

PENGUKURAN RISIKO KREDIT DAN PEMBENTUKAN SKENARIO RATING OBLIGASI KORPORASI MENGGUNAKAN *CREDIT METRICS* DAN SIMULASI MONTE CARLO

Widyah Kurniasari^{1*}, Agus Rusgiyono², Masithoh Yessi Rochayani³

^{1,2,3}Departemen Statistika FSM Universitas Diponegoro

*e-mail: widyah.kur@gmail.com

DOI: 10.14710/j.gauss.15.1.289-300

Article Info:

Received: 2024-08-24

Accepted: 2025-12-31

Available Online: 2026-08-24

Keywords:

Credit Risk; Bonds; Credit Metrics; Rating Scenario; Monte Carlo Simulation

Abstract: Indonesia's economic recovery after the pandemic has positively impacted the capital market, leading investors to invest in fixed-income instruments like bonds. Bonds have their own risks, including default risk and future cash value (valuation). To measure bond risk, investors use the Credit Metrics method and Monte Carlo simulation to simulate bond rating scenarios. For this project, five bonds from companies listed in the PEFINDO25 Index are used. The credit risk of each bond is calculated based on the mean and standard deviation. HEAL bonds have the smallest mean at IDR 13.16 billion, while MYOR bonds have the largest mean at IDR 1 542.87 billion. The rating scenario shows that DSNG, HEAL, MYOR, TINS, and TOBA bonds are more stable in their initial ratings, but DSNG and TOBA bonds have potential downgrade to CCC. Sixteen portfolio combinations were formed, with a mean valuation of IDR 2,446.63 billion for a portfolio of five bonds and IDR 639.23 billion for the three bond portfolios. These valuations can be used as a consideration for investors when making bond investment decisions.

1. PENDAHULUAN

Kondisi perekonomian di Indonesia yang semakin baik berdampak positif pada perkembangan pasar modal Indonesia. Para investor memanfaatkan kondisi tersebut untuk berinvestasi pada instrumen berpendapatan tetap (*fixed income*) seperti obligasi. Obligasi (*bond*) adalah sertifikat yang berisi perjanjian antara investor yang memberikan dana dan penerbit (obligor) yang meminjam dana. Obligor bertanggung jawab untuk membayar bunga atau kupon kepada investor selama periode yang ditetapkan. Kemudian pada saat jatuh tempo, obligor harus membayar pokok utang (*principal*) kepada investor bersama dengan kupon terakhir. Hal tersebut menunjukkan bahwa berinvestasi pada obligasi adalah pilihan yang sangat menarik. Namun investor perlu mengingat bahwa berinvestasi pada obligasi memiliki risiko. Salah satunya adalah risiko kredit, risiko yang dapat menyebabkan kebangkrutan. Akibatnya, investor harus mempertimbangkan lebih matang ketika mereka memilih berinvestasi pada obligasi. Pengukuran risiko tersebut dapat menggunakan *Credit Metrics* baik dalam kasus *default* maupun perubahan rating (*upgrade* dan *downgrade*) (Morgan, 1997). *Credit Metrics* juga dapat digunakan untuk mengetahui perubahan kualitas obligor melalui perubahan rating obligasi. Penilaian risiko kredit menggunakan *Credit Metrics* didasarkan pada nilai valuasi yang diperoleh. Valuasi merupakan nilai tunai obligasi yang diperoleh investor di masa depan.

Investor pada umumnya akan memilih berinvestasi pada instrumen obligasi yang diterbitkan oleh perusahaan superior ketika memutuskan berinvestasi pada obligasi korporasi. Perusahaan superior adalah perusahaan besar dengan kapitalisasi dan berkualitas bagus misalnya saja perusahaan yang terdaftar di Indeks LQ45 dan perusahaan dengan aset unggul lainnya. Padahal terdapat banyak perusahaan dengan skala kecil dan menengah yang

bagus seperti perusahaan yang terdaftar pada indeks PEFINDO25. Perusahaan-perusahaan tersebut sudah dinilai mumpuni dan likuiditasnya baik. Oleh sebab itu, investor perlu mempertimbangkan juga untuk berinvestasi pada sekuritas yang diterbitkan oleh perusahaan-perusahaan yang terdaftar di Indeks PEFINDO25.

Investor juga harus melihat kinerja obligor melalui rating obligasi ketika hendak berinvestasi pada obligasi. Rating tersebut sangat bermanfaat bagi investor dalam memilih obligasi yang tepat. Rating obligasi juga menunjukkan kemampuan obligor dalam membayar kupon dan melunasi hutangnya (PEFINDO, 2022). Oleh sebab itu, selain *Credit Metrics* diperlukan pembentukan skenario rating obligasi menggunakan simulasi Monte Carlo. Penerapan simulasi Monte Carlo akan membantu dalam menentukan valuasi portofolio obligasi yang terdiri dari minimal tiga obligasi. Simulasi tersebut digunakan untuk mengevaluasi dan memprediksi keadaan nyata dari nilai valuasi obligasi tersebut. Selain itu, Simulasi Monte Carlo mempermudah dalam penentuan valuasi obligasi portofolio dan dapat disesuaikan jumlah skenario perpindahan rating yang dikehendaki (Nugroho *et.al*, 2013).

Di Indonesia, terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengukur risiko kredit obligasi menggunakan *Credit Metrics*. Nugroho *et.al* (2013) melakukan penelitian untuk mengukur valuasi portofolio tiga obligasi LQ45. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi Monte Carlo dapat digunakan untuk membentuk portofolio tiga obligasi, dengan sepuluh bangkitan skenario menghasilkan valuasi portofolio dengan rata-rata Rp4.143,47 M dan standar deviasi sebesar Rp263,50 M. Rizky *et.al* (2018) mengevaluasi risiko kredit obligasi dengan membuat portofolio untuk dua obligasi. Studi tersebut menemukan bahwa valuasi portofolio kedua obligasi memiliki rata-rata Rp22,58 M dan standar deviasi sebesar Rp240,78 M. Selain itu, Anindita *et.al* (2019) melakukan analisis risiko kredit menggunakan *Credit Metrics* dan analisis fundamental menemukan bahwa perubahan pada rating kredit berkorelasi dengan valuasi obligasi.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur risiko kredit obligasi berdasarkan nilai valuasi menggunakan *Credit Metrics* dan membentuk skenario rating menggunakan simulasi Monte Carlo. Adapun obligasi yang digunakan merupakan obligasi dari perusahaan yang terdaftar di Indeks PEFINDO 25 dengan jangka waktu jatuh tempo obligasi lima tahun.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Obligasi (*bond*) adalah surat hutang atau sertifikat yang berisi perjanjian antara investor sebagai pemberi dana dan penerbit (obligor) sebagai peminjam dana. Obligor bertanggung jawab untuk membayar bunga atau kupon kepada investor selama periode yang ditetapkan, dan membayar pokok utang (*principal*) kepada investor bersama dengan kupon terakhir ketika jatuh tempo (Tandelilin, 2010).

Risiko kredit merupakan risiko yang disebabkan obligor tidak mampu membayar bunga (*coupon*) dan nilai pokok utang (*principal*) kepada investor sesuai perjanjian yang disepakati sebelumnya (Rahardjo, 2003). Rating obligasi (*bond rate*) merupakan indeks yang diberikan oleh perusahaan pemeringkat obligasi resmi untuk menilai kualitas kinerja obligasi ditinjau dari risikonya. Peringkat obligasi yang semakin tinggi mengindikasikan risiko kredit yang lebih rendah begitu pun sebaliknya. Di Indonesia, terdapat lembaga khusus penilai obligasi yaitu PT PEFINDO (Rahardjo, 2003).

Peluang merupakan proses pengambilan keputusan dari suatu populasi berdasarkan data sampel. Menurut Walpole dan Raymond (1995), peluang adalah suatu eksperimen sebanyak $n(S)$ kali dan kejadian A muncul sebanyak $n(A)$ kali dengan $(0 \leq n(A) \leq n(S))$ maka frekuensi relatif muncul kejadian A adalah $f(A) = \frac{n(A)}{n(S)}$. Peluang A dapat didefinisikan

sebagai limit dari frekuensi relatif apabila $n(S)$ mendekati tak hingga. Definisi peluang dapat dinyatakan dalam Persamaan (1).

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} f(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n(A)}{n(S)} \quad (1)$$

Menurut Walpole *et.al* (2011), variabel random X disebut variabel random diskrit apabila semua anggota himpunan X yang mungkin muncul nilainya dapat terhitung (*countable*). Fungsi padat peluang dari variabel random diskrit adalah $P(X)$ apabila.

- a. $P(x) \geq 0$
- b. $P(X = x) = P(x)$
- c. $\sum_x P(x) = 1$

Fungsi distribusi peluang kumulatif diskrit merupakan akumulasi seluruh nilai peluang X dengan batas maksimal x . Fungsi distribusi peluang kumulatif diskrit dinyatakan seperti pada Persamaan (2).

$$F(x) = P(X \leq x) = \sum_{t \leq x} P(t), \text{ untuk } -\infty < x < \infty \quad (2)$$

Variabel random X disebut variabel random kontinu jika ruang sampel mengandung sejumlah kemungkinan yang tak terbatas. Di mana anggota himpunan yang mungkin berupa interval. Fungsi padat peluang dari variabel random kontinu X , diwakili oleh himpunan bilangan real R , adalah fungsi $f(x)$ apabila.

- a. $f(x) \geq 0$, untuk semua $x \in R$
- b. $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$
- c. $P(a \leq X \leq b) = \int_a^b f(x) dx$

Fungsi distribusi peluang kumulatif kontinu suatu variabel random kontinu X dapat didefinisikan pada Persamaan (3).

$$F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt, \text{ untuk } -\infty < x < \infty \quad (3)$$

Menurut Hiller dan Lieberman (2001), proses stokastik dapat didefinisikan sebagai serangkaian langkah menyusun dan mendata suatu himpunan variabel acak $\{X(t)\}$, dengan t anggota himpunan T . Himpunan T merupakan himpunan bilangan bulat nonnegatif, dan $X(t)$ menunjukkan karakteristik terukur yang menjadi perhatian pada waktu t . Proses stokastik $\underline{X} = \{X(t), t \in T\}$ merupakan suatu himpunan variabel acak $X(t)$ untuk setiap t dalam indeks T yang biasanya dianggap sebagai waktu. $\underline{X}$ dikatakan proses stokastik waktu diskrit apabila T terhitung, dan $\underline{X}$ dikatakan proses stokastik waktu kontinu apabila T kontinu. Proses $\underline{X}$ memiliki ruang (*state*) diskrit apabila variabel random $X(t)$ diskrit, dan ruang *state* kontinu apabila variabel random $X(t)$ kontinu.

Suatu proses stokastik dengan sifat Markov dapat diartikan sebagai suatu peluang bersyarat dari setiap kejadian yang terjadi selang satu langkah sebelumnya. Di mana kejadian sekarang $X_t = i$ bergantung pada satu kejadian tepat sebelumnya. Menurut Hiller dan Lieberman (2001), menuliskan suatu Persamaan proses stokastik $\{X(t)\}$ dengan sifat Markov pada Persamaan (4).

$$P\{X_{t+1} = j | X_0 = i_0, X_1 = i_1, \dots, X_{t-1} = i_{t-1}, X_t = i\} = P\{X_{t+1} = j | X_t = i\} \quad (4)$$

dengan $t = 0, 1, 2, \dots$ dan setiap barisan $i, j, i_0, i_1, \dots, i_{t-1}$

Matriks peluang transisi satu langkah merupakan matriks peluang transisi dari rantai Markov (P), di mana elemen ke ij di mana $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, m$. Matriks peluang transisi n -langkah $p_{ij}^{(n)}$ berukuran $m \times m$ dinyatakan oleh Persamaan (5).

$$\mathbf{P}^{(n)} = \mathbf{P}^n = \begin{bmatrix} p_{11}^{(n)} & p_{12}^{(n)} & \cdots & p_{1m}^{(n)} \\ p_{21}^{(n)} & p_{22}^{(n)} & \cdots & p_{2m}^{(n)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1}^{(n)} & p_{m2}^{(n)} & \cdots & p_{mm}^{(n)} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Adapun matriks $\mathbf{P}$ merupakan matriks persegi berukuran $m \times m$. Persamaan Chapman Kolmogorov digunakan untuk menghitung matriks peluang transisi n -langkah berukuran $m \times m$ sehingga $\mathbf{P}^{(n)} = \mathbf{P}^n = \mathbf{P}\mathbf{P}^{n-1} = \mathbf{P}^{n-1}\mathbf{P} = \mathbf{P}^n$ (Hiller dan Lieberman, 2001). Dengan demikian, matriks peluang transisi n langkah $\mathbf{P}^n$ dapat diperoleh dengan menghitung pangkat ke- n dari matriks transisi satu langkah.

Credit Metrics adalah alat untuk menilai risiko obligasi karena perubahan nilai obligasi dalam berbagai situasi baik ketika *default* maupun ketika terjadi perubahan rating yang meliputi kenaikan rating (*upgrade*) dan penurunan rating (*downgrade*) dari rating awal obligasi (Morgan, 1997).

Tiga langkah berikut dapat digunakan untuk menghitung risiko kredit *single asset* (satu obligasi):

Langkah 1: Menentukan Peluang Transisi Kredit Rating Obligasi

Credit Metrics dapat menilai risiko tidak hanya ketika *default* tetapi juga ketika terjadi perubahan nilai rating (*upgrade* dan *downgrade*). Peluang transisi rating disajikan dalam matriks transisi (Morgan, 1997).

Langkah 2: Menilai Valuasi Obligasi

1. Penilaian ketika *default*

Jika terjadi perubahan nilai kualitas kredit menjadi *default* maka kemungkinan nilai residual pelunasan bergantung pada kelas senioritas obligasi. Berdasarkan *Carty & Lieberman [96a]-Moody's Investors Service* terdapat lima kategori kelas senioritas dengan nilai *recovery rate* diantaranya *Senior Secured* (mean 53,80% dan standar deviasi 26,86%), *Senior Unsecured* (mean 51,13% dan standar deviasi 25,54%), *Senior Subordinated* (mean 38,52% dan standar deviasi 23,81%), *Subordinated* (mean 32,74% dan standar deviasi 20,18%), dan *Junior Subordinated* (mean 17,09% dan 10,90%). Apabila nilai *recovery rate* berdasarkan kelas senioritas tidak diketahui, valuasi *default* obligasi dimodelkan dengan distribusi uniform, distribusi dengan interval 0 sampai 1. Sehingga valuasi *default* dihitung menggunakan nilai *mean* 0,5 dan standar deviasi 0,29 ($\sigma = \sqrt{1/12}$).

2. Penilaian ketika *upgrade* dan *downgrade*

Berikut langkah-langkah untuk menilai kualitas kredit saat keadaan *upgrade* dan *downgrade*.

- Menentukan kurva nol maju *default probability* untuk setiap kategori rating obligasi ketika jatuh tempo.
- Dari kurva nol maju *default probability* tersebut, obligasi yang tersisa pada arus kas dinilai kembali berdasarkan kemungkinan *upgrade* dan *downgrade* menggunakan perhitungan nilai valuasi (V) dengan Persamaan (6).

$$V = c + \frac{c}{(1+r_1+s_1)^1} + \cdots + \frac{c}{(1+r_{n-1}+s_{n-1})^{n-1}} + \frac{c+P}{(1+r_n+s_n)^n} \quad (6)$$

$$V = c + \frac{c}{(1+H_1)^1} + \cdots + \frac{c}{(1+H_{n-1})^{n-1}} + \frac{c+P}{(1+H_n)^n} \quad (7)$$

dengan:

V : Valuasi obligasi

c : Nilai kupon obligasi

s_i : Nilai sebaran kredit (*credit spread*) obligasi setiap rating pada tahun ke- i

r_i : Suku bunga pasar waktu T yang diharapkan di tahun ke- i

H_i : Nilai kurva maju waktu T yang diharapkan pada pembayaran kupon tahun ke-i

P : Nilai awal obligasi (*principal*)

n : Banyak periode pembayaran kupon

Nilai valuasi ini merupakan nilai obligasi yang mungkin pada satu tahun atau n-periode untuk masing-masing perubahan rating. Sementara untuk faktor pembagi jumlahan antara *credit spread* dan suku bunga pasar dapat diganti menggunakan nilai kurva maju seperti yang tertera pada Persamaan (7).

Langkah 3: Mengestimasi Risiko Kredit

Pada langkah ini akan dihitung nilai *mean* dan standar deviasi dari setiap obligasi menggunakan Persamaan (8) dan (9).

$$\mu_{total} = \sum_{i=1}^S p_i V_i \quad (8)$$

$$\sigma_{total} = \sqrt{\sum_{i=1}^S p_i V_i^2 - \mu_{total}^2} \quad (9)$$

dengan:

V_i : Valuasi yang mungkin pada perubahan rating ke-i di periode tertentu

p_i : Peluang perpindahan pada *state* i di akhir periode

μ_{Total} : Rata-rata total

σ_{Total} : Standar deviasi total

Adapun nilai p_i tersebut dapat dicari dengan menggunakan distribusi transien. Menurut Kulkarni (1999), nilai dari peluang transien dari suatu matriks peluang transisi rantai Markov dengan waktu diskrit dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (10)

$$a^{(n)} = a^{(0)} \mathbf{P}^{(n)} \quad (10)$$

di mana $a^{(n)} = [a_1^{(n)}, a_2^{(n)}, \dots, a_{m-1}^{(n)}, a_m^{(n)}]$ dengan $1 \leq i \leq m$

Simulasi Monte Carlo merupakan salah satu metode sampling menggunakan input dari proses sampling suatu distribusi untuk mensimulasikan proses sampling suatu populasi sebenarnya. Pengaplikasian Simulasi Monte Carlo telah diakui dalam *ISO 31000 Risk Management Standard* yang tercantum dalam *ISO31010 Risk Assessment Techniques* (Muntean, 2004). Menurut Morgan (1997), adapun dalam membentuk skenario rating obligasi menggunakan Simulasi Monte Carlo, diperlukan beberapa tahapan diantaranya:

1. Menentukan *asset return threshold* untuk masing-masing obligasi
2. Melakukan pembangkitan skenario *asset return*
3. Melakukan pemetaan output skenario *asset return* ke *credit rating*.

Menurut Chicca dan Larcher (2014), pemetaan hasil skenario rating berdasarkan batas yang terbentuk apabila $Z_Y^X \in R$ untuk

$$X = AAA, AA, A, \dots, B, CCC \text{ dan } Y = AA, A, BBB, \dots, CCC, D \text{ dengan} \quad -\infty \leq Z_D^X \leq Z_{CCC}^X \leq Z_B^X \leq \dots \leq Z_A^X \leq Z_{AA}^X \leq \infty \quad (11)$$

dengan Z merupakan nilai normalisasi *return asset* di akhir tahun/periode dari suatu obligasi dengan rating tertentu X_n

$Z \leq Z_D^{X_n}$ maka v_n memiliki rating D pada akhir periode

$Z_D^{X_n} < Z \leq Z_{CCC}^{X_n}$ maka v_n memiliki rating CCC pada akhir periode

...

$Z_A^{X_n} < Z \leq Z_{AA}^{X_n}$ maka v_n memiliki rating AA pada akhir periode

$Z_{AA}^{X_n} \leq Z$ maka v_n memiliki rating AAA pada akhir periode

Perhitungan valuasi portofolio dengan tiga obligasi atau lebih menggunakan langkah perhitungan seperti perhitungan valuasi satu obligasi. Setelah didapat nilai valuasi untuk setiap obligasi selanjutnya nilai tersebut diakumulasikan sehingga didapatkan valuasi obligasi portofolio (Nugroho *et.al*, 2013). Adapun menurut Morgan (1997), risiko kredit portofolio dapat diestimasi menggunakan mean dan standar deviasi pada Persaman (12) dan (13).

$$\mu_p = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i \quad (12)$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^S (V_i - \mu_p)^2} \quad (13)$$

dengan:

- V_i : Valuasi obligasi pada skenario ke-i, dengan $i=1,2,3,\dots,N$
 N : Banyaknya skenario yang dibangkitkan
 μ_p : Rata-rata portofolio.
 σ_p : Standar deviasi portofolio

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa data obligasi dari korporasi terdaftar pada Indeks PEFINDO25 dan telah memperoleh rating dari PT PEFINDO. Adapun informasi lengkap obligasi dapat diperoleh dari situs www.ksei.co.id dan www.idx.co.id.

Variabel yang digunakan diantaranya data obligasi meliputi nilai obligasi, kupon (bunga obligasi), tahun terbit dan jatuh tempo, dan rating obligasi. Obligasi yang digunakan pada analisis adalah data obligasi dari lima korporasi yang terdaftar di indeks PEFINDO25 dan memiliki obligasi yang telah terdaftar di KSEI. Informasi lengkap dapat diakses melalui situs www.ksei.co.id dan IDX di situs www.idx.co.id. Pemilihan obligasi dari masing-masing perusahaan terpilih didasarkan pada jarak waktu terbit dan jatuh tempo selama 5 tahun yang dinilai memiliki risiko yang tidak terlalu besar serta jarak yang ideal untuk investasi jangka panjang. Rincian data obligasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Informasi Obligasi

	DSNG (X_1)	HEAL (X_2)	MYOR (X_3)	TINS (X_4)	TOBA (X_5)
<i>Obligor</i>	PT Dharma Satya Nusantara Tbk (DSNG)	PT Hermina Medikaloka Tbk (HEAL)	PT Mayora Indah Tbk (MYOR)	PT Timah Tbk (TINS)	PT TBS Energi Utama Tbk (TOBA)
<i>Short Code</i>	DSNG01BCN1	HEAL01BCN2	MYOR02AN2	TINS01BCN2	TOBA01B
<i>Nominal (Milyar)</i>	176	21	1200	493	75
<i>Interest Rate</i>	9.90%	8.50%	7.00%	8.75%	10%
<i>Interest Type</i>	<i>Fixed</i>	<i>Fixed</i>	<i>Fixed</i>	<i>Fixed</i>	<i>Fixed</i>
<i>Interest Freq</i>	3 bulan	3 bulan	3 bulan	3 bulan	3 bulan
<i>Currency</i>	IDR	IDR	IDR	IDR	IDR
<i>Sector</i>	<i>Plantation</i>	<i>Health Care</i>	<i>FnB</i>	<i>Metal Mining</i>	<i>Coal Mining</i>
<i>Ranking</i>	A	AA	AA	A	A

Pada perhitungan *Credit Metrics* diperlukan data pendukung berupa matriks peluang transisi satu periode dan kurva maju nol dari *study default* PT PEFINDO tahun 2022 yang dapat diakses melalui www.pefindo.co.id. Akan tetapi, pada studi kasus ini hanya mengukur risiko sampai *default* saja. Hal tersebut menyebabkan matriks peluang transisi PEFINDO yang digunakan tidak sampai peluang ketika *Not Rate* (NR). Adapun matriks peluang transisi

satu periode PEFINDO dapat dilihat pada Tabel 2. Sementara untuk kurva maju nol *default probability* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Matriks Peluang Transisi PT PEFINDO Satu Periode

Rating	Rating (%)								
Awal	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D	NR
AAA	94,39%	1,53%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,08%
AA	4,42%	87,01%	2,86%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,71%
A	0,00%	5,50%	83,16%	4,96%	0,53%	0,00%	0,00%	0,71%	5,14%
BBB	0,00%	0,43%	3,46%	75,76%	3,46%	0,43%	0,87%	2,60%	12,99%
BB	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	36,84%	0,00%	10,53%	15,79%	36,84%
B	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
CCC	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,67%	33,33%	16,67%	33,33%

Tabel 3. Kurva Nol Maju *Default Probability* PEFINDO

Rating	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
AAA	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
AA	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.32%
A	0.70%	1.62%	2.82%	4.10%	5.03%
BBB	2.74%	6.48%	7.74%	8.51%	9.35%
BB	23.08%	23.08%	23.08%	23.08%	23.08%
B	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
CCC	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%	20.00%
D	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Pengolahan data akan menggunakan *Microsoft Excel* dan *R-studio 4.1.2*. Berikut adalah tahapan analisis yang dilakukan.

1. Memilih data obligasi perusahaan yang telah memiliki rating.
2. Mengumpulkan informasi terkait nilai parameter-parameter yang diperlukan, diantaranya nilai pokok utang (*principal*), periode pembayaran kupon, besar kupon, waktu jatuh tempo (*maturity date*), dan rating obligasi.
3. Menghitung peluang transisi n-periode sesuai dengan rating awal obligasi berdasarkan tingkat perpindahan rating yang dikeluarkan oleh PEFINDO.
4. Mencari nilai valuasi berdasarkan nilai obligasi, kupon obligasi, frekuensi pembayaran kupon, rating obligasi, serta jarak perhitungan dengan waktu jatuh tempo.
5. Menetapkan batas pengembalian aset untuk masing-masing obligasi.
6. Membangkitkan skenario batas pengembalian aset dengan Simulasi Monte Carlo. Pembangkitan data menggunakan perintah R *runif(n,a,b)*
7. Melakukan pemetaan bangkitan skenario ke *credit rating*.
8. Menghitung valuasi portofolio lima obligasi dan menyimpulkan hasil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan pembahasan dari hasil pengukuran risiko kredit menggunakan *Credit Metrics* dan pembentukan skenario rating dengan Simulasi Monte Carlo.

Nilai peluang transisi dari masing-masing obligasi dihitung berdasarkan jarak antara waktu hitung dengan jatuh tempo. Untuk obligasi TINS01BCN2 (obligasi TINS) berjarak satu tahun menggunakan matriks transisi satu periode. Kemudian untuk obligasi DSN01BCN1 (obligasi DSN) dan HEAL01BCN2 (obligasi HEAL) memiliki jarak dua tahun memakai matriks transisi dua periode. Selanjutnya obligasi MYOR02AN2 (obligasi MYOR) yang berjarak empat tahun menggunakan matriks transisi empat periode dan

obligasi TOBA01B (obligasi TOBA) memakai matriks transisi lima periode karena berjarak lima tahun.

Setelah diperoleh peluang transisi dari setiap obligasi maka dicari batas pengembalian aset (*asset return threshold*) untuk setiap obligasi. Batas tersebut didapat dengan menghitung *normal invers* dari probabilitas kumulatif berdasarkan perpindahan rating setiap obligasi. Batas-batas tersebut diperlukan sebagai patokan dalam memetakan skenario rating berdasarkan Simulasi Monte Carlo. Penentuan batas atas adalah rating AA sedangkan batas bawah adalah rating D untuk setiap obligasi. Hal tersebut bertujuan untuk mempermudah menentukan risiko kegagalan. Jika menggunakan rating AAA yang merupakan rating obligasi tertinggi maka penentuan risiko kegagalan tidak dapat ditentukan karena rating AAA memiliki anggapan bahwa perusahaan sudah mampu memenuhi kewajiban jangka panjang. Nilai peluang transisi dan batas pengembalian aset setiap obligasi tercantum pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Peluang Transisi Setiap Obligasi

Obligasi	Rating Awal	Rating (%)								
		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D	NR
DSNG	A	0,0024	0,0938	0,6948	0,0788	0,0081	0,0002	0,0010	0,0080	0,1128
HEAL	AA	0,0802	0,7593	0,0487	0,0014	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002	0,1101
TINS	AA	0,1325	0,5834	0,0709	0,0057	0,0006	0,0000	0,0001	0,0006	0,2062
TINS	A	0,0000	0,0550	0,8316	0,0496	0,0053	0,0000	0,0000	0,0071	0,0514
TOBA	A	0,0168	0,1470	0,4163	0,1004	0,0097	0,0009	0,0037	0,0081	0,2971

Tabel 5. Pemetaan Batas Pengembalian Aset

Rating	DSNG		HEAL		MYOR		TINS		TOBA	
	atas	bawah	atas	bawah	atas	bawah	atas	bawah	atas	bawah
AA	0,914	0,751	0,779	-0,272	0,587	-0,179	1,094	0,933	0,615	0,454
A	0,751	-0,131	-0,272	-0,804	-0,179	-0,612	0,933	-0,229	0,454	-0,072
BBB	-0,131	-0,469	-0,804	-1,000	-0,612	-0,846	-0,229	-0,524	-0,072	-0,424
BB	-0,469	-0,570	-1,000	-1,063	-0,846	-0,921	-0,524	-0,610	-0,424	-0,519
B	-0,570	-0,574	-1,063	-1,063	-0,921	-0,924	-0,610	-0,610	-0,519	-0,532
CCC	-0,574	-0,592	-1,063	-1,063	-0,924	-0,940	-0,610	-0,610	-0,532	-0,590
D	-0,592	$-\infty$	-1,063	$-\infty$	-0,940	$-\infty$	-0,610	$-\infty$	-0,590	$-\infty$

Valuasi obligasi dihitung dengan bantuan *software* R berdasarkan Persamaan 7 dengan memasukan data obligasi secara detail meliputi nominal, kupon, dan matriks transisi serta kurva maju *default probability*.

Valuasi obligasi DSNG ketika di rating AAA

$$V_{AAA} = c + \frac{c}{(1+H_1)^1} + \frac{c}{(1+H_2)^2} + \dots + \frac{c}{(1+H_{n-1})^{n-1}} + \frac{c+P}{(1+H_n)^n}$$

dengan $c = 9,9\% \times 176 \text{ Milyar} = 17,42 \text{ Milyar}$

$$V_{AAA} = 17,42 + \frac{17,42}{(1+H_1)^1} + \frac{17,42}{(1+H_2)^2}$$

$$V_{AAA} = 17,42 + \frac{17,42}{(1+(0,00\%))^1} + \frac{17,42+176}{(1+(0,00\%))^2}$$

$$V_{AAA} = 228,27 \text{ Milyar}$$

Setelah didapatkan nilai valuasi untuk setiap rating, dapat dihitung nilai estimasi valuasi obligasi DSNG perlu dicari nilai $p_i^{(n)}$ dengan menggunakan distribusi transien. Dikarenakan

distribusi rating obligasi sebelumnya tidak diketahui, maka rating obligasi diasumsikan mengikuti distribusi uniform sehingga untuk distribusi awal rating obligasi dinilai seragam yaitu $a^{(0)} = \frac{1}{k}$ dengan $k = 9$ adalah banyaknya rating yaitu dari $\{AAA, AA, A, \dots, D, NR\}$.

Berikut merupakan perhitungan $p_i = a_i^{(n)}$ untuk obligasi DSNG.

$$a^{(0)} = \left[\frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{9} \right]$$

$$a_i^{(n)} = a^{(0)} P^{(n)}$$

$$a_i^{(2)} = a^{(0)} P^{(2)}$$

$$p_i^{(2)} = \begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \dots & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,8916 & 0,0278 & \dots & 0 & 0,0802 \\ 0,0802 & 0,7593 & \dots & 0,0002 & 0,1101 \\ 0,0024 & 0,0938 & \dots & 0,0080 & 0,1128 \\ 0,0002 & 0,0089 & \dots & 0,0269 & 0,2720 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$p_i^{(2)} = [0,108 \ 0,099 \ 0,088 \ 0,073 \ 0,020 \ 0,027 \ 0,078 \ 0,037 \ 0,469]$$

Berikut merupakan ringkasan perhitungan estimasi untuk obligasi DSNG yang didapatkan dari perhitungan menggunakan Persamaan (8) dan (9).

Berikut nilai valuasi obligasi tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Valuasi Masing-Masing Obligasi (dalam Milyar)

Rating	DSNG	HEAL	MYOR	TINS	TOBA
AAA	228,27	26,36	1620,00	579,28	85,71
AA	228,27	26,36	1620,00	579,28	84,49
A	225,47	26,03	1419,39	575,55	68,53
BBB	217,63	25,11	1233,17	564,98	56,92
BB	159,26	18,28	812,27	478,74	33,33
B	228,27	26,36	1620,00	579,28	85,71
CCC	166,27	19,10	880,16	489,92	37,26
D	228,27	26,36	1620,00	579,28	85,71
NR	0	0	0	0	0
Rata-rata total	114,05	13,16	542,87	366,83	24,49
Standar Deviasi	108,50	12,52	717,78	260,33	36,09

Setelah didapatkan batas-batas pengembalian untuk setiap obligasi, selanjutnya dibentuk skenario rating menggunakan simulasi Monte Carlo dengan menggunakan distribusi uniform. Terdapat 20 skenario yang dibangkitkan. Kemudian data bangkitan dipetakan ke dalam *credit rating*. Pemetaan ke dalam *credit rating* dilakukan dengan acuan nilai pada batas pengembalian aset masing-masing obligasi.

Pembentukan valuasi pada *Credit Metrics* digunakan untuk melihat risiko yang mungkin terjadi baik secara *single asset* maupun dalam bentuk portofolio. Pada pembentukan valuasi portofolio obligasi menggunakan *Credit Metrics* digunakan berdasarkan skenario yang telah terbentuk sebelumnya dengan memetakan nilai valuasi berdasarkan rating untuk setiap obligasi kemudian diakumulasikan pada setiap skenarionya. Hasil pemetaan valuasi berdasarkan skenario *credit rating* tercantum dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pemetaan *Credit Rating* (dalam Milyar)

i	Pemetaan Skenario Kredit Rating					Valuasi Skenario Kredit Rating				
	DSNG	HEAL	MYOR	TINS	TOBA	DSNG	HEAL	MYOR	TINS	TOBA
1	BBB	A	AA	A	A	Rp217,63	Rp26,03	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp68,53
2	A	A	AA	A	CCC	Rp225,47	Rp26,03	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp37,26
3	BBB	AA	AA	AA	BB	Rp217,63	Rp26,36	Rp1.620,00	Rp579,28	Rp33,33
4	A	AA	AA	A	A	Rp225,47	Rp26,36	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp68,53
5	A	A	AA	BBB	BBB	Rp225,47	Rp26,03	Rp1.620,00	Rp564,98	Rp56,92
6	BBB	AA	AA	AA	BBB	Rp217,63	Rp26,36	Rp1.620,00	Rp579,28	Rp56,92
7	A	A	AA	A	A	Rp225,47	Rp26,03	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp68,53
8	BBB	AA	AA	A	BBB	Rp217,63	Rp26,36	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp56,92
9	A	BBB	AA	A	A	Rp225,47	Rp25,11	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp68,53
10	BBB	A	AA	A	CCC	Rp217,63	Rp26,03	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp37,26
11	A	AA	A	BB	A	Rp225,47	Rp26,36	Rp1.419,39	Rp478,74	Rp68,53
12	A	AA	AA	A	BBB	Rp225,47	Rp26,36	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp56,92
13	A	A	AA	BBB	AA	Rp225,47	Rp26,03	Rp1.620,00	Rp564,98	Rp84,49
14	A	AA	BBB	A	BBB	Rp225,47	Rp26,36	Rp1.233,17	Rp575,55	Rp56,92
15	A	AA	AA	A	AA	Rp225,47	Rp26,36	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp84,49
16	BBB	A	AA	A	A	Rp217,63	Rp26,03	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp68,53
17	A	AA	AA	A	A	Rp225,47	Rp26,36	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp68,53
18	CCC	BBB	AA	A	BBB	Rp166,27	Rp25,11	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp56,92
19	BBB	AA	BBB	AA	A	Rp217,63	Rp26,36	Rp1.233,17	Rp579,28	Rp68,53
20	BB	AA	AA	A	AA	Rp159,26	Rp26,36	Rp1.620,00	Rp575,55	Rp84,49

Pembentukan valuasi portofolio bertujuan untuk melihat seberapa jauh valuasi setiap obligasi jika ditinjau bersama-sama. Valuasi portofolio obligasi dibentuk dengan menjumlahkan setiap nilai valuasi pada skenario. Terdapat 16 kombinasi portofolio yang terbentuk dari kelima obligasi dengan minimal anggota tiga buah obligasi.

Tabel 8. Valuasi Portofolio Obligasi (Milyar)

No	Portofolio	Anggota	Mean	Standar Deviasi
1	5 Obligasi	DSNG, HEAL, MYOR, TINS, TOBA	Rp2.446,63	Rp129,28
2	4 Obligasi	DSNG, HEAL, MYOR, TINS	Rp2.384,07	Rp129,65
3		DSNG, HEAL, MYOR, TOBA	Rp1.876,42	Rp122,86
4		DSNG, HEAL, TINS, TOBA	Rp875,34	Rp27,68
5		DSNG, MYOR, TINS, TOBA	Rp2.420,51	Rp129,36
6		HEAL, MYOR, TINS, TOBA	Rp2.184,92	Rp248,63
7	3 Obligasi	DSNG, HEAL, MYOR	Rp1.813,86	Rp122,87
8		DSNG, HEAL, TINS	Rp812,79	Rp26,86
9		DSNG, HEAL, TOBA	Rp305,13	Rp22,18
10		DSNG, MYOR, TINS	Rp2.357,95	R129,73
11		DSNG, MYOR, TOBA	Rp1.850,30	Rp122,94
12		DSNG, TINS, TOBA	Rp849,22	Rp27,63
13		HEAL, MYOR, TINS	Rp1.990,18	Rp141,54
14		HEAL, MYOR, TOBA	Rp1.659,96	Rp124,18
15		HEAL, TINS, TOBA	Rp639,23	Rp21,77
16		MYOR, TINS, TOBA	Rp2.204,05	Rp131,06

Adapun valuasi portofolio lima obligasi tersebut diperoleh rata-rata valuasi sebesar Rp2.446,63 M dengan perhitungan menggunakan Persamaan (12) sebagai berikut.

$$\mu_p = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_i$$

$$\mu_p = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} V_i$$

$$\mu_p = \frac{1}{20} (2507,74 + 2484,31 + 2476,60 + \dots + 2124,97 + 2465,66)$$

$$\mu_p = 2446,63 \text{ Milyar}$$

Sementara untuk standar deviasi dari valuasi tersebut didapat sebesar Rp129,28 M dengan perhitungan menggunakan Persamaan (13).

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (V_i - \mu_p)^2}$$

$$\text{dengan } \sum_{i=1}^N (V_i - \mu_p)^2$$

$$\sum_{i=1}^{20} (V_i - \mu_p)^2 = (2507,74 - 2446,63)^2 + (2484,31 - 2446,63)^2 + (2476,60 - 2446,63)^2 + \dots + (2124,97 - 2446,63)^2 + (2465,66 - 2446,63)^2$$

$$\sum_{i=1}^{20} (V_i - \mu_p)^2 = 317545,34$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{1}{20-1} (317545,34)}$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{1}{19} (317545,34)}$$

$$\sigma_p = \sqrt{16712,91} = 129,28 \text{ Milyar}$$

5. KESIMPULAN

Dari perhitungan *Credit Metrics* didapat risiko kredit berdasarkan nilai mean dan standar deviasi valuasi obligasi. Pada Obligasi HEAL didapat mean terkecil sebesar Rp13,16 M dengan standar deviasi sebesar Rp12,52 M. Selanjutnya, obligasi MYOR didapatkan mean terbesar sebesar Rp542,87 M dengan standar deviasi sebesar Rp717,78 M. Hasil skenario yang terbentuk didapat semua obligasi DSNG, HEAL, MYOR, TINS dan TOBA relatif stabil pada rating awal. Di sisi lain, obligasi DSNG dan TOBA berpotensi *downgrade* ke rating CCC. Berdasarkan portofolio lima obligasi yang terbentuk diperoleh total rata-rata valuasi sebesar Rp2.446,63 Milyar dengan standar deviasi sebesar Rp129,28 Milyar. Sedangkan portofolio dengan tiga obligasi yang beranggotakan obligasi HEAL, TINS, dan TOBA yaitu memiliki risiko terkecil berdasarkan nilai standar deviasi yaitu sebesar Rp21,77 M dengan mean sebesar Rp639,23M.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindita, N.L.P.S.D., Rhety P, Zaskia A.L, Dewi H. 2019. *Analisis Risiko Kredit Menggunakan Credit Metrics dan Fundamental Pada Perbankan Buku III*. Jurnal Manajemen Volume 11(2),185-194. <https://doi.org/10.30872/jmmn.v11i2.5745>
- Anton, Howard dan Chris Rorres. 2013. *Elementary Linear Algebra, 11th Edition*. Quad Graphics/Versailles:United States.
- Arifin, Zainal.2016.*Risiko-Risiko Obligasi dan Strategi Portfolio Obligasi*. Economic Journal Emerging Markets, 2(1),pp.34-41. doi:10.20885/ejem.v2i1.6565.

- Chicca, Lucia Del dan Gerhard Larcher. 2014. *Hybrid Monte Carlo-Methods in Credit Risk Management*. Monte Carlo Methods and Applications, Vol. 20 (Issue 4), pp. 245-260. <https://doi.org/10.1515/mcma-2014-0004>
- Fauziah, N., Hoyyi, A., dan Maruddani, D. A. I., 2012. *Risiko Kredit Portofolio Obligasi Dengan Credit Metrics Dan Optimalisasi Portofolio Dengan Metode Mean Variance Efficient Portfolio (MVEP)*. Jurnal Gaussian, [Online] Volume 1(1), pp. 159-168. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.1.1.159-168>
- Hillier, F. S dan G. J. Lieberman. 2001. *Introduction to Operations Research (Seventh Edition)*. McGraw-Hill Higher Education, New York.
- Hanafi, Mamhud M. 2014. *Manajemen Risiko*. Yogyakarta:UPP STIM YKPN.
- IDX. 2023. *Informasi Obligasi dan Sukuk* dari situs <https://www.idx.co.id/id/data-pasar/obligasi-sukuk/obligasi-sukuk-korporasi> (diakses pada Maret 2023).
- KSEI. 2023. *Informasi Obligasi Korporasi* dari situs <https://www.ksei.co.id/services/registered-securities/corporate-bonds> (diakses pada Maret 2023).
- Langi, Yohanes A.R. 2011. *Penentuan Klasifikasi State Pada Rantai Markov dengan Menggunakan Nilai Eigen dari Matriks Peluang Transisi*. Jurnal Ilmiah Sains, 11(1), 124–130. <https://doi.org/10.35799/jis.11.1.2011.54>
- Morgan, J. P. 1997. *Credit Metrics-Technical Document*. New York: J.P Morgan & Co. Incorporated.
- Muntean, C. 2004. *The Monte Carlo Simulation Technique Applied in the Financial Market. Economy Informatics*. Vol.1-4/2004. Romania: University of Timirosa
- Nugroho, A. S., Maruddani, D. A. I., dan Sugito, S., 2013. *Penentuan Valuasi Portofolio Obligasi Dengan Credit Metrics Dan Simulasi Monte Carlo*. Jurnal Gaussian, [Online] Volume 2(3), pp. 177-186. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.2.3.177-186>
- Rahardjo, S. 2003. *Panduan Investasi Obligasi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Rizky, Bimbi A., Sudarno, Safitri, D. 2018. *Pengukuran Risiko Kredit dan Pengukuran Kinerja dari Portofolio Obligasi*. Jurnal Gaussian, Volume 7(1), 43-53. <https://doi.org/10.14710/j.gauss.7.1.43-53>
- Kulkarni. Vidyadhar G. 1999. *Modelling, Analysis, Design, and Control of Stochastic System*. New York: Springer-Verlag.
- Tandelilin, E. 2010. *Portofolio dan Investasi Edisi Pertama*. 2010 .Yogyakarta: Kanisius.
- Walpole, R.E. and Raymond H.M, Sharon L.M, Keying Y. 2011. *Probability and Statistics for Engineers and Scientists, 9th Edition*. Pearson Education, Inc. Boston.