

Perhitungan *Hedging* Menggunakan Model Gerak Random Brownian Black-Scholes dengan Simulasi Monte Carlo Pada Pergerakan *Forex*

Raditya R Rusmiputro^{a)}, Acep Purqon^{b)}

Fisika Bumi dan Sistem Kompleks,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

^{a)} radityarr@gmail.com

^{b)} acep.purqon@fi.itb.ac.id

Abstraks

Hedging adalah salah satu upaya untuk mengendalikan resiko eksternal dari suatu usaha, yang bisa juga disebut sebagai metode penyelamatan investasi yang dapat digunakan pada produk-produk finansial seperti saham, mata uang, surat berharga dan turunannya. Gerak Brownian geometrik akan membantu untuk membentuk model pergerakan semua aktifitas finansial yang disimulasikan dengan menggunakan metoda Monte-Carlo. Hasil ini akan digunakan untuk menentukan *Hedging* pada periode berikutnya dengan batas waktu yang sesuai dengan kesepakatan antara penjual dan pembeli. *Value at Risk* akan digunakan sebagai parameter batas transaksi yang akan digunakan dan juga sebagai persamaan yang membantu untuk mendapatkan nilai *Hedging* yang diinginkan. Ada 4 jenis kontrak *Hedging* yang akan dibahas, yaitu: *Forward*, *Swap*, *Future* and *Option*. Model Black-Scholes akan membantu untuk menghitung nilai opsi *Put* dan *Call*, sehingga disimulasikan *Hedging* dinamis untuk kontrak opsi. Data yang dihasilkan dapat digunakan untuk menjadi referensi transaksi dalam *Forex*. Model tersebut sudah dapat memprediksi dan memberikan perkiraan harga *Hedge* yang cukup baik.

Kata-kata kunci: Black-Scholes, Delta, Gerak Brownian, Gamma, Hedging, Monte Carlo

PENDAHULUAN

Resiko dapat ditemukan di semua jenis transaksi yang dilakukan oleh pengusaha atau perusahaan. Resiko ini dapat memberikan kerugian bagi salah satu pihak yang melakukan transaksi. Oleh karena itu, perusahaan dan pengusaha lebih baik mempertimbangkan resiko dalam transaksi serta memperkecil atau menghilangkan resiko tersebut. Hal ini dinamakan sebagai manajemen resiko, yaitu pengaturan resiko agar tidak merugikan suatu pengusaha atau transaksi. Sebelum mengatur resiko, tentunya perlu diketahui apa saja resiko yang dihadapi oleh pengusaha ini. Resiko-resiko tersebut adalah market risk, liquidity risk, credit risk, insurance risk, operational risk, legal risk, dan masih banyak lagi. Saat ini hampir seluruh pengusaha mulai mengamati bidang-bidang finansial yang dapat memberikan resiko dalam transaksi. Hal ini disebabkan banyak terjadinya krisis finansial yang besar-besaran

dan menyebabkan kerugian yang besar hingga seseorang kehilangan pekerjaannya. Tidak semua perusahaan dapat menghitung resiko dengan baik, untuk itu butuh pihak lain dalam memantau resiko finansial yang ada.

Hedging

Hedging adalah satu upaya untuk mengendalikan resiko eksternal dan internal dari suatu usaha atau bisa juga disebut sebagai satu metode penyelamatan investasi yang dapat digunakan pada produk-produk finansial seperti saham, mata uang, surat berharga dan derivatifnya (turunannya) (Darbbysshire&Hampton, 2008). Hedging digunakan untuk menghindari dari kondisi pasar modal atau saham yang pergerakan atau fluktuasinya terlalu tajam dibandingkan kondisi sebelumnya. Keadaan ini dapat diakibatkan oleh jumlah transaksi aset-aset saham tertentu yang besar pada waktu bersamaan, semata-mata untuk mengejar profit dari beberapa aset saham tersebut. Selain itu juga dapat diakibatkan oleh permainan politik yang memutuskan pilihan sehingga menyebabkan perekonomian suatu negara bergejolak. Untuk itu, dengan melakukan Hedging yang berkerja sebagai pengunci nilai harga transaksi akan membuat nilai tersebut tidak mengikuti fluktuasi akibat hal-hal tersebut.

Penentuan besaran nilai *Hedging* tidaklah mudah, karena menyangkut banyak kondisi eksternal yang tidak dapat diukur dengan pasti. Walaupun demikian para pengusaha membutuhkan metode ini, karena dengan *hedging* selain dapat menyelamatkan investasi, juga dapat membuat keuntungan usahanya mendekati *absolute return* (keberhasilan mengelola dana dengan penerimaan yang positif dalam segala kondisi pasar), pada investasi. *Hedging* dapat dilakukan dengan jenis - jenis kontrak yang ada seperti *Foward*, *Futures*, *Swap*, dan *Option*. Untuk lebih jelasnya akan disajikan penjelasan singkat mengenai kontrak – kontrak *Hedging* tersebut, ***Forward*** adalah sebuah kontrak transaksi dilain hari dengan ketentuan pada hari pembuatan kontrak. Kedua ***Futures*** adalah kontrak *forward* dengan jangka waktu yang lebih pendek dan dapat melakukan transaksi dengan beberapa komoditas dalam 1 harinya. Ketiga ***Swap*** adalah penukaran kontrak dengan kontrak yang mempunyai resiko lebih kecil dari kontrak sebelumnya dan mempunyai sifat yang sama dengan kontrak *forward*. Dan terakhir ***Option*** kontrak dimana pembeli dan penjual tidak mempunyai obligasi dari aset tetapi mempunyai hak jual (*put*) dan beli (*call*) dari aset. Dan mempunyai sifat seperti kontrak *future* dengan mempunyai batasan waktu yang berbeda-beda.

Pada laporan ini akan menerapkan sistem *Hedging* pada pergerakan *Forex* yang mempunyai sifat yang sama dengan saham itu sendiri.

METODE

Teori Gerak Brownian

Cara melihat pergerakan keuangan pada dunia *forex* cukup mirip dengan pergerakan saham. Keduanya memiliki pergerakan grafik yang acak dan sulit ditebak kedepannya akan seperti apa sehingga seseorang akan sulit menebak nilai keuangan tersebut apakah akan turun atau naik, hal ini disebabkan oleh adanya Volatilitas. Volatilitas dapat dideskripsikan sebagai nilai ketidakpastian dari suatu nilai harga saham atau *forex* pada masa yang akan datang. Peristiwa ini sangat serupa dengan peristiwa alam mengenai pergerakan partikel bebas, dimana partikel-partikel atom bergerak secara acak. Pergerakan partikel bebas tersebut mengacu pada konsep fisika gerak Brownian dengan menerapkan teorema stokastik. Louis Bachelier adalah ilmuwan fisika pertama yang menerapkan teorema gerak Brownian pada pergerakan saham. Seiring dengan perubahan jaman dan ilmuan fisika mulai tertarik dengan ilium terapan fisika ke ekonomi ini, persamaan dari gerak Brownian ini berkembang menjadi persmaan sebagai berikut: (Wiersema, 2008)

$$S(T) = S(0) \exp \left[\left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) T + \sigma B(T) \right] \quad (1)$$

Teorema ini membantu prediksi secara teknis agar lebih akurat dibandingkan dengan prediksi pergerakan hanya menggunakan intuisi. Teorema ini tidak dapat berdiri sendiri, untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat maka digunakan simulasi Monte Carlo.

Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah simulasi yang paling sederhana untuk diterapkan dalam pergerakan ini. simulasi Monte Carlo akan memberikan probabilitas kemungkinan pergerakan harga dari *forex* untuk 3 bulan hingga 1 tahun kedepan. Persamaan gerak Brownian sendiri sudah dalam bentuk fungsi *random* yang diakibatkan difusi. Untuk itu

dengan bantuan simulasi Monte Carlo yang memberikan variabel random yang akan merubah nilai volatilitas setiap kali penggunaan persamaan gerak Brownian. Hasil dari simulasi ini akan berbentuk distribusi normal yang memberikan frekuensi seberapa sering harga tersebut akan keluar dan variasi harganya. Kesederhanaan yang diberikan simulasi Monte Carlo dan gerak Brownian ini yang membuat cara ini mudah untuk digunakan dan mudah dimodifikasi untuk menjadi lebih baik. (Huynh \textit{et al.} 2008)

Black-Scholes Dan Turunannya

Untuk jenis kontrak opsi diperlukan penambahan teori persamaan yang diadaptasi dari gerak Brownian. Fischer Black, Robert C. Merton dan Myron Scholes mengembangkan teknik perhitungan atau persamaan untuk menghitung derivatif perdagangan keuangan opsi yang dikenal sekarang sebagai persamaan Black-Scholes. Black-Scholes memmembuktikan bahwa bunga tanpa resiko adalah faktor potongan yang tepat untuk perhitungan harga kedepannya. Opsi dibagi menjadi 2 jenis yaitu *put* dan *call*, berikut adalah persamaannya: (Elvan&Jan 2012)

Fungsi *call*

$$C = SN(d_1) - Ke^{-r(T)}N(d_2), \tag{2}$$

fungsi *put*

$$S(T) = Ke^{-r(T)}N(d_2) - SN(d_1) \tag{3}$$

dengan nilai d_1 dan d_2 dapat direpresentasikan sebagai

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S}{K}) + (r + \frac{\sigma^2}{2})(T)}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = \frac{\ln(\frac{S}{K}) + (r - \frac{\sigma^2}{2})(T)}{\sigma\sqrt{T}}. \tag{4}$$

Black-Scholes mempunyai turunan untuk mengetahui sensitivitas dari opsi terhadap beberapa parameter. Pada penelitain ini akan dibahas parameter delta dan gamma yang mana kedua parameter ini saling berhubungan satu sama lain. Delta adalah adalah sensitvitas terhadap pergerakan harga *forex* dan gamma adalah aeberapa cepat perubahan nilai opsi dari terhadap harga *forex*. Delta dapat ditulis seperti

$$\Delta_{call} = N(d_1), \quad \Delta_{put} = N(d_1) - 1 \tag{5}$$

dan gamma tertulis seperti

$$\Gamma = \frac{N'(d_1)}{S\sigma\sqrt{T-t}}. \tag{6}$$

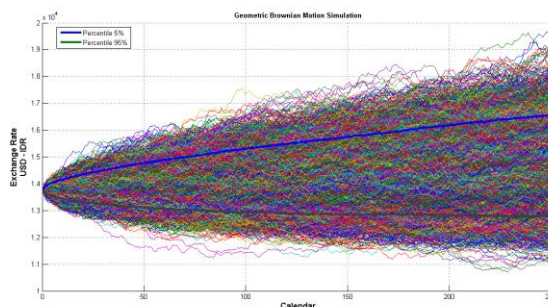
Parameter ini akan digunakan untuk melakukan simulasi transaksi *hedging* untuk medapatkan perkiraan transaksi yang baik untuk suatu aset.

Value at Risk

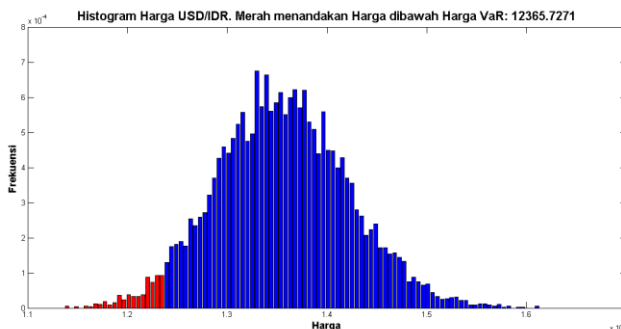
Agar mendapatkan data yang lebih akurat, perlu digunakan metode pemotongan VaR (*Value at Risk*). VaR akan memberikan parameter distribusi agar nilai di luar parameter tersebut tidak digunakan, karena nilai tersebut mempunyai probabilitas yang kecil dan beresiko. Hal ini dapat meningkatkan keuntungan dan keberagaman nilai harga dengan memberikan refleksi nilai tingkat resiko yang kecil. Untuk menghitung VaR dalam suatu simulasi portofolio, dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu: Historikal, Parametrik, dan Monte Carlo. Pada penelitian ini akan menggunakan Monte Carlo untuk menghitung nilai VaR dari distribusi harga *forex* ini.

HASIL PERHITUNGAN DAN SIMULASI

Hasil dari simulasi Monte Carlo dengan metode gerak Brownian akan disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Model portofolio simulasi dari *forex* USD-IDR satu tahun mendatang
 Gambar 1 memperlihatkan kemungkinan-kemungkinan dari pergerakan *forex* yang akan terjadi kedepannya. Data ini memprediksi pergerakan harga *forex* 1 tahun kedepan dengan referensi pembentukan data simulasi diambil dari data pergerakan *forex* 5 tahun sebelumnya. Dari sini akan diambil data perkiraan 3 bulan setelah transaksi dan akan disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Distribusi harga simulasi *forex* dengan menggunakan VaR (barberwarna merah) sebesar 95%

Dapat dilihat distribusi yang dihasilkan berbentuk distribusi normal yang mana sesuai teori simulasi Monte Carlo yang menggunakan bilangan *random*. Dari histogram ini dapat dilihat variasi harga dan frekuensi seberapa sering nilai harga itu muncul. VaR akan membantu untuk memilih harga yang cocok untuk transaksi, pada gambar 2 dengan menggunakan VaR 95% nilai harga yang didapat adalah 12,365 rupiah. Jika harga ini digunakan untuk melakukan transaksi *Hedging* maka perhitungan pembeli akan mendapat keuntungan yang besar. Ini didapat dari perhitungan transaksi *Hedging forward* yang dibandingkan dengan data riil 3 bulan setelah kontrak *Hedging* dilakukan dan akan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Kontrak *Forward Forex* IDR-USD

Forex USD-IDR 2/2/2016	IDR 13,661.20
Forex USD-IDR 4/30/2016	IDR 13,175.20
Nilai hedging yang ditetapkan	IDR 12,382.00
Harga USD per gram	500 USD/g
Jumlah Pembelian	2000 g
Nilai Pinjaman dalam Rupiah	IDR 13,661,200,000.00
Harga Tanpa hedging	IDR 13,175,200,000.00
Harga dengan hedging	IDR 12,382,000,000.00
Resiko yang Tereliminasi dengan Hedging	IDR 1,279,200,000.00
Resiko yang Tereliminasi Tanpa Hedging	IDR 486,000,000.00

Optimasi Keuntungan	38%
----------------------------	-----

Dari tabel 2 dapat dilihat dengan menggunakan *Hedging* kita akan mendapatkan pengurangan harga yang cukup besar. Jika dilihat dari sisi penjual transaksi ini merugikan karena penjual rugi sebesar 1,279,200,000 rupiah. Oleh sebab itu ada pihak ketiga yang membantu memilih harga yang tidak merugikan salah satu pihak pada transaksi ini. Perhitungan ini hanya sebagai gambaran secara teknis untuk memilih nilai *Hedging* yang cocok untuk suatu transaksi dan tidak memilihnya nilai tersebut secara buta. Seperti memercayakan semuanya pada pihak ketiga yang biasanya adalah bank untuk melakukan penentuan nilai harga *forex*. Untuk kontrak *swap* dan *future* memiliki konsep yang sama dengan kontrak *forward* yang sudah diperlihatkan pada tabel 1 ketika melihat dari perspektif resiko fluktuasi *forex*.

Selanjutnya dengan menggunakan konsep kontrak *forward* dengan VaR untuk melakukan simulasi perdagangan opsi. Pada simulasi ini akan mencari data keuntungan yang cukup baik dalam mendagangkan opsi dari aset *forex* tertentu. Dalam simulasi ini akan digunakan 2 parameter yaitu sensitivitas dan VaR. Hasil simulasi akan memperlihatkan perbedaan antara sensitivitas delta dengan delta-gamma (D/G), dari segi keuntungan (PnL), resiko (SN) dan banyaknya melakukan transaksi (NH). Pada tabel 2 dan 3 akan disajikan data simulasi opsi *call* dari aset USD-JPY.

Tabel 2. Simulasi USD-JPY(Call) dengan Sensitivitas Delta

Delta Hedging	VaR 0,25			VaR 0,55			VaR 0,75			VaR 0,95		
	Change Delta	PnL	SN	NH	PnL	SN	NH	PnL	SN	NH	PnL	SN
0.0010	-96.54	2.688	1	334.06	0.949	2	159.04	0.023	2	86.53	-0.407	3
0.0025	-1018.80	2.659	0	-1034.25	0.880	2	150.92	0.023	2	82.69	-0.414	3
0.0050	-307.93	3.015	0	411.74	1.042	1	134.98	0.046	2	67.78	-0.488	2
0.0075	-307.93	3.015	0	-1258.95	1.442	0	-703.27	0.087	1	5643.12	-0.674	2
0.0100	-307.93	3.015	0	-307.93	3.015	0	1561.77	0.250	1	5712.74	-0.747	1

Tabel 3. Simulasi USD-JPY(Call) dengan Sensitivitas Gamma

D/G Hedging	VaR 0,25			VaR 0,55			VaR 0,75			VaR 0,95		
	Change Gamma	PnL	SN	NH	PnL	SN	NH	PnL	SN	NH	PnL	SN
0.0001	-2436.60	-0.784	57	-1058.23	-0.819	57	-32.51	-0.831	58	763.79	-0.852	58
0.0005	-2256.72	-0.784	54	-934.21	-0.821	54	54.67	-0.832	54	862.17	-0.854	54
0.0010	-2219.60	-0.785	50	-794.94	-0.825	50	187.07	-0.836	50	970.22	-0.857	50
0.0050	79.55	-0.830	25	320.34	-0.842	30	798.12	-0.847	31	1427.10	-0.865	31
0.0100	1800.07	-0.839	14	2130.92	-0.850	15	2462.75	-0.856	16	2710.59	-0.869	17

Pada tabel 2 dapat dilihat nilai dengan keuntungan tertinggi ada di 411,74 yen dengan nilai resiko positif yang menunjukkan bahwa transaksi ini tidak terlalu beresiko dengan nilai 1.042. Dan pada tabel 3 nilai terbaik ada pada keuntungan 1800,07 yen dengan portofolio cenderung beresiko bernilai -0.839. Dari 2 simulasi ini menyatakan bahwa dengan menggunakan sensitivitas delta-gamma akan mendapatkan nilai keuntungan yang jauh lebih besar. Simulasi delta-gamma ini lebih beresiko walaupun keduanya adalah aset yang sama. Ini disebabkan sifat sensitivitas delta tidak mendekteksi perubahan-perubahan harga yang cepat dan drastis. Dapat dikatakan dengan menggunakan sensitivitas delta tidaklah cukup untuk melakukan transaksi opsi pada *forex*. *Forex* sendiri mempunyai tanggal yang cukup membahayakan dimana membuat perubahan harga yang cukup drastis. Simminggu di awal bulan dimana hampir semua orang di dunia menerima gaji untuk bulan itu adalah 7 hari yang membuat *forex* berfluktuasi tajam. Dan ketika hari libur pada minggu pertama ini tiba, rata-rata semua orang akan membelanjakan uang hasil kerjanya tersebut dan menyebabkan fluktuasi yang cukup besar. Selain itu *forex* hampir di seluruh negara masih dipengaruhi mata uang USD. Ini dikarenakan mata uang USD cukup populer untuk digunakan atau dijual-belikan dan terkadang disimpan untuk melakukan investasi. Popularitas mata uang ini di suatu negara dapat mempengaruhi pergerakan mata uang negara tersebut.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan simulasi Monte Carlo dengan menggunakan metode gerak Brownian dapat mensimulasikan pergerakan *forex* dengan baik. Ketika ditambahkan dengan parameter VaR, metode ini sudah dapat memberikan nilai harga *hedging*. Dari ketiga metode ini masih ada ruang untuk melakukan pengembangan dari segi kepresisian. Tetapi untuk melakukan pertimbangan-pertimbangan untuk mengambil keputusan sudah cukup, dengan ditambah data dari keadaan ekonomi dan politik dari negara tersebut sudah dapat melakukan keputusan yang cukup baik. Untuk simulasi transaksi sensitivitas delta-gamma memang jauh lebih sensitif terhadap pergerakan *forex* tetapi pemilihan transaksi yang cocok bergantung pada orang yang melakukan transaksi. Ketika seseorang ingin melakukan transaksi yang beresiko dengan nilai keuntungan besar dan orang tersebut berani mengambil resiko tersebut maka resiko tidak menjadi hal yang terlalu bermasalah. Oleh karena itu hasil dari penelitian ini memberikan pengusaha opsi untuk memilih cara transaksi yang diinginkan. Pengusaha tersebut ingin bermain aman atau pun beresiko.

Kedepannya adalah mencoba simulasi ini pada perdagangan *forex* yang sebenarnya, dimana simulasi bekerja untuk membantu melakukan pertimbangan dalam transaksi. Untuk 3 kontrak *forward*, *swap* dan *future* sudah dapat dilakukan dan metode ini memberikan variasi harga yang cukup banyak untuk dipilih. Tetapi untuk kontrak opsi masih perlu dicoba kembali dan di eksperimen lebih lanjut.

REFERENSI

1. Alih Salih, Vadim Suvorin, Jose Arreola Hernandez. Analytical Finance I: Monte-Carlo Simulation with Black-Scholes. Malardelen University Sweden. 2010
2. Carl R. Bacon. Practical Portofolio Performance Measurement and Attribution Second Edition. Wiley Finance. 2008
3. Elvan Toygarlar, Jan Roman. Characterizing a Parameter for Delta and Delta-Gamma Neutral Hedging. Malardelen University Sweden. 2012
4. Huu Tue Huynh, Van Son Lai, Issouf Soumare. Stochastic Simulation and Application in Finance with MATLAB Program. Wiley Finance. 2008;
5. Investopedia. Option diakses pada tanggal 15 april 2016 pukul 20:00. http://www.investopedia.com/terms/o/option.asp?o=40186&l=dir&qsrc=999&qo=investopediaSiteSearch&layout=in_ni&v=5A&orig=1&adtest=-5A
6. Jorg Kienitz, Daniel Wetterau. Financial Modelling: Theory, Implementation and Practice with Matlab. Wiley Finance. 2012
7. Kacper Kurga. Pricing and Static Hedging of Foreign Exchange Barrier Option: An Empirical Analysis in a Period of High Volatility. HEC Montral. 2012
8. Oanda. Sumber data diakses pada tanggal 21 februari 2016 pada pukul 15.00. <http://www.oanda.com/currency/historical-rates>
9. Paul Darbbysshire, David Hampton. Hedge Fund Modelling and Analysis using MATLAB. Wiley Finance. 2014;7;155-177
10. Peter Forsyth. An Introduction to Computational Finance Without Agonizing Pain. 2015
11. Stephen A. Ross, Randolph W. Wester_eld, Bradford D. Jordan. Fundamentals of Corporate Finance Alternate Edition Ninth Edition. McGraw Hill International Edition. 2010;23;732-755
12. Ubbo F Wiersema. Brownian Motion Calculus. Wiley Finance. 2008