ISBN: 978-602-14387-0-1

VALUASI COUPON BOND DENGAN COMPOUND OPTION CALL ON CALL

Di Asih I Maruddani [1], Dedi Rosadi [2], Gunardi [3], Abdurakhman [4]
[1] Mahasiswa Program S3 Jurusan Matematika FMIPA Universitas Gadjah Mada
[2,3,4] Program Studi Statistika FMIPA Universitas Gadjah Mada

Abstrak

Obligasi sebagai salah satu sekuritas berpendapatan tetap (*fixed income sesurities*) merupakan investasi yang menarik di bidang finansial. Perkembangan teori obligasi pun berkembang pesat dari berbagai bidang ilmu, antara lain ekonomi, komputasi, maupun statistik finansial. Sebagian besar teori statistik finansial mengenai obligasi didasarkan pada obligasi tanpa kupon (*zero coupon bond*). Sementara, sebagian besar perusahaan menerbitkan obligasi dengan kupon (*coupon bond*). Salah satu pendekatan yang digunakan dalam valuasi *coupon bond* adalah menggunakan teori *compound option* dalam hal ini adalah opsi *call on call*. Pada paper ini akan dibahas beberapa valuasi penting pada *coupon bond*, yaitu penilaian ekuitas (*equity*) dan penilaian hutang (*liability* perusahaan.

Kata-kata kunci: coupon bond, call option, compound option, equity, liability

1. Pendahuluan

Obligasi merupakan salah satu instrumen keuangan yang cukup menarik bagi kalangan investor di pasar modal ataupun bagi perusahaan untuk mendapatkan dana bagi kepentingan perusahaan. Instrumen obligasi merupakan investasi berpendapatan tetap (*fixed income securities*) karena keuntungan yang diberikan kepada investor obligasi didasarkan pada tingkat suku bunga yang telah ditentukan sebelumnya.

Sebelum memutuskan untuk berinvestasi obligasi, investor perlu melakukan analisis agar investasi tersebut memberikan hasil yang maksimal dan sesuai dengan rencana. Nilai obligasi tidak dapat dilihat dengan membandingkan harga obligasi secara langsung karena nilai obligasi dipengaruhi faktor waktu jatuh tempo yang berbeda, nilai kupon yang berbeda, dan lain-lain. Faktor penting yang harus diperhatikan investor adalah imbal hasil atau *yield*, yaitu keuntungan yang akan diperoleh investor dalam presentase per tahun.

Investasi obligasi selain menghasilkan pendapatan juga memberikan potensi risiko investasi. Salah satu risiko investasi obligasi adalah risiko kredit. Risiko kredit (*credit risk*) adalah risiko kerugian yang disebabkan suatu perusahaan gagal membayar hutangnya pada saat jatuh tempo sehingga dapat dikatakan bangkrut (*default*). Penilaian risiko kredit merupakan hal yang penting bagi bank dan lembaga keuangan lainnya,

ISBN: 978-602-14387-0-1

karena kredit yang tidak tertagih khususnya yang tidak terantisipasi akan menekan modal bank bersangkutan.

Terdapat dua pendekatan utama dalam pemodelan risiko kredit, yaitu model struktural (*structural model*) dan model tereduksi (*reduced-form model*). Perbedaan utama model struktural dan model tereduksi adalah jenis informasi yang digunakan. Model struktural didasarkan pada himpunan informasi yang berasal dari manajemen perusahaan, yaitu nilai aset dan hutang. Sedangkan himpunan informasi pada model tereduksi bersumber dari pasar, yaitu rating perusahaan.

Merton (1974) memodelkan kebangkrutan perusahaan dengan indikator perubahan nilai aset perusahaan dan hutang perusahaan. Model Merton membuat model risiko kebangkrutan suatu perusahaan dengan mengembangkan model penilaian harga opsi Black-Scholes (1973). Suatu perusahaan dikatakan bangkrut ketika pada saat jatuh tempo nilai aset perusahaan jatuh di bawah nilai hutang perusahaan, dengan asumsi perusahaan hanya menerbitkan satu obligasi berkupon nol (*zero coupon bond*). Model ini merupakan awal dari model struktural. Perkembangan model risiko kredit sebagian besar didasarkan atas asumsi *zero coupon bond*.

Geske pada tahun 1977 membuat model risiko kredit dengan memandang struktur hutang suatu perusahaan sebagai obligasi dengan kupon (Geske, 1977), dimana masing-masing pembayaran kupon dipandang sebagai opsi majemuk (*compound option*) yang dapat menyebabkan kebangkrutan (Geske, 1979). Model Merton, model Black & Cox, dan model Geske memodelkan risiko kebangkrutan berdasarkan struktur kekayaan dan hutang perusahaan sehingga disebut dengan Model Struktural.

Tulisan ini bertujuan memberikan inferensi secara menyeluruh mengenai penilaian obligasi perusahaan dengan kupon berdasarkan opsi majemuk (*compound option*). Hasil yang diperoleh adalah nilai aset dan nilai hutang.

2. Dasar Teori

2.1 Call Option Tipe Eropa

Opsi adalah salah satu bentuk investasi berupa kontrak yang memberikan hak (bukan kewajiban) kepada pemegang kontrak itu (*option holders)* untuk membeli (*call options*) atau menjual (*put options*) suatu aset tertentu dengan harga tertentu (*strike price/exercise price*) dalam jangka waktu tertentu. Aset dasarnya bisa saja saham, kurs,

ISBN: 978-602-14387-0-1

indeks, komoditas, dll. Karena merupakan hak, maka pemegang opsi dapat menggunakannya atau tidak. Apabila pada saat jatuh tempo (*expiration date*) pemegang opsi tidak menggunakan haknya, maka hak tersebut akan hilang dengan sendirinya. Sehingga opsi yang dimilikinya tidak akan mempunyai nilai lagi.

Berdasarkan hak pemegangnya, opsi dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Opsi beli *(Call Option)* adalah opsi yang memberi hak kepada pemegangnya untuk membeli sejumlah tertentu saham suatu perusahaan tertentu dari penjual opsi pada harga tertentu pada tanggal tertentu.
2. Opsi jual *(Put Option)* adalah opsi yang memberi hak kepada pemegangnya untuk menjual sejumlah tertentu saham suatu perusahaan tertentu kepada penjual opsi pada harga tertentu pada tanggal tertentu.

Berdasarkan waktu jatuh temponya , opsi dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Opsi tipe Eropa *(European Option)*, adalah opsi yang bisa dipergunakan hanya pada waktu jatuh tempo.
2. Opsi tipe Amerika *(American Option)* adalah opsi yang bisa dipergunakan sebelum waktu jatuh tempo atau pada waktu jatuh tempo.

Dari pengertian opsi beli tersebut di atas, pada dasarnya ada empat hal penting yang perlu diperhatikan dalam kontrak opsi beli,yaitu (1) perusahaan yang sahamnya akan dibeli, (2) jumlah saham yang dapat dibeli, (3) harga pembelian atau harga penyerahan saham tersebut (*strike price*/K), dan (4) tanggal berakhirnya hak membeli (*expiration date*/T)

Kondisi pada saat jatuh tempo, harga saham lebih kecil dari harga kontrak dinamakan dengan kondisi *out of the money*. Sedangkan jika harga saham sama dengan harga kontrak, kondisi ini dinamakan dengan *at the money*. Kondisi yang diharapkan oleh pemegang opsi adalah kondisi *in the money*, yaitu suatu kondisi dimana harga saham di atas harga kontrak.

Harga opsi atau premium sebelum waktu jatuh mempunyai dua komponen nilai, yaitu nilai waktu dan nilai intrinsik. Nilai intrinsik suatu opsi adalah sejumlah keuntungan yang akan diperoleh pemegang opsi jika opsi tersebut di-*exercise*. Suatu opsi mempunyai nilai intrinsik nol pada kondisi *at the money* atau *out of the money*. Keputusan untuk melaksanakan atau tidak atas opsi *call* akan ditentukan oleh harga pasar saham dan harga pelaksanaannya. Dapat disimpulkan di sini bahwa nilai intrinsik

ISBN: 978-602-14387-0-1

atau fungsi keuntungan suatu opsi *call* dapat dituliskan dalam bentuk persamaan matematis sebagai berikut

$$f_T = Max(0, V_T - K) \tag{1}$$

dengan :

f_T = fungsi keuntungan opsi *call*

V_T = harga pasar *underlying asset*

K = harga pelaksanaan (*Strike/Exercise Price*)

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa opsi beli akan bernilai nol, jika harga pelaksanaan lebih tinggi dari harga pasar saham. Sementara itu jika harga pasar saham lebih tinggi dari harga pelaksanaan, maka keuntungan (nilai) opsi beli akan bernilai positif yang merupakan selisih dari harga pasar saham dikurangi harga pelaksanaan. Di lain pihak, penjual opsi beli memperoleh premi sebesar harga opsi.

Berdasarkan Black & Scholes (1973) dan Merton (1974), diperoleh harga opsi *call* tipe Eropa pada waktu ke-T adalah:

$$\begin{aligned} C_T &= \exp(-r(T-t))E[\max[V_T - K, 0]] \\ &= V_T N(d_1) - K\exp(-r(T-t))N(d_2) \end{aligned} \tag{2}$$

dengan :

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_T}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$$

C_T = harga pada opsi *call* waktu ke-T

r = suku bunga bebas resiko

$N(.)$ = fungsi distribusi normal standar kumulatif

$(T-t)$ = waktu hingga jatuh tempo

σ = volatilitas dari V_t

2.2. Valuasi *Zero Coupon Bond* dengan Pendekatan Opsi *Call* Tipe Eropa

Black & Scholes (1973), Merton (1974) menyatakan pada *seminal paper*-nya bahwa kebanyakan liabilitas (hutang) perusahaan apat dipandang sebagai opsi, sehingga

ISBN: 978-602-14387-0-1

rumus dan inferensi opsi dapat diterapkan pada analisis liabilitas perusahaan seperti saham (*common stock*), obligasi (*bond*), dan waran (*warrant*).

Dimisalkan suatu perusahaan dengan pergerakan nilai total aset adalah V_t, dengan struktur modal terdiri dari ekuitas (modal) dan obligasi dengan *face value* K. Jika pergerakan nilai total aset mengikuti Gerakan Brown Geometrik (*Geometric Brownian Motion*), dan suku bunga bebas risiko dinotasikan dengan r, dan waktu jatuh tempo obligasi adalah T, maka nilai keuntungan (*payoff*) pada saat jatuh tempo dapat diberikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Payoff atau Ekuitas pada Saat Jatuh Tempo

Keadaan	Aset	Obligasi	Ekuitas
Tidak Bangkrut	$V_T \geq K$	K	$V_T - K$
Bangkrut	$V_T < K$	K	0

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas dapat dilihat bahwa *payoff* atau ekuitas perusahaan pada saat jatuh tempo adalah sebesar $Max(0, V_T - K)$ yang ekuivalen dengan *payoff* dari opsi *call* tipe Eropa pada aset perusahaan dengan *strike price* K, dan waktu jatuh tempo T. Sehingga menentukan ekuitas, hutang, dan risiko hutang perusahaan dapat diselesaikan berdasarkan penentuan nilai opsi *call* tipe Eropa (Yi, 2004).

Sehingga, nilai ekuitas (EQ_T) diberikan seperti rumus opsi *call* model Black & Scholes, yaitu

$$EQ_T = V_T N(d_1) - K\exp(-r(T-t))N(d_2) \qquad (3)$$

Sedangkan liabilitas perusahaan (LI_T) atau disebut juga nilai *bond* adalah

$$V_T = LI_T + EQ_T$$

$$LI_T = V_T - EQ_T = K\exp(-r(T-t))N(d_2) + V_T(N(-d_1)) \qquad (4)$$

dengan :

EQ_T = nilai ekuitas waktu ke-T

LI_T = nilai liabilitas waktu ke-T

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_T}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

ISBN: 978-602-14387-0-1

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T-t)}$$

3. *Corporate Coupon Bond* Berdasarkan *Coupon Bond*

3.1 Compound Option

Banyak permasalahan finansial yang bersifat sekuensial, dimana kejadian yang baru tersedia hanya jika kejadian sebelumnya diambil. Sifat ini yang mendasari permasalahan opsi majemuk (*compound option*) (Geske, 1979).

Definisi 1 (Hull, 2009)

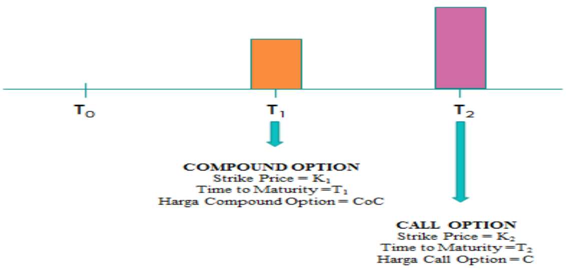
Compound option adalah suatu opsi dengan underlying asetnya adalah opsi lain.

Ada 4 macam compound option, yaitu

1. Opsi Call pada Opsi Call (*Call on a Call*, CoC)
2. Opsi Call pada Opsi Put (*Call on a Put*, CoP)
3. Opsi Put pada Opsi Call (*Put on a Call*, PoC)
4. Opsi Put pada Opsi Put (*Put on a Put*, PoP)

Call on a Call atau CoC tipe Eropa adalah *call option* tipe Eropa dengan *underlying asset*nya adalah *call option* tipe Eropa yang lain. Sehingga akan dipunyai dua *exercise date*, yaitu T_1 dan T_2 . Dan juga dipunyai 2 *strike price*, yaitu K_1 dan K_2.

Pada *exercise date* yang pertama, T_1, pemegang *compound option* tipe Eropa mempunyai hak untuk membeli opsi *call* yang baru dengan harga (*strike price*) K_1. Opsi *call* yang baru mempunyai strike price K_2 dan exercise date T_2. Compound option dapat di-*exercised* pada *exercise date* yang pertama, T_1, hanya jika nilai opsi pada saat itu lebih besar daripada nilai V^* (Hull, 2009). Permasalahan ini dapat digambarkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Compound Option Call on Call (CoC)

Menurut dan Geske (1979) dan Hull (2009), harga *compound option call on call* tipe Eropa pada saat $t = T_1$ sebesar :

ISBN: 978-602-14387-0-1

$$CoC_{T_1} = V_{T_1} N_2\left(D_1, D_1^*; \rho\right) - K_2 \exp\left(-r(T_2 - t)\right) N_2\left(D_2, D_2^*; \rho\right) - K_1 \exp\left(-r(T_1 - t)\right) N\left(D_2^*\right) \quad (5)$$

dengan

$$D_1 = D_2 + \sigma\sqrt{T_2 - t}$$

$$D_1^* = D_2^* + \sigma\sqrt{T_1 - t}$$

$$D_2 = \frac{\ln\left(V_{T_1}/K_2\right) + \left(r - \tfrac{1}{2}\sigma^2\right)\tau_2}{\sigma\sqrt{\tau_2}}$$

$$D_2^* = \frac{\ln\left(V_{T_1}/V^*\right) + \left(r - \tfrac{1}{2}\sigma^2\right)\tau_1}{\sigma\sqrt{\tau_1}}$$

CoC_t = nilai *compound option call on call* pada waktu t

τ_1 = $T_1 - t$

τ_2 = $T_2 - t$

T_1 = exercise date pertama

T_2 = exercise date kedua

$N(.)$ = Fungsi Distribusi Kumulatif Normal Univariat

$N_2(.)$ = Fungsi Distribusi Kumulatif Normal Bivariat dengan koefisien korelasi ρ

V^* = Harga saham pada pada saat T_1 dengan strike price K_1

ρ = $\sqrt{\dfrac{T_1 - t}{T_2 - t}}$

3.2 *Corporate Coupon Bond* Berdasarkan *Compound Option Call on Call*

Pemodelan obligasi dengan kupon dapat dilakukan dengan memandang pemilik saham sebagai pemegang compound option. Di setiap tanggal pembayaran kupon sampai dengan waktu jatuh tempo, pemegang saham (pemilik perusahaan) memiliki opsi untuk membeli opsi berikutnya dengan cara membayar kupon atau menyerahkan kepemilikan perusahaan kepada pemegang obligasi. Opsi terakhir untuk pemegang saham adalah membeli kembali hak kepemilikan perusahaan dengan cara membayar hutang pokok obligasi ditambah kupon terakhir.

ISBN: 978-602-14387-0-1

Asumsi-asumsi yang mendasari model obligasi dengan kupon berdasarkan compound option adalah (Geske, 1977) :

1. Tidak ada biaya transaksi, pajak, atau permasalahan dengan aset
2. Tidak ada dividen
3. Perubahan nilai total aset perusahaan mengikuti Persamaan Diferensial Stokastik,

   $$dV_t = \mu V_t dt + \sigma V_t dW_t \qquad \text{dengan} \qquad V_0 > 0$$

   dengan

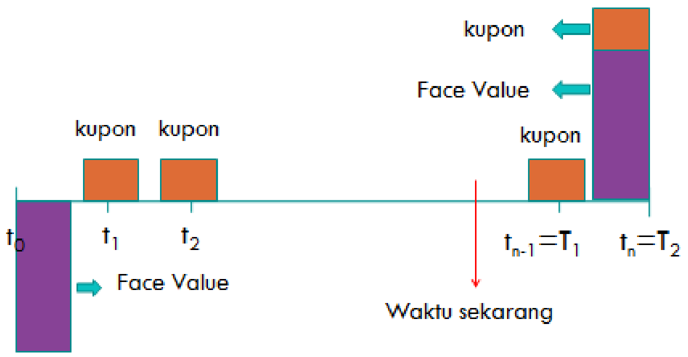
   V_t = nilai total aset dari perusahaan pada waktu *t*

   μ = rata-rata total aset perusahaan

   σ = volatilitas dari V_t

   W_t = proses Wiener standar
4. Liabilitas (kewajiban) perusahaan terdiri dari hutang tunggal dengan suatu nilai *face value*, *K*. Hutang diasumsikan memiliki kupon atau disebut juga obligasi dengan kupon (*coupon bonds*) dengan nilai kupon sebesar *c*.
5. Nilai aset perusahaan diasumsikan berdistribusi Log Normal dengan volatilitas konstan
6. Suku bunga konstan
7. Kebangkrutan dapat terjadi saat pembayaran kupon atau saat jatuh tempo
8. Dimungkinkan terjadinya short sell setiap waktu.

Pada tulisan ini, pertama kali akan dibahas keadaan dimana perusahaan dalam kondisi kurang satu kali pembayaran kupon kemudian sampai pada waktu jatuh tempo (maturity), yang dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Arus Kas Coupon Bond Model Bivariat

ISBN: 978-602-14387-0-1

3.1.1 Ekuitas Coupon Bond Model Bivariat

Fungsi keuntungan (*payoff*) suatu *compound option call on call* dapat dituliskan dalam bentuk persamaan matematis sebagai berikut

$$f_t = Max\left(0, C_{T_1}\left(V_{T_1}, K_2, T_2 - T_1\right) - K_1\right) \qquad (6)$$

dengan :

f_t = fungsi keuntungan *CoC*

V_{T_1} = harga pasar *underlying asset*

K_1 = harga pelaksanaan (*Strike/Exercise Price*) *CoC*

K_2 = harga pelaksanaan (*Strike/Exercise Price*) *call option*

T_1 = exercise date pertama

T_2 = exercise date kedua

Sehingga nilai ekspektasi dari fungsi keuntungan tersebut adalah (Wee, 2010)

$$E[f(t)] = CoC_t = \exp(-r(T_1 - t))E\left[Max\left(0, C_{T_1}\left(V_{T_1}, K_2, T_2 - T_1\right) - K_1\right)\right] \qquad (7)$$

Dengan $C_{T_1}\left(V_{T_1}, K_2, T_2 - T_1\right)$ adalah nilai opsi call Black & Scholes seperti pada persamaan (2), yaitu

$$C_{T_1}\left(V_{T_1}, K_2, T_2 - T_1\right) = V_{T_1} N(d_1) - K_2 \exp(-r(T_2 - T_1))N(d_2) \qquad (8)$$

dengan

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_{T_1}}{K_2}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T_2 - T_1)}{\sigma\sqrt{(T_2 - T_1)}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{(T_2 - T_1)}$$

Nilai *payoff* dari *CoC* tipe Eropa tidak sama dengan nol hanya jika $V_{T_1} > V^*$ dengan nilai V^* adalah nilai V_{T_1} yang memenuhi

$$C_{T_1}\left(V_{T_1}, K_2, T_2 - T_1\right) - K_1 = 0 \qquad (9)$$

Dapat dikatakan bahwa V^* adalah nilai kritis dari aset pada saat T_1 dimana ekuitas (modal) akan cukup nilainya untuk memiliki opsi *call in the money* pada saat jatuh tempo. Persamaan (11) dapat diselesaikan dengan menggunakan metode iterasi Newton-Raphson. Berdasarkan persamaan (7) dan (8), diperoleh

ISBN: 978-602-14387-0-1

$$CoC_t = \exp(-r(T_1 - t))E\left[Max\left(0, C_{T_1}\left(V_{T_1}, K_2, T_2 - T_1\right) - K_1\right)\right]$$

$$= \exp(-r(T_1 - t)) \int_{\ln\left(V^*/V_{T_1}\right)}^{\infty} \left(C_{T_1}\left(V_{T_1}, K_2, T_2 - T_1\right) - K_1\right) f(x) dx \qquad (10)$$

$f(x)$ adalah fungsi densitas probabilitas dari distribusi normal dengan

Mean = $\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T_1 - t)$

Variansi = $\sigma^2 (T_1 - T)$

Persamaan (10) dapat diuraikan menjadi

$$CoC_t = \exp(-r(T_1 - t)) \int_{\ln\left(V^*/V_{T_1}\right)}^{\infty} \left(C_{T_1}\left(V_{T_1}, K_2, T_2 - T_1\right) - K_1\right) f(x) dx$$

$$= \exp(-r(T_1 - t)) \int_{\ln\left(V^*/V_{T_1}\right)}^{\infty} V_{T_1} N(d_1) f(x) dx \qquad (10a)$$

$$- \exp(-r(T_1 - t)) \int_{\ln\left(V^*/V_{T_1}\right)}^{\infty} K_2 \exp(-r(T_2 - T_1)) N(d_2) f(x) dx \qquad (10b)$$

$$- \exp(-r(T_1 - t)) \int_{\ln\left(V^*/V_{T_1}\right)}^{\infty} K_1 f(x) dx \qquad (10c)$$

Berdasarkan Sifat Distribusi Normal, penyelesaian persamaan (10a) adalah

$$\exp(-r(T_1 - t)) \int_{\ln\left(V^*/V_{T_1}\right)}^{\infty} V_{T_1} N(d_1) f(x) dx = V_{T_1} N_2\left(D_1, D_1^*; \rho\right) \qquad (11a)$$

Penyelesaian persamaan (12b) adalah

$$\exp(-r(T_1 - t)) \int_{\ln\left(V^*/V_{T_1}\right)}^{\infty} K_2 \exp(-r(T_2 - T_1)) N(d_2) f(x) dx$$

$$= K_2 \exp(-r(T_2 - t)) N_2\left(D_2, D_2^*; \rho\right) \qquad (11b)$$

Penyelesaian persamaan (12c) adalah

$$\exp(-r(T_1 - t)) \int_{\ln\left(V^*/V_{T_1}\right)}^{\infty} K_1 f(x) dx = K_1 \exp(-r(T_1 - t)) N\left(D_2^*\right) \qquad (11c)$$

Sehingga, berdasarkan persamaan (10) dan persamaan (11a), (11b), (11c), diperoleh harga *CoC* tipe Eropa adalah

ISBN: 978-602-14387-0-1

$$CoC_t = \exp(-r(T_1 - t)) \int_{\ln(V^*/V_{T_1})}^{\infty} \left(C_{T_1}\left(V_{T_1}, K_2, T_2 - T_1\right) - K_1\right) f(x) dx$$

$$= V_{T_1} N_2\left(D_1, D_1^*; \rho\right) - K_2 \exp(-r(T_2 - t)) N_2\left(D_2, D_2^*; \rho\right)$$

$$- K_1 \exp(-r(T_1 - t)) N\left(D_2^*\right)$$

dengan

$$D_1 = D_2 + \sigma\sqrt{T_2 - t}$$

$$D_1^* = D_2^* + \sigma\sqrt{T_1 - t}$$

$$D_2 = \frac{\ln\left(V_{T_1}/K_2\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\tau_2}{\sigma\sqrt{\tau_2}}$$

$$D_2^* = \frac{\ln\left(V_{T_1}/V^*\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\tau_1}{\sigma\sqrt{\tau_1}}$$

CoC_t = nilai *compound option call on call* pada waktu t

V_t = harga aset pada waktu t

τ_1 = $T_1 - t$

τ_2 = $T_2 - t$

T_1 = exercise date pertama

T_2 = exercise date kedua

r = suku bunga bebas risiko

σ = volatilitas harga aset

$N(.)$ = Fungsi Distribusi Kumulatif Normal Univariat

$N_2(.)$ = Fungsi Distribusi Kumulatif Normal Bivariat dengan koefisien korelasi ρ

V^* = Harga saham pada pada saat T_1 dengan strike price K_1

ρ = $\sqrt{\dfrac{T_1 - t}{T_2 - t}}$

3.1.2 Liabilitas *Coupon Bond* Model Bivariat

Berdasarkan asumsi bahwa struktur modal perusahaan hanya terdiri dari liabilitas (LI_t) dan ekuitas (EQ_t), yaitu :

$$V_t = LI_t + EQ_t$$

Maka nilai liabilitas dapat diperoleh sebagai berikut :

$$\begin{aligned} LI_{T_1} &= V_{T_1} - EQ_{T_1} \\ &= V_{T_1}\left(1 - V_{T_1} N_2\left(D_1, D_1^*; \rho\right)\right) - K_2 \exp\left(-r(T_2 - t)\right) N_2\left(D_2, D_2^*; \rho\right) \\ &\quad - K_1 \exp\left(-r(T_1 - t)\right) N\left(D_2^*\right) \end{aligned} \tag{12}$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian teoritis yang dilakukanm valuasi *coupon bond* untuk dua kali periode pembayaran kupon menggunakan model distribusi normal bivariat yang merupakan pengembangan model distribusi normal univariat yang digunakan pada valuasi *zero coupon bond*. Sehingga tulisan ini akan bisa dikembangkan lebih lanjut untuk kasus yang lebih umum, yaitu pada *coupon bond* yang memberikan kupon lebih dari dua kali pembayaran. Teori yang digunakan merupakan generalisasi model distribusi normal univariat dan bivariat, yaitu model distribusi multivariat.

Referensi

Black, F. dan Cox, J., 1976, Valuing Corporate Securities: Some Effects of Bond Indenture Provisions, *Journal of Finance*, 31, 351-367.

Black, F. dan Scholes, M., 1973, The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economy*, 81, 637-654.

Geske, R., 1977, The Valuation of Corporate Liabilities as Compound Options, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 7, 63-81.

Geske, R., 1979, The Valuation of Compound Options, *Journal of Financial Economics*, 12, 541-552

Hull, J.C., 2009, *Options, Futures, and Other Derivatives 7th edition*, Pearson Prentice Hall, USA.

Merton, R.,1974, On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rate, *Journal of Finance*, 29, 449–470.

Wee, L.T., 2010, Compound Options, *Teaching Note*,

Yi, C., 2005, Credit Risk From Theory to Application, *Thesis*, McMaster University, Hamilton, Ontario.