ISSN: 2339-2541
JURNAL GAUSSIAN Volume 11, Nomor 4, Tahun 2022, Halaman 532 – 541
Online di: https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/

PENGARUH KONVEKSITAS TERHADAP SENSITIVITAS HARGA JUAL DAN *DELTA-NORMAL VALUE AT RISK* (VAR) PORTOFOLIO OBLIGASI PEMERINTAH MENGGUNAKAN DURASI EKSPONENSIAL

Putri Devitasari[1], Di Asih I Maruddani[2], Puspita Kartikasari[3]
[1,2,3] Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
***e-mail** : putridevitasari2@gmail.com

DOI: 10.14710/j.gauss.11.4.532-541

Article Info:
Received: 2022-09-12
Accepted: 2022-12-12
Available Online: 2023-02-25

Keywords:
*Government Bond; Convexity; Exponential Duration; Delta-Normal VaR; Portfolio***.**

Abstract: Bonds are one of the investment instruments issued by the issuer as proof of debt. Bond investment is relatively safe, but it is possible for investors to experience losses. Investors should always consider that trading a bond is always risky. One of the important bond risks is interest risk. The concept of duration can only explain well for small changes in interest rates but cannot explain well for large changes in interest rates. The estimation of the duration concept will have a larger calculation error with the greater changes in market interest rates that occur so it is necessary to add convexity to improve accuracy. This study aims to estimate the risk of government bonds based on the estimation of bond prices with the effect of convexity. Several studies have shown that exponential duration can predict bond prices more accurately than Macau duration. Exponential duration with convexity will be applied in this study to measure the accurate value of bond prices caused by changes in interest rates. The Delta-Normal VaR portfolio method is used to calculate risk based on estimated bond prices in the form of a portfolio. The formation of this portfolio aims to reduce the losses suffered by investors. This method is applied to four Indonesian government bonds with codes FR0056, FR0059, FR0074, and FR0080. The results showed that the bonds portfolio FR0056 and FR0074 had the smallest risk compared to other portfolios with a weight proportion of 15% for bonds FR0056 and 85% for bonds FR0074.

1. PENDAHULUAN

Ada beberapa cara dalam melakukan investasi, yaitu berinvestasi dalam bentuk aset tunggal atau dalam bentuk portofolio. Salah satu instrumen investasi yang cukup dikenal masyarakat yaitu obligasi. Maruddani & Abdurakhman (2021) mengemukakan obligasi memberikan unsur stabilitas sehingga lebih sering dipilih investor sebagai investasinya. Berinvestasi di obligasi pemerintah lebih menarik bagi investor karena obligasi pemerintah umumnya diasumsikan memiliki risiko yang rendah dibanding obligasi lembaga dan korporasi.

Manurung (2006) mengemukakan bahwa meskipun obligasi relatif aman, tetapi tidak menutup kemungkinan investor mengalami kerugian. Investor harus selalu memandang bahwa perdagangan suatu obligasi selalu mempunyai risiko. Maruddani & Abdurakhman (2021) mengemukakan salah satu risiko obligasi yang penting adalah risiko bunga. Harga obligasi umumnya menurun ketika suku bunga naik dan meningkat ketika suku bunga turun. Hubungan perubahan tingkat bunga terhadap harga obligasi digambarkan dengan kurva cembung (*convex*) sehingga perlu adanya penambahan konveksitas untuk meningkatkan akurasi pada estimasi harga obligasi.

Investor dapat menentukan nilai *Value at Risk* (VaR) sebagai salah satu tolok ukur dalam menetapkan seberapa besar target risiko. Salah satu metode untuk mengukur *Value at Risk* yaitu *Delta-Normal VaR*. Anam et al. (2020) menyatakan bahwa estimasi yang dihasilkan metode ini lebih rendah terhadap volatilitas aset atau portofolio dimasa mendatang dibandingkan metode simulasi Monte-Carlo dan simulasi historis. Tingkat risiko suatu aset atau portofolio akan semakin rendah dengan semakin rendahnya estimasi volatilitas. Keuntungan metode ini lebih mudah digunakan dan memberikan estimasi *Value at Risk* lebih teliti.

Beberapa penelitian terkait ukuran risiko obligasi yaitu Maruddani & Hoyyi (2017) melakukan penelitian dengan membandingkan sensitivitas dari harga obligasi korporasi menggunakan durasi Macaulay dan eksponensial dengan pengaruh konveksitas, Anam et al. (2020) melakukan penelitian tentang pengukuran VaR portofolio obligasi pemerintah menggunakan metode *Delta-Normal* berdasarkan durasi Macaulay, serta Maruddani & Abdurakhman (2021) melakukan pengukuran VaR obligasi pemerintah menggunakan Delta-Normal berdasarkan durasi eksponensial dengan pengaruh konveksitas. Perbedaan pada penelitian ini, penulis berfokus pada pengaruh konveksitas terhadap sensitivitas harga jual dan *Delta-Normal* VaR portofolio pada obligasi pemerintah menggunakan durasi ekponensial. Penilaian kinerja dari portofolio sangat diperlukan agar menambah keyakinan dalam berinvestasi sehingga dilakukan pengukuran kinerja terhadap portofolio yang terbentuk.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Return merupakan pendapatan dari obligasi berupa *yield* atau dapat diartikan sebagai tingkat pengembalian yang diperoleh investor bila menempatkan dananya untuk dibelikan obligasi. *Geometric return* umumnya digunakan untuk menghitung *return* pada data yang bersifat *continous*. Persamaan *geometric return* menurut Jorion (2007) yaitu:

$$R_t = ln\ \frac{P_t}{P_{t-1}} \tag{1}$$

dimana:

R_t : *Return*
P_t : harga periode ke-t
P_{t-1} : harga periode ke t-1

Perhitungan *return* portofolio diperoleh dengan menjumlahkan hasil dari perkalian bobot aset dengan *return* aset (Jorion, 2007) sebagai berikut:

$$R_{p,t} = \sum_{i=1}^{k} w_i R_{i,t} \tag{2}$$

dimana:

$R_{p,t}$: *return* portofolio periode ke-t
k : banyaknya aset pembentuk portofolio
w_i : bobot aset ke-i
$R_{i,t}$: *return* aset ke-i periode ke-t

Durasi merupakan umur ekonomis suatu obligasi atau dapat didefinisikan sebagai banyaknya tahun yang dibutuhkan untuk mengembalikan harga pembelian obligasi. Macaulay mendefinisikan durasi secara matematis sebagai berikut (Maruddani & Hoyyi, 2017):

$$Durasi\ Macaulay = D = \sum_{t=1}^{n} \frac{PV(CF_t)}{P} t \tag{3}$$

Durasi modifikasi digunakan untuk menghitung persentase perubahan harga obligasi karena adanya perubahan tingkat suku bunga tertentu, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

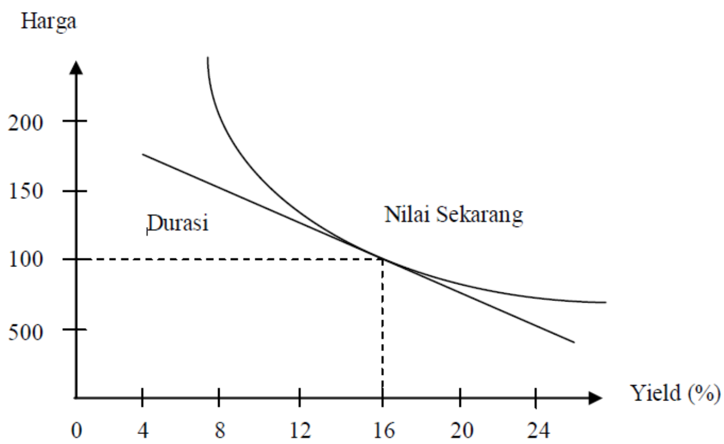
$$D^* = \frac{D}{1+r} \tag{4}$$

Sehingga estimasi harga obligasi berdasarkan durasi Macaulay dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$\widehat{P}_1 = P(1 - D^* \Delta r) \tag{5}$$

dengan:

D	: durasi Macaulay
D*	: durasi modifikasi
t	: periode dimana aliran kas yang diharapkan akan diterima
n	: jumlah periode hingga jatuh tempo
$PV(CF_t)$	: nilai sekarang (*present value*) dari aliran kas (*cash flow*) periode t yang didiskontokan pada tingkat *yield to maturity* (YTM).
P	: harga pasar obligasi
r	: tingkat bunga obligasi
Δr	: perubahan tingkat bunga



Gambar 1. Hubungan Harga dan Bunga Berdasarkan Durasi Modifikasi dengan Nilai Sekarang untuk Obligasi dengan Maturitas 20 Tahun dan Kupon 16%

Gambar 1 menunjukkan semakin kecil perubahan tingkat suku bunga pasar dari tingkat kupon, maka perbedaan antara kedua perhitungan tersebut tidak terlalu besar. Kesalahan perhitungan dengan menggunakan durasi yang dimodifikasi akan semakin membesar dengan semakin besarnya perubahan tingkat suku bunga pasar yang terjadi. Semakin cekung suatu kurva hubungan antara harga obligasi dengan tingkat suku bunga dengan menggunakan metode nilai sekarang, akan semakin besar pula perbedaan antara perhitungan perubahan harga obligasi menggunakan nilai sekarang dengan menggunakan konsep durasi yang dimodifikasi.

Penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa durasi eksponensial dapat memprediksi harga obligasi karena perubahan tingkat bunga lebih akurat dibandingkan dengan durasi Macaulay. Menurut Livingston & Zhou (2003), rumus yang digunakan untuk menghitung estimasi harga obligasi berdasarkan durasi eksponensial adalah sebagai berikut:

$$\widehat{P}_2 = P\exp((-D^*)\Delta r) \tag{6}$$

Konveksitas merupakan turunan kedua harga obligasi terhadap tingkat bunga yang di berikan. Penggunaan durasi dengan penambahan konveksitas akan menghasilkan perhitungan yang lebih akurat dalam menghitung estimasi harga obligasi yang dipengaruhi perubahan tingkat suku bunga. Konsep durasi hanya dapat menjelasakan secara baik untuk perubahan tingkat bunga yang kecil namun tidak dapat menjelaskan secara baik untuk tingkat bunga yang besar, dimana konsep durasi akan memiliki kesalahan perhitungan yang semakin besar dengan semakin besarnya perubahan tingkat suku bunga pasar yang terjadi. Estimasi perhitungan harga obligasi dengan durasi Macaulay kurang akurat karena perubahan tingkat bunga tidak berupa kurva linier melainkan kurva cembung (*convex*) sehingga perlu ditambahkan pengaruh konveksitas pada estimasi harga obligsi. Rumus konveksitas menurut Maruddani & Hoyyi (2017) sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{P(1+r)^2} \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{P(1+r)^t} x \ (t^2 + t) \tag{7}$$

Berdasarkan perumusan konveksitas, rumus estimasi harga obligasi berdasarkan durasi Macaulay dengan pengaruh konveksitas yaitu sebagai berikut (Maruddani & Hoyyi, 2017):

$$\widehat{P}_3 = \ P(1 - D^* \Delta r) + V(\Delta r)^2 \tag{8}$$

Rumus estimasi harga obligasi berdasarkan durasi eksponensial dengan pengaruh konveksitas menurut Livingston & Zhou (2003) adalah sebagai berikut:

$$\widehat{P}_4 = \ P\exp(-D^* \Delta r)\exp((-\frac{{D^*}^2}{2} + V)\Delta r^2) \tag{9}$$

Portofolio adalah gabungan dua atau lebih sekuritas yang terpilih sebagai target investasi dari investor pada suatu kurun waktu tertentu dengan suatu ketentuan tertentu (Jorion, 2007)**.** Pembentukan portofolio seorang investor berusaha memaksimalkan pengembalian yang diharapkan (*expected return*) dari investasi dengan tingkat risiko tertentu atau dapat dikatakan portofolio yang dibentuk dapat memberikan tingkat risiko terendah dengan *expected return* (tingkat keuntungan) tertentu. Portofolio yang dapat memenuhi ketentuan tersebut merupakan portofolio efisien (Tandelilin, 2010). Besarnya durasi portofolio yang digunakan untuk mengestimasi bobot atau proporsi aset pembentuk portofolio ditentukan sendiri oleh investor dengan mempertimbangkan nilai durasi obligasi pembentuk portofolio. Portofolio 2 obligasi, diperoleh rumus sebagai berikut (Obadović et al., 2016):

$$w_2 = \frac{D_1 - D_p}{D_1 - D_2} \tag{10}$$

$$w_1 = 1 - w_2 \tag{11}$$

dengan D_p adalah durasi portofolio, D_1 adalah durasi aset 1, D_2 adalah durasi aset 2, w_1 adalah bobot aset 1, dan w_2 adalah bobot aset 2.

Salah satu teknik pengukuran risiko menurut Jorion (2007) yaitu *Value at Risk* (VaR). VaR merupakan metode perhitungan *market risk* untuk menentukan risiko kerugian maksimum yang dapat terjadi pada suatu aset, baik aset tunggal ataupun portofolio. Salah satu metode untuk mengukur nilai VaR adalah Delta-Normal VaR. Kelebihan metode Delta-Normal VaR yaitu mudah digunakan dan dapat menghasilkan nilai VaR lebih akurat, akan tetapi menggunakan asumsi bahwa *return* aset dan *return* portofolio harus berdistribusi normal.

a. VaR dengan Perhitungan Durasi

Rumus perhitungan nilai VaR berdasarkan durasi menurut Obadović et al. (2016) yaitu:

$$VaR = PD^{*}Z_{(\alpha)}\sigma \tag{12}$$

dengan :

P : nilai pasar dari obligasi

D^{*} : durasi modifikasi

$Z_{(\alpha)}$: nilai Z untuk distribusi normal pada tingkat kepercayaan tertentu

σ : volatilitas atau standar deviasi *return* suatu aset

b. VaR Portofolio

VaR portofolio dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$VaR_p = \sqrt{w_1^2\,VaR_1^2 + w_2^2\,VaR_2^2 + 2w_1w_2\,\rho_{12}\,VaR_1\,VaR_2} \tag{13}$$

dengan:

w_1 dan w_2 : besar bobot aset pertama dan kedua dalam portofolio

VaR_1 dan VaR_2 : nilai VaR aset pertama dan kedua

ρ_{12} : nilai korelasi dari *return* aset pertama dan kedua

Nilai VaR yang sudah diperkirakan tidak boleh diterima begitu saja. Uji verifikasi model VaR diperlukan untuk mengukur validitas model yang digunakan. Salah satu alat yang digunakan untuk menentukan validitas dalam menguji nilai VaR adalah *Likelihood Ratio* dengan persamaan rumus menurut Kupiec (1995) sebagai berikut:

$$LR = -2ln[(1-p)^{T-N}p^{N}] + 2ln\left[\left(1-\frac{N}{T}\right)^{T-N}\left(\frac{N}{T}\right)^{N}\right] \tag{14}$$

dengan:

p : probabilitas

T : banyaknya observasi

N : banyaknya penyimpangan

Menggunakan tingkat kepercayaan 95%, model dapat diterima jika mempunyai nilai LR < 3,841.

Indeks Sharpe merupakan rasio kompensasi terhadap total risiko. Semakin tinggi nilai Indeks Sharpe suatu portofolio dibandingkan portofolio lainnya, maka semakin baik pula kinerja portofolio tersebut. Indeks Sharpe dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Tandelilin, 2010):

$$\hat{S}_p = \frac{\overline{R}_p - \overline{R}_f}{\sigma_p} \tag{15}$$

dengan :

$\hat{S}_p$: *Indeks Sharpe* portofolio

$\bar{R}_p$: rata-rata *return* portofolio selama periode pengamatan

$\bar{R}_f$: rata-rata *return* bebas risiko selama periode pengamatan

σ_p : standar deviasi dari *return* portofolio selama periode pengamatan

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang terdiri dari data harga pasar obligasi pemerintah yang di peroleh dari situs web Bank Central Asia (www.bca.co.id) dan data obligasi pemerintah dengan kode seri *Fixed Rate* (FR) yang didapatkan dari situs web Bursa Efek Indonesia (www.idx.co.id).

Variabel data pada penelitian ini yaitu obligasi Negara Republik Indonesia Seri FR0056, Seri FR0059, Seri FR0074, dan Seri FR0080 serta data harga pasar periode 9 Agustus 2021 hingga 25 Februari 2022 sebanyak 137 data tiap obligasi. Obligasi dipilih karena memiliki *time to maturity* (umur obligasi) yang sama.

Adapun tahapan analisis dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan dan memilih obligasi pemerintah seri *Fixed Rate* (FR) serta mendata harga pasar obligasi yang akan dianalisis.
2. Menghitung nilai durasi Macaulay, durasi modifikasi, dan konveksitas.
3. Menghitung pengaruh konveksitas terhadap harga pasar obligasi menggunakan durasi Eskponensial.
4. Menghitung nilai *return* harga pasar obligasi.
5. Menghitung nilai korelasi *return* harga pasar obligasi berdasarkan konsep diversifikasi.
6. Pengujian normalitas *return* harga obligasi menggunakan Kolmogorov-Smirnov.
7. Menentukan durasi portofolio dan menghitung bobot obligasi berdasarkan durasi portofolionya.
8. Menghitung *return* portofolio dan pengujian normalitas *return* portofolio menggunakan Kolmogorov-Smirnov.
9. Menghitung volatilitas *return* harga pasar obligasi.
10. Menghitung *Value at Risk* aset tunggal berdasarkan durasi dan *Value at Risk* portofolio menggunakan Delta-Normal VaR.
11. Uji verifikasi model VaR menggunakan *Likelihood Ratio*.
12. Menghitung kinerja portofolio menggunakan Indeks Sharpe.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan obligasi pemerintah seri *Fixed Rate* (FR) dengan detail data obligasi diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Detail Obligasi Pemerintah

Obligasi	*Coupon Rate*	*Face Value*	*First Trading Date*	*Maturity Date*
FR0056	8,375%	Rp 121.394.000.000.000	24 September 2010	15 September 2026
FR0059	7,00%	Rp 117.080.000.000.000	16 September 2011	15 Mei 2027
FR0074	7,50%	Rp 50.831.140.000.000	10 Nopember 2016	15 Agustus 2032
FR0080	7,50%	Rp 109.138.300.000.000	05 Juli 2019	15 Juni 2035

Sumber: BEI

Durasi digunakan investor dalam memprediksi sensitivitas dari harga obligasi yang dipengaruhi oleh perubahan tingkat bunga. Hasil analisis durasi Macaulay, durasi modifikasi, dan konveksitas diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Durasi dan Konveksitas

Obligasi	D	D^*	V

FR0056	9,09272	8,39005	438,91029
FR0059	9,86814	9,22256	502,05135
FR0074	9,57434	8,90636	477,89388
FR0080	9,57434	8,90636	477,89388

Penggunaan durasi dengan penambahan konveksitas akan menghasilkan perhitungan yang lebih baik dan akurat dalam menghitung estimasi harga obligasi yang dipengaruhi oleh perubahan tingkat bunga. Berikut adalah perhitungan estimasi harga obligasi FR0056 periode 9 Agustus 2021 berdasarkan durasi eksponensial dengan pengaruh konveksitas.

$$\hat{P}_4 = P\exp(-D^*\Delta r)\exp((-\frac{{D^*}^2}{2} + V)\Delta r^2)$$
$$= 113{,}45(\exp((-8{,}39005)(0{,}25\%)))(\exp((-\frac{(8{,}39005)^2}{2} + 438{,}91029)(0{,}25\%)^2))$$
$$= 111{,}376$$

Data Bank Indonesia menyebutkan tingkat bunga selama periode Februari 2021 hingga Juni 2022 mengalami *flat rate* sebesar 3,50%. Bagaimana jika dimasa mendatang tingkat bunga tersebut mengalami kenaikan seperti periode tahun sebelumnya. Tingkat bunga pada penelitian ini dimisalkan mengalami kenaikan sebesar 0,25%. Kenaikan tingkat bunga tersebut menjadi dasar penentuan estimasi harga obligasi. Hasil estimasi harga obligasi FR0056 setelah adanya pengaruh konveksitas sebesar 111,376.

Tabel 3. Analisis Estimasi Harga Pasar dan Nilai *Error* Harga Obligasi

Keterangan	Obligasi			
	FR0056	FR0059	FR0074	FR0080
Harga Pasar Obligasi	113,450	107,100	107,150	105,250
Estimasi Harga Obligasi berdasarkan Durasi Macaulay dengan Konveksitas	111,073	104,634	104,767	102,910
Estimasi Harga Obligasi berdasarkan Durasi Eksponensial dengan Konveksitas	111,376	104,960	105,078	103,215
Error Estimasi Harga Obligasi berdasarkan Durasi Macaulay dengan Konveksitas	2,377	2,466	2,383	2,340
Error Estimasi Harga Obligasi berdasarkan Durasi Ekponensial dengan Konveksitas	2,074	2,140	2,072	2,035

Hasil perhitungan nilai *error* harga obligasi berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa estimasi harga berdasarkan durasi eksponensial dengan pengaruh konveksitas menghasilkan nilai *error* lebih kecil dibandingkan estimasi harga berdasarkan durasi Macaulay dengan pengaruh konveksitas, sehingga diketahui penggunaan durasi eksponensial lebih baik dibandingkan dengan penggunaan durasi Macaulay. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa prediksi harga obligasi akan lebih tepat dan akurat jika menggunakan durasi eksponensial dengan pengaruh konveksitas.

Selanjutnya dilakukan pembentukan portofolio. Tujuan pembentukan portofolio yaitu untuk mengurangi kerugian yang diderita investor. Pada penelitian ini akan dibentuk portofolio kombinasi dua aset. Sampel yang dipilih terdiri dari empat obligasi maka akan terbentuk portofolio yaitu FR0056 dan FR0059, FR0056 dan FR0074, FR0056 dan FR0080, FR0059 dan FR0074, FR0059 dan FR0080, serta FR0074 dan FR0080. Sebelum menghitung bobot obligasi pembentuk portofolio, penulis terlebih dahulu menentukan durasi portofolio. Durasi portofolio yang diambil adalah 9,5 untuk kombinasi yang terbentuk, kecuali untuk kasus FR0059 dan FR0074 serta FR0059 dan FR0080 yang apabila diambil durasi 9,5 menyebabkan bobot bernilai negatif dan pada FR0074 dan FR0080 jika diambil durasi dengan nilai berapapun akan menghasilkan nilai nol karena mempunyai nilai durasi Macaulay yang sama. Hasil analisis perhitungan bobot untuk masing-masing portofolio obligasi diberikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis Bobot Portofolio Obligasi

Portofolio Obligasi	Durasi	w_1	w_2
FR0056 & FR0059	9,5	0,47476	0,52524
FR0056 & FR0074	9,5	0,15434	0,84566
FR0056 & FR0080	9,5	0,15434	0,84566
FR0059 & FR0074	9,7	0,42772	0,57228
FR0059 & FR0080	9,7	0,42772	0,57228
FR0074 & FR0080	9,5	0	0

Nilai portofolio obligasi FR0056 dan FR0059 berdasarkan Tabel 4 sebesar 0,47476 atau 47% dan 0,52524 atau 53%, artinya untuk mendapatkan investasi yang optimal maka portofolio dilakukan dengan pembagian 47% untuk obligasi FR0056 dan 53% untuk obligasi FR0059. Begitupun untuk seluruh portofolio.

Pengujian normalitas dilakukan setelah mendapatkan nilai *return* portofolio. Hasil analisis pengujian normalitas *return* portofolio diberikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Pengujian Normalitas *Return* Portofolio

Obligasi	*p-value*	α	Kesimpulan
FR0056 & FR0059	0,8698	0,05	Normal
FR0056 & FR0074	0,2588	0,05	Normal
FR0056 & FR0080	0,1678	0,05	Normal
FR0059 & FR0074	0,4709	0,05	Normal
FR0059 & FR0080	0,1878	0,05	Normal
FR0074 & FR0080	< 2,2e-16	0,05	Tidak Normal

Portofolio obligasi FR0074 & FR0080 tidak berdistribusi normal sehingga tidak dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Volatilitas dalam VaR diartikan sebagai besarnya fluktuasi harga suatu aset. Hasil perhitungan volatilitas untuk masing-masing obligasi yaitu FR0056 sebesar 0,00198, FR0059 sebesar 0,00189, FR0074 sebesar 0,00273, dan FR0080 sebesar 0,00332. Obligasi terbaik dalam berinvestasi adalah obligasi FR0059 karena mempunyai nilai volatilitas paling kecil dibandingkan ketiga obligasi lainnya, di mana semakin kecil estimasi volatilitas suatu obligasi maka semakin kecil pula tingkat risikonya. Nilai volatilitas tersebut selanjutnya akan digunakan dalam analisis perhitungan nilai VaR. Hasil analisis estimasi nilai VaR portofolio diberikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Estimasi *Value at Risk* dan Kinerja Portofolio

Obligasi	*Value at Risk* Portofolio (VaR_p)	Persentase VaR_p	Kinerja Portofolio

FR0056 & FR0059	Rp 2.593.187.180.549,63	1,09%	-0,13327370
FR0056 & FR0074	Rp 1.902.495.343.387,54	1,10%	-0,09090848
FR0056 & FR0080	Rp 4.668.903.532.783,57	2,03%	-0,04168682
FR0059 & FR0074	Rp 2.081.039.239.671,99	1,24%	-0,10311386
FR0059 & FR0080	Rp 3.854.752.112.181,14	1,70%	-0,05760477

Tabel 6 menunjukkan bahwa VaR suatu portofolio memiliki nilai yang variatif tergantung pada pasangan obligasinya. Portofolio obligasi FR0056 dan FR0074 merupakan portofolio dengan nilai VaR terkecil yaitu sebesar Rp 1.902.495.343.387,54 atau 1,10% dari total pasar. Hal tersebut dapat diartikan bahwa kerugian maksimal yang diterima investor untuk jangka waktu satu hari kedepan jika berivestasi pada portofolio obligasi FR0056 dan FR0074 dengan tingkat kepercayaan 95% adalah sebesar Rp 1.902.495.343.387,54 atau 1,10% dari total pasar. Maka berdasarkan perhitungan VaR di atas, portofolio obligasi FR0056 dan FR0074 merupakan portofolio terbaik untuk berinvestasi dikarenakan mempunyai nilai risiko paling kecil dibandingkan portofolio lainnya yaitu sebesar Rp 1.902.495.343.387,54 atau 1,10% dari total nilai pasar.

Nilai VaR yang sudah diperkirakan tidak boleh diterima begitu saja. Uji verifikasi model VaR diperlukan untuk mengukur validitas model yang digunakan. Model VaR yang telah dibuat akan dibandingkan dengan kerugian aktual obligasi yang digunakan sebagai acuan untuk menguji model VaR tersebut. Hasil pengujian model VaR yang dilakukan selama 137 hari pada obligasi FR0074 terdapat 12 buah penyimpangan kerugian aktual harian dan dihasilkan nilai LR sebesar 3,362. Pada taraf signifikansi 5%, nilai LR (3,362) $<$ $x^2_{(1;0,05)}(3{,}841)$ sehingga diketahui bahwa estimasi model VaR yang diperoleh menggunakan Delta-Normal VaR adalah valid. Berdasarkan hal tersebut, maka terbukti bahwa metode Delta-Normal dapat digunakan pada analisis perhitungan VaR dalam investasi obligasi.

Penilaian kinerja dari portofolio sangat diperlukan agar menambah keyakinan dalam berinvestasi sehingga dilakukan pengukuran kinerja terhadap portofolio yang terbentuk menggunakan Indeks Sharpe. Semakin tinggi Indeks Sharpe suatu portofolio dibanding portofolio lainnya, maka semakin baik kinerja portofolio tersebut. Kinerja terendah berdasarkan Tabel 6 yaitu portofolio FR0056 dan FR0059 sebesar -0,13327370, sedangkan kinerja tertinggi adalah portofolio FR0056 dan FR0080 sebesar -0,04168682. Secara keseluruhan portofolio bernilai negatif sehingga perlu dilakukan evaluasi lagi di masa mendatang terhadap portofolio dari dua obligasi yang terbentuk.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perhitungan estimasi harga berdasarkan durasi eksponensial dengan pengaruh konveksitas menghasilkan nilai *error* lebih kecil dibandingkan estimasi harga berdasarkan durasi Macaulay dengan pengaruh konveksitas, sehingga diketahui penggunaan durasi eksponensial lebih baik dibandingkan dengan penggunaan durasi Macaulay. Maka dapat disimpulkan bahwa prediksi harga obligasi akan lebih tepat dan akurat jika menggunakan durasi eksponensial dengan pengaruh konveksitas.
2. Portofolio obligasi FR0056 dan FR0074 merupakan portofolio dengan nilai VaR terkecil yaitu sebesar Rp 1.902.495.343.387,54 atau 1,10% dari total pasar, dimana untuk mendapatkan investasi yang optimal maka portofolio dilakukan dengan pembagian 15% untuk obligasi FR0056 dan 85% untuk obligasi FR0074.

3. Uji verifikasi menunjukkan estimasi model VaR valid karena mempunyai nilai LR (3,362) $< x^2_{(1;0,05)}(3{,}841)$ sehingga terbukti bahwa metode Delta-Normal dapat digunakan pada analisis perhitungan VaR dalam investasi obligasi.
4. Secara keseluruhan kinerja portofolio bernilai negatif sehingga perlu dilakukan evaluasi lagi di masa mendatang terhadap portofolio dari dua obligasi yang terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

Anam, K., Asih, D., Maruddani, I., & Kartikasari, P. 2020. Pengukuran Value At-Risk pada Portofolio Obligasi dengan Metode Varian-Kovarian. *Jurnal Gaussian*, *9*(4), 434–443. https://doi.org/10.14710/J.GAUSS.V9I4.29012.

BCA. 2022. *Data Produk Obligasi Pasar Sekunder*. https://www.bca.co.id/id/Individu/produk/Investasi-dan-Asuransi/obligasi/Pilihan-Produk-Obligasi. Diakses pada 28 Februari 2022.

BEI. 2022. *Data Obligasi dan Sukuk : Perdagangan ETP (Securities List)*. https://www.idx.co.id/id-id/data-pasar/data-obligasi-sukuk/perdagangan-etp/. Diakses 28 Februari 2022.

Jorion, P. 2007. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk* (Third Edit). McGraw-Hill Internasional Edition.

Kupiec, P. H. 1995. Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models. *The Journal of Derivatives*, *3*(2), 73–84. https://doi.org/10.3905/JOD.1995.407942.

Manurung, A. H. 2006. *Dasar-dasar Investasi Obligasi*. PT Elex Media Komputindo.

Maruddani, D. A. I., & Abdurakhman. 2021. Delta-Normal Value at Risk Using Exponential Duration with Convexity for Measuring Government Bond Risk. *DLSU Business and Economics Review*, *31*(1), 72–80.

Maruddani, D. A. I., & Hoyyi, A. 2017. Perbandingan Sensitivitas Harga Obligasi Berdasarkan Durasi Macaulay dan Durasi Eksponensial dengan Pengaruh Konveksitas (Studi Empiris pada Data Obligasi Korporasi Indonesia yang Terbit Tahun 2015). *Media Statistika*, *10*(1), 25–36. https://doi.org/10.14710/medstat.10.1.25-36.

Obadović, M., Petrović, E., Vunjak, N., & Ilić, M. 2016. Assessing the Accuracy of Delta-Normal VaR Evaluation for Serbian Government Bond Portfolio. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, *29*(1), 475–484. https://doi.org/10.1080/1331677X.2016.1174391.

Tandelilin, E. 2010. *Portofolio dan Investasi* (Pertama). Penerbit Kanisius.