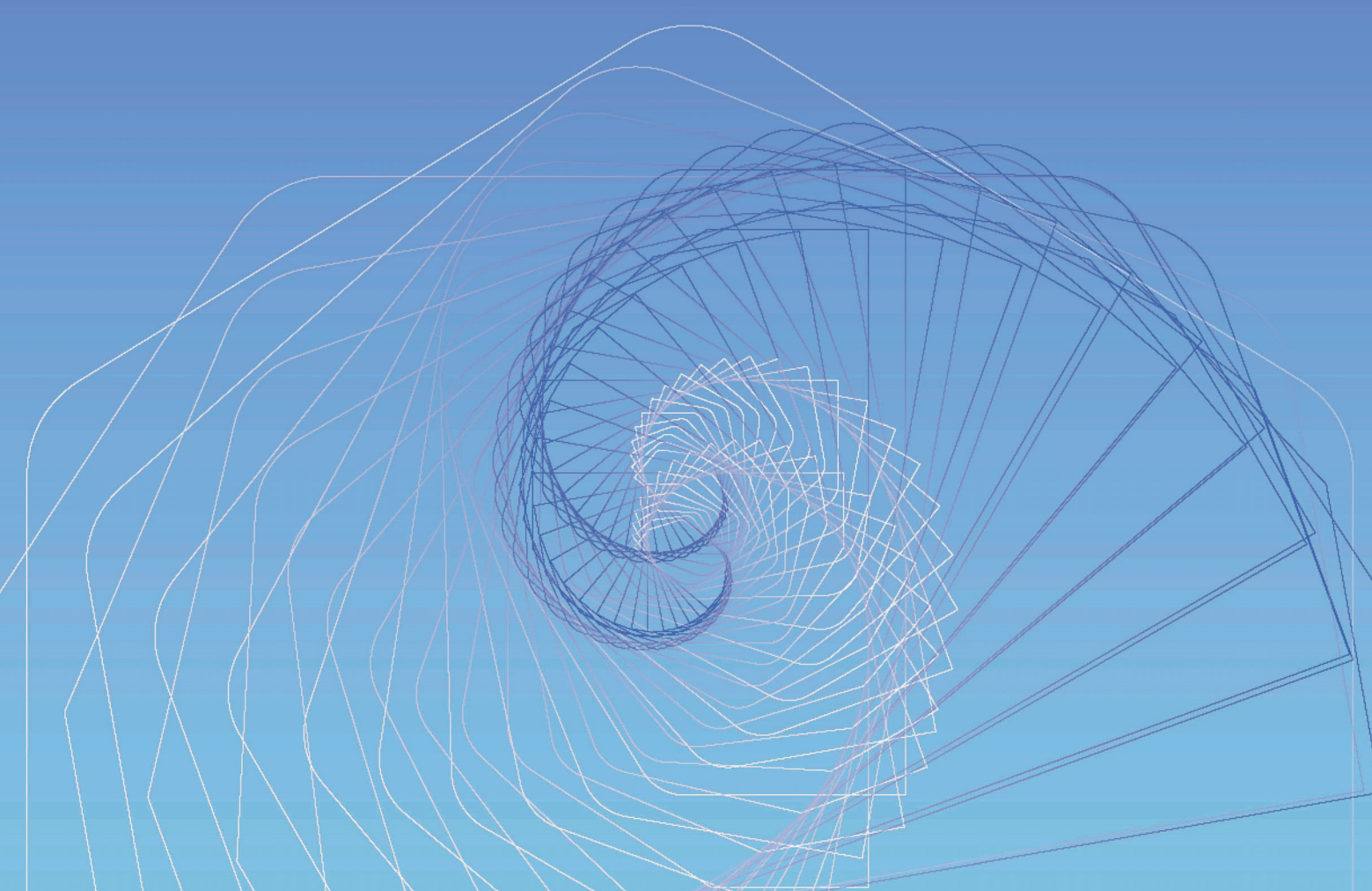


JMTS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

Volume 6 No. 2 Mei 2023



e-ISSN : 2622-545X

Program Studi Sarjana Teknik Sipil UNTAR

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Volume 6, Nomor 2, Mei 2023

Redaksi

Ketua Penyunting	Prof. Ir. Leksmono Suryo Putranto, M.T., Ph.D.
Dewan Penyunting	Dr. Widodo Kushartomo Ir. Aniek Prihatiningsih, M.M. Ir. Arianti Sutandi, M.Eng. Ir. Gregorius Sandjaja Sentosa, M.T. Ir. Sunarjo Leman, M.T. Yenny Untari Liucius, S.T., M.T.
Penyunting Pelaksana	Andy Prabowo, S.T., M.T., Ph.D. Vittorio Kurniawan, S.T., M.Sc. Arif Sandjaya, S.T., M.T.
Mitra Bestari	Prof. Ir. Roesdiman Soegiarso, M.Sc., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Prof. Ir. Chaidir Anwar Makarim, MCE., Ph.D. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Basuki Anondho, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Najid, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Wati Asriningsih Pranoto, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Ir. Henny Wiyanto, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Oei Fuk Jin (Universitas Tarumanagara) Dr. Usman Wijaya, S.T., M.T. (Universitas Kristen Krida Wacana) Dr. Nurul Fajar Januriyadi (Universitas Pertamina) Dr. Ir. Mega Waty, M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Daniel Christianto, S.T., M.T. (Universitas Tarumanagara) Dr. Eng. Luky Handoko (Universitas Atma Jaya Yogyakarta) Ir. Andryan Suhendra, M.T. (Binus University) Reynaldo Siahaan, S.T., M.T. (Universitas Katolik Santo Thomas)
Alamat Redaksi	Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Tarumanagara Alamat: Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta Barat, 11440 Kampus 1 Gedung L Lantai 5 Telepon: 021-5672548 ext.331 E-mail: jmts@untar.ac.id

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Volume 6, Nomor 2, Mei 2023

Kata Pengantar

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil (E-ISSN 2622-545X) merupakan jurnal *peer-reviewed* yang dipublikasikan oleh Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara sebagai wadah peneliti, mahasiswa, dan dosen dari dalam maupun luar UNTAR untuk mempublikasikan makalah hasil penelitian dan studi ilmiah dalam bidang Teknik Sipil.

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil mempublikasikan artikel ilmiah pada bidang Teknik Sipil dengan sub-bidang sebagai berikut:

- Struktur
- Material Konstruksi
- Geoteknik
- Sistem dan Teknik Transportasi
- Manajemen Konstruksi
- Keairan

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil terbitan Volume 6 Nomor 2 bulan Mei 2023 merupakan terbitan ke-20 sejak terbitan pertama pada Agustus 2018. Penerbitan JMTS dilakukan secara berkala setiap 3 bulan, yaitu pada bulan Februari, Mei, Agustus, dan November.

Dalam sejarah pelaksanaannya, makalah yang diterbitkan pada JMTS mengalami beberapa perubahan template penulisan untuk menghasilkan kualitas penulisan yang lebih baik, di antaranya penambahan abstrak dalam bahasa Inggris dan perubahan *style* referensi yang semula Harvard menjadi MLA dan sekarang menjadi APA.

Sejak terbitan Volume 3 Nomor 1 bulan Februari 2020, semua makalah diproses secara penuh melalui *Open Journal System* (OJS) yang dimulai dari proses *submission*, *reviewing*, *editing*, dan *publishing*.

Sejak terbitan Volume 5 Nomor 3 bulan Agustus 2022, OJS diperbarui menjadi versi ke 3.

Penerbitan jurnal ini dapat berlangsung secara maksimal berkat kontribusi berbagai pihak. Kami kepada tim editor yang telah membantu mengawal proses penerbitan. Penghargaan juga kami sampaikan kepada Reviewer yang telah berkenan memberikan saran perbaikan untuk menjaga kualitas jurnal. Semoga jurnal ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu Teknik Sipil.

Salam,

Tim Redaksi Jurnal Mitra Teknik Sipil

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Vol. 6 No. 2, Mei 2023

Daftar Isi

OPTIMASI PEMAKAIAN SERAT ROSELLA PADA CAMPURAN BETON DENGAN VARIASI MAKSIMUM UKURAN AGREGAT 10 MM, 15 MM, DAN 25 MM <i>M. Bobby Hasan Arfani, Bertinus Simanihuruk, dan Hikma Dewita</i>	186-190
IDENTIFIKASI WASTE PROYEK INFRASTRUKTUR TRANSMISI LISTRIK DENGAN VALUE STREAM MAPPING <i>Grace Notarica Simamora, Mona F Toyfur, dan Heni Fitriani</i>	191-206
PENGARUH KERAPATAN WIREMESH TERHADAP KAPASITAS LENTUR PELAT BETON RINGAN KOMPOSIT <i>Jonathan Aaron dan Widodo Kushartomo</i>	207-216
ANALISIS SAMBUNGAN PURUS (TONGUE AND GROOVE JOINTS) PADA DINDING PANEL BETON RINGAN STYROFOAM <i>Anthony Wisselly dan Widodo Kushartomo</i>	217-222
PERINGKAT DAN FAKTOR PENYEBAB WASTE MATERIAL PADA PROYEK X DI SERPONG <i>Andrew Johannes Gultom dan Arianti Sutandi</i>	223-236
PENERAPAN METODE EARNED VALUE DAN EARNED SCHEDULE PELAKSANAAN PROYEK RUMAH SAKIT X DI BANDUNG <i>Reynaldo Farrel Fausta Tangtobing dan Mega Waty</i>	237-248
ANALISIS VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PERUMAHAN X DI TANGERANG SELATAN <i>Robert Chandra, Arianti Sutandi, dan Basuki Anondho</i>	249-260
ANALISIS BANGUNAN BERUNDAK DENGAN KETINGGIAN 4, 8, 12, 16, 20, DAN 24 LANTAI PADA TIANG UJUNG <i>Kevin Anderson dan Alfred Jonathan Susilo</i>	261-270
ANALISIS PANDANGAN MASYARAKAT TERHADAP JASA ANTAR MAKANAN AIRASIA FOOD <i>Nadia Angeline dan Leksmono Suryo Putranto</i>	271-284
ANALISIS PERILAKU MASYARAKAT TERHADAP BERKENDARA LAMBAT DI LAJUR CEPAT ATAU MENDAHULUI PADA JALAN BEBAS HAMBATAN <i>Evan Grysvia dan Leksmono Suryo Putranto</i>	285-300
ANALISIS EFISIENSI TIANG UJUNG PADA FONDASI TIANG BOR DI PROYEK GADING SERPONG <i>Nathania Olivia Fernanda dan Alfred Jonathan Susilo</i>	301-308

CARA MUDAH MENENTUKAN MATERIAL TERBAIK DALAM STRUKTUR JALAN MENGGUNAKAN METODE MARSHALL TEST <i>Lana Juniantoro Eko Saputro, Andri Dwi Cahyono, Evita Fitriani Hidiyati, Ahmad Iqbal Zulqornain Azma, Safril Enra Firmansyah, Arthur Fajar Anosaputra, Muhammad Setio Aji, dan Galih Dwi Kurniawan</i>	309-320
METODE PERBAIKAN TANAH DENGAN PREFABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD) PADA JALAN TOL SERPONG-BALARAJA SEKSI 1B <i>Shendy dan Gregorius Sandjaja</i>	321-332
ANALISIS JUMLAH CARBON FOOTPRINT SEMEN PADA PEKERJAAN PLESTER DINDING PROYEK RUMAH TINGGAL <i>Marcell dan Basuki Anondho</i>	333-342
STUDI PEFORMA SPUN PILE DENGAN PERKUATAN STEEL JACKET KE PILE CAP AKIBAT PEMBEBANAN SIKLIK HORIZONTAL <i>Jansen Reagen, Mulia Orientilize, Widjojo Adi Prakoso, Yuskar Lase, dan Sidiq Purnomo</i>	343-354
PENGARUH LINGKUNGAN KERJA, PELAKSANAAN K3, DAN TENAGA KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA <i>Vincentius Wijaya dan Mega Waty</i>	355-366
DAMPAK CHANGE ORDER PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT SEDANG <i>Kevin Lakaoni dan Mega Waty</i>	367-382
NONLINEAR TIME HISTORY PADA FONDASI TIANG PANCANG DENGAN PROGRAM MIDAS GTS NX <i>Ardi Suryadi, Hendy Wijaya, dan Amelia Yuwono</i>	383-392
ANALISIS PENURUNAN JALAN DI ATAS TANAH GAMBUT TANPA PERBAIKAN DI PEKANBARU <i>Jonathan Wansons Khohara dan Aniek Prihatiningsih</i>	393-406
ANALISIS PENGGUNAAN BETON PRACETAK DI PROYEK PEMBANGUNAN MALL XYZ KOTA WISATA <i>Hansen Chandra Koesoema, Widodo Kushartomo, dan Andy Prabowo</i>	407-414
PEMODELAN PARAMETER VIBRATION MONITORING TEST BERDASARKAN HASIL ITERASI NILAI RASIO REDAMAN (ξ) <i>Veronica, Aniek Prihatiningsih, dan Ali Iskandar</i>	415-428
PENYEBAB CHANGE ORDER PROYEK KONSTRUKSI RUMAH SAKIT <i>Daniel dan Mega Waty</i>	429-440
SIFAT MEKANIS BETON RINGAN DENGAN STYROFOAM SEBAGAI MEDIA PEMBENTUK UDARA <i>Jonathan Andryanto dan Widodo Kushartomo</i>	441-448
METODE PAIRED COMPARISON PADA PEKERJAAN PONDASI BANGUNAN GEDUNG DENGAN PENDEKATAN STUDI VALUE ENGINEERING (VE) <i>Mahdika Putra Nanda, Sigit Riswanto, dan Mega Kurniawati</i>	449-456

PENGARUH SEMANGAT KERJA TERHADAP PROGRESS PADA PROYEK GUDANG SURYA GRAND CISOKA <i>Carlos Chandra dan Widodo Kushartomo</i>	457-462
SOLUSI MENURUNKAN ANGKA KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK KONSTRUKSI BERTINGKAT <i>Jen Sen Chiu Santo dan Widodo Kushartomo</i>	463-470
ANALISIS DAYA DUKUNG DAN EFISIENSI TIANG PADA TANAH PASIR PADAT DAN PASIR LEPAS DENGAN KONFIGURASI TIANG 4, 9, 16 <i>Christopher Benjiro dan Alfred Jonathan Susilo</i>	471-484
STUDI PERBANDINGAN ANALISIS FEM 2D DAN 3D PADA STABILITAS SHEET PILE LONG STORAGE KOTA JAKARTA <i>Serli Yulianti, Muhammad Riza, dan Vitta Pratiwi</i>	485-494
PEMETAAN RISIKO MULTIBENCANA ALAM PADA INFRASTRUKTUR JALAN <i>Jaya Iskandar, Roi Milyardi, dan Cindrawaty Lesmana</i>	495-510
PENENTUAN NILAI KONDISI GEDUNG BERDASARKAN METODE <i>PORTUGUESE URBAN TENANCY REGIME</i> PADA GEDUNG BERTINGKAT TINGGI <i>Chrisitan Tjenndrawinata dan Henny Wiyanto</i>	511-518
KAJIAN PENGARUH <i>RISE-SPAN RATIO</i> PADA JEMBATAN <i>TIED ARCH</i> <i>Eko Felix Songbes, Made Suangga, dan Sunarjo Leman</i>	519-528
ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGUNAN KANTOR UNTUK PERUSAHAAN BATU ALAM DENGAN METODE <i>REAL OPTION VALUATION</i> <i>Julian Kietowibowo, Mark Setiadi, dan Wati A. Pranoto</i>	529-544

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGUNAN KANTOR UNTUK PERUSAHAAN BATU ALAM DENGAN METODE *REAL OPTION VALUATION*

Julian Kietowibowo¹, Mark Setiadi², dan Wati A. Pranoto³

¹Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta, Indonesia
Julian.327201016@stu.untar.ac.id

²Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta, Indonesia
griyakreasi2016@gmail.com

³Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta, Indonesia
watip@ft.untar.ac.id

Masuk: 31-12-2021, revisi: 27-03-2023, diterima untuk diterbitkan: 26-05-2023

ABSTRACT

Investment feasibility analysis is one of the very important steps to do an investment, in order for a company to acknowledge whether the investment is feasible or not. Risk is something that we cannot avoid while doing an investment and those risks may affect the feasibility of the investment to be carried out, therefore in this study the risk is estimated and its effect on the feasibility of the investment are more visible. In this research, an analysis of the feasibility of an office building investment for a natural stone company are carried out using annual revenue data from the related company, moreover the feasibility of the investment is estimated by measuring NPV, IRR, and payback period using the discounted cash flow method. The result of this analysis is carried out using a Monte Carlo Simulation, in order to generate the result of the investment feasibility analysis using the real option valuation method. Therefore, the calculation results of the risk can be avoided and can reduce the NPV and IRR of the investment.

Keywords: investment; discounted cash flow; monte carlo simulation; real option valuation

ABSTRAK

Analisis kelayakan investasi merupakan hal yang sangat penting dalam melakukan suatu investasi, agar investasi tersebut dapat diketahui layak atau tidak untuk dijalankan. Dalam melakukan suatu investasi selalu ada risiko, dimana risiko tersebut dapat mempengaruhi kelayakan investasi yang akan dijalankan, oleh sebab itu dalam penelitian ini risiko tersebut akan dihitung dan akan dilihat pengaruhnya terhadap kelayakan investasi. Pada penelitian ini dilakukan analisis kelayakan investasi pembuatan kantor untuk perusahaan batu alam menggunakan data pendapatan tahunan dari perusahaan yang terkait, lalu diperhitungkan kelayakan investasi dengan tolak ukur NPV, IRR, dan *payback period* dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Analisis risiko yang dilakukan menggunakan simulasi monte carlo, yang selanjutnya dilakukan analisis kelayakan investasi menggunakan metode *real option valuation*. Dari hasil perhitungan bahwa risiko yang ada dapat menurunkan nilai NPV dan IRR dari investasi tersebut.

Kata kunci: investasi; *discounted cash flow*; simulasi monte carlo; *real option valuation*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan kantor merupakan suatu investasi sehingga pengambilan keputusan tersebut memerlukan kajian investasi untuk menjustifikasi pembiayaan itu. Dalam kajian investasi, perkiraan biaya dan manfaat yang akan diperoleh dari investasi dianalisis dan hasilnya akan digunakan untuk menentukan apakah investasi tersebut layak dijalankan atau tidak.

Dalam melakukan kajian investasi kita bisa menggunakan beberapa metode yaitu *Nett Present Value* (NPV) dan *Real Option Valuation*. Dalam penelitian ini digunakan metode *Real Option Valuation* yang memperhitungkan unsur ketidakpastian sehingga hasil bisa lebih maksimal. Alasan kenapa beralih dari *Nett Present Value* menjadi *Real Option Valuation* karena metode ROV mempertimbangkan hal yang tidak dapat dan tidak mampu dilakukan oleh NPV, yaitu Nilai Fleksibilitas (Witjaksono, 2003). Metode *Real Option Valuation* juga berguna dalam identifikasi pola atau jalur investasi korporasi yang berbeda atau proyek-rpoyek yang dijalankan dalam kondisi bisnis yang tidak pasti, dimana yang kita ketahui untuk perusahaan batu alam merupakan perusahaan yang pendapatannya tidak pasti tergantung dari

jumlah proyek yang ditangani, besar proyek tersebut dan tidak mungkin sama setiap tahunnya. Oleh karena itu dalam penelitian kali ini digunakan metode *Real Option Valuation*.

Peramalan

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang maupun jasa (Nasution & Prasetyawan, 2008).

Penghalusan eksponensial (*exponential smoothing*)

Exponential smoothing yaitu teknik peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan dimana data diberi bobot oleh sebuah fungsi eksponensial. Rumus penghalusan eksponensial dapat ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (1)$$

dengan F_t = peramalan baru, F_{t-1} = peramalan sebelumnya, α = konstanta penghalusan (0-1), dan A_{t-1} = permintaan aktual periode lalu.

Nilai konstanta penghalus (α) yang tinggi dipilih saat rata-rata cenderung stabil. Tujuan pemelihan suatu nilai untuk konstanta penghalus adalah untuk mendapatkan peramalan yang paling akurat.

Least square/trend linier

Rumus untuk *least square / trend linier* yang digunakan sesuai dengan Persamaan 2-4.

$$\hat{y} = a + bx \quad (2)$$

$$a = y - bx \quad (3)$$

$$b = \frac{\sum xy - nxy}{\sum x^2 - nx} \quad (4)$$

dengan $\hat{y}$ = nilai terhitung dari variabel yang akan diprediksi, a = persilangan sumbu y, x = nilai variabel bebas yang diketahui, y = nilai variabel terikat yang diketahui, b = kemiringan garis regresi (tingkat perubahan pada y untuk perubahan yang terjadi di x), dan n = jumlah data.

Pengukuran kesalahan peramalan

Ada 3 cara dalam melakukan evaluasi dalam perhitungan peramalan, yaitu *Mean Absolute Deviation* (MAD), *mean squared error* (MSE), *mean absolute percent error* (MAPE) (Heizer & Render, 2014). Rumusnya sesuai dengan Persamaan 5-8.

$$MAD = \frac{\sum |FAt|}{n} \quad (5)$$

$$MSE = \frac{\sum (FAt)^2}{n} \quad (6)$$

$$MAPE = \frac{\sum 100X \frac{|FAt|}{Actual}}{n} \quad (7)$$

$$FAT = Actual - Forecast \quad (8)$$

Simulasi Monte Carlo

Teknik *Monte Carlo Simulation* (MCS) adalah Teknik simulasi kuantitatif yang digunakan untuk menilai risiko dengan cara menghitung probabilitas hasil akhir akibat ketidakpastian dengan melibatkan variabel acak (*random variable*) berdasarkan karakteristik distribusi *input / data* yang dianalisis (Alijoyo et al., 2017). Teknik *Monte Carlo Simulation* sangat tepat untuk diterapkan (*strong applicable*) dalam proses evaluasi risiko dan dapat diterapkan dalam proses analisis risiko. Saat ini Teknik *Monte Carlo Simulation* telah banyak digunakan di berbagai industri, walaupun pada awalnya yeknik ini sangat populer di indsutri keuangan, khususnya digunakan dalam menghitung *Value at Risk* (VaR).

Real Option Valuation (ROV)

Metodologi *real option* merupakan pendekatan sistematis dan solusi terintegrasi yang menggabungkan teori finansial, analisis ekonomi, ilmu manajemen, teori keputusan, statistika, pemodelan ekonomi dan teori opsi dalam melakukan penilaian terhadap asset non finansial, dalam lingkungan bisnis yang dinamis dan memiliki ketidakpastian, dimana keputusan-keputusan bisnis bersifat fleksibel dalam konteks pengambilan keputusan investasi strategis dan dalam menilai kesempatan investasi dan pembiayaan modal (Sutandio, 2020).

Binomial lattice

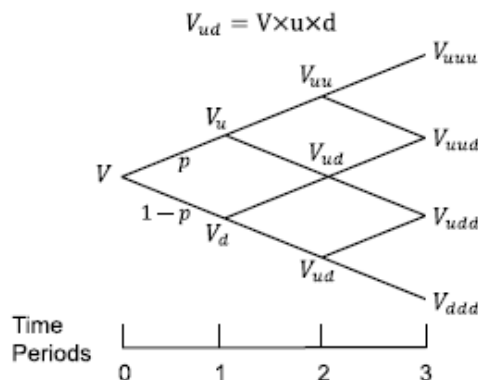
Teknik dengan pendekatan *binomial lattice* menggunakan diagram pohon (*tree diagram*) untuk menggambarkan ketidakpastian (*uncertainty*) dari suatu proyek seperti yang dilakukan pada analisis *decision tree*. Diagram pohon ini dikenal dengan *lattice*. Dalam perhitungan dengan menggunakan *binomial lattice* diperlukan beberapa parameter input dasar yaitu *present value* dari *underlying asset* (S), *present value* dari *cost of the option* (X), *volatility of the natural logarithm of the underlying free cash flow return* dalam persen (σ), *maturity* (T), *risk free rate* atau *rate of return* dari *riskless assets* (rf), dan *continuous dividend outflow* (b). Perhitungan *Binomial Lattices* terdiri dari dua fase perhitungan yaitu *forward calculation* dan *backward calculation*. Rumus untuk perhitungan maju sesuai dengan Persamaan 9-11 dan ditunjukkan pada Gambar 1.

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta T}} = \frac{1}{d} \quad (9)$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta T}} \quad (10)$$

$$\Delta T = \frac{T}{n} \quad (11)$$

dengan u = faktor naik, d = faktor turun, e = bilangan euler, σ = nilai volatilitas (didapatkan dari nilai standar deviasi hasil simulasi monte carlo), T = jangka waktu opsi, dan n = jumlah langkah *lattice*.

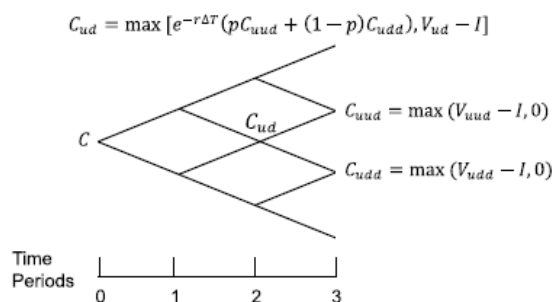


Gambar 1. Diagram perhitungan *forward calculation* (Lee et al., 2014)

Rumus untuk perhitungan mundur ditunjukkan pada Persamaan 12 dan ditunjukkan pada Gambar 2.

$$p = \frac{e^{rf\Delta T} - d}{u - d} \quad (12)$$

dengan p = probabilitas risiko dan rf = *risk free rate*.



Gambar 2. Diagram perhitungan *backward calculation* (Lee et al., 2014)

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Pada penelitian ini lokasi proyek pembangunan kantor terdapat di kawasan Mangga Dua, Jakarta Pusat. Dengan luas pembangunan kantor tersebut adalah 600 m².

Data yang diperlukan

Data-data yang diperlukan untuk dapat melakukan perhitungan adalah sebagai berikut:

- Biaya pembangunan kantor baru
- Pendapatan penjualan perusahaan selama 5 tahun terakhir
- Pengeluaran biaya langsung dan tidak langsung

Data biaya pembangunan kantor

Pada analisis investasi ini, biaya investasi keseluruhan menggunakan 100% modal pribadi. Data terkait dana yang diperlukan untuk investasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar pengeluaran investasi pembuatan kantor

Investasi	
Ruko	Rp3.000.000.000
Renovasi bangunan	Rp2.094.125.238
Bongkar muat renovasi	Rp136.000.000
Pemasangan AC	Rp115.634.100
Pemasangan Listrik	Rp473.916.876
AC Samsung	Rp302.272.727
Built in Furniture	Rp650.344.000
Furniture	Rp248.421.899
Meja Kantor	Rp207.795.500
Keramik	Rp191.859.151
Lampu LED	Rp172.090.100
Desain Interior	Rp154.000.000
Display SR	Rp125.000.000
Genset	Rp92.781.818
Ceiling	Rp75.000.000
Lain-lain	Rp297.936.109
Total	Rp8.337.177.518

Data pendapatan tahunan

Pada analisis investasi ini, pendapatan dan pengeluaran dihitung menggunakan data dari laporan laba rugi tahunan perusahaan dari tahun 2016 sampai 2020 lalu dilakukan metode *forecasting* untuk mengetahui perkiraan pendapatan perusahaan di tahun 2021 sampai tahun 2025. Data pendapatan perusahaan dapat dilihat pada Tabel 2-3.

Tabel 2. Detail pendapatan tahun 2016 sampai 2018

Laporan Laba Rugi Tahun	2016	2017	2018
Local Sales	45.352.344.633	81.572.810.168	83.397.884.501
HPP:			
Raw Material	33.404.099.849	61.592.122.053	67.515.041.142
Indirect Material	767.910.341	1.415.910.852	1.667.957.690

Tabel 2 (lanjutan). Detail pendapatan tahun 2016 sampai 2018

Laporan Laba Rugi Tahun	2016	2017	2018
Factory Overhead:			
Direct Labor	2.687.686.195	4.955.687.981	5.597.297.200
Repair & Maintenance	383.955.171	707.955.426	318.274.347
Other Factory Expenses	767.910.341	1.415.910.852	503.766.936
Total HPP	38.011.561.897	70.087.587.164	75.602.337.315
Gross Margin	7.340.782.736	11.485.223.004	7.795.547.186
Marketing Expenses	385.381.809	639.856.903	1.217.774.402
General Administration Expenses			
Office Salary	873.846.400	1.345.809.600	1.036.532.584
Electrical & Water	63.126.047	61.809.376	86.044.761
Fuel & Transportation	79.524.590	130.047.900	96.540.700
Permit & License Expenses	66.772.096	76.418.436	114.397.948
Other Expenses	208.772.598	322.002.557	105.094.398
Total Marketing & GA Expenses	1.677.423.540	2.575.944.772	2.656.384.793
Operating Margin	5.663.359.196	8.909.278.232	5.139.162.393
Depreciation	706.419.504	837.486.784	631.379.165
Earning Before Interest & Taxes	4.956.939.692	8.071.791.448	4.507.783.228
Others (Income) & Exp	1.195.998.179	537.195.391	3.526.317.000
Earning Before Taxes	3.760.941.513	7.534.596.057	8.034.100.228
Tax	337.646.670	410.035.635	250.193.654
Earning After Taxes	3.423.294.843	7.124.560.422	7.783.906.574

Tabel 3. Detail pendapatan tahun 2019 sampai 2020

Laporan Laba Rugi Tahun	2019	2020
Local Sales	26.110.454.341	28.126.862.693
HPP:		
Raw Material	18.507.082.023	13.300.808.256
Indirect Material	252.294.102	227.039.352
Factory Overhead:		
Direct Labor	1.635.508.057	3.709.878.936
Repair & Maintenance	92.998.021	175.311.512
Other Factory Expenses	147.198.068	703.455.152
Total HPP	20.635.080.271	18.116.493.208
Gross Margin	5.475.374.070	10.010.369.485
Marketing Expenses	522.239.897	776.810.636
General Administration Expenses		
Office Salary	1.607.333.026	1.687.699.677
Electrical & Water	71.117.728	145.065.535
Fuel & Transportation	120.732.200	192.796.311
Permit & License Expenses	122.320.980	254.533.520
Other Expenses	194.535.054	624.143.274
Total Marketing & GA Expenses	2.638.278.885	3.681.048.953

Tabel 3 (lanjutan). Detail pendapatan tahun 2019 sampai 2020

Laporan Laba Rugi Tahun	2019	2020
Operating Margin	2.837.095.185	6.329.320.532
Depreciation	316.576.264	794.284.389
Earning Before Interest & Taxes	2.520.518.921	5.535.036.143
Others (Income) & Exp	424.176.311	3.138.017.932
Earning Before Taxes	2.944.695.232	8.673.054.075
Tax	131.247.369	573.610.688
Earning After Taxes	2.813.447.863	8.099.443.387

Pada Tabel 2-3 terdapat penjabaran mengenai pengeluaran apa saja, agar tidak menimbulkan kerancuan maka pengeluaran tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

1. *Raw Material* merupakan bahan dasar dari penjualan tersebut yaitu batu granit, marmer dan andesit sesuai dengan penjualan dari perusahaan.
2. *Indirect Material* merupakan barang yang digunakan dalam proses pengolahan barang sampai terjual, seperti contoh pada proses *flaming* untuk batu marmer digunakan tabung oksigen, pada proses *acid* digunakan bahan kimia khusus. Bahan-bahan tersebut yang termasuk kedalam *indirect material*.
3. *Others Income & Expenses* yang dimaksud disini adalah pendapatan atau pengeluaran perusahaan dari hasil selisih mata uang asing.

Diagram alir

Alur atau tahapan yang harus dilakukan oleh penulis dapat dilihat pada Gambar 3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Forecasting

Dalam perhitungan *forecasting* tiap variabel yang terdapat pada laporan laba rugi dilakukan perhitungan *forecasting* dengan perlakuan yang berbeda dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Pertumbuhan *local sales* bertambah 10,12% untuk tahun 2021
2. HPP dibandingkan terhadap *local sales* lalu hasil angka HPP to *local sales* dilakukan *forecasting*
3. Komponen di dalam HPP dihitung menggunakan perbandingan tiap variabel terhadap HPP
4. *Marketing expenses* diperbandingan terlebih dahulu terhadap *local sales* baru dilakukan *forecasting*
5. Setiap variabel di dalam *general administration expenses* mendapatkan pertumbuhan tiap tahun sebesar 5%
6. *Other income and expenses* langsung dihitung secara *forecasting*

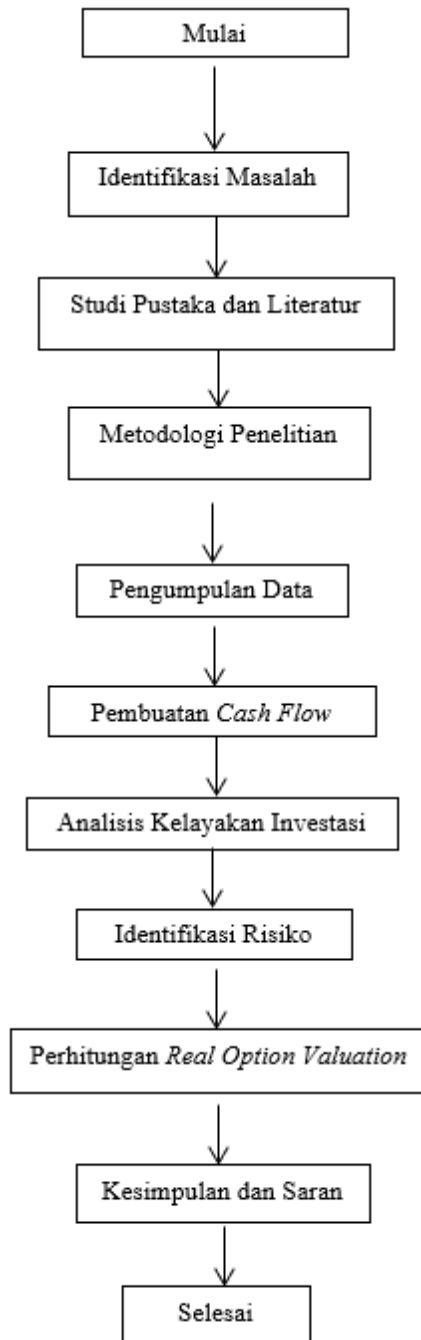
Dalam melakukan *forecasting* untuk tiap variabel dilakukan menggunakan 2 metode yang berbeda yaitu *exponential smoothing* dan metode *least square* lalu dipilih metode yang paling tepat dengan perbandingan nilai kesalahan yang dihitung.

Local Sales dalam melakukan *forecasting* terdapat penentuan prediksi *sales* di tahun 2021 menggunakan angka kenaikan sebesar 10,12% dari tahun 2020. Nilai α dipilih 0,5 diambil nilai tengah antara 0,1-1. Berikut merupakan table perhitungan antara 2 metode *forecasting* untuk *local sales*.

Analisis perhitungan *discounted cash flow*

Hasil dari perhitungan *forecasting* yang dibuat menjadi tabel *cash flow* dan dihitung NPV, *Internal Rate of Return* (IRR), *payback period* dapat dilihat pada Tabel 3.

Dapat dilihat dari Tabel 3 didapatkan hasil IRR sebesar 17,07% dengan hasil berikut bahwa IRR dapat diterima karena memiliki nilai lebih besar dibandingkan *Minimum Acceptable Rate of Return* (MARR) yang ditetapkan 10%. Nilai NPV didapatkan sebesar Rp.2096,78 juta sehingga menunjukkan nilai NPV dapat diterima karena nilai $NPV > 0$. *Payback period* bisa dilihat pada Tabel 3 yaitu 4 tahun.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Tabel 3. Total pengeluaran biaya

	(in Millions)				
	2021	2022	2023	2024	2025
Local Sales	Rp34.929	Rp43.921	Rp52.912	Rp61.903	Rp70.895
Asumsi	100%	100%	100%	100%	100%
	Rp34.929	Rp43.921	Rp52.912	Rp61.903	Rp70.895
Local Sales Setelah Penurunan	Rp34.929	Rp43.921	Rp52.912	Rp61.903	Rp70.895
Total HPP	Rp31.403	Rp37.480	Rp42.735	Rp47.168	Rp50.779
Gross Margin	Rp3.526	Rp6.441	Rp10.177	Rp14.736	Rp20.116

Tabel 3 (lanjutan). Total pengeluaran biaya

	(in Millions)				
	2021	2022	2023	2024	2025
Total Marketing Expenses & GA	Rp3.950	Rp4.113	Rp4.193	Rp4.191	Rp4.106
Operating Margin	-Rp424	Rp2.328	Rp5.984	Rp10.545	Rp16.010
Depreciation	Rp588	Rp623	Rp657	Rp692	Rp726
Earning Before Interest & Tax	-Rp1.012	Rp1.705	Rp5.327	Rp9.853	Rp15.284
Pendapatan Selisih Kurs	Rp3.295	Rp1.214	Rp399	Rp1.983	Rp1.303
Asumsi Kenaikan Nilai Kurs	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Pendapatan Selisih Kurs	Rp3.923	Rp1.964	Rp1.254	Rp2.926	Rp2.318
Earning Before Taxes	Rp2.911	Rp3.669	Rp6.581	Rp12.779	Rp17.602
Tax	Rp640	Rp807	Rp1.448	Rp2.811	Rp3.872
Earning After Taxes	Rp2.270	Rp2.862	Rp5.133	Rp9.968	Rp13.729
Depreciation	Rp588	Rp623	Rp657	Rp692	Rp726
Nett Cash Flow After Taxes	Rp2.858	Rp3.484	Rp5.790	Rp10.660	Rp14.456
Cash For Investment	Rp1.143	Rp1.394	Rp2.316	Rp4.264	Rp5.782
Investment	-Rp8.337				
Net Cash Flow	-Rp8.337	Rp1.143	Rp1.394	Rp2.316	Rp4.264
Cummulative Cash Flow	-Rp8.337	-Rp7.194	-Rp5.800	-Rp3.484	Rp780
IRR	17,07%				
NPV	Rp2.096,78	PV	Rp10.433,96		
MARR	10%				

Analisis simulasi Monte Carlo

Analisis risiko ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor risiko apa saja dan seberapa besar berpengaruh terhadap kelayakan investasi yang akan dilakukan. Nilai volatilitas (σ) akan digunakan pada perhitungan ROV yang didapatkan dari standar deviasi dari hasil simulasi Monte Carlo menggunakan program *Crystall Ball*. Pada penelitian ini dipilih 2 aspek yang dianggap memiliki risiko cukup besar untuk mempengaruhi kelayakan investasi, yaitu:

1. Total Penjualan (*Local Sales*)
Pada perhitungan *discounted cash flow* diasumsikan nilai *locas sales* dari hasil perhitungan *forecasting* dapat langsung dianggap 100% pasti terjadi, tetapi bila dilihat dari data tahun-tahun sebelumnya bahwa *local sales* bisa terjadi kenaikan yang cukup signifikan dan penurunan yang signifikan maka *local sales* dapat dianggap sebagai salah satu faktor yang cukup berpengaruh terhadap kelayakan investasi tersebut.
2. Selisih Nilai Mata Uang Asing
Pada bagian pengeluaran dan pendapatan lain-lain didalamnya merupakan bagian dari selisih nilai mata uang asing, dimana nilai mata uang asing yang digunakan adalah dolar amerika (USD) dan tiap tahunnya rupiah bisa menguat dan melemah terhadap USD maka dari itu pendapatan dan pengeluaran lain-lain cukup berpengaruh besar terhadap nilai kelayakan investasi yang akan ditinjau. Diambil dari *website* resmi Bank Indonesia perbandingan antara USD dan rupiah dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan nilai mata uang USD terhadap Rupiah (Bank Indonesia, 2021)

Tahun	Nilai USD Terhadap Rupiah	Perubahan Nilai
2014	12.440	
2015	13.795	+10%
2016	13.436	-3%
2017	13.548	+1%
2018	14.481	+6%

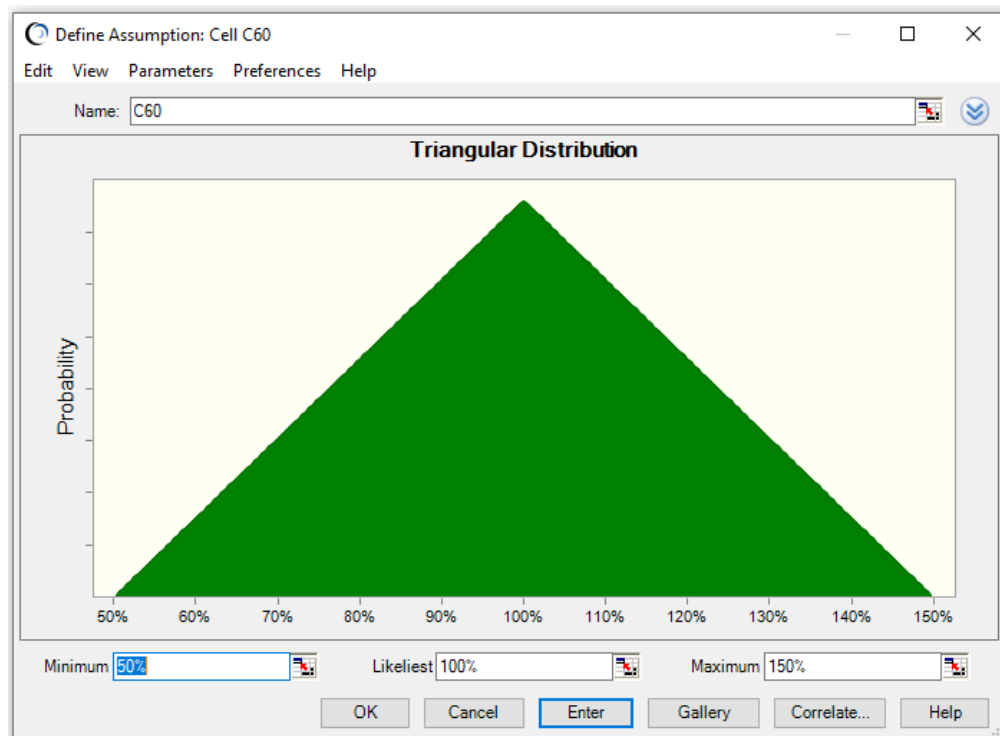
Tabel 4 (lanjutan). Perubahan nilai mata uang USD terhadap Rupiah (Bank Indonesia, 2021)

Tahun	Nilai USD Terhadap Rupiah	Perubahan Nilai
2019	13.901	-4%
2020	14.105	+1%

Distribusi probabilitas

Distribusi probabilitas yang akan digunakan pada Simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

1. Distribusi probabilitas yang dipilih untuk *local sales* adalah distribusi Triangular. Estimasi minimum untuk *local sales* dapat turun sampai 40%, estimasi *likeliest* diasumsikan berkurang menjadi 80%, dan estimasi maksimum diasumsikan 200%. Gambar distribusi Triangular dapat dilihat pada Gambar 3.
2. Distribusi probabilitas yang dipilih untuk perbandingan nilai mata uang asing adalah distribusi normal. Berdasarkan data historis nilai perbandingan USD terhadap Rupiah dari acuan Bank Indonesia didapatkan rata-rata 1,88% dan standar deviasi 5,35%. Gambar distribusi normal dapat dilihat pada Gambar 4.



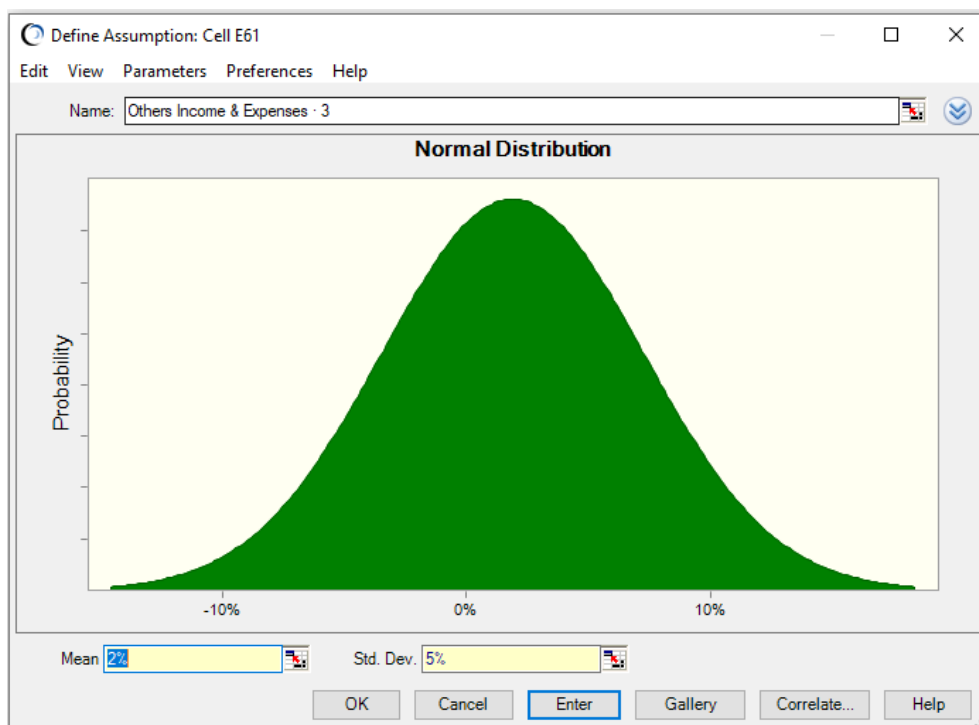
Gambar 3. Distribusi triangular untuk *local sales*

Hasil simulasi Monte Carlo

Pada saat melakukan simulasi monte carlo dilakukan iterasi acak sebanyak 10.000 kali dengan hasil sesuai dengan Gambar 5 dan Gambar 6.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada hasil Simulasi Monte Carlo terhadap NPV didapatkan hasil rata-rata sebesar Rp.2,025 miliar. Hal ini menunjukkan bahwa risiko penurunan/kenaikan *local sales* dan kenaikan/penurunan nilai mata uang asing dapat menyebabkan penurunan nilai NPV sebesar Rp. 71 juta dari nilai NPV awal yang telah dihitung dengan perhitungan *discounted cash flow*. Untuk hasil perhitungan IRR dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa pada hasil Simulasi Monte Carlo terhadap IRR didapatkan hasil rata-rata 17,07%. Hal ini menunjukkan bahwa risiko penurunan/kenaikan *local sales* dan kenaikan/penurunan nilai mata uang asing dapat menyebabkan penurunan nilai IRR sebesar 0,76% dari nilai IRR awal yang telah dihitung dari perhitungan *discounted cash flow*.



Gambar 4. Distribusi normal untuk *others income and expenses*

Forecast: NPV - 1

Edit View Forecast Preferences Help

10.000 Trials

Statistic	Forecast values
Trials	10.000
Base Case	Rp2.096,78
Mean	Rp2.025,14
Median	Rp2.031,93
Mode	---
Standard Deviation	Rp2.590,35
Variance	Rp6.709.918,50
Skewness	0,0889
Kurtosis	2,52
Coeff. of Variation	1,28
Minimum	(Rp4.595,68)
Maximum	Rp10.439,95
Mean Std. Error	Rp25,90

Gambar 5. Hasil simulasi Monte Carlo terhadap NPV

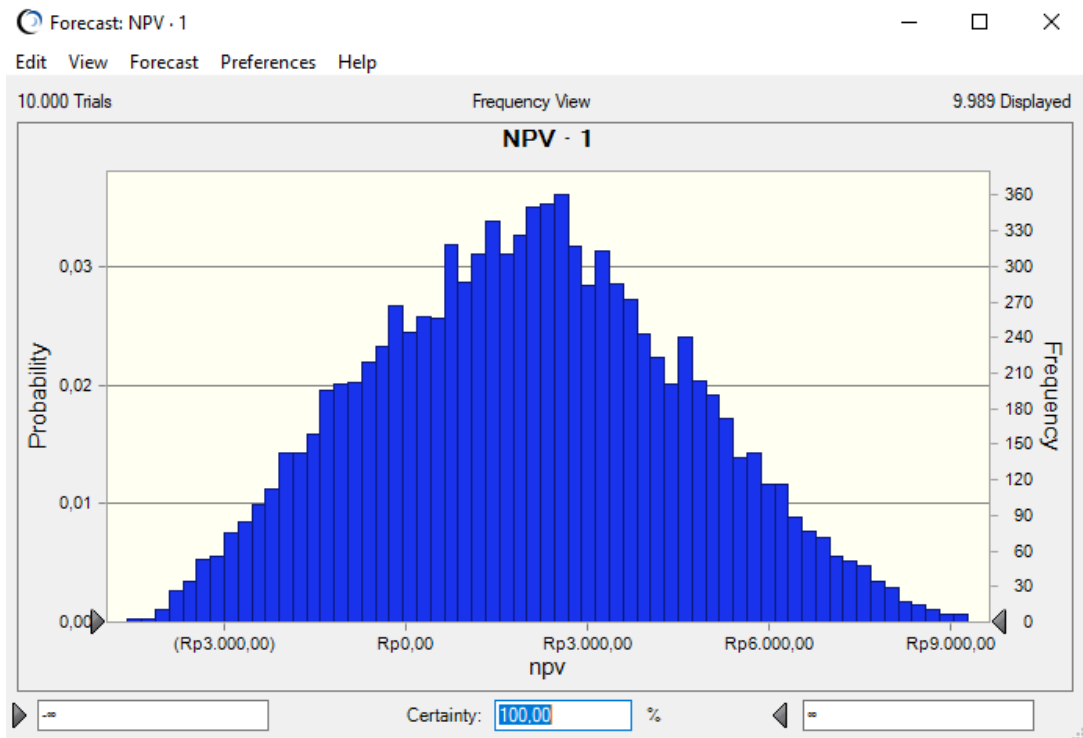
Setelah dilakukan simulasi monte carlo selanjutnya mencari nilai standart deviasi untuk dipakai pada perhitungan ROV. Nilai standart deviasi didapatkan dengan cara melakukan standartdize pada data percobaan simulasi monte carlo lalu dicari standart deviasi sehingga didapatkan nilai standar deviasi (σ) sebesar 100%.

Perhitungan *real option valuation*

Pada perhitungan ROV dilakukan 2 tahapan yaitu *forward calculation* dan *backward calculation*. Pada perhitungan *forward calculation* diperhitungan variable u dan d. Jangka waktu opsi (T) sama dengan perhitungan jangka waktu perhitungan NPV yaitu 5 tahun. Diasumsikan terdapat 10 langsung *lattice* (n) sehingga didapatkan $\Delta T = 0,5$, menunjukkan bahwa ukuran langkah *lattice* adalah 0,5 tahun. Lalu dicari untuk faktor naik (u) dan turun (d) sebagai berikut:

$$u = e^{100\%\sqrt{0,5}} = 2,0281$$

$$d = e^{-100\%\sqrt{0,5}} = 0,4931$$



Gambar 6. Hasil frekuensi simulasi Monte Carlo terhadap NPV

Forecast: IRR-1

Edit View Forecast Preferences Help

10.000 Trials

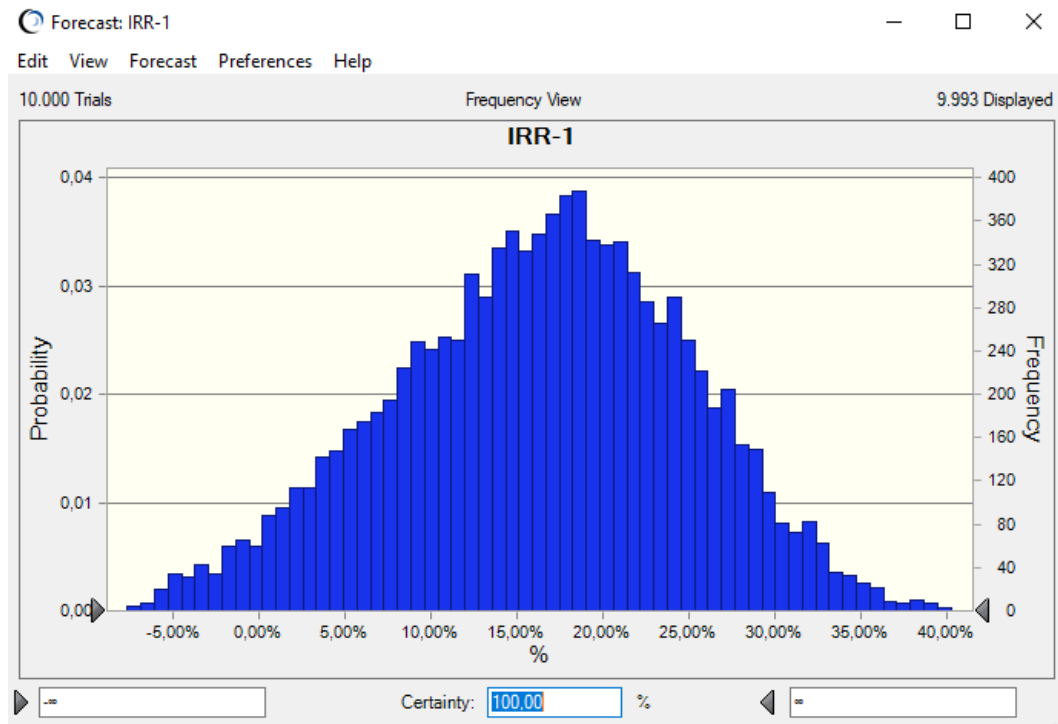
Statistic	Forecast values
Trials	10.000
Base Case	17,07%
Mean	16,31%
Median	16,79%
Mode	---
Standard Deviation	8,54%
Variance	0,73%
Skewness	-0,1640
Kurtosis	2,66
Coeff. of Variation	0,5236
Minimum	-9,53%
Maximum	43,91%
Mean Std. Error	0,09%

Gambar 7. Hasil simulasi Monte Carlo terhadap IRR

Setelah didapatkan faktor naik dan turun, maka dilakukan perhitungan maju untuk mencari kenaikan dan penurunan dari *option*. *Underlying asset* (S) pada investasi ini sebesar Rp10,433 miliar yang merupakan *present value* investasi dari perhitungan *Discounted Cash Flow*. Perhitungan maju ROV dapat dilihat pada Tabel 5.

Dengan volatilitas sebesar 100%, didapatkan nilai *underlying asset* setelah 5 tahun berada pada nilai Rp12,285 triliun sampai Rp9 juta. Contoh perhitungan maju pada titik A adalah sebagai berikut:

$$\text{Titik A} = S \times u^3 = 10.434 \times 2,0281^3 = 87.042$$



Gambar 8. Hasil frekuensi simulasi Monte Carlo terhadap IRR

Setelah didapatkan kenaikan dan penurunan dari nilai *underlying asset*, dilakukan perhitungan mundur untuk mendapatkan nilai *call option*. Semua cabang yang telah dihitung pada perhitungan maju akan bergabung kembali berdasarkan probabilitas risiko (p). Nilai *risk-free rate* (r_f) sebesar 6,439% yang didapatkan dari imbal hasil obligasi Indonesia 10 tahun. Didapatkan probabilitas risiko sebesar:

$$p = \frac{e^{6,439\% \times 0,5} - 0,4931}{2,0281 - 0,4931} = 0,3516$$

Setelah didapatkan nilai (p) maka selanjutnya dilakukan perhitungan mundur (*backward calculation*) untuk mendapatkan nilai *call option*. Nilai *strike price* pada investasi pembangunan kantor ini adalah sebesar Rp8,337 miliar. Perhitungan mundur ROV dapat dilihat pada Tabel 6.

Perhitungan mundur akan dilakukan mulai dari tahun ke 5 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* lebih kecil dari *strike price* ($S < K$). *Continuing* adalah opsi dimana untuk melanjutkan investasi jika nilai *option* lebih besar dari *strike price* ($S > K$). Contoh perhitungan mundur pada tahun ke 5 dapat dilihat di bawah ini.

1. Pada titik B terdapat nilai *option* sebesar Rp12,285 triliun dan nilai *strike price* Rp8,337 miliar, sehingga nilai *option* lebih besar dari nilai *strike price* ($S > K$) maka dipilih opsi untuk melanjutkan investasi.
2. Pada titik C terdapat nilai *option* sebesar Rp2,537 miliar dan nilai *strike price* Rp8,337 miliar, sehingga nilai *option* lebih kecil dari nilai *strike price* ($S < K$) maka dipilih opsi untuk meninggalkan investasi, sehingga nilai pada titik E adalah 0.

Perhitungan mundur pada simpul D dapat dilihat pada Gambar 11.

$$\begin{aligned} &(p(726116) + (1 - p)(176531))e^{-r_f \Delta T} = \text{call option} \\ &(0,3516(726116) + (1 - 0,3516)(176531))e^{-6,439\%(0,5)} = \text{call option} \\ &(0,3516(726116) + (1 - 0,3516)(176531))e^{-6,439\%(0,5)} = 358025 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas pada titik D didapatkan nilai *call option* sebesar Rp358,025 miliar.

Tabel 5. Perhitungan *forward calculation*.

<i>Forward Calculation (in mio Rp)</i>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										12.285.040
									6.057.368	
								2.986.699		2.986.699
							1.472.648		1.472.648	
						726.116		726.116		726.116
					358.025		358.025		358.025	
			A	176.531		176.531		176.531		176.531
			87.042		87.042		87.042		87.042	
		42.042		42.918		42.918		42.918		42.918
	21.161		21.161		21.161		21.161		21.161	
10.434		10.434		10.434		10.434		10.434		10.434
	5.145		5.145		5.145		5.145		5.145	
		2.537		2.537		2.537		2.537		2.537
			1.251		1.251		1.251		1.251	
				617		617		617		617
					304		304		304	
						150		150		150
							74		74	
								36		36
									18	
										9

Perhitungan mundur pada titik E dapat dilihat pada Gambar 12.

$$(p(20536) + (1 - p)(4574))e^{-rf\Delta T} = \text{call option}$$

$$(0,3516(20536) + (1 - 0,3516)(4574))e^{-6,439\%(0,5)} = \text{call option}$$

$$(0,3516(20536) + (1 - 0,3516)(4574))e^{-6,439\%(0,5)} = 9862$$

Berdasarkan perhitungan di atas pada titik E didapatkan nilai *call option* sebesar Rp9,862 miliar.

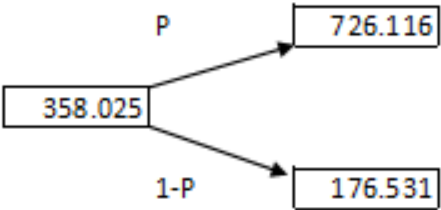
Pada simpul H merupakan perhitungan terakhir dari *backward calculation*, untuk mendapatkan nilai *call option* di titik H maka Rp 9862 – Rp 8337 = Rp 1525 juta. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai *real investment payoff* menggunakan perhitungan dengan Persamaan 13.

$$\text{Investment Payoff} = V - I - C \quad (13)$$

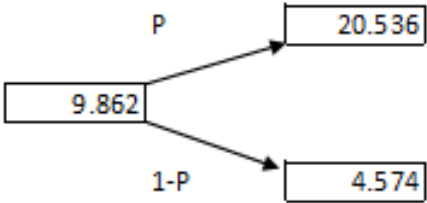
Dimana V adalah nilai awal PV yaitu Rp10.433 juta, lalu I adalah nilai investasi sebesar Rp8.337 juta, dan C adalah nilai *call option* yaitu Rp1.525 juta. Sehingga nilai *investment payoff* adalah sebesar Rp10.433 – Rp8.337 – Rp1.525 = Rp571 juta. Hasil dari perhitungan ini menunjukkan nilai NPV dari metode *real option valuation* adalah sebesar Rp. 571 juta dimana hasil tersebut merupakan hasil koreksi dari perhitungan nilai NPV metode *discounted cash flow*. Metode *real option valuation* bisa memberikan nilai NPV yang sangat kecil dibandingkan dengan metode lainnya dikarenakan pada perhitungan ROV bahwa nilai *option* lebih kecil dari nilai investasi awal ditinggalkan sehingga tidak memiliki kontribusi lagi.

Tabel 6. Perhitungan *backward calculation*.

Backward Calculation (in mio Rp)										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										B
										12.285.040
									6.057.368	
								2.986.699		2.986.699
							1.472.648		1.472.648	
						726.116		726.116		726.116
					358.025		358.025		358.025	
				246		176.531		176.531		176.531
			86.648		86.794		87.042		87.042	
		42.345		1.842		42.523		42.918		42.918
E	20.536		20.463		20.430		20.533		21.161	
9.862		9.748		9.616		9.483		9.434		10.434
	4.574		4.430		4.239		3.971		3.552	C
		1.999		1.842		1.610		1.209		0
			782		636		412		0	
				246		140		0		0
					48		0		0	
						0		0		0
							0		0	
								0		0
									0	
										0



Gambar 11. *Backward calculation* titik D.



Gambar 12. *Backward Calculation* Titik E

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada analisis perhitungan investasi yang telah dilakukan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil analisis investasi dengan metode *discounted cash flow*, simulasi monte carlo, dan *real option valuation* memberikan nilai NPV sesuai dengan Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan nilai NPV

Indikator Kelayakan	<i>Discounted Cash Flow</i> (dalam juta Rupiah)	Simulasi Monte Carlo (dalam Juta Rupiah)	<i>Real Option Valuation</i> (dalam juta Rupiah)
NPV	2096	2025 ± 2590	571

Berdasarkan nilai NPV diatas maka proyek pembangunan kantor untuk perusahaan batu alam dapat dikatakan layak dari segi finansial karena nilai NPV > 0.

2. Risiko yang didapatkan dari hasil analisis adalah *local sales* dan perubahan nilai kurs. Dimana *local sales* menunjukkan penurunan NPV yang sangat signifikan sedangkan perubahan nilai kurs sangat berpengaruh dikarenakan perusahaan menggunakan bahan material 100% impor sehingga perubahan nilai kurs memiliki pengaruh yang besar.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan perhitungan kelayakan investasi dapat selalu memasukkan faktor risiko dalam analisis, sehingga perhitungan kelayakan investasi dapat lebih akurat. Diharapkan dalam penelitian selanjutnya dapat menggunakan jenis ROV lainnya sehingga lebih banyak referensi baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Alijoyo, Antonius, Wijaya, B., & Jacob, I. (2017). *Monte Carlo Simulation*. Center of Risk Management & Sustainability.
- Bank Indonesia. (2021). Perkembangan Indikator Stabilitas Nilai Rupiah. *UpToDate*. Diambil 31 Desember 2021, dari <https://www.bi.go.id>
- Heizer & Render. (2014). *Manajemen Operasi*. Salemba Empat.
- Lee, H. W., Choi, K., & Gambatese, J. A. (2014). Real options valuation of phased investments in commercial energy retrofits under building performance risks. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(6), 05014004. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000844](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000844)
- Nasution, H.A. & Prasetyawan, Y. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi* (edisi kesatu). Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sedarmayanti. (2009). *Tata Kerja & Produktivitas Kerja*. Mandar Maju, Bandung.
- Sutandio, D. A. (2020). *Praktik Pengambilan Keputusan Investasi Aset Tetap Pada Perusahaan Tekstil dan Garmen di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Universitas Atma Jaya.
- Witjaksono, A. (2003). *Real Option Analysis (ROA)*. The Winners.

SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia



Kutipan dari Keputusan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia

Nomor 105/E/KPT/2022

Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 1 Tahun 2022

Nama Jurnal Ilmiah

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

E-ISSN: 2622545X

Penerbit: Universitas Tarumanagara

Ditetapkan Sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 4

Akreditasi Berlaku selama 5 (lima) Tahun, yaitu
Volume 4 Nomor 4 Tahun 2021 Sampai Volume 9 Nomor 3 Tahun 2026

Jakarta, 07 April 2022

Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi,
Riset, dan Teknologi



Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC, Ph.D., IPU, ASEAN Eng
NIP. 196107061987101001

