

## PEMODELAN TRANSFORMASI FAST-FOURIER PADA VALUASI OBLIGASI KORPORASI

(Studi Kasus: PT. Bank Danamon Tbk, PT. Bank CIMB Niaga Tbk, dan PT. Bank UOB Indonesia Tbk)

Ubudia Hiliaily Chairunnisa<sup>1\*</sup>, Abdul Hoyyi<sup>1</sup>, Hasbi Yasin<sup>1</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

\*email: [ubudiahace@gmail.com](mailto:ubudiahace@gmail.com)

### ABSTRACT

The basic assumption that is often used in bond valuations is the assumption on the Black-Scholes model. The practical assumption of the Black-Scholes model is the return of assets with normal distribution, but in reality there are many conditions where the return of assets of a company is not normally distributed and causing improperly developed bond valuation modeling. The Fast-Fourier Transform model (FFT) was developed as a solution to this problem. The Fast-Fourier Transformation Model is a Fourier transformation technique with high accuracy and is more effective because it uses characteristic functions. In this research, a modeling will be carried out to calculate bond valuations designed to take advantage of the computational power of the FFT. The characteristic function used is the Variance Gamma, which has the advantage of being able to capture data return behavior that is not normally distributed. The data used in this study are Sustainable Bonds I of Bank Danamon Phase I Year 2019 Series B, Sustainable Bonds II of Bank CIMB Niaga II Phase IV Year 2018 Series C, Sustainable Subordinated Bonds II of Bank UOB Indonesia Phase II 2019. The results obtained are FFT model using the Variance Gamma characteristic function gives more precise results for the return of assets with not normal distribution.

**Keywords:** Bonds, Bond Valuation, Black-Scholes, Fast-Fourier Transform, Variance Gamma

### 1. PENDAHULUAN

Pasar modal (*capital market*) merupakan pasar untuk berbagai instrumen keuangan jangka panjang yang bisa diperjualbelikan, baik surat utang (obligasi), ekuiti (saham), reksa dana, instrumen derivatif maupun instrumen lainnya. Pasar Modal memiliki peran penting bagi perekonomian suatu negara karena pasar modal menjalankan dua fungsi, yaitu pertama sebagai sarana bagi pendanaan usaha atau sebagai sarana bagi perusahaan untuk mendapatkan dana dari masyarakat pemodal (investor). Obligasi merupakan salah satu dari berbagai macam surat berharga yang dapat dijadikan alternatif untuk melakukan kegiatan investasi. Obligasi merupakan surat utang jangka panjang yang dikeluarkan oleh peminjam (*emiten*) kepada pemberi pinjaman (*investor*). Emiten dapat berupa perusahaan/korporat atau pemerintah. Instrumen obligasi merupakan bagian dari instrumen investasi berpendapatan tetap (*fixed income securities*). Obligasi termasuk dalam kelompok investasi berpendapatan tetap sebab jenis pendapatan keuntungan yang diberikan kepada investor obligasi didasarkan pada tingkat suku bunga (kupon) yang telah ditentukan sebelumnya menurut perhitungan tertentu (Rahardjo, 2003).

Risiko kredit (*credit risk*) adalah risiko kerugian yang disebabkan suatu perusahaan gagal membayar hutangnya pada saat jatuh tempo sehingga dapat dikatakan bangkrut (*default*) (Hanafi, 2006). Terdapat dua pendekatan utama dalam pemodelan risiko kredit, yaitu Model Struktural (*Structural Model*) dan Model Tereduksi (*Reduced-Form model*). Perbedaan utama dari model struktural dan model tereduksi adalah pada jenis informasi yang digunakan. Model struktural didasarkan pada himpunan informasi yang berasal dari manajemen perusahaan, yaitu nilai aset dan hutang, sedangkan model tereduksi didasarkan pada himpunan informasi yang bersumber dari pasar, yaitu rating perusahaan. Untuk mengetahui risiko kredit, dapat dilakukan dengan membangkitkan skenario valuasi harga obligasi untuk mengetahui kemampuan perusahaan dalam

memenuhi kewajiban pembayaran hutangnya sehingga investor diharapkan dapat memilih atau mempertimbangkan obligasi yang aman untuk berinvestasi.

Perkembangan teori valuasi obligasi pertama kali diawali oleh penelitian Merton (1974) yang mengemukakan tentang valuasi obligasi dengan pengukuran risiko kebangkrutan sebuah perusahaan yang bersesuaian dengan dengan pengukuran harga opsi Black-Scholes (1973). Asumsi praktis dalam model Black-Scholes adalah return aset berdistribusi normal dengan volatilitas konstan. Namun, dalam kenyataannya sering kali ditemui kondisi dimana return aset suatu perusahaan tidak berdistribusi normal sehingga mengakibatkan pemodelan valuasi obligasi yang telah berkembang memiliki hasil yang kurang tepat.

Model Transformasi *Fast-Fourier* merupakan pengembangan dari perhitungan harga opsi *Black-Scholes* yang diperkenalkan oleh Carr dan Madan pada tahun 1999. Model Transformasi *Fast-Fourier* merupakan model perhitungan valuasi obligasi dengan kondisi dimana *return* data aset tidak berdistribusi normal.

Pada penelitian ini digunakan sebuah pendekatan untuk menghitung valuasi obligasi dengan menggunakan model Transformasi *Fast-Fourier* menggunakan *return* data aset perusahaan yang tidak berdistribusi normal. *Return* data aset perusahaan yang tidak berdistribusi normal dipilih dalam penelitian ini dikarenakan sering kali ditemui kondisi dimana *return* aset suatu perusahaan tidak berdistribusi normal sedangkan asumsi praktis dalam model Black-Scholes adalah *return* aset berdistribusi normal dengan volatilitas konstan sehingga mengakibatkan pemodelan valuasi obligasi yang telah berkembang memiliki hasil yang kurang tepat. Pada proses perhitungan valuasi obligasi menggunakan model Transformasi *Fast-Fourier* fungsi karakteristik yang digunakan adalah fungsi karakteristik *Variance Gamma*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Obligasi

Obligasi merupakan sebuah surat pengakuan utang yang diterbitkan perusahaan atau juga pemerintah atau juga lembaga yang lain sebagai pihak yang berutang, yang mempunyai nilai nominal tertentu serta kesanggupan untuk dapat membayar bunga secara berkala atas dasar persentase tertentu yang tetap (Yuliana *et al.*, 2011).

Berdasarkan penerbit atau *issuier*-nya jenis-jenis obligasi dapat dibedakan menjadi empat, yaitu:

- a. Obligasi pemerintah (*government bond*)
- b. Obligasi pemerintah daerah (*municipal bond*)
- c. Obligasi perusahaan (*corporate bond*)
- d. Obligasi pemerintah / perusahaan asing (*foreign bond*)

Berdasarkan bunga atau *coupon* yang diberikan obligasi dapat dibedakan menjadi lima, yaitu:

- a. Obligasi dengan kupon tetap (*fixed rated bond*)
- b. Obligasi dengan kupon mengambang (*floating rate bond*)
- c. Obligasi dengan kupon campuran (*mixed rate bond*)
- d. Obligasi tanpa kupon (*zero coupon bond*)
- e. Obligasi dengan kupon (*coupon bond*)

### 2.2. Return Obligasi

*Return* adalah tingkat pengembalian atas hasil yang diperoleh dari kegiatan investasi. Analisis sekuritas pada umumnya menggunakan *geometric return* atau *ln return* dengan rumus sebagai berikut :

$$\ln R_t = \ln \left( \frac{A_t}{A_{t-1}} \right) \quad (1)$$

dengan  $R_t$  menyatakan *return*,  $A_t$  menyatakan aset perusahaan pada periode  $t$ , dan  $A_{t-1}$  menyatakan aset perusahaan pada periode  $t - 1$  (Ruppert, 2015).

### 2.3 Volatilitas

Volatilitas atas harga aset adalah suatu ukuran ketidakpastian mengenai pergerakan harga aset di masa yang akan datang. Volatilitas sering digunakan untuk mengukur tingkat risiko dari aset yang digunakan. Nilai volatilitas tahunan dapat dihitung dengan rumus

$$\sigma = \sqrt{k \frac{\sum_{t=1}^n (\ln R_t - \ln R_t)^2}{n-1}} \quad (2)$$

dengan  $k$  adalah banyaknya periode dalam satu tahun. Jika datanya bulanan maka periode aset juga bulanan,  $k = 12$ .

### 2.4 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*) (Hanafi, 2006). Kebangkrutan perusahaan terjadi ketika perusahaan gagal atau tidak bisa membayar hutang atau kewajiban yang dimiliki. Hal ini dapat dilihat ketika nilai aset perusahaan lebih kecil dari pada hutang pada saat jatuh tempo. Menurut Merton (1974), waktu kebangkrutan berdasarkan saat jatuh tempo atau *default at maturity* dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$\tau = \begin{cases} \infty & A_t \geq K \\ T & A_t < K \end{cases} \quad (3)$$

Keterangan :

$\tau$  : waktu kebangkrutan berdasarkan *default at maturity*

$T$  : jatuh tempo (*maturity*)

$A_t$  : nilai aset pada saat jatuh tempo

$K$  : kewajiban yang harus dibayar perusahaan (*face value* + kupon)

### 2.5 Proses Stokastik

Proses Stokastik  $X = \{X(t), t \in T\}$  adalah himpunan variabel random  $X(t)$  sehingga untuk setiap  $t \in T$ ,  $X(t)$  adalah sebuah variabel random, indeks  $t$  biasa diinterpretasikan dengan waktu. Jika indeks  $T$  *countable* maka proses yang digunakan adalah proses stokastik waktu diskrit dan jika  $T$  merupakan himpunan kontinu tidak terhitung, misalnya  $X = \{X(t), t > 0\}$  maka proses tersebut merupakan proses stokastik pada waktu kontinu (Ross, 1996).

### 2.6 Proses Wiener

Salah satu proses stokastik yang banyak dikenal adalah Gerak Brown. Gerak Brown atau proses Wiener merupakan proses stokastik  $W(t)$  yang bergerak secara acak tak beraturan. Proses stokastik  $W(t)$  dikatakan proses Wiener jika memenuhi karakteristik sebagai berikut:

1. Perubahan  $W(t)$  selama periode waktu  $\Delta t$  adalah  $\Delta W(t) = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$
2. Kenaikan independen, yaitu  $W(t + s) - W(s)$  tidak bergantung pada keadaan yang lalu.

Pada proses Wiener nilai *drift rate* adalah 0, artinya bahwa nilai ekspektasi dari  $W(t)$  untuk setiap waktu yang akan datang nilainya sama dengan nilai sekarang dan nilai *variance rate* adalah 1 artinya bahwa variansi rate  $W(t)$  pada sebuah interval waktu sepanjang  $T$  adalah  $T$ .

Persamaan diferensial  $dW(t) = \varepsilon \sqrt{dt}$  disebut persamaan diferensial stokastik yang dinyatakan oleh persamaan berikut ini

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dW \quad (4)$$

## 2.7 Lemma Ito

Menurut Hull dalam Syata (2015) jika  $F(x, t)$  merupakan fungsi kontinu, yang dapat diturunkan secara parsial terhadap  $x$  dan  $t$ , yaitu  $\frac{\partial F}{\partial t}, \frac{\partial F}{\partial x}, \frac{\partial^2 F}{\partial x^2}$  ada. Didefinisikan persamaan diferensial stokastik dari variabel  $x$  dengan *drift rate*  $a(x, t)$  dan *variansi rate*  $b^2(x, t)$ .

$$dx = a(x, t)dt + b(x, t)dW \quad (5)$$

dimana  $dW$  merupakan gerak Brownian,  $a$  dan  $b$  adalah fungsi-fungsi dari  $x$  dan  $t$ , maka sebuah fungsi  $F$  dari  $x$  dan  $t$  akan mengikuti proses  $It\hat{o}$

$$dF = \left\{ \frac{\partial F}{\partial x} a(x, t) + \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} b^2(x, t) \right\} dt + \frac{\partial F}{\partial x} b(x, t)dW \quad (6)$$

## 2.8 Valuasi Obligasi Model Transformasi Fast-Fourier

### 2.8.1 Transformasi Fourier

Misalkan  $f(x)$  adalah suatu fungsi real yang kontinu pada selang interval  $(-\infty, \infty)$  yang memenuhi  $\int_{-\infty}^{\infty} |f(x)| dx < \infty$ , maka transformasi fourier dari  $f(x)$  dapat didefinisikan sebagai :

$$F(f(x))(v) = \tilde{f}(v) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{ivx} dx \quad (7)$$

Jika  $f(x)$  adalah fungsi *square integrable*, maka inverse transformasi Fourier dari  $\tilde{f}(v)$  dapat didefinisikan sebagai

$$F^{-1}(\tilde{f}(v)) = f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{f}(v)e^{-ivx} dv \quad (8)$$

(Fadugba dan Nwozo, 2016)

### 2.9.1 Fungsi Karakteristik Variance Gamma

Menurut Madan *et al.*(1998), *Variance Gamma* atau Gamma Varians adalah perubahan gerak brown dengan *drift* yang didalamnya mengandung proses Gamma dengan *mean rate* 1 dan *variance rate*  $k$ . *Variance Gamma* memiliki tiga parameter yaitu  $\sigma, k$ , dan  $\theta$ . *Variance Gamma* dapat didefinisikan dalam persamaan berikut

$$X_T^{VG}(\sigma, k, \theta) = \theta\gamma(1, k) + \sigma W(\gamma(1, k)) \quad (9)$$

Persamaan untuk mengestimasi parameter *Variance Gamma*

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\text{Var}[X]} \quad (10)$$

$$\hat{k} = \frac{\text{Kurtosis}[X]}{3} - 1 \quad (11)$$

$$\hat{\theta} = \frac{\text{skewness}[X]\sigma}{3k} \quad (12)$$

### 2.9.3 Transformasi Fast-Fourier

Transformasi *Fast-Fourier* atau *Fast Fourier Transform* (FFT) merupakan sebuah logaritma yang sangat efisien untuk menghitung *Discrete Fourier Transform* (DFT) yang pertama kali ditemukan oleh Cooley dan Tukey (1960).

Persamaan DFT dapat dituliskan sebagai

$$\omega(k) = \sum_{j=1}^N e^{-i\frac{2\pi}{N}(j-1)(k-1)} x(j) ; \quad k = 0, 1, 2, \dots, N \quad (13)$$

(Carr dan Madan, 1999)

Fungsi karakteristik nya dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\varphi_T(v) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{iva} f(a) da \quad (14)$$

(Fardugba dan Nwozo, 2016)

Nilai harapan ekuitas perusahaan berhubungan dengan risk-neutral density  $f(a)$  adalah

$$E_T(K) = e^{-rT} \int_k^{\infty} (e^a - e^k) f(a) da \quad (15)$$

$\lim_{K \rightarrow \infty} E_T(K) = \lim_{K \rightarrow \infty} E_T(e^k)$  memiliki nilai yang tidak *square integrable*. Untuk menghasilkan fungsi yang *square integrable*, dapat dilakukan dengan cara mengalikan  $E_T(K)$  dengan  $e^{\alpha k}$  dimana  $\alpha > 0$  sehingga diperoleh harapan ekuitas modifikasi sebagai berikut :

$$E_T \text{mod}(k) = e^{\alpha k} E_T(k), \alpha > 0 \quad (16)$$

Sehingga diperoleh model Transformasi Fourier dari  $E_T \text{mod}(k)$  yang didefinisikan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \varphi_T(k) &= \int_{-\infty}^{\infty} e^{ivk} E_T \text{mod}(k) dk \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} e^{ivk} e^{\alpha k} E_T(k) dk \end{aligned} \quad (17)$$

Dengan menginversikan persamaan (17) menggunakan Transformasi Fourier sehingga persamaan menjadi:

$$E_T(k) = \frac{e^{-\alpha k}}{\pi} \int_0^{\infty} e^{-ivk} \varphi_T(v) dv \quad (18)$$

Kemudian persamaan  $\varphi_T(v)$  diperoleh dengan cara mensubstitusikan persamaan (16) ke persamaan (18)

$$\varphi_T(k) = \frac{e^{-\alpha k} \varphi_T(v - (\alpha + 1)i)}{\alpha^2 + \alpha - v^2 + i(2\alpha + 1)v} \quad (19)$$

$\varphi_T(v)$  merupakan fungsi karakteristik *Variance Gamma* yang nilainya dapat dicari dengan cara memasukkan nilai-nilai dari parameter *Variance Gamma* yang diestimasi menggunakan persamaan (10), (11), dan (12).

Dengan menggunakan Aturan Trapezoid pada persamaan (19) dan mengatur selang integralnya dengan  $v_j = \eta(j - 1)$  sehingga diperoleh nilai aproksimasi untuk ekuitas perusahaan adalah

$$E_T(k) \approx \frac{e^{-\alpha k}}{\pi} \sum_{j=1}^N e^{-iv_j k} \varphi_T(v_j) \eta ; \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (20)$$

Transformasi *Fast-Fourier* menghasilkan  $N$  nilai logaritma dari kewajiban  $K$ , dengan selang  $\lambda$ , sehingga diperoleh nilai masing-masing  $k$  bernilai diskrit yaitu

$$k_u = -b + \lambda(u - 1), \text{ untuk } u = 1, 2, \dots, N \quad (21)$$

dimana batas nilai logaritma dari kewajiban adalah  $-b$  hingga  $b$  dan nilai  $b = \frac{1}{2} N \lambda$ .

Dengan mensubstitusikan persamaan (21) dan selang integral  $v_j = \eta(j - 1)$  ke (20) diperoleh

$$E_T(k_u) \approx \frac{e^{-\alpha k}}{\pi} \sum_{j=1}^N e^{-i\lambda\eta(j-1)(u-1)} e^{iv_j b} \varphi_T(v_j) \eta ; \quad u = 1, 2, \dots, N \quad (22)$$

Berdasarkan persamaan (13) diketahui bahwa nilai  $\lambda\eta = \frac{2\pi}{N}$ , sehingga persamaan (22) menjadi

$$E_T(k_u) \approx \frac{e^{-\alpha k}}{\pi} \sum_{j=1}^N e^{-i\frac{2\pi}{N}(j-1)(u-1)} e^{iv_j b} \varphi_T(v_j) \eta \quad (23)$$

dengan menerapkan aturan 1/3 simpson pada persamaan (23) diperoleh persamaan nilai ekuitas sebagai berikut

$$E_T(k_u) \approx \frac{e^{-\alpha k}}{\pi} \sum_{j=1}^N e^{-i\frac{2\pi}{N}(j-1)(u-1)} e^{iv_j b} \varphi_T(v_j) \frac{\eta}{3} [3 + (-1)^j - \delta_{j-1}] \quad (24)$$

dengan  $\delta_n$  merupakan fungsi kronecker delta sebagai berikut

$$\delta_n = \begin{cases} 1 & , \text{ untuk } n=0 \\ 0 & , \text{ lainnya} \end{cases}$$

Liabilitas merepresentasikan utang yang dimiliki oleh perusahaan. Nilai harapan liabilitas Model Transformasi *Fast-Fourier* saat jatuh tempo adalah

$$\begin{aligned} L_T &= A_0 - E_T(k_u) \\ &= A_0 - \left[ \frac{e^{-\alpha k}}{\pi} \sum_{j=1}^N \exp\left(\frac{-2\pi(j-1)(u-1)}{N} + ibv_j\right) \varphi_T(v_j) \frac{\eta}{3} (3 + (-1)^j - \delta_{j-1}) \right] \end{aligned} \quad (25)$$

Berdasarkan *default at maturity* perusahaan diasumsikan dapat mengalami kebangkrutan hanya pada saat jatuh tempo pembayaran obligasi, sehingga waktu kebangkrutan  $\tau$  adalah variabel random diskrit yang dapat dinyatakan dengan

$$\tau = \begin{cases} \infty & A_T \geq K \\ 0 & A_T < K \end{cases}$$

Sesuai proses *Variance Gamma*, probabilitas kebangkrutan pada saat jatuh tempo adalah

$$\begin{aligned} P(\tau = T) &= P(A_T < K) \\ &= P(A_0 \exp[rT + X_T^{VG} + wT] < K) \\ &= P\left(\exp[rT + X_T^{VG} + wT] < \frac{K}{A_0}\right) \\ &= P\left(X_T^{VG} < \ln \frac{K}{A_0} - (r + w)T\right) \\ &= \int_{-\infty}^{\ln \frac{K}{A_0} - (r+w)T} \frac{\sqrt{2/k} (x\sqrt{2/k}/\sigma)^{(2/k-1)/2}}{\sigma 2^{(2/k-1)/2} \Gamma(\frac{1}{k}) \sqrt{\pi}} K^{(2/k-1)/2} (x\sqrt{2/k}/\sigma) dx \quad (26) \end{aligned}$$

### 3. METODE PENELITIAN

Data obligasi yang digunakan adalah obligasi yang diterbitkan oleh PT. Bank Danamon Tbk dengan *rating* AAA dengan nama “Obligasi Berkelanjutan I Bank Danamon Tahap I Tahun 2019 Seri B” yang diterbitkan pada tanggal 24 Mei 2019, PT. Bank CIMB Niaga Tbk dengan *rating* AAA dengan nama “Obligasi Berkelanjutan II Bank CIMB Niaga Tahap IV Tahun 2018 Seri C” yang diterbitkan pada tanggal 20 September 2018 dan PT. Bank UOB Indonesia Tbk dengan *rating* AA dengan nama “Obligasi Subordinasi Berkelanjutan II Bank UOB Indonesia Tahap II 2019” yang diterbitkan pada tanggal 5 Juli 2019. Data lengkap obligasi diperoleh dari *website* resmi *Indonesia Bond Pricing Agency* (IBPA) yaitu [www.ibpa.co.id](http://www.ibpa.co.id), sedangkan data aset perusahaan diperoleh dari laporan keuangan bulanan PT. Bank Danamon Tbk periode Mei 2016 - Mei 2019, PT. Bank CIMB Niaga Tbk periode September 2013 - September 2018 dan PT. Bank UOB Indonesia Tbk periode November 2012 – November 2019 dari *website* resmi Otoritas Jasa Keuangan (OJK) yaitu [www.ojk.go.id](http://www.ojk.go.id).

Langkah-langkah yang dilakukan pada model Transformasi *Fast-Fourier* :

1. Mengumpulkan data harga obligasi perusahaan.
2. Mengumpulkan data nilai aset perusahaan.
3. Menghitung nilai *ln return* data aset masing-masing perusahaan
4. Melakukan uji normalitas *Jarque Bera Ln return* data aset.
5. Mendefinisikan fungsi karakteristik *Variance Gamma*
6. Menurunkan empat momen pertama dari *Variance Gamma*
7. Melakukan estimasi parameter-parameter *Variance Gamma* ( $\sigma, k, \theta$ )
8. Memodelkan fungsi karakteristik logaritma  $A_T$ .
9. Menghitung nilai dari fungsi karakteristik logaritma  $A_T$ .
10. Menghitung nilai ekuitas perusahaan
11. Menghitung nilai liabilitas perusahaan
12. Menghitung Peluang Kebangkrutan perusahaan

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini terdapat tiga obligasi yang digunakan yaitu yang pertama adalah Obligasi Berkelanjutan I Bank Danamon Tahap I Tahun 2019 Seri B, yang kedua adalah Obligasi Berkelanjutan II Bank CIMB Niaga Tahap IV Tahun 2018 Seri C, dan yang ketiga adalah Obligasi subordinasi Berkelanjutan II Bank UOB Indonesia Tahap II Tahun 2019.



**Tabel 1. Profil Obligasi**

Jenis	Obligasi I	Obligasi II	Obligasi III
Perusahaan	PT. Bank Danamon Indonesia Tbk	PT. Bank CIMB Niaga Tbk	PT. Bank UOB Indonesia Tbk
Nama Obligasi	Obligasi Berkelanjutan I Bank Danamon Tahap I Tahun 2019 Seri B	Obligasi Berkelanjutan II Bank CIMB Niaga Tahap IV Tahun 2018 Seri C	Obligasi subordinasi Berkelanjutan II Bank UOB Indonesia Tahap II Tahun 2019
Face Value	852.000.000.000	118.000.000.000	650.000.000.000
Kupon	8,55% p.a	8,80% p.a	9,25% p.a
Terbit	24 Mei 2019	20 September 2018	13 November 2019
Jatuh Tempo	24 Mei 2022	20 September 2023	13 November 2026
Periode	3 Tahun	5 Tahun	7 Tahun

**Tabel 2. Data Obligasi**

Data	Obligasi PT. Bank Danamon Tbk	Obligasi PT. Bank CIMB Niaga Tbk	Obligasi PT. Bank UOB Indonesia Tbk
$A_0$	162.482.031.000.000	259.070.857.000.000	105.588.016.000.000
Face Value	852.000.000.000	118.000.000.000	650.000.000.000
Nilai Kupon	72.846.000.000	10.384.000.000	60.125.000.000
Jangka Waktu	36 Bulan	60 Bulan	84 Bulan
Suku Bunga SBI	0,0579	0,0469	0,0571
Kewajiban (K)	1.083.436.000.000	175.023.909.899	1.150.237.000.000

**Tabel 3. Statistik Deskriptif Ln Return Data Aset**

Data	Bank Danamon	Bank CIMB Niaga	Bank UOB
Rata-rata	0,0028096	0,0033766	0,0067713
Variansi	0,0003065	0,0002568	0,0006135
Standar Deviasi	0,0175075	0,0160242	0,0247684
Skewness	1,7180490	0,7500624	0,6142625
Kurtosis	6,9509750	4,8678960	4,4256920

#### 4.2 Valuasi Obligasi Model Transformasi *Fast-Fourier*

Untuk mengetahui apakah *ln return* data aset berdistribusi normal atau tidak, dilakukan uji normalitas *Jarque-Bera* diperoleh nilai *p-value* dari uji *Jarque-Bera* masing-masing perusahaan yaitu PT. Bank Danamon Tbk sebesar  $1,174 \times 10^{-9}$ , PT. Bank CIMB Niaga Tbk sebesar  $7,661 \times 10^{-4}$  dan PT. Bank UOB Indonesia Tbk sebesar  $2,033 \times 10^{-3}$ . Berdasarkan nilai *p-value* dari masing-masing perusahaan dapat disimpulkan bahwa aset ketiga perusahaan tidak berdistribusi normal.

Setelah melakukan uji normalitas, selanjutnya dapat dilakukan estimasi parameter-parameter *Variance Gamma*. Estimasi parameter *Variance Gamma* digunakan untuk menghitung nilai dari fungsi karakteristik logaritma  $A_T$  masing-masing perusahaan.

**Tabel 4. Estimasi Parameter Variance Gamma**

Obligasi	Parameter	Nilai
PT. Bank Danamon Tbk	Volatility ( $\sigma$ )	0,0175075
	Variance ( $k$ )	1,3169920
	Drift ( $\theta$ )	0,0076130
PT. Bank CIMB Niaga Tbk	Volatility ( $\sigma$ )	0,0160242
	Variance ( $k$ )	0,6226318
	Drift ( $\theta$ )	0,0064346
PT. Bank UOB Indonesia Tbk	Volatility ( $\sigma$ )	0,0247684
	Variance ( $k$ )	0,4752307
	Drift ( $\theta$ )	0,0106715

Setelah parameter *Variance Gamma* sudah diketahui, maka dapat dihitung nilai harapan (ekspektasi) ekuitas, liabilitas dan peluang kebangkrutan perusahaan menggunakan model Transformasi *Fast-Fourier* sebagai berikut

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Valuasi Obligasi model Transformasi *Fast-Fourier***

Nilai	Obligasi PT. Bank Danamon Tbk	Obligasi PT. CIMB Niaga Tbk	Obligasi PT.UOB Indonesia Tbk
Ekspektasi Ekuitas	$1,148202 \times 10^{14}$	$1,793657 \times 10^{14}$	$6,419082 \times 10^{13}$
Ekspektasi Liabilitas	$4,766185 \times 10^{13}$	$7,970514 \times 10^{13}$	$4,139719 \times 10^{13}$
Peluang Kebangkrutan	$2,014484 \times 10^{-84}$	$9,84317 \times 10^{-95}$	$3,939513 \times 10^{-48}$

Berdasarkan Tabel 5 obligasi PT. Bank CIMB Niaga Tbk memiliki peluang kebangkrutan yang lebih kecil dibandingkan Obligasi PT. Bank Danamon Tbk dan Obligasi PT.UOB Indonesia Tbk. Berdasarkan data obligasi pada Tabel 2 PT. Bank CIMB Niaga Tbk memiliki nilai aset yang lebih besar serta *Face Value* yang lebih kecil dibandingkan PT. Bank Danamon Tbk dan PT.UOB Indonesia Tbk sehingga peluang kebangkrutan perusahaan PT. Bank CIMB Niaga Tbk menjadi lebih kecil dibandingkan Obligasi PT. Bank Danamon Tbk dan PT.UOB Indonesia Tbk.

## 5. KESIMPULAN

Dengan menerapkan model Transformasi *Fast-Fourier* pada perhitungan Valuasi Obligasi pada PT Bank Danamon Tbk diperoleh nilai ekspektasi ekuitas  $1.148202 \times 10^{14}$ , nilai ekspektasi liabilitas  $4.766185 \times 10^{13}$  dan nilai peluang kebangkrutan  $2.014484 \times 10^{-84}$ . Perhitungan Valuasi Obligasi pada PT. Bank CIMB Niaga Tbk diperoleh nilai ekspektasi ekuitas  $1.793657 \times 10^{14}$ , nilai ekspektasi liabilitas  $7.970514 \times 10^{13}$  dan nilai peluang kebangkrutan  $9.84317 \times 10^{-95}$  dan perhitungan Valuasi Obligasi pada PT. Bank UOB Indonesia Tbk diperoleh nilai ekspektasi ekuitas  $6.419082 \times 10^{13}$ , nilai ekspektasi liabilitas  $4.139719 \times 10^{13}$  dan nilai peluang kebangkrutan  $3.939513 \times 10^{-48}$

Model Transformasi *Fast-Fourier* dapat digunakan untuk memodelkan ekspektasi ekuitas, liabilitas dan peluang kebangkrutan untuk data return aset yang tidak berdistribusi normal. Berdasarkan studi kasus, PT. Bank Danamon Tbk, PT. Bank CIMB Niaga Tbk, dan PT. Bank UOB Indonesia Tbk memiliki peluang kebangkrutan kecil dan ekspektasi liabilitas yang baik sehingga cukup aman bagi investor untuk menginvestasikan dananya pada obligasi tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurakhman, dan Maruddani, D.A.I., 2018, *Pengaruh Skewness Dan Kurtosis Dalam Model Valuasi Obligasi*, Media Statistika, 11(1), 39-51.
- Bain, L.J., dan Engelhardt, M., 1992, *Introduction to Probability and Mathematical Statistics: Second Edition*, Brooks/Cole Cengage Learning, USA.
- Black, F. dan Scholes, M. 1973. *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, *Journal of Political Economy*, 81, 637-654.
- Carr, P., dan Madan, D.B., 1999, *Option valuation using the fast Fourier transform*, *Journal of Computational Finance*, 3, 463-520.
- Fadugba, S.E., dan Nwozo, C.R., 2016, *Valuation of European Call Option via the Fast Fourier Transform and the Improved Mellin Transform*, *Journal of Mathematical Finance*, 6, 338-359.
- Hanafi, M. 2006. *Manajemen Resiko*. Unit Penerbit dan Percetakan Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN. Yogyakarta
- Madan, D.B., dan Seneta, E. 1990. *The Variance Gamma (V.G) Model for Share Market Returns*, *The Journal of Business*, 64(3), 511-524.
- Madan, D.B., Carr, P.P., dan Chang, E.C. 1998. *The Variance Gamma Process and Option Pricing*, *European Finance Review* (2), 79-105.
- Merton, R. 1974. *On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rate*. *Journal of Finance*, 29, 449-470.
- Rahardjo, S. 2003. *Panduan Investasi Obligasi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Ross, S.M., 1996, *Stochastic Processes*, John Wiley & Son, Inc., University of California, Berkeley.
- Ruppert, D. 2015. *Statistics Data Analysis for Financial Engineering. Second Edition*. New York: Springer.
- Syata, I. 2015. *Metode Numerik Untuk Menentukan Nilai Opsi dengan Model Risk Adjusted Pricing Model (RAPM)*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Yuliana, Rika., Agus Budiartanto., Muhammad Agung Prabowo., dan Taufik Arifin. 2011. *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Prediksi Peringkat Obligasi pada Perusahaan Keuangan yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia*. Prosiding Simposium Nasional Akuntansi (SNA) XIV.