

PENDEKATAN MODEL KMV MERTON UNTUK PENGUKURAN NILAI RISIKO KREDIT OBLIGASI *EXPECTED DEFAULT FREQUENCY* (EDF) DILENGKAPI GUI R

Agil Setyo Anggoro^{1*}, Mustafid², Puspita Kartikasari³

^{1,2,3}Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

*e-mail: agilsetyo15@gmail.com

DOI: 10.14710/j.gauss.12.1.92-103

Article Info:

Received: 2022-09-28

Accepted: 2022-12-02

Available Online: 2023-05-04

Keywords:

Investment; Bonds; KMV Merton; Credit Risk; Expected Default Frequency (EDF); Shiny Package.

Abstract: Bonds are debt securities from the issuer to bondholders with a promise to pay off the principal and the coupon at maturity. Bond investing can generate income while also posing investment risks. One of the risks connected with bond investing is credit risk, which might manifest as a firm collapsing (default). The KMV Merton model approach is one method of measuring bond credit risk. This Merton KMV model computes the Expected Default Frequency (EDF), which is the likelihood of a firm failing in the following years or years. The data processing system using the Graphical User Interface (GUI) can facilitate the analysis process by implementing the Shiny Package in the R studio program. This research case makes use of up to 48 months of monthly corporate asset data from January 2018 to December 2021. The results obtained the value of Expected Default Frequency (EDF) in each company, namely PT Bank Mandiri Tbk obtained a value of 0% and PT Bank Rakyat Indonesia Tbk obtained a value of 1,406668E-113%. Because PT Bank Rakyat Indonesia Tbk's percentage return is higher than that of PT Bank Mandiri Tbk, investors would be better off investing in bonds at PT Bank Mandiri Tbk.

1. PENDAHULUAN

Masyarakat saat ini dihadapkan berbagai macam instrumen investasi di pasar modal yang kini semakin berkembang sehingga banyak orang yang tertarik menggunakan pasar modal untuk berinvestasi. Instrumen investasi yang relatif lebih aman yaitu salah satunya obligasi, hal ini tidak seperti instrumen saham karena bergantung pada pendapatan entitas penerbit yang setiap tahun tidak dapat diprediksi secara akurat. Investasi obligasi menawarkan pendapatan, tetapi juga membawa risiko investasi. Risiko yang terjadi berupa kegagalan bisnis (*default*). Risiko yang timbul dalam berinvestasi di *bonds* yaitu *credit risk*, terjadi jika pihak lain dalam kontrak transaksi bisnis (*counterparty*) tidak bisa memenuhi kewajibannya (*wanprestasi*) untuk membayar utang pada saat jatuh tempo (Susanto *et al.*, 2016).

Model struktural khususnya perusahaan diperkirakan gagal saat value aset korporasi nilainya dibawah batas teliti yang ditentukan yang sudah habis masa waktunya, pendekatan model struktural salah satunya dapat menghitung risiko kredit. Pemodelan struktural diperkenalkan pada makalah konferensi pemilihan harga Opsi yang awalnya dipromosikan oleh kedua ilmuan yaitu Fischer Black dan Myron Scholes pada tahun 1973. Satu tahun kemudian dikembangkan kembali oleh Merton pada tahun 1974 model risiko kegagalan bisnis menggunakan model Black-Scholes yang dimodifikasi (Merton, 1974). Oldrich Vasicek dan Stephen Kealhofer memodifikasi model Merton yang dinamakan model VK kemudian model ini dikembangkan kembali oleh perusahaan konsultasi di bidang *finance* bertempat di negara Amerika Serikat (AS) kemudian memberikan penamaan model KMV

SMerton diakhir tahun 1980. Model KMV Merton menggunakan dasar pemikiran model yang ada pada Merton Model pada tahun 1974.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Yusof dan Jaffar (2015) tentang analisis model KMV Merton dalam meramalkan *default* perusahaan Mithril Berhad yang digunakan sebagai sampel data perhitungan sebelum terdaftar di PN17 diperoleh hasil *Probability of default* sebesar 46.77 % hasil menunjukkan tingginya kemungkinan risiko gagal bayar pada perusahaan tersebut. Model KMV Merton mampu meramalkan *default* (gagal bayar) masa depan perusahaan di PN17 dan model KMV Merton juga dikatakan dapat memberikan gambaran yang lebih baik mengenai kondisi keuangan suatu perusahaan sebelum tercatat sebagai perusahaan di PN17. Penelitian sebelumnya oleh Hadad *et al.* (2004) digunakan model KMV-Merton untuk memperhitungkan nilai risiko kredit korporasi umum, hasil yang diperoleh dapat disimpulkan dengan menggunakan Merton model memperoleh hasil yang cukup baik sehingga dapat memperkirakan potensi kerugian yang dialami perusahaan umum terlebih di Indonesia. Penelitian ini dilakukan menghitung nilai *Expected Default Frequency* (EDF) dalam menentukan kemungkinan kegagalan korporasi berdasarkan *Distance to Default* (DD) menggunakan pendekatan model KMV Merton. Penelitian ini diharapkan dapat mengukur nilai risiko kredit obligasi sehingga dapat memberikan estimasi kegagalan perusahaan bagi investor.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Obligasi adalah surat utang yang dapat dipindah tangankan berisi janji dari pihak yang menerbitkan untuk membayar imbalan berupa bunga pada periode tertentu dan melunasi pokok utang pada waktu yang telah ditentukan kepada pihak investor atau pembeli obligasi (Tandelilin, 2017). Najmuddin dan Faisal (2016) mengemukakan bahwa berdasarkan penerbit obligasi (*issuer*) dibagi menjadi; *Government Bond, Municipal bonds* dan *Corporate Bond* kemudian berdasarkan suku bunga obligasi dibagi menjadi; *Fixed rate Bond, Floating rate Bond, Coupon Bond* dan *Zero Coupon Bond*.

Kasidi (2014) mengemukakan bahwa risiko kredit bisa terjadi terhadap investor bila *issuer* instrumen obligasi tak mampu menunaikan keharusan dasar atau membayar bunga saat habis waktu yang telah ditentukan. *Structural Model* merupakan salah satu pendekatan utama pada pemodelan risiko kredit, awalnya dilansir oleh Black dan Scholes tahun 1973 kemudian dikembangkan oleh Merton tahun 1974. Merton (1974) menjelaskan kegagalan korporasi dapat diperkirakan dengan menggunakan beberapa variabel seperti nilai total aset perusahaan, ekuitas dan utang perusahaan. Nilai utang terus membengkak dan aset yang semakin menipis perusahaan dapat dipastikan tidak dapat membayar utang tersebut sehingga mengakibatkan terjadinya *default*.

Walpole *et al.* (2016) mengemukakan bahwa faktor acak X didapati berdistribusi Gauss menggunakan nilai rataan yang dilambangkan (μ) dan nilai variansi yang dilambangkan (σ^2) kemudian diberikan notasi $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ memiliki formula *probability density function* diberikan pada Persamaan 1.

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (1)$$

keterangan nilai $-\infty < x < \infty$, dengan $-\infty < \mu < \infty$ dan $0 < \sigma < \infty$

substitusi $z = \frac{x-\mu}{\sigma}$ Persamaan (1) membuat *standard Normal density function* diberikan pada Persamaan 2.

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}, \quad -\infty < z < \infty \quad (2)$$

notasi $z \sim N(0,1)$ merupakan *standard Normal distribution* menggunakan nilai rata-ran (nol) dan nilai *variance* (satu) memiliki formula *cumulative standard Normal distribution* diberikan pada Persamaan 3.

$$\Phi(z) = P(Z \leq z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{x^2}{2}} dx \quad (3)$$

Walpole *at al.* (2016) mengemukakan peubah acak kontinu dinotasikan X berdistribusi Lognormal jika $\ln(X)$ berdistribusi Normal dengan rata-ran (μ) dan standar deviasi (σ) dengan fungsi padat peluangnya diberikan pada Persamaan 4.

$$f(x; \mu, \sigma) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma x}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}[\ln(x)-\mu]^2}, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases} \quad (4)$$

Rataan dan variansi dari distribusi Lognormal adalah diberikan pada Persamaan 5.

$$E(X) = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}} \text{ dan } Var(X) = e^{2\mu + \sigma^2} \cdot (\sigma^2 - 1) \quad (5)$$

Asdriargo *at al.* (2012) mengemukakan bahwa pada Uji *Jarque Bera* berlandaskan menggunakan nilai *Skewness* (S) dan nilai *Kurtosis* (K) dari data yang dianalisis. Von dan Hain (2010) mengemukakan bahwa prosedur uji *Jarque Bera* untuk menguji Normalitas suatu data memiliki hipotesis:

H_0 : *return* (mendekati distribusi normal)

H_1 : *return* (tidak mendekati distribusi normal).

Taraf signifikansi yang digunakan adalah α keputusan H_0 ditolak apabila nilai $JB > \chi_2^2$ atau jika nilai *probability* < *sig* α dan statistik uji diberikan pada Persamaan 6.

$$JB = \frac{n}{6} \left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right) \quad (6)$$

keterangan: S adalah nilai *Skewness* dan K adalah *Kurtosis* dengan rumus $S = \frac{j_3}{(j_2)^{1,5}}$ dan

$$K = \frac{j_4}{(j_2)^2}$$

dengan: $j_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$, $j_3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$ dan $j_4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$

Dmouj (2006) mengemukakan bahwa proses stokastik merupakan himpunan variabel acak $\{X(t, \omega), t \in T\}$ yang bergantung pada waktu. Semua nilai yang mungkin dapat terjadi pada variabel acak $X(t, \omega)$ disebut (*states*). Nilai t dari T disebut indeks atau parameter waktu, dengan parameter waktu ini proses stokastik dapat dibedakan menjadi dua bentuk yaitu:

- Jika $T = \{0,1,2,3, \dots\}$ maka proses stokastik berparameter berparameter dengan jenis data diskrit dan dinyatakan dengan notasi $\{X_n\}$.
- Jika $T = \{t \mid t \geq 0\}$ maka proses stokastik berparameter berparameter dengan jenis data kontinu dan dinyatakan dengan notasi $\{X(t) \mid t \geq 0\}$.

Gerak Brown awal mula diperkenalkan oleh seorang ilmuwan Robert Brown pada tahun 1827, Robert Brown melakukan penelitian terhadap gerakan sejumlah partikel kecil yang tidak beraturan yang dikenal dengan gerak Brown. Dmouj (2006) mengemukakan bahwa *stochastic process* dengan notasi $\{W(t), t \geq 0\}$ dikatakan *Brown Motion Process* (BMP) ketika memenuhi beberapa kriteria seperti berikut:

- $W(0) = 0$ dan kenaikannya bersifat kontinu.
- Pergerakan atau kenaikan pada interval waktu merupakan variabel random yang saling bebas.
- $W(t) \sim N(0, \sigma^2(t))$ dengan nilai $t > 0$, $W(t)$ berdistribusi gauss dengan rata-ran (0) dan variansi $\sigma^2(t)$.

Brown Motion Process dapat dikatakan sebagai *Wiener Process*. Ketika nilai variansi 1 maka dapat dikatakan sebagai proses *Standard Brownian Motion* (SBM).

Volatilitas merupakan naik turunnya (fluktuasi) jumlah arus kas yang dimiliki perusahaan, sebagai ukuran statistik. Harga aset perusahaan dapat dihitung nilai *return* menggunakan rumus pada Persamaan 7.

$$r_t = \ln R_t = \ln \left(\frac{V_t}{V_{t-1}} \right) \quad (7)$$

keterangan:

V_t : *value* aset saat waktu ke-t

V_{t-1} : *value* aset saat waktu t-1

Sugiyono (2013) mengemukakan bahwa penerapan Logaritma Natural (Ln) pada penelitian dengan tujuan untuk meredakan fluktuasi data yang berlebihan dan membuat nilai *return* menjadi konsisten. Ln *return* rata-rata (μ) dilakukan guna menaksir varian per periode diformulasikan pada Persamaan 8 dan untuk menghitung rata-rata (μ) diformulasikan pada Persamaan 9.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2 \quad (8)$$

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n r_t \quad (9)$$

Standar deviasi merupakan suatu estimasi volatilitas dari nilai aset, diberikan pada Persamaan 10.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2} \quad (10)$$

Pemodelan struktural diperkenalkan pada makalah konferensi pemilihan harga Opsi dengan nama model Black-Scholes awalnya dipromosikan oleh kedua ilmuwan yaitu Fischer Black dan Myron Scholes pada tahun 1973. Selanjutnya satu tahun kemudian dikembangkan kembali oleh Merton pada tahun 1974, model risiko kegagalan bisnis menggunakan model Black-Scholes yang dimodifikasi (Merton, 1974). Oldrich Vasicek dan Stephen Kealhofer memodifikasi model Merton yang dinamakan model VK kemudian model ini dikembangkan kembali oleh perusahaan konsultasi di bidang *finance* bertempat di negara Amerika Serikat (AS) kemudian memberikan penamaan model KMV Merton diakhir tahun 1980. Model KMV Merton menggunakan dasar pemikiran model yang ada pada Merton model di tahun 1974.

Model KMV Merton dalam penerapannya dapat menghitung potensi kegagalan korporasi dalam menjalankan bisnisnya khususnya di instrumen obligasi kepada investor yang menanamkan dananya di korporasi yang menerbitkan obligasi. Agus (2014) mengemukakan bahwa model KMV Merton memiliki keunggulan, yaitu difokuskan dalam memperkirakan kegagalan korporasi (*default*) saat membayar utang di masa habis waktunya. Model KMV juga mempunyai kelemahan, yaitu tidak bisa memilah utang dengan waktu yang lama berdasar keamanannya, *convertibility*, serta aset yang berwujud dan tidak berwujud selaku jaminan.

Merton model pada tahun 1974 menunjukkan *value* keharusan (*liability*) dan *value* ekuitas (*equity*) harga dan kemungkinan kegagalan (*default*) dapat ditaksir yang dikemukakan oleh Black-Scholes tahun 1973. Persamaannya diberikan pada Persamaan 11.

$$V_t = F(V_t, \tau) + E(V_t, t) \quad (11)$$

keterangan:

V_t : *Value* total aset korporasi saat waktu t

τ : Periode sampai habis masa waktu obligasi ($T - t$)

$F(V_t, \tau)$: *Value* utang (*liability* korporasi) saat waktu t

$E(V_t, t)$: *Value* ekuitas korporasi saat waktu t

Maruddani (2011) mengemukakan bahwa berdasarkan pada model Merton didefinisikan nilai ekuitas korporasi yang dinotasikan E_t pada $(0 \leq t \leq T)$ saat waktu ke- t jika nilai aset korporasi V_T mampu membayar nilai obligasi $E(V_T < B)$ maka pemegang obligasi menerima $V_T < B$, hal ini berarti obligor tidak terjadinya kegagalan dan sebaliknya $(V_T - B)$. Nilai pasar ekuitas korporasi secara umum dalam model Merton yaitu diberikan pada Persamaan 12.

$$E_T = \begin{cases} V_T - B & \text{jika } V_T \geq B \\ 0 & \text{jika } V_T < B \end{cases}$$

atau

$$E_T = \max[V_T - B, 0] \quad (12)$$

Nilai pasar ekuitas korporasi dengan menggunakan *face value* (B) dirumuskan pada Persamaan 13.

$$E_t = e^{r\tau} E[\max(V_T - B, 0)] \quad (13)$$

jika V_T berdistribusi Lognormal maka $V_T \sim \text{LOGN}(\mu_l, \sigma_l^2)$ dimana μ_l merupakan nilai ekspektasi, σ_l^2 merupakan variansi dari $(\ln V_T)$ dan l merupakan indeks variabel berdistribusi Lognormal maka formulasi dari penentuan nilai ekuitas diberikan pada Persamaan 14.

$$E_{merton}^0 = V_0 \Phi(d_1) - B e^{-r\tau} \Phi(d_2) \quad (14)$$

Persamaan pada model Merton dapat dirumuskan pada Persamaan 15 dan Persamaan 16.

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_0}{B}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad (15)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{V_0}{B}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad (16)$$

keterangan:

- E_{merton}^0 : *Market equity* korporasi pada waktu ke t menggunakan Merton model
- V_0 : Total aset korporasi saat ini ($t = 0$)
- B : Utang muka (*face value*) atau nilai obligasi
- $\Phi(d_i)$: Fungsi *cumulative standard Normal distribution*
- r : *Interest risk free rate*
- σ : Volatilitas aset V_t
- τ : Periode sampai habis masa obligasi ($T - t$)

International Accounting Standard Boards (IASB) mendefinisikan liabilitas sebagai keharusan entitas waktu sekarang berasal dari kejadian waktu lampau yang penyelesaiannya melalui arus kas keluar entitas tersebut. Hadad *et al* (2004) mengemukakan bahwa utang korporasi dengan sebutan lainnya liabilitas kemudian dapat ditentukan dengan formulasi pada Persamaan 17.

$$L(V_t, \tau) = V_t - E(V_t, t) \quad (17)$$

keterangan:

- $L(V_t, \tau)$: Utang (*liability* korporasi) saat waktu t
- τ : Periode sampai habis masa waktu obligasi ($T - t$)
- V_t : Total aset korporasi saat waktu t
- $E(V_t, t)$: Ekuitas korporasi saat waktu t

Probabilitas kegagalan (*Probability of Default*) dikenal sebagai *Expected Default Frequency* (EDF), kegagalan ini bisa berlangsung dikarenakan *value* korporasi pada saat habis masa waktunya kurang dari *value* utang yang wajib dibayarkan atau harga obligasi (*face value*) lebih besar dari total aset korporasi. Asdriargo *et al.* (2012) mengemukakan bahwa dalam mencari *probability of Default* model KMV Merton ada tiga langkah yang dilakukan, yaitu:

1. Mengestimasi nilai aset dan volatilitasnya.

2. Menghitung nilai *distance to default* (DD).
3. Menghitung *Expected Default Frequency* (EDF) dengan menggunakan nilai *distance to default*.

Camara *et al.* (2012) mengemukakan bahwa pada model KMV Merton, dalam perhitungan untuk mencari nilai *Distance to default* (DD) pada saat jatuh tempo didefinisikan pada Persamaan 18.

$$DD = \frac{\ln\left(\frac{B}{V_0}\right) + \frac{1}{2}\sigma^2\tau - r\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad (18)$$

keterangan:

- DD : Nilai *Distance to default*
- V_0 : Nilai total aset perusahaan pada saat awal perjanjian ($t=0$)
- B : Nilai utang muka (*face value*) atau nilai obligasi
- r : *Interest risk free rate*
- τ : Periode sampai habis masa obligasi ($T - t$)
- σ : Volatilitas aset

Kulkarni (2006) mengemukakan bahwa dalam mencari probabilitas terjadi *default* pada model KMV Merton langkah pertama menentukan *value* total korporasi, diformulasikan pada Persamaan 19.

$$dV_t = AV_t dt + \sigma V_t dW_t \quad (19)$$

Nilai dV_t diasumsikan nilai total aset korporasi pada waktu t kemudian variabel A merupakan ekspektasi dari *ln return* nilai total korporasi (*drift asset*), sedangkan variabel σ mewakili volatilitas nilai total aset dan dW_t sebagai proses Wiener standar. Kulkarni (2006) mengemukakan bahwa pada gerak Brownian memiliki sifat yang memperkirakan suatu sampel acak berdistribusi Normal dengan nilai rata-rata (0) dan nilai variansi (1) atau $\varepsilon \sim N(0,1)$ sehingga probabilitas kegagalan memiliki hubungan dengan distribusi Normal kumulatif.

Probabilitas risiko netral dengan harga *drift* merupakan nilai suku bunga bebas risiko (*risk free rate*) sehingga (A) dapat digantikan dengan (r) maka rumus untuk menentukan EDF diberikan pada Persamaan 20.

$$EDF = \Phi\left(\frac{\ln\left(\frac{B}{V_0}\right) + \frac{1}{2}\sigma^2\tau - r\tau}{\sigma\sqrt{\tau}}\right) \quad (20)$$

keterangan:

- EDF : Nilai *Expected Default Frequency*
- Φ : Distribusi Normal kumulatif
- V_0 : Nilai total aset perusahaan pada saat awal perjanjian ($t = 0$)
- B : Nilai obligasi (*face value*)
- r : *Interest risk free rate*
- σ : Nilai volatilitas aset
- τ : Periode sampai habis masa obligasi ($T - t$)

Program R memiliki dua jenis *user interface* dalam R Studio yaitu *Command Line Interface* (CLI) dan *Graphical User Interface* (GUI). Penelitian ini dilengkapi dengan GUI R. Paket R yang digunakan untuk membuat program GUI R salah satunya yaitu *Shiny*. Tirta (2014) mengemukakan bahwa komponen pada paket R, *Shiny* dibedakan menjadi dua yaitu komponen *User Interface* (UI) dan *Server*. *User Interface* (UI) adalah komponen yang menampilkan tampilan web dari aplikasi GUI R yang memuat seluruh *input* dan *output*. *Server* merupakan otak dari program GUI R yang dibuat bertugas untuk menjalankan semua

perintah simulasi, menganalisis data sesuai dengan perintah pengguna yang selanjutnya diterjemahkan dan dikirim ke bagian hasil atau *output*.

3. METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari website (www.bankmandiri.co.id dan www.bri.co.id). Data yang digunakan periode Januari 2018 sampai dengan Desember 2021 yang berjumlah 48 data. Data total aset perusahaan bulanan ini merupakan publikasi laporan keuangan bulanan kemudian digunakan data obligasi perusahaan yang diperoleh dari PT Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI). Data Obligasi berupa harga obligasi (*face value*), waktu terbit obligasi dan periode sampai habis masa obligasi datanya bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Obligasi Bank BRI dan Bank Mandiri

Nama Obligasi	Nilai Obligasi	Awal Penerbitan	Masa Habis Obligasi
OBL BKLJT I bank Mandiri tahap I seri C	Rp 2.400.000.000.000	2016	2026
OBL BKLJT II bank BRI tahap I seri E	Rp 2.350.000.000.000	2016	2026

Sumber: (KSEI, 2022)

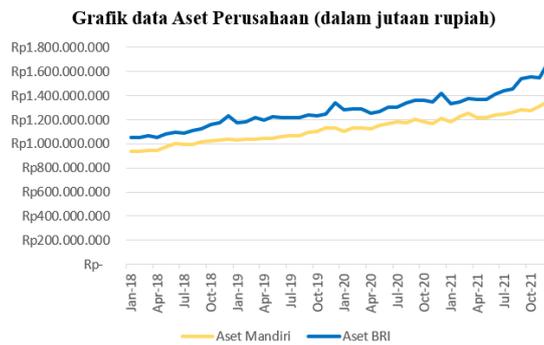
Data obligasi perusahaan yang ditulis pada Tabel 1 diperoleh dari *Indonesia Central Securities Depository* atau PT Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI) yaitu berupa harga obligasi (*face value*), tahun terbit dan jatuh tempo dari obligasi tersebut.

Data yang telah diperoleh kemudian diolah menggunakan program *Microsoft Excel* dan *R-studio*. Langkah-langkah analisis data pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- a) Menentukan data obligasi *Corporate Bond*.
- b) Mengumpulkan data periode bulanan total aset (perusahaan penerbit obligasi).
- c) Mengecek uji Normalitas *In return* aset digunakan statistik uji *Jarque Bera*
- d) Menghitung volatilitas aset perusahaan
- e) Menentukan *Interest risk free rate* digunakan data *BI rate*.
- f) Menghitung nilai liabilitas dan pasar ekuitas
- g) Menghitung nilai *Distance to Default (DD)*.
- h) Menghitung probabilitas kegagalan (EDF) dengan pendekatan model KMV Merton.
- i) Melakukan interpretasi dan kesimpulan.
- j) Menyiapkan aplikasi GUI R sesuai dengan kebutuhan analisis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan data aset perusahaan perusahaan PT Bank Rakyat Indonesia TBK dan PT Bank Mandiri TBK yang merupakan perusahaan di sektor keuangan. Data aset perusahaan bulanan periode Januari 2018 sampai dengan Desember 2021 ditampilkan pada Gambar 1.



Sumber: Diolah dari hasil penelitian program *Microsoft Excel*

Gambar 1. Diagram Garis data Aset Perusahaan (dalam jutaan rupiah)

Gambar 1 menunjukkan grafik data total aset pada perusahaan PT bank Mandiri Tbk dan PT bank Rakyat Indonesia Tbk, hasil tersebut terlihat nilai total aset perusahaan pada bank BRI lebih besar dari pada total aset perusahaan bank Mandiri. Deskriptif statistik pada kedua data perusahaan tersebut ditulis pada Tabel 2.

Tabel 2. Statistik Deskriptif Data Aset Perusahaan

Data	Rata-rata	Std. Deviasi	Jumlah
Aset BRI	Rp 1.276.034.752	143962106,1	48
Aset Mandiri	Rp 1.118.830.180	108025026,2	48

Sumber: Data diolah dengan RStudio GUI *RShiny*

Tabel 2 dapat dilihat rata-rata nilai aset BRI lebih besar daripada aset Mandiri. Hasil nilai rata-rata aset yang lebih besar menunjukkan bahwa secara keseluruhan nilai aset perusahaan semakin tinggi. Statistik deskriptif data *return* perusahaan ditulis pada Tabel 3.

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

Data	Rata-rata	Std. Deviasi	Jumlah
Ln <i>Return</i> Aset BRI	0,009959685	0,027502948	47
Ln <i>Return</i> Aset Mandiri	0,007889084	0,015856887	47

Sumber: Data diolah dengan RStudio GUI *RShiny*

Tabel 3 dapat dilihat jumlah data berkurang menjadi 47 karena hasil dari perhitungan *return*, dihasilkan nilai ln *return* aset BRI lebih besar daripada nilai ln *return* aset Mandiri.

Uji asumsi Normalitas ini digunakan uji statistik *Jarque Bera*, pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah data ln *return* berdistribusi Normal atau tidak. Asumsi terpenuhi jika data ln *return* berdistribusi Normal, menggunakan uji hipotesis:

H_0 : data *return* aset bank BRI dan bank Mandiri mendekati distribusi Normal

H_1 : data *return* aset bank BRI dan bank Mandiri tidak mendekati distribusi Normal.

Taraf signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 5\%$ dengan kriteria uji atau daerah kritis dalam uji *Jarque Bera* adalah H_0 ditolak apabila nilai $JB > \chi_2^2$ atau jika nilai *probability* < sig α .

Statistik Uji:

$$JB = \frac{n}{6} \left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right)$$

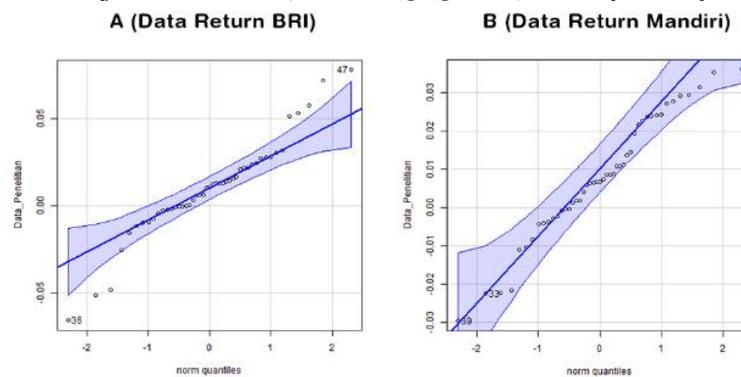
diperoleh statistik uji yang ditulis ringkasan uji statistik *Jarque Bera* pada Tabel 4.

Tabel 4. Rangkuman Perhitungan Uji Normalitas Ln *Return* Aset

Nilai	Bank BRI	Bank Mandiri
<i>Skewness</i> (S)	-0,1098	-0,2375
<i>Kurtosis</i> (K)	4,2901	2,6192
<i>Chi-Square</i> Hitung (JB)	3,3540	0,7257
<i>P-Value</i>	0,1869	0,6957
Alpha	0,05	0,05
<i>Chi-Square Table</i>	5,9915	5,9915

Sumber: Data diolah dengan RStudio GUI *RShiny*

Tabel 4 diperoleh nilai (JB) bank BRI sebesar 3,3540 dan (JB) bank Mandiri sebesar 0,7257 kedua hasil tersebut menunjukkan nilai (JB) lebih kecil dari nilai *Chi-Square* tabel yaitu 5,9915 dan nilai *P-Value* bank BRI dan bank Mandiri (0,1869 dan 0,6957 > 0,05). Hal ini dapat disimpulkan bahwa gagal tolak H_0 yang berarti data ln *return* kedua aset perusahaan berdistribusi normal. Uji Normalitas selain secara uji statistik dapat dilihat dengan menggunakan uji Visual Plot (*Normal Q-Q Plot*) ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Q-Q Plot kedua data ln *return*

Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa yang ditunjukkan pada plot (A) dan plot (B) terlihat bahwa titik-titik plot ada atau mendekati garis lurus sehingga secara visual menggunakan data ln *return* aset BRI dan ln *return* aset Mandiri dianggap berdistribusi Normal.

Nilai volatilitas aset dapat ditaksir menggunakan estimasi dari standar deviasi dengan menggunakan ln *return* hasil dari aset perusahaan bulanan, diperoleh hasil volatilitas bank BRI sebesar 0,095273 atau 9,53% dan volatilitas bank Mandiri 0,054930 atau 5,49%. Berdasarkan hasil tersebut didapat bahwa nilai volatilitas aset bank BRI lebih besar daripada aset bank Mandiri hal ini berarti fluktuasi nilai bank BRI lebih besar daripada bank Mandiri. Hasil nilai fluktuasi yang lebih besar dapat memungkinkan gagal atau tidak gagal membayar utang pun lebih besar, hal ini berarti juga diperkirakan mengalami risiko yang lebih tinggi.

Indonesia menerapkan suku bunga yang telah diatur oleh Bank Indonesia tahun 2022 sehingga untuk suku bunga bebas risiko digunakan tingkat bunga BI *rate* untuk menghitung nilai pasar dari ekuitas. Suku bunga bebas risiko dalam penelitian ini digunakan pada bulan Mei 2022 adalah 3,5 % diperoleh dari situs (www.bi.go.id).

Hasil perhitungan analisis yang dilakukan sebelumnya pada data PT Bank Mandiri Tbk dan PT Bank Rakyat Indonesia Tbk kemudian ringkasan hasil perhitungan dapat ditulis pada Tabel 5.

Tabel 5. Ringkasan Perbandingan Bank Mandiri dan Bank BRI

Data	Bank Mandiri	Bank BRI
Aset Desember 2021	Rp1.355.555.571.000.000	Rp1.678.097.734.000.000
Face Value	Rp2.400.000.000.000	Rp2.350.000.000.000
Volatilitas Aset	5,49%	9,53%
Interest risk free rate	3,50%	3,50%
Waktu jatuh tempo	10 Tahun	10 Tahun
Nilai Pasar Ekuitas	Rp1.353.864.319.584.670	Rp1.676.441.716.989.160
Nilai Liabilitas	Rp1.691.251.415.325	Rp1.656.017.010.839
Distance to Default	-38,40689	-22,82137
Nilai EDF	0,00%	1,406668E-113 %

Sumber: Data diolah dengan RStudio GUI *RShiny*

Hasil ringkasan perhitungan pada Tabel 5 dapat diuraikan sebagai berikut:

- Nilai Ekuitas yang diperoleh dari kedua perusahaan, pada bank Mandiri dan bank BRI diperoleh bahwa nilai ekuitas pada bank BRI lebih tinggi daripada bank Mandiri hal ini berarti modal dan kekayaan bank BRI lebih besar daripada bank Mandiri. Nilai Liabilitas yang diperoleh kedua perusahaan terlihat pada perusahaan bank BRI lebih besar daripada bank Mandiri, hal ini menunjukkan nilai utang perusahaan bank BRI lebih besar daripada bank Mandiri.
- Hasil perhitungan nilai *Distance to Default* (DD) yang ditulis pada tabel 5, diperoleh bahwa pada bank Mandiri memiliki nilai yang kecil besar daripada nilai yang diperoleh bank BRI. Hal ini bermakna nilai DD yang lebih kecil, kemungkinan terjadi kegagalan yang dialami pada bank Mandiri lebih minim daripada bank BRI.
- Hasil perhitungan dengan menggunakan model KMV Merton menghasilkan nilai *Expected Default Frequency* (EDF) untuk mengukur nilai risiko kredit obligasi pada kedua perusahaan baik pada bank Mandiri dan bank BRI. Hasil yang diperoleh pada bank BRI sebesar 1,406668E-113 % sedangkan pada bank Mandiri diperoleh sebesar 0,00 %, hasil tersebut menunjukkan kemungkinan kegagalan perusahaan (*default*) yang terjadi pada perusahaan bank BRI lebih tinggi daripada perusahaan bank Mandiri, hal ini yang berarti pada perusahaan bank BRI menghasilkan kemungkinan risiko kredit lebih tinggi daripada perusahaan bank Mandiri.

Aplikasi GUI R dalam pembuatannya diperlukan untuk mempermudah dalam pengukuran risiko kredit obligasi dengan menggunakan metode pendekatan model KMV Merton. Pembuatan aplikasi GUI R memerlukan paket R salah satunya *Shiny*. Komponen yang diperlukan dalam pembuatan aplikasi GUI R yaitu terdiri dari komponen utama *User Interface* (UI) dan *Server*. Tampilan *User Interface* dan *Server* ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Sintaks UI dan Server

Aplikasi GUI yang sudah dibuat dapat dijalankan dengan cara mengklik pada tombol *Run App* yang terdapat di sisi kanan atas sehingga muncul tampilan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Awal Program GUI R

5. KESIMPULAN

Model KMV Merton dalam penerapannya untuk menghitung kemungkinan terjadinya risiko kredit obligasi mampu memberikan gambaran perusahaan yang baik maupun buruk dalam berinvestasi. Berdasarkan hasil perhitungan dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada Tabel 5 diperoleh nilai *Expected Default Frequency* (EDF) pada masing-masing perusahaan yaitu pada PT bank Mandiri Tbk memperoleh nilai sebesar 0% dan pada PT bank Rakyat Indonesia Tbk memperoleh nilai sebesar 1,406668E-113 %. Hasil yang diperoleh kedua perusahaan tersebut menunjukkan nilai persentase yang terbilang cukup rendah, hal ini menunjukkan hasil pengukuran estimasi kemungkinan terjadinya risiko kredit obligasi yang dialami kedua perusahaan cukup rendah. GUI-R dapat digunakan untuk perhitungan data dengan lebih cepat dan efisien. Hasil yang diperoleh dapat dijadikan ukuran dalam pengambilan keputusan sehingga bagi investor lebih baik memilih berinvestasi obligasi pada perusahaan PT bank Mandiri Tbk karena nilai persentase yang diperoleh pada PT bank Mandiri Tbk lebih kecil daripada PT bank Rakyat Indonesia Tbk.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S., Irwanto, A.K, dan Maulana, T.N.A. 2014. Analisis Pengaruh Rasio Keuangan terhadap Probabilitas Kebangkrutan Empat Bank dalam Kelompok Lq 45 di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Widyariset* Vol. 17, No.1 Hal: 163-174. DOI: <http://dx.doi.org/10.14203/widyariset.17.1.2014.163-174>
- Asdriargo, A., Maruddani, D.A.I., dan Hoyyi, A. 2012. Pengukuran Risiko Kredit Harga Obligasi Dengan Pendekatan Model Struktural KMV Merton. *Jurnal Gaussian* Vol. 1, No. 1, Hal: 11-20. DOI: <https://doi.org/10.14710/j.gauss.v1i1.519>
- Black, F., dan Scholes, M. 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy* Vol. 81, Hal: 637-654. DOI: <http://dx.doi.org/10.1086/260062>
- Dmouj, A. 2006. *Stock Price Modeling: Theory and Practice*. Amsterdam: BMI Paper.
- Hadad, M.D., Santoso, W., dan Besar, D.S. 2004. *Probabilitas Kegagalan Korporasi Dengan Menggunakan Model Merton*. Jakarta: Research Paper Bank Indonesia.
- Kasidi. 2014. *Manajemen Risiko*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- KSEI. 2022. *Efek yang Terdaftar pada jenis Obligasi Korporasi*. Tersedia: <https://www.ksei.co.id/services/registered-securities/corporate-bonds> (diakses pada tanggal 25 Oktober 2021).

- Kulkarni, A., Mishra, A.K., dan Thakker, J. 2006. *How Good is Merton Model at Assessing Credit Risk? Evidence from India*. India: National Institute of Bank Management.
- Maruddani, D.A.I. 2011. Pengukuran Risiko Kredit Obligasi Dengan Model Merton. *Jurnal Ekonomi, Manajemen, & Akuntansi* Vol. 1, No. 1, Hal: 123-141.
- Merton, R. 1974. On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rate. *Journal of Finance* Vol. 29, No. 2, Hal: 449–470.
- Najmuddin, dan Faisal, A. 2016. Komparasi Obligasi dan Sukuk Sebuah Tinjauan Fenomenologis. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Islam* Vol. 1, No. 1, Hal: 123-149.
- Sugiyono .2013. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D)*. Bandung: alfabeta.
- Susanto, T.S., Sutejo, S. B., dan Marviano, D. 2016. Pengaruh Kinerja Keuangan Bank Terhadap Rating Obligasi Bank di Indonesia. *Jurnal Manajemen Teori dan Terapan* Vol. 5, No. 3, Hal: 167 -169.
- Tandelilin, E. 2017. *Pasar Modal Manajemen Portofolio & Investasi*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Tirta, I.M. 2014. *Pengembangan E-Modul Statistika Terintegrasi dan Dinamik dengan R-shiny dan mathJax*. Jember: Prosiding Seminar Nasional Matematika, Universitas Jember.
- Von, V., dan Hain, J. 2010. Comparison of Common Tests for Normality. *Skripsi*. Program studi Matematika VIII (Statistik) Fakultas Matematika dan Ilmu Komputer Universitas Julius Maximilian of Wurzburg.
- Walpole, R.E, Myers, R.H, Myres, S.L., dan Ye, K. 2016. *Probability & Statistics for Engineers & Scientists*. Boston: Pearson.
- Yusof, N.M., dan Jaffar, M.M. 2015. Forecasting the Probability of Default of PN17 Company using KMV-Merton Model. *International Journal of Applied Mathematics and Statistics* Vol. 53, No. 5, Hal: 104-108.