

**PENGUKURAN RISIKO KREDIT DUA OBLIGASI
PT BANK CENTRAL ASIA DENGAN MODEL KMV MERTON
DAN METODE PELUANG BERSYARAT**



SKRIPSI

Disusun Oleh:

GINA SANIA PUTRI

24050119130048

DEPARTEMEN STATISTIKA

FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

**PENGUKURAN RISIKO KREDIT DUA OBLIGASI
PT BANK CENTRAL ASIA DENGAN MODEL KMV MERTON
DAN METODE PELUANG BERSYARAT**

Disusun Oleh :

GINA SANIA PUTRI

24050119130048

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Statistika pada

Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika

Universitas Diponegoro

DEPARTEMEN STATISTIKA

FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN I

Tugas Akhir dengan Judul

Pengukuran Risiko Kredit Dua Obligasi PT Bank Central Asia dengan Model KMV

Merton dan Metode Peluang Bersyarat

Nama : Gina Sania Putri

NIM : 24050119130048

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir dan dinyatakan lulus pada tanggal 14 Juli 2023

Semarang, 14 Juli 2023

Mengetahui,
Ketua Departemen Statistika
Fakultas Sains dan Matematika

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir
Ketua,

Dr. Tarno, M.Si
NIP. 196307061991021001

Drs. Sudarno, M.Si.
NIP. 196407091992011001

HALAMAN PENGESAHAN II

Tugas Akhir dengan Judul

Pengukuran Risiko Kredit Dua Obligasi PT Bank Central Asia dengan Model KMV

Merton dan Metode Peluang Bersyarat

Nama : Gina Sania Putri

NIM : 24050119130048

Departemen : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir pada tanggal 16 Juli 2023

Semarang, 7 Juli 2023

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Di Asih I Maruddani, M.Si
NIP. 197307111997022001

Yuciana Wilandari, S.Si., M.Si.
NIP. 197005191998022001

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul “Pengukuran Risiko Kredit Dua Obligasi PT Bank Central Asia dengan Model KMV Merton dan Metode Peluang Bersyarat”. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Drs. Tarno, M.Si selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Ibu Dr. Di Asih I Maruddani, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Ibu Yuciana Wilandari, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II.
3. Bapak dan Ibu dosen Departemen Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu kelancaran dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Semarang, 5 Mei 2023

Penulis

ABSTRAK

Perputaran roda ekonomi Indonesia didasari dari pergerakan uang melalui pasar keuangan. Salah satunya yaitu kepemilikan instrumen investasi obligasi. Obligasi adalah surat utang yang ditawarkan kepada investor dengan pembayaran kupon secara berkala dan pelunasan nilai pokok utang pada saat jatuh tempo. Perusahaan menghadapi risiko kredit dalam penerbitan obligasi, yang dapat menyebabkan kebangkrutan. Penelitian ini menggunakan pendekatan model KMV Merton untuk mengestimasi risiko kredit dengan menghitung *Probability of Default* untuk mengukur potensi kebangkrutan atau gagal bayar kewajibannya oleh PT Bank Central Asia yang menerbitkan dua obligasi. Perhitungan obligasi Seri A dan Seri B menghasilkan nilai potensi kebangkrutan masing-masing sebesar $\Phi = 0,00$ atau 0% yang mengindikasikan rendahnya risiko gagal bayar atas kewajiban emiten. Perhitungan lanjutan menggabungkan obligasi Seri A dan Seri B dan memperkirakan potensi kebangkrutan menggunakan probabilitas bersyarat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa probabilitas kebangkrutan tetap sebesar 0% pada saat jatuh tempo untuk kedua obligasi tersebut. Oleh karena itu, PT Bank Central Asia mampu membayar kembali utangnya kepada investor pada saat jatuh tempo dengan risiko gagal bayar kewajiban yang rendah.

Kata kunci : Peluang Bersyarat, Nilai Pokok Utang, Bank Central Asia, Model KMV Merton, Dua Obligasi.

ABSTRACT

Indonesia's economic cycle is based on the movement of money in financial market, one of which is the ownership of bond investment instruments. Bonds are debt securities offered to investors with periodic coupon payments and repayment of the principal amount or face value at maturity. Companies face credit risk in bond issuance, which can lead to bankruptcy. This study utilized the KMV Merton Model approach to estimate credit risk by calculating the Probability of Default to measuring the potential bankruptcy or failed to repay its duty of PT Bank Central Asia, which issued two bonds. The calculation of Series A and Series B bonds resulted in potential bankruptcy values of $\Phi = 0,00$ or 0,00% each, indicating a low risk of default on the issuer's obligations. Advanced calculations combined Series A and Series B bonds and estimated potential bankruptcy using conditional probabilities. The results showed that the probability of bankruptcy remained at 0% at maturity for both bonds. Therefore, PT Bank Central Asia is capable of repaying its debt to investors at maturity with low risk of defaulting on its obligations.

Keyword : Conditional Probabilities, Face Value, Bank Central Asia, KMV Merton Model, Two Bonds.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Obligasi.....	8
2.1.1. Pengertian Obligasi.....	8
2.1.2. Struktur Obligasi.....	9
2.1.3. Jenis-Jenis Obligasi.....	11
2.1.4. Risiko Kredit.....	13
2.2. Uji Normalitas.....	14
2.3. Volatilitas Aset	14
2.4. Metode <i>Bisection</i>	15
2.5. Distribusi Normal Bivariat.....	17

2.6.	Model KMV Merton	18
2.7.	<i>Probability of Default</i>	20
2.8.	<i>Two Periods Bond Berdasarkan Default at Maturity</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		29
3.1.	Jenis dan Sumber Data.....	29
3.2.	Variabel Penelitian.....	30
3.3.	Tahapan Analisis Data	30
3.4.	<i>Flow Chart</i>	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1.	Deskripsi Data.....	33
4.2.	Pengolahan Data	35
4.2.1.	Statistika Deskriptif dan Volatilitas Aset.....	35
4.2.2.	Uji Normalitas.....	37
4.3.	<i>Probability of Default</i>	39
4.3.1.	Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018	39
4.3.2.	Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018	41
4.4.	<i>Two Periods Bond</i>	43
BAB V PENUTUP.....		47
5.1.	Kesimpulan	47
5.2.	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik Metode <i>Bisection</i>	16
Gambar 2. Struktur Obligasi	19
Gambar 3. Struktur <i>Two Periods Bond</i>	22
Gambar 4. Flow Chart.....	32
Gambar 5. Normal Q-Q Plot Ln <i>Return</i> Aset PT Bank Central Asia Tbk Periode Juli 2018 sampai dengan Oktober 2022.....	38
Gambar 6. Struktur Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018	39
Gambar 7. Struktur Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018	41
Gambar 8. Struktur Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A dan B Tahun 2018.....	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Obligasi Bank Central Asia Tahap I Tahun 2018 Seri A dan B.....	30
Tabel 2. Profil Obligasi II PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018	34
Tabel 3. Profil Obligasi II PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018	34
Tabel 4. Data <i>Return</i> dan Ln <i>Return</i> Total Aset PT Bank Central Asia Tbk Periode Juli 2018 sampai dengan Oktober 2022	35
Tabel 5. Statistik Deskriptif Data Aset PT Bank Central Asia Tbk Periode Juli 2018 – Oktober 2022	36
Tabel 6. Statistik Deskriptif Data Ln <i>Return</i> Aset PT Bank Central Asia Tbk Periode Juli 2018 – Oktober 2022	37
Tabel 7. Uji Jarque Bera Data Ln <i>Return</i> Aset PT Bank Central Asia Tbk.....	38
Tabel 8. Pembayaran Kupon dan Utang Pokok Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018 dengan Kupon Satu Periode. 39	39
Tabel 9. Data Perhitungan Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018	40
Tabel 10. Pembayaran Kupon dan Utang Pokok Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018 dengan Kupon Satu Periode. 41	41
Tabel 11. Data Awal Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018	42
Tabel 12. Pembayaran Kupon dan Utang Pokok Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A dan B Tahun 2018	44
Tabel 13. Data Perhitungan Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A dan B Tahun 2018	46

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Lampiran Aset Bulanan PT Bank Central Asia Periode Juli 2017 sampai Oktober 2022	52
Lampiran 2. Data Obligasi SUB BKLJT I BANK CENTRAL ASIA THP I TH18 SR A.....	54
Lampiran 3. Data Obligasi SUB BKLJT I BANK CENTRAL ASIA THP I TH18 SR B	55
Lampiran 4. <i>Psuedocode</i>	56
Lampiran 5. <i>Output Pseudocode</i>	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemakmuran sebuah negara dapat ditinjau dari roda perputaran ekonomi. Pertumbuhan serta kemajuan ekonomi tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah saja, namun masyarakat juga berkontribusi besar sebagai contoh pelaku usaha atau biasa disebut UMKM (Unit Usaha Kecil Menengah) serta proaktif kepemilikan instrumen pasar modal. Roda perputaran ekonomi dapat meningkat dipengaruhi oleh pembagian pasar keuangan (*financial market*), yaitu pasar uang (*money market*), pasar modal (*capital market*), lembaga pembiayaan lainnya (Ogbuji *et al.*, 2020).

Seiring dengan perkembangan zaman khususnya teknologi, seseorang dapat lebih mudah untuk mendapatkan informasi, baik mengenai kebijakan fiskal dan moneter, citra suatu perusahaan, serta laporan keuangan yang lebih transparan. Masyarakat lebih mudah mengetahui kondisi ekonomi saat ini dan secara spesifik dapat diketahui penyebab peningkatan atau kemunduran ekonomi dalam sebuah negara.

Masyarakat dapat melakukan berbagai usaha dalam mencegah ketidakstabilan ekonomi, salah satunya yaitu kepemilikan instrumen pasar modal. Sesuai dengan UU No. 8 Tahun 1995 mengenai Pasar Modal maka objek yang dijadikan dalam kegiatan jual beli pasar modal adalah berupa surat-surat berharga yang sering disebut dengan efek. Efek ialah pengakuan utang, saham, obligasi, surat

berharga komersial, tanda bukti utang, unit penyertaan kontrak investasi kolektif kontrak berjangka atas efek, dan setiap derivatif dari efek (OJK, 2010).

Eksistensi pasar modal dapat menjawab kebutuhan masyarakat, pemerintah, serta emiten tertentu, salah satunya yaitu obligasi. Menurut (OJK, 2016), hal yang membedakan obligasi dengan instrumen investasi lainnya yaitu penerbitan surat utang, pemberian kupon secara berkala, serta pembayaran pokok yang kelak nantinya akan dikembalikan setelah jatuh tempo. Persentase keuntungan instrumen obligasi lebih tinggi dibandingkan dengan instrumen investasi pasar uang, namun lebih kecil dari saham, sehingga risikonya bisa dikategorikan moderat atau risiko lebih rendah jika dibandingkan dengan saham serta lebih tinggi jika dibandingkan dengan deposito.

Menurut Tandelilin (2010), obligasi yang diterbitkan oleh perusahaan didefinisikan dari dua sudut pandang. Obligasi secara sederhana merupakan utang perusahaan, sedangkan dari sisi investor ialah suatu instrumen investasi yang berbeda dengan saham dalam artian perusahaan tidak menyatakan klaim kepemilikan perusahaan, sehingga yang diterbitkan berupa surat utang. Menurut Thau (2010), obligasi merupakan utang. Saat masyarakat membeli obligasi, uang tersebut dipinjam oleh perusahaan atau instansi pemerintahan. Peminjam akan mengelola uang tersebut dengan tujuan mendapatkan keuntungan sebesar-besarnya dengan kata lain sebagai modal untuk keuangan sebuah perusahaan maupun instansi pemerintahan. Pernyataan tersebut memberikan kesimpulan bahwa pembeda obligasi dengan instrumen investasi lainnya ialah peminjam akan memberikan surat utang dengan perjanjian hukum dengan kompensasi kepada investor melalui pembayaran bunga melalui kupon secara berkala serta

membayarkan sejumlah utang sesuai dengan kesepakatan awal yang tertera pada surat utang.

Obligasi adalah salah satu instrumen yang memberikan peran cukup besar dalam perekonomian sebuah negara. Hal ini didasari oleh peninjauan dari sisi emiten atau penerbit obligasi serta investor (Eko, 2021). Obligasi dari sudut pandang penerbit merupakan instrumen yang menjadi salah satu pendapatan sebuah perusahaan sebagai modal ekspansi serta peningkatan produktivitas (Eko, 2021). Penerbitan obligasi lebih mudah dan fleksibel dibandingkan dengan instrumen lainnya. Sedangkan dari sudut pandang investor, tingkat suku bunga obligasi atau kupon (*coupon*) lebih besar dibandingkan dengan tingkat suku bunga pinjam bank yang cenderung meningkat (Raharjo, 2023). Keuntungan yang didapat oleh investor selain pengembalian pokok dan pembayaran kupon dengan rentang waktu tertentu, obligasi yang telah dimiliki dapat dijual kembali dengan tujuan mendapatkan selisih dari harga penjualan dengan harga pembelian obligasi sebelumnya. Hal tersebut bisa disebut dengan *capital gain* (RI, 2020).

Keuntungan yang didapatkan dari berinvestasi obligasi tidak lepas dari tingkat potensi risiko. Risiko pada investasi pasar modal yaitu risiko pasar (*market risk*) dan risiko kredit (*credit risk*) (Asdriargo *et al.*, 2012). Contoh mengenai risiko kredit (*credit risk*) dalam berinvestasi khususnya obligasi atau bisa disebut *default risk* yaitu terdapat potensi gagal bayar pokok obligasi saat jatuh tempo atau kupon dengan *rate* tertentu oleh penerbit obligasi. Risiko ini dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu *probability of default* dan *loss given default* (Asdriargo *et al.*, 2012).

Pendekatan utama dalam memodelkan risiko kredit (*credit risk*), yaitu model struktural (*structural model*) dan model tereduksi (*reduced form model*) (Thau,

2010). Seminar oleh Black dan Scholes pada tahun 1973 membahas mengenai model *black and scholes* (Black dan Scholes, 1973) dan secara spesifik yaitu pengembangan dari *structural model*. Model tersebut dikembangkan model tersebut oleh Merton di tahun 1974 (Merton, 1974), sehingga dikenal sebagai *black-scholes-merton*. Model *black-scholes-merton* dimodifikasi dan dikembangkan oleh Olddrich Vasicek dan Stephen Kealhofer, sehingga dikenal dengan model VK (Crosbie dan Bohn, 2003). Model VK lalu dikembangkan oleh sebuah perusahaan konsultan keuangan di Amerika Serikat yaitu KMV LLC yang dikenal dengan KMV Merton *model*. KMV Merton *model* diestimasi berdasarkan pendekatan struktural untuk menghitung *Expected Default Frequency* (EDF) (Asdriargo *et al.*, 2012). Model ini diterapkan pada perusahaan publik dengan nilai ekuitas ditentukan oleh pasar modal, sehingga model ini dapat memberikan perhitungan probabilitas kegagalan dalam perusahaan yang memperdagangkan efek khususnya obligasi. Model KMV Merton merupakan perhitungan untuk mengukur risiko kredit pada waktu jatuh tempo saja, sehingga aspek yang dibutuhkan dalam penelitian ini untuk mengetahui apakah terdapat probabilitas kebangkrutan atau sebaliknya.

Penelitian terdahulu mengenai probabilitas kebangkrutan dengan model KMV Merton dapat menjadi referensi penunjang untuk penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh Anang Asdrigo (2012) membahas metode serupa mengenai pendekatan model struktural KMV Merton dalam menghitung risiko kredit. Peneliti menghitung potensi kebangkrutan antara dua obligasi dari emiten yang berbeda, sehingga didapatkan masing-masing potensi kebangkrutan dari dua obligasi tersebut dengan model KMV Merton dan menghasilkan risiko kredit obligasi Bank Pembangunan Daerah (BPD) yaitu PT Bank Lampung Tbk (BLAM) lebih besar

daripada yaitu PT Bank Daerah Khusus Ibukota Tbk (BDKI). Penelitian serupa lainnya yaitu dari Agil Setyo (2023) mengenai menghitung *expected default frequency* (EDF) sebagai perhitungan risiko kredit dengan model KMV Merton yang dilengkapi dengan GUI R pada bank Mandiri dan bank BRI. Penelitian tersebut menunjukkan hasil yang 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.

Penelitian ini adalah bentuk pengembangan dari penelitian Maruddani (2016) mengenai probabilitas kebangkrutan dari risiko kredit dengan dua obligasi dengan waktu terbit bersamaan. Pengukuran *default* dari banyaknya obligasi yang dikeluarkan oleh sebuah korporasi, diperlukan perhitungan peluang bersyarat. Peluang bersyarat tersebut menyesuaikan model KMV Merton sehingga peneliti perlu meninjau lebih lanjut secara matematis. Hal tersebut disebabkan karena terdapat faktor yang berkelanjutan saat perhitungan di waktu tertentu dengan perkiraan aset serta utang yang harus dibayarkan di saat pembayaran kupon dan jatuh tempo.

Peneliti perlu meninjau lebih lanjut terkait kehadiran KMV Merton yang dapat menjadi wujud manajemen risiko, baik dari sudut pandang emiten penerbit obligasi maupun investor. Hal yang menjadi pengembangan dalam penelitian ini ialah peninjauan lebih lanjut terkait pengukuran risiko kebangkrutan untuk perhitungan gabungan obligasi yang telah dikeluarkan oleh sebuah korporasi dengan perhitungan peluang bersyarat menyesuaikan model KMV Merton, sehingga suatu perusahaan dapat mengetahui probabilitas *default* sejak dini dari

kedua obligasi tersebut sebelum investor melakukan investasi terhadap instrumen efek obligasi sebagai bentuk manajemen risiko.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung probabilitas kebangkrutan pada masing-masing obligasi korporasi dengan model KMV Merton?
2. Bagaimana menghitung probabilitas kebangkrutan dari kedua obligasi yang diterbitkan oleh sebuah korporasi menggunakan peluang bersyarat dengan model KMV Merton?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penulis membatasi masalah terhadap data dan metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Data Aset Perusahaan yang ditinjau melalui laporan keuangan dan diterbitkan di website Otoritas Jasa Keuangan (OJK) dengan rentang waktu Juli 2018 sampai Oktober 2022.
2. Data Obligasi yang terdiri dari *Face Value*, *Maturity*, Tahun Terbit Obligasi, Periode Obligasi, dan *Coupon Percentage* yang terdaftar di Penilai Harga Efek Indonesia (PHEI).
3. Kedua data obligasi diterbitkan pada saat waktu yang bersamaan pada perusahaan yang sama.
4. Metode pengujian normalitas data \ln aset perusahaan menggunakan Jarque Bera.

5. Metode perhitungan probabilitas kebangkrutan menggunakan model KMV Merton.
6. Metode perhitungan probabilitas kebangkrutan untuk seluruh obligasi yang terbit menggunakan peluang bersyarat mengacu dari model KMV Merton.
7. Bantuan *software* yang digunakan adalah *R Studio*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan probabilitas kebangkrutan masing-masing obligasi yang diterbitkan oleh sebuah korporasi dengan menggunakan model KMV Merton.
2. Menentukan probabilitas kebangkrutan kedua obligasi yang diterbitkan oleh sebuah korporasi menggunakan peluang bersyarat dengan model KMV Merton.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Obligasi

2.1.1. Pengertian Obligasi

Obligasi merupakan salah satu sekuritas pendapatan tetap, dalam artian salah satu dokumen sebagai bukti pernyataan seseorang atau kelompok melakukan investasi terhadap suatu perusahaan atau bisnis dengan *return* tetap untuk para investornya (Otoritas Jasa Keuangan (OJK), 2022). Obligasi adalah salah satu investasi jangka menengah panjang dengan bukti surat utang. Obligasi dapat dipindahtangankan sehingga terdapat beberapa hal yang mempengaruhi jual beli obligasi menyesuaikan kondisi ekonomi suatu negara.

Obligasi merupakan surat utang jangka menengah panjang yang dapat dipindahtangankan, yang 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 pembeli obligasi tersebut (Bursa Efek Indonesia, 2023). Obligasi dapat diterbitkan oleh korporasi maupun negara. Obligasi merupakan surat berharga yang dijual kepada publik, dimana dicantumkan berbagai ketentuan yang menjelaskan berbagai hal seperti nilai nominal, tingkat suku bunga, jangka waktu, nama penerbit dan beberapa ketentuan lainnya yang terjelaskan dalam undang-undang yang disahkan oleh lembaga yang terkait menurut James M. Reeve, dkk yang dialihbahasakan oleh Damayanti Dian (2013).

Penerbitan surat utang atau obligasi digunakan oleh perusahaan penerbit atau emiten sebagai biaya ekspansi bisnis serta *refinancing* yaitu pelunasan utang dalam

perjalanan bisnis tersebut (Asdriargo *et al.*, 2012). Dari segi investor, instrumen obligasi yang merupakan salah satu produk *fixed income securities* atau sekuritas pendapatan tetap sehingga investor dapat memiliki pendapatan dengan nilai serta waktu yang telah ditentukan sesuai dengan deskripsi dari obligasi yang telah diterbitkan.

2.1.2. Struktur Obligasi

Obligasi merupakan salah satu instrumen investasi dalam bentuk surat utang, sehingga perlu memenuhi beberapa persyaratan yang telah ditentukan dan diatur dalam struktur obligasi yang telah diatur oleh Bursa Efek Indonesia serta aturan yang berlaku di pasar modal. Berikut merupakan struktur penting dalam obligasi:

1. Prinsipal (*Principal*)

Prinsipal adalah nilai utang atau jumlah pokok pinjaman yang harus dibayar kembali pada saat jatuh tempo serta dipisahkan dari jumlah pendapatan bunga. Secara umum istilah *principal* dalam obligasi bisa dinamakan sebagai nilai nominal obligasi yang tercantum dalam sertifikat obligasi tersebut.

2. Harga Obligasi

Harga obligasi dapat berfluktuasi menyesuaikan kondisi pasar modal serta dipengaruhi oleh beberapa faktor. Harga dapat ditentukan dari faktor tingkat kupon, tipe obligasi, nilai obligasi, likuiditas obligasi, rating emiten, serta periode jatuh tempo (*maturity*).

3. Par

Par dapat diartikan sebagai harga nominal/pokok obligasi dengan nilai 100%. Sehingga par dapat disimpulkan setiap nilai nominal obligasi pada

mekanisme perdagangan di pasar modal ditentukan dalam satuan % (persentase).

- a. At par adalah harga obligasi sesuai dengan nominal obligasi atau bisa dikatakan par sebesar 100%
- b. At *discount* adalah harga obligasi di bawah nilai obligasi atau bisa dikatakan par kurang dari 100%
- c. At *premium* adalah harga obligasi di atas nilai obligasi atau bisa dikatakan par lebih dari 100%

4. Kupon (*Coupon*)

Kupon dapat diartikan sebagai pendapatan sesuai dengan suku bunga yang telah ditetapkan dalam surat utang atau obligasi yang akan diterima oleh pemegang obligasi. Kupon tersebut akan didapatkan sesuai dengan rentang waktu pembayaran kupon serta jatuh tempo obligasi (*maturity date*).

5. Jangka Waktu Jatuh Tempo (*Time to Maturity*)

Jangka waktu jatuh tempo ditentukan sebagai akhir obligasi dalam artian penerbit obligasi harus melunasi utangnya. Menurut Tandelilin (2010) waktu jatuh tempo memiliki pengaruh negatif terhadap perubahan harga obligasi, hal ini disebabkan karena semakin pendek waktu jatuh tempo suatu obligasi akan menyebabkan kenaikan pada perubahan harga obligasi. Sebaliknya, waktu jatuh tempo memiliki pengaruh positif terhadap perubahan harga obligasi, hal ini disebabkan karena semakin panjang waktu jatuh tempo suatu obligasi akan menyebabkan penurunan pada perubahan harga obligasi.

2.1.3. Jenis-Jenis Obligasi

Obligasi dapat dibedakan berdasarkan beberapa jenis, yaitu antara lain (Raharjo, 2003):

1. Berdasarkan penerbitnya (*emiten*):

a. Obligasi Pemerintah (*Government Bond*)

Obligasi ini diterbitkan oleh pemerintah pusat dengan tujuan pendanaan atau pendapatan pemerintah dengan skala nasional. Sehingga uang dari obligasi dapat digunakan sebagai wujud pendanaan pemerintah dalam melakukan program atau proyek skala nasional sebagai kepentingan pusat.

b. Obligasi Pemerintah Daerah (*Municipal Bond*)

Obligasi ini adalah surat utang yang diterbitkan oleh pemerintah daerah yang ditawarkan di pasar modal. Hal ini dapat menjadi salah satu sumber pendapatan daerah sebagai kepentingan umum. Daya tarik obligasi ini adalah jenis obligasi yang hanya obligasi pendapatan (*revenue bond*), sehingga masyarakat mendapatkan manfaat terhadap masyarakat kembali dengan menjadi tanggung jawab pemerintah dalam mengelola keuangannya sendiri.

c. Obligasi Perusahaan (*Corporate Bond*)

Obligasi perusahaan atau korporasi adalah obligasi yang diterbitkan oleh korporasi baik swasta maupun BUMN dan BUMD secara nasional dengan tujuan dalam memenuhi kebutuhan finansial perusahaan tersebut. Obligasi jenis ini adalah obligasi yang paling banyak diminati serta memiliki banyak opsi. Sehingga harga obligasi ini dapat

kompetitif pada pasar tersebut. Karakteristik obligasi ini yaitu dikenakan pajak serta pembelian data di bawah par dengan harapan investor mendapatkan *capital gain*.

2. Berdasarkan suku bunga obligasi:

a. Obligasi dengan Bunga Tetap (*Fixed Rate Bond*)

Obligasi dengan tingkat suku bunga tetap mempunyai pengertian bahwa investor mendapatkan sejumlah kupon sesuai dengan besaran kupon yang telah ditetapkan serta pasti. Ketetapan tersebut tertera pada surat utang yang berlaku, sehingga investor dapat memastikan besaran kupon yang diterima dengan jelas.

b. Obligasi dengan Bunga Mengambang (*Floating Rate Bond*)

Obligasi dengan tingkat suku bunga mengambang mempunyai pengertian bahwa investor mendapatkan sejumlah kupon yang dapat berubah-ubah dengan persentase ambang batas tertentu. Perubahan tersebut bisa terjadi disebabkan oleh faktor indeks pasar uang.

c. Obligasi dengan Bunga Kombinasi (*Mixed Rate Bond*)

Obligasi dengan tingkat suku bunga kombinasi mempunyai suku bunga dari tetap (*fixed*) dan mengambang (*floating*). Opsi ini cocok bagi investor yang sifatnya konservatif terhadap *risk* yang didapatkan.

d. Obligasi Tanpa Bunga (*Zero Coupon Bond*)

Obligasi tanpa bunga (ZCB) adalah obligasi yang tidak memberikan pembayaran bunga secara berkala atau tanpa kupon sebagaimana obligasi pada umumnya. Oleh karena itu keuntungan didapatkan menggunakan harga *discount* atau diskonto dari nilai par, sehingga

selisih penjualan tersebut yang membuat investor mendapatkan *capital gain*. Salah satu bentuk instrumennya adalah SBN (Surat Berharga Negara) dalam penambahan aset pada APBN.

2.1.4. Risiko Kredit

Sebagai investor, pertimbangan mengenai risiko adalah salah satu hal yang penting dalam menginvestasikan asetnya. Keuntungan dalam berinvestasi dapat dihasilkan semaksimal mungkin, namun akan selalu beriringan dengan risiko kerugian yang besar juga. Berbagai macam risiko dalam berinvestasi yang disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal.

Ketika berinvestasi dengan instrumen obligasi, terdapat berbagai risiko investasi serta mempengaruhi satu sama lain. Harapan investor adalah dalam berinvestasi dapat meminimalisir risiko atau tingkat kerugian yang didapatkan serta meningkatkan keuntungan yang didapatkan semaksimal mungkin. Salah satu jenis risiko dalam berinvestasi adalah risiko kredit (*credit risk*).

Risiko kredit (*credit risk*) adalah potensi risiko yang akan berdampak pada investor pada saat emiten tidak dapat memenuhi kewajiban atas pembayaran bunga serta utang pokok pada saat jatuh tempo (Fong, 2006). Menurut Irham Fahmi (2014) risiko kredit merupakan bentuk ketidakmampuan suatu perusahaan, institusi, lembaga maupun pribadi dalam menyelesaikan kewajibannya secara tepat waktu baik pada saat jatuh tempo maupun sesudah jatuh tempo dan sesuai dengan aturan dan kesepakatan yang berlaku.

Salah satu pendekatan utama pemodelan risiko kredit adalah *structural model*. *Structural model* adalah model yang dikembangkan oleh Black dan Scholes dan Merton (Fong, 2006). Ciri khas dari *structural model* yaitu memiliki informasi

yang sangat lengkap dan dimiliki oleh manajer perusahaan. Model tersebut dapat menghantarkan perhitungan *default at maturity*.

2.2. Uji Normalitas

Salah satu syarat dalam mengestimasi volatilitas aset yaitu dengan menguji normalitas (Asdriargo, 2012). Pengujian normalitas penelitian ini menggunakan uji normalitas Jarque-Bera *Test*. Uji Jarque-Bera mengukur perbedaan antara *skewness* dan *kurtosis* data yang diteliti sehingga dapat ditinjau apakah data berdistribusi normal atau tidak.

Berikut merupakan hipotesis dari pengujian normalitas dengan uji Jarque-Bera (Anggoro, 2023).

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Taraf signifikansi yang digunakan adalah α keputusan H_0 ditolak jika $JB > \chi^2$ atau jika nilai probabilitas < sig. α dan statistik uji sebagai berikut

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

dengan S nilai *Skewness* dan K adalah *Kurtosis* $S = \frac{m_3}{m_2^{3/2}}$ dan $K = \frac{m_4}{m_2^2}$,

dengan $m_2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}$, $m_3 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^3}{n}$, $m_4 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^4}{n}$.

2.3. Volatilitas Aset

Volatilitas aset adalah ukuran atau nilai fluktuasi dari aset. Dalam statistika mudah dikenal dengan standar deviasi dari aset. Semakin tinggi nilai volatilitasnya, maka semakin tingginya fluktuasi atau ketidakpastian aset (Asdriargo *et al.*, 2012). Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa dari tinjauan aset sebuah korporasi memungkinkan mengalami keuntungan dan kerugian dengan rentang waktu

singkat. Sebaliknya jika nilai volatilitas rendah, nilai aset tidak fluktuatif atau cenderung konstan.

Metode dalam mengestimasi volatilitas yaitu dengan membandingkannya dengan aset sebelumnya menyesuaikan periode tertentu. Data aset perusahaan dapat diakses dengan mudah melalui publikasi finansial setiap bulannya. Data aset tersebut dihitung sejumlah n *return* (tingkat keuntungan yang diperoleh dari akibat melakukan investasi) secara kontinu sebagai berikut

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

dengan A_t dan A_{t-1} dinotasikan nilai aset pada waktu ke- t dan $t-1$.

Setelah menghitung *return* pada aset, kemudian mencari *log return* dan mengestimasi *log return mean* aset per periode.

$$r_t = \ln R_t = \ln \left(\frac{A_t}{A_{t-1}} \right) \quad \text{dan} \quad \bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n r_t \quad (2)$$

kemudian diestimasi variansi tiap periode

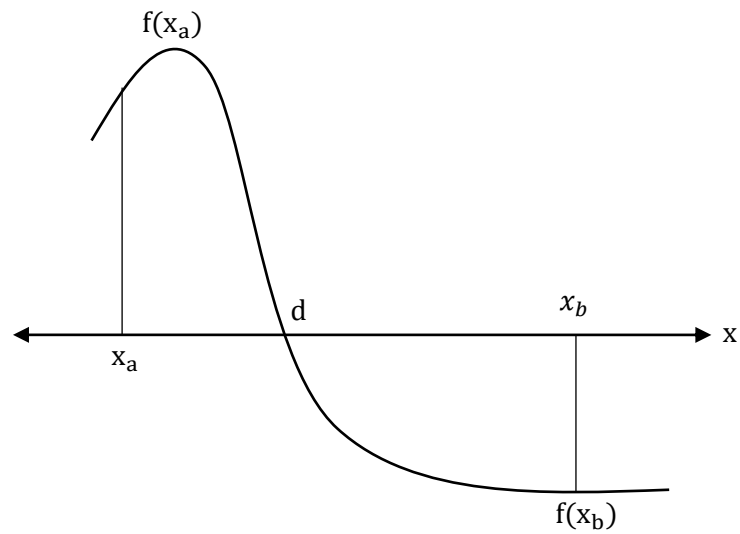
$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2 \quad (3)$$

Akar dari variansi (standar deviasi) merupakan estimasi dari volatilitas nilai aset yaitu sebagai berikut

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2}{n-1}} \quad (4)$$

2.4. Metode *Bisection*

Metode *bisection* atau biseksi adalah metode pembagian interval yaitu metode yang digunakan untuk mencari akar-akar persamaan non linear (*polynomial*) melalui proses iterasi (Wang dan Yang, 2012). Berikut merupakan interval yang digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Metode *Bisection*

Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa $f(x_a) > 0$ dan $f(x_b) < 0$. Nilai akar nol atau nilai x yang membentuk $f(x) = 0$ terjadi di $x = d$, berada diantara nilai x_a dan x_b . Permasalahannya saat mencari nilai d tidak dapat dilakukan secara analitik. Sedangkan mencari nilai d dengan perkiraan sangat lama dan tidaklah efisien. Selanjutnya untuk mencari nilai d akan dilakukan dengan metode numerik. Berikut merupakan langkah-langkah dalam menyelesaikan algoritmanya (Solanki *et al.*, 2014):

1. Tentukan nilai x_a dan x_b sedemikian hingga $f(x_a) \times f(x_b) < 0$. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa x_a dan x_b ada nilai x yang membentuk $f(x) = 0$.
2. Tentukan nilai $x_c = \frac{(x_a + x_b)}{2}$. Nilai x_c merupakan nilai tengah antara x_a dan x_b . Hitunglah nilai $f(x_c)$.
3. Jika $f(x_a) \times f(x_c) < 0$, maka $x_b = x_c$. Jika $f(x_a) \times f(x_c) > 0$, maka $x_a = x_c$. Jika $f(x_a) \times f(x_c) < 0$, maka akar nol antara x_a dan x_c . Selanjutnya x_c

dimasukan sebagai nilai x_b yang baru, sehingga $x_b = x_c$. Jika sebaliknya, maka akar nol berada di antara x_c dan x_b . Selanjutnya x_c dimasukkan sebagai nilai x_a yang baru.

4. Ulangi langkah kedua sampai dengan ketiga, sehingga dapat diperoleh selisih antara harga mutlak dari $|f(x_a) - f(x_b)| < e$, dimana e adalah nilai yang sangat kecil. Sebagai contoh $e = 10^{-5}$, sehingga memiliki makna jarak antara x_a dan x_b sudah dekat atau $x_a = x_b$ adalah akar nol yang dicari.

2.5. Distribusi Normal Bivariat

Dua variabel random $Y \sim N(\mu_y, \sigma_y^2)$ dan $Z \sim N(\mu_z, \sigma_z^2)$ berdistribusi normal bivariat dengan fungsi kepadatan peluang

$$f(y, z) = \frac{1}{2\pi\sigma_y\sigma_z\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left(-\frac{1}{2(\sqrt{1-\rho^2})} \left(\left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2 + \left(\frac{z-\mu_z}{\sigma_z}\right)^2 - 2\rho_{xy} \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right) \left(\frac{z-\mu_z}{\sigma_z}\right) \right)\right) \quad (5)$$

$-\infty < y < \infty$, $-\infty < z < \infty$, $-\infty < \mu_y < \infty$, $-\infty < \mu_z < \infty$, dan $0 < \sigma_y < \infty$, $0 < \sigma_z < \infty$ dengan ρ_{xy} adalah koefisien korelasi antara Y dan Z (Wilks, 1995).

Fungsi distribusi kumulatif bersama dari dua variabel random $Y \sim N(\mu_y, \sigma_y^2)$ dan $Z \sim N(\mu_z, \sigma_z^2)$ dengan koefisien korelasi ρ_{xy} didefinisikan sebagai

$$F_2(x, y, \rho) = P(X \leq x, Y \leq y) = \int_{-\infty}^y \int_{-\infty}^x f(y, z) dy dz \quad (6)$$

Jika dua buah variabel random $X_y = \frac{y-\mu_y}{\sigma_y}$ dan $X_z = \frac{z-\mu_z}{\sigma_z}$ dengan $Y \sim N(\mu_y, \sigma_y^2)$ dan $Z \sim N(\mu_z, \sigma_z^2)$ mempunyai koefisien korelasi ρ , maka $X_y \sim N(0,1)$ dan $X_z \sim N(0,1)$. Fungsi densitas probabilitas normal standar bivariat antara X_y dan X_z adalah

$$f(X_y, X_z) = \frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left(-\frac{X_y^2 + X_z^2 - 2\rho X_y X_z}{2(1-\rho^2)}\right) \quad (7)$$

$-\infty < z < \infty$ dan ρ adalah koefisien korelasi antara X_y dan X_z (Wilks, 1995). Fungsi distribusi kumulatif dari $X_y \sim N(0,1)$ dan $X_z \sim N(0,1)$ dengan koefisien korelasi ρ didefinisikan sebagai

$$\Phi_2(x_1, x_2, \rho) = P(X_y \leq x_1, X_z \leq x_2) = \int_{-\infty}^{x_1} \int_{-\infty}^{x_2} f(x_y, x_z) dx_y dx_z \quad (8)$$

2.6. Model KMV Merton

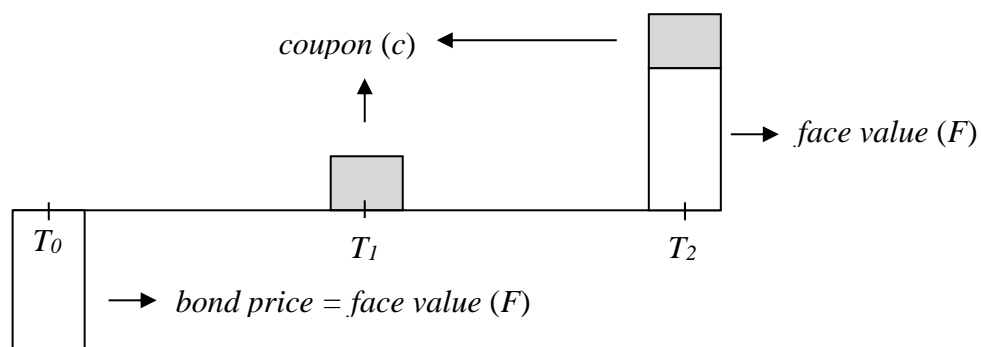
Emiten memiliki risiko kegagalan membayarkan utangnya sesuai dengan surat utangnya saat jatuh tempo pembayaran kepada investor. Secara langsung pihak investor perlu meninjau dan mengestimasi apakah perusahaan tersebut dapat membayarkan *face value* (nilai pokok utang). Mitigasi risiko dalam memilih obligasi secara mudah dapat dilihat melalui *rating* obligasi tersebut. Kepastian dalam manajemen risiko, investor dapat mengukur probabilitas kebangkrutan sebuah perusahaan saat berinvestasi obligasi yang dipilih.

Perhitungan risiko kegagalan perusahaan diawali oleh Merton pada tahun 1974 dengan menggunakan Model Black-Scholes (Asdriargo *et al.*, 2012) dengan pernyataan yaitu kegagalan perusahaan dapat diestimasi dengan indikator aset, ekuitas, dan liabilitas perusahaan. Semakin besar liabilitas perusahaan dibandingkan aset perusahaan maka semakin besar kemungkinan perusahaan gagal membayarkan utangnya. Model tersebut dimodifikasi dan dikembangkan oleh Oldrich Vasicek dan Stephen Kealhofer, sehingga dikenal dengan model VK (Fong, 2006). Model pengukuran risiko kredit kembali dikembangkan oleh perusahaan KMV LLC yang dikenal dengan model KMV Merton (Asdriargo *et al.*, 2012).

KMV Merton adalah suatu model yang dikembangkan oleh KMV Corporation dengan pendekatan model Merton serta pengembangan sebelumnya

(Zielinski, 2013). “KMV *Corporation* telah mengamati dari sampel beberapa ratus perusahaan bahwa perusahaan pada umumnya cenderung gagal bayar ketika nilai aset mereka mencapai tingkat kritis tertentu di suatu tempat antara nilai total kewajiban dan nilai utang jangka pendek. Praktiknya menggunakan D saja sebagai ambang batas dalam distribusi ekor mungkin bukan ukuran yang akurat dari *probability of default* yang sebenarnya. KMV Merton mengimplementasikan langkah tambahan dan mengacu pada ambang kritis untuk gagal bayar ini sebagai titik *default*.” (Ong, 2005). Perhitungan KMV Merton menghasilkan nilai *probability of default* dalam mengetahui apakah perusahaan memiliki kecenderungan dalam gagal bayar atau tidak (Zielinski, 2013).

Poin lainnya adalah, untuk alasan praktis, sebelum menghitung *probability of default*, pendekatan KMV Merton mengimplementasikan fase perantara dari perhitungan indeks yang disebut *distance to default* (DD) (Lu, 2008). Studi kasus dalam perhitungan dari model tersebut ditinjau dari obligasi yang diteliti. Berikut merupakan skema sebuah obligasi pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Obligasi

Sesuai pada Gambar 2, sebuah emiten menerbitkan obligasi dengan nilai pokok utang F pada T_0 . Selama rentang waktu T_0 sampai T_2 terdapat T_1 dimana emiten berkewajiban dalam membayarkan kupon c sesuai dengan bunga yang tertera dalam

surat utang. Pada saat T_2 yaitu merupakan waktu jatuh tempo obligasi, emiten berkewajiban membayarkan utang sebesar nilai pokok obligasi F serta kupon c .

2.7. *Probability of Default*

Probability of default adalah probabilitas kegagalan perusahaan dalam membayarkan utangnya kepada investor (Fong, 2006). Dalam perhitungannya dibutuhkan nilai aset perusahaan dan deskripsi obligasi yang tertera pada surat utang. Dalam perhitungan ini hal yang harus dipertimbangkan yaitu total aset perusahaan $A_T \geq 0$ dengan nilai ekuitas $E \geq 0$ dan deskripsi obligasi dengan *face value* $F \geq 0$ pada jatuh tempo T . Rentang waktu 0 sampai dengan T terdapat potensi yang dapat mengancam aset perusahaan itu sendiri. Menurut Fong (2006), ketidakpastian ini dijelaskan oleh *stochastic brownian motion* pada pergerakan nilai aset perusahaan A_T

$$dA_T = \mu(A_T dT) + \sigma_A A_T dz \quad (9)$$

dengan pergeseran nilai aset perusahaan $\mu \in \mathbb{R}^+$, volatilitas aset perusahaan σ_A dan *winner process* $dz = \sqrt{T}\varepsilon$ dengan ε terdistribusi normal. Pada akhir periode, aset A_t tersebut memiliki nilai

$$\ln A_T = \ln A_0 + \left(\mu - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T + \sigma_A \sqrt{T}\varepsilon. \quad (10)$$

Probability of default pada saat waktu $t = 0$ adalah probabilitas bahwa perusahaan gagal membayarkan utangnya F pada saat jatuh tempo T . Berikut perhitungan *probability of default*

$$PD = p[A_T < F] = \Phi\left(\frac{-\ln\left(\frac{A_0}{F}\right) + \frac{\sigma_A^2}{2}T}{\sigma_A \sqrt{T}}\right). \quad (11)$$

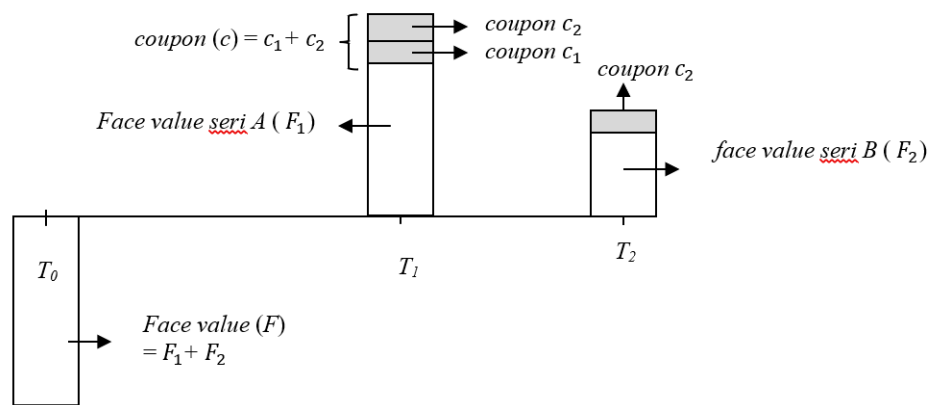
Pernyataan tersebut diperoleh oleh perhitungan jarak menuju kebangkrutan atau biasa dikenal dengan *distance to default* dibandingkan dengan nilai aset perusahaan A_t adalah

$$\begin{aligned}
 DD &= -\frac{\ln\left(\frac{A_0}{F}\right)}{\sigma_A\sqrt{T}} + \frac{\sigma_A\sqrt{T}}{2} \\
 &= \frac{-\ln\left(\frac{A_0}{F}\right) + \frac{\sigma_A^2 T}{2}}{\sigma_A\sqrt{T}}
 \end{aligned} \tag{12}$$

2.8. *Two Periods Bond Berdasarkan Default at Maturity*

Bentuk pengembangan penelitian ini adalah menghitung potensi kebangkrutan dari dua obligasi dengan waktu terbit secara bersamaan oleh sebuah perusahaan. Contoh obligasi yang diterbitkan secara bersamaan mudah ditemukan dengan karakteristik penamaan obligasi yang identik dan dibedakan berdasarkan seri, seperti Obligasi Subordinasi Berkelanjutan I Bank Central Asia Tahap I Tahun 2018 Seri A dengan Obligasi Subordinasi Berkelanjutan I Bank Central Asia Tahap I Tahun 2018 Seri B.

Pembahasan selanjutnya yaitu perhitungan probabilitas kebangkrutan pada dua obligasi yang diterbitkan secara bersamaan oleh sebuah emiten. Emiten yang menerbitkan dua obligasi secara bersamaan namun mempunyai waktu jatuh tempo yang berbeda (Maruddani, 2016). Meski begitu, emiten tersebut memberikan kupon pada waktu yang bersamaan selama periode kedua obligasi. Struktur dua obligasi dari sebuah emiten diberikan pada Gambar 3:



Gambar 3. Struktur *Two Periods Bond*

Sesuai dengan Gambar 3, sebuah emiten menerbitkan dua obligasi dengan nilai *face value* atau utang pokok F pada saat waktu diterbitkannya obligasi T_0 . Selama rentang waktu T_0 sampai dengan T_1 , kupon c dibayarkan sebesar c_1 dan c_2 sesuai dengan bunga yang telah ditetapkan pada surat utang. Pada saat T_1 , perusahaan harus membayarkan dua kupon obligasi dan nilai utang pokok pada obligasi yang jatuh tempo di waktu T_1 . Sepanjang rentang waktu T_1 dan T_2 , perusahaan berkewajiban membayar kupon c_2 mengingat hanya tersisa satu obligasi saja. Pada saat T_2 , perusahaan harus membayarkan kupon c_2 obligasi dan nilai utang pokok pada obligasi yang jatuh tempo di waktu T_2 .

Berdasarkan perjanjian kebangkrutan perusahaan *default at maturity*, pembayaran kupon dan nilai utang pokok pada saat T_1 , terdapat dua keadaan yang memungkinkan terjadi pada emiten (Maruddani, 2016), yaitu:

1. Jika emiten dapat membayarkan utangnya, maka emiten harus membayar sebesar nilai kupon c serta nilai pokok utang F_1 .
2. Jika emiten tidak dapat membayarkan utangnya, maka perusahaan tersebut dinyatakan bangkrut.

Pembayaran kupon dan nilai utang pokok pada saat T_2 , terdapat dua keadaan yang memungkinkan terjadi pada emiten (Maruddani, 2016), yaitu:

1. Jika emiten dapat membayarkan utangnya, maka emiten harus membayar sebesar nilai kupon c_2 serta nilai pokok utang F_2 .
2. Jika emiten tidak dapat membayarkan utangnya, maka perusahaan tersebut dinyatakan bangkrut.

Sesuai dengan kedua pernyataan, mengutip dari Maruddani (2016), perhitungan terkait *two periods bond*, maka:

- (i) Probabilitas kebangkrutan perusahaan penerbit obligasi pada saat pembayaran T_1 berdasarkan *default at maturity* yaitu:

$$p(\tau = T_1) = \Phi(M) \quad (13)$$

- (ii) Probabilitas kebangkrutan perusahaan penerbit obligasi pada saat T_2 berdasarkan *default at maturity* yaitu:

$$p(\tau = T_2) = 1 - \frac{\Phi_2(-M, -N, \rho)}{\Phi(-M)} \quad (14)$$

dengan

$$M = \frac{-\ln \frac{A_0}{A_1^*} + \frac{\sigma_A^2}{2} T_1}{\sigma_A \sqrt{T_1}}$$

$$N = \frac{-\ln \frac{A_0}{K_1} + \frac{\sigma_A^2}{2} T_2}{\sigma_A \sqrt{T_2}}$$

$$\rho = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

dengan

A_0 : nilai total aset perusahaan pada saat T_0

σ_A : nilai volatilitas aset perusahaan

T_1 : waktu jatuh tempo pada obligasi pertama

- T_2 : waktu jatuh tempo pada obligasi kedua
- A_1^* : nilai perkiraan aset berdasarkan metode biseksi pada saat T_1
- K_1 : nilai utang pokok pada saat T_2
- M : rumus sesuai dengan *distance to default* dengan nilai *face value* sesuai dengan nilai perkiraan *face value* pada saat jatuh tempo di T_1 .
- N : rumus sesuai dengan *distance to default* dengan nilai *face value* sebesar K_1 pada saat jatuh tempo di T_2 .

Bukti

- (i) Ekuitas perusahaan pada saat pembayaran T_1 tidak akan sama dengan nol jika $A_{T_1} > A_1^*$, dengan A_1^* adalah nilai ekuitas pada perusahaan jika dikurangi dengan c_1 , c_2 , dan F_1 sama dengan nol. Sehingga berdasarkan *default at maturity*, waktu kebangkrutan (*default*) pada saat pembayaran kupon obligasi (T_1), τ , adalah variabel random diskrit:

$$\tau = \begin{cases} \infty & \text{jika } A_{T_1} \geq A_1^* \\ T_1 & \text{jika } A_{T_1} < A_1^* \end{cases}$$

Nilai A_1^* akan ditemukan menggunakan metode biseksi menggunakan *software R-studio*. Berdasarkan perhitungan mengenai A_T pada persamaan (6) dengan ε terdistribusi normal diwakili oleh Y dengan $\mu = 0$ (suku bunga bebas risiko), sehingga

$$A_{T_1} = A_0 \exp\left(-\frac{\sigma_A^2}{2}T_1 + \sigma_A\sqrt{T_1}Y\right) \text{ dengan } Y \sim N(0,1) \quad (15)$$

Sehingga *probability of default* pada saat pembayaran di T_1 adalah

$$p(\tau = T_1) = p(A_{T_1} < A_1^*)$$

$$\begin{aligned}
&= p(\ln A_{T_1} < \ln A_1^*) \\
&= p\left(\ln\left(A_0 \exp\left(-\frac{\sigma_A^2}{2}T_1 + \sigma_A\sqrt{T_1}Y\right)\right) < \ln A_1^*\right) \\
&= p\left(\ln A_0 - \frac{\sigma_A^2}{2}T_1 + \sigma_A\sqrt{T_1}Y < \ln A_1^*\right) \\
&= p\left(\sigma_A\sqrt{T_1}Y < \ln A_1^* - \ln A_0 + \frac{\sigma_A^2}{2}T_1\right) \\
&= p\left(\sigma_A\sqrt{T_1}Y < \ln \frac{A_1^*}{A_0} + \frac{\sigma_A^2}{2}T_1\right) \\
&= p\left(Y < \frac{\ln \frac{A_1^*}{A_0} + \frac{\sigma_A^2}{2}T_1}{\sigma_A\sqrt{T_1}}\right) \tag{16}
\end{aligned}$$

Karena Y berdistribusi normal dengan *mean* 0 dan variansi 1, atau $Y \sim N(0,1)$ maka

$$\begin{aligned}
p(\tau = T_1) &= p\left(Y < \frac{\ln \frac{A_1^*}{A_0} + \frac{\sigma_A^2}{2}T_1}{\sigma_A\sqrt{T_1}}\right) \\
&= \Phi\left(\frac{\ln \frac{A_1^*}{A_0} + \frac{\sigma_A^2}{2}T_1}{\sigma_A\sqrt{T_1}}\right) \\
&= \Phi\left(\frac{-\ln \frac{A_0}{A_1^*} + \frac{\sigma_A^2}{2}T_1}{\sigma_A\sqrt{T_1}}\right) \\
&= \Phi(M) \tag{17}
\end{aligned}$$

- (ii) Probabilitas kebangkrutan perusahaan dengan *two periods bond* memiliki syarat jika obligasi yang jatuh tempo pada saat T_1 tidak bangkrut, maka perusahaan penerbit obligasi dapat menghitung probabilitas kebangkrutan pada saat T_2 .

Probabilitas perusahaan tidak bangkrut pada saat T_1 adalah $p(A_{T_1} \geq A_1^*)$. Sehingga probabilitas perusahaan bangkrut pada saat T_2 jika diketahui perusahaan tersebut tidak bangkrut pada saat T_1 adalah

$$(A_{T_2} < K_1 | A_{T_1} \geq A_1^*) = 1 - p(A_{T_2} \geq K_1 | A_{T_1} \geq A_1^*) \quad (18)$$

Penyelesaian persamaan (18) dilakukan dengan menyelesaikan terlebih dahulu

$$p(A_{T_2} \geq K_1 | A_{T_1} \geq A_1^*) = \frac{p(A_{T_2} \geq K_1, A_{T_1} \geq A_1^*)}{p(A_{T_1} \geq A_1^*)} \quad (19)$$

Penyelesaian persamaan (19) dilakukan dengan menyelesaikan terlebih dahulu

$$p(A_{T_2} \geq K_1, A_{T_1} \geq A_1^*) = p(\ln A_{T_2} \geq \ln K_1, \ln A_{T_1} \geq \ln A_1^*)$$

Menyesuaikan dari perhitungan mengenai A_T pada persamaan (10) adalah sebagai berikut.

$$A_{T_1} = A_0 \exp\left(-\frac{\sigma_A^2}{2}T_1 + \sigma_A\sqrt{T_1}Y\right) \text{ dengan } Y \sim N(0,1) \quad (20)$$

$$A_{T_2} = A_0 \exp\left(-\frac{\sigma_A^2}{2}T_2 + \sigma_A\sqrt{T_2}Z\right) \text{ dengan } Z \sim N(0,1) \quad (21)$$

Dengan substitusi persamaan (20) dan (21) ke dalam persamaan (19), diperoleh

$$\begin{aligned} p(A_{T_1} > A_1^*, A_{T_2} > K_1) &= p(\ln A_{T_1} \geq \ln A_1^*, \ln A_{T_2} \geq \ln K_1) \\ &= p\left(\ln\left(A_0 \exp\left(-\frac{\sigma_A^2}{2}T_1 + \sigma_A\sqrt{T_1}Y\right)\right) \geq \right. \\ &\quad \left. \ln A_1^*, \ln\left(A_0 \exp\left(-\frac{\sigma_A^2}{2}T_2 + \sigma_A\sqrt{T_2}Z\right)\right) \geq \ln K_1\right) \\ &= p\left(Y \geq \frac{\ln \frac{A_1^*}{A_0} + \frac{\sigma_A^2}{2}T_1}{\sigma_A\sqrt{T_1}}, Z \geq \frac{\ln \frac{K_1}{A_0} + \frac{\sigma_A^2}{2}T_2}{\sigma_A\sqrt{T_2}}\right) \\ &= p\left(Y \geq \frac{-\ln \frac{A_0}{A_1^*} + \frac{\sigma_A^2}{2}T_1}{\sigma_A\sqrt{T_1}}, Z \geq \frac{-\ln \frac{A_0}{K_1} + \frac{\sigma_A^2}{2}T_2}{\sigma_A\sqrt{T_2}}\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= p\left(Y < \frac{\ln \frac{A_0}{A_1^*} - \frac{\sigma_A^2}{2} T_1}{\sigma_A \sqrt{T_1}}, Z < \frac{\ln \frac{A_0}{K_1} - \frac{\sigma_A^2}{2} T_2}{\sigma_A \sqrt{T_2}}\right) \\
&= p(Y < -M, Z < -N)
\end{aligned} \tag{22}$$

Karena $\ln A_{T_1}$ dan $\ln A_{T_2}$ adalah variabel random berdistribusi normal standar, maka gabungan variabel random Y dan Z berdistribusi normal standar bivariat pada persamaan (8) dengan koefisien korelasi $\rho = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$. Sehingga penyelesaian persamaan (22)

$$\begin{aligned}
p(Y < -M, Z < -N) &= \int_{-\infty}^{-M} \int_{-\infty}^{-N} f(y, z, \rho) dy dz \\
&= \Phi_2(-M, -N, \rho) .
\end{aligned} \tag{23}$$

Selanjutnya akan diselesaikan

$$p(A_{T_1} \geq A_1^*) = 1 - p(A_{T_1} < A_1^*) .$$

Dengan menggunakan persamaan (17) diperoleh

$$p(A_{T_1} < A_1^*) = \Phi(M)$$

sehingga

$$\begin{aligned}
p(A_{T_1} \geq A_1^*) &= 1 - p(A_{T_1} < A_1^*) \\
&= 1 - \Phi(M) \\
&= \Phi(-M) .
\end{aligned} \tag{24}$$

Dengan substitusi persamaan (23) dan (24) pada persamaan (19) diperoleh

$$\begin{aligned}
p(A_{T_2} \geq K_1 | A_{T_1} \geq A_1^*) &= \frac{p(A_{T_2} \geq K_1, A_{T_1} \geq A_1^*)}{p(A_{T_1} \geq A_1^*)} \\
&= \frac{\Phi_2(-M, -N, \rho)}{\Phi(-M)}
\end{aligned} \tag{25}$$

Berdasarkan persamaan (18), penyelesaian persamaan (25) adalah

$$\begin{aligned}
 p(A_{T_2} < K_1 | A_{T_1} \geq A_1^*) &= 1 - p(A_{T_2} \geq K_1 | A_{T_1} \geq A_1^*) \\
 &= 1 - \frac{\Phi_2(-M, -N, \rho)}{\Phi(-M)}
 \end{aligned} \tag{26}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari pihak ketiga, sehingga tidak berasal dari sumber langsung. Data yang digunakan adalah data aset perusahaan PT Bank Central Asia Tbk, (BCA). Data tersebut diperoleh dari website Otoritas Jasa Keuangan (OJK) www.ojk.go.id. Rentang waktu aset yang ditotalkan mulai dari Juli 2017 sampai Oktober 2022. Data kedua obligasi yang dipilih merupakan data sekunder yang diambil dari website PT Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI) www.ksei.co.id yang terdaftar pada Bursa Efek Indonesia (IDX) www.idx.co.id.

Seluruh data tersebut sudah memenuhi kriteria sampel yang baik. Perusahaan wajib mempublikasikan laporan keuangannya setiap bulan. Selain itu untuk obligasi yang telah diterbitkan oleh PT. Bank Central Asia Tbk, (BCA) memiliki rating obligasi yang baik, yaitu AAA. Karakteristik dari kedua obligasi yang memenuhi batasan penelitian yaitu diterbitkan di waktu yang bersamaan oleh PT. Bank Central Asia Tbk, (BCA). Untuk data obligasi diperoleh dari PT. Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI) diperoleh nilai pokok utang obligasi (*face value*) serta tahun terbit dan jatuh tempo obligasi dengan data yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Obligasi Bank Central Asia Tahap I Tahun 2018 Seri A dan B			
Obligasi	Face Value	Tahun Terbit	Jatuh Tempo
OBL SUB BKLJT I	435.000.000.000	06 Juli 2018	5 Juli 2025
Bank Central Asia			
THP I TH18 SR A			
OBL SUB BKLJT I	65.000.000.000	06 Juli 2018	5 Juli 2030
Bank Central Asia			
THP I TH18 SR B			

3.2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Nilai pokok utang obligasi (*Face Value*).
2. Tahun terbit dan jatuh tempo obligasi.
3. Total aset perusahaan.

3.3. Tahapan Analisis Data

Data pada penelitian ini diolah dengan *software R-Studio*. *Software R-Studio* digunakan untuk memastikan bahwa data *ln return* dari aset perusahaan berdistribusi normal serta menghitung nilai volatilitas aset, *distance to default*, dan *probability of default* dari kedua obligasi tersebut menyesuaikan runtutan waktu obligasi jatuh tempo.

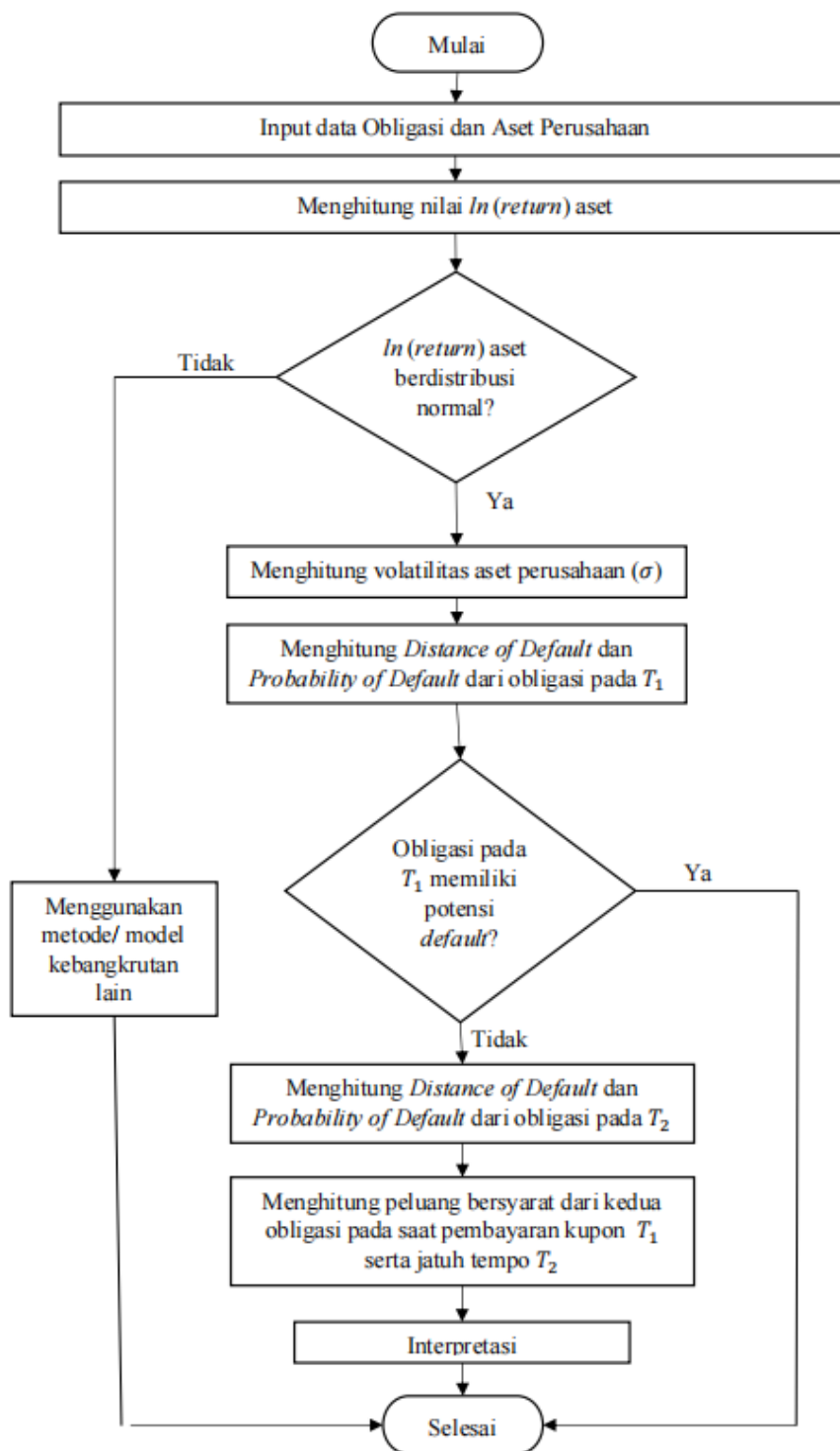
Berdasarkan tujuan penelitian dan pembatasan masalah, berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Mencari data obligasi dengan waktu terbit bersamaan.
2. Mencari data bulanan total aset perusahaan, serta menghitung *return* dan *ln return* dari aset tersebut.

3. Melakukan uji normalitas Jarque Bera dari $\ln return$.
4. Menghitung nilai volatilitas aset perusahaan dari estimasi standar deviasi data $\ln return$ data total aset perusahaan.
5. Menghitung *distance to default* dan *probability of default* dari obligasi dengan rentang waktu jatuh tempo terdekat (T_1) dengan menggunakan model KMV Merton.
6. Memastikan obligasi dengan rentang waktu terdekat memiliki *probability of default* mendekati nol.
7. Menghitung *distance to default* dan *probability of default* dari obligasi dengan jatuh tempo paling akhir (T_2) dengan menggunakan model KMV Merton.
8. Menghitung peluang bersyarat dari kedua obligasi dari estimasi perhitungan *distance to default* dan *probability of default* dengan menggunakan model KMV Merton.

3.4. Flow Chart

Untuk memperjelas tahapan dalam analisis, berikut merupakan *flowchart* sebagai langkah analisis berikut:



Gambar 4. Flow Chart

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas terkait hasil dari analisis dari studi kasus serta teori-teori yang telah dikembangkan pada bab-bab sebelumnya. Hal ini bertujuan agar pemahaman terkait perhitungan potensi kebangkrutan dari dua obligasi dapat dimaknai dengan mudah atau aplikatif serta telah berlandaskan teori yang telah dikembangkan dari peneliti sebelumnya.

4.1. Deskripsi Data

Perusahaan yang digunakan sebagai sampel adalah PT Bank Central Asia Tbk (BBCA). Data yang digunakan adalah:

1. Total aset perusahaan.
2. Nilai pokok utang (*Face Value*)
3. Waktu jatuh tempo obligasi.

Total aset perusahaan PT Bank Central Asia Tbk periode Juli 2018 sampai dengan Oktober 2022 diperoleh dari website Otoritas Jasa Keuangan (OJK) dengan alamat www.ojk.go.id tertera pada Lampiran 1.

PT Bank Central Asia Tbk menerbitkan obligasi dengan nama "OBL SUB BKLJT I BANK CENTRAL ASIA THP I TH18". Obligasi tersebut diterbitkan pada tanggal 6 Juli 2018 dengan total nilai utang pokok sebesar Rp. 500.000.000.000,00 (Lima Ratus Milyar Rupiah). Obligasi ini terdiri dari dua seri obligasi, yaitu:

1. Obligasi II PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018 dengan nilai utang pokok (*face value*) sebesar Rp. 435.000.000.000,00 (Empat Ratus Tiga Puluh

Lima Milyar Rupiah) berjangka waktu 7 (tujuh) tahun dengan tingkat bunga tetap sebesar 7,75% per tahun yang dibayarkan setiap tiga bulan.

2. Obligasi II PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018 dengan nilai utang pokok (*face value*) sebesar Rp. 65.000.000.000,00 (Enam Puluh Lima Milyar Rupiah) berjangka waktu 12 (dua belas) tahun dengan tingkat bunga tetap sebesar 8,00% per tahun yang dibayarkan setiap tiga bulan.

Sumber data obligasi diperoleh dari website PT Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI) www.ksei.co.id. Rincian deskripsi obligasi dilampirkan di Lampiran 2 dan 3. Berdasarkan prospektus tersebut, dapat dibuat profil obligasi seperti pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Profil Obligasi II PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018

<i>Face Value</i>	Terbit	Jatuh Tempo	Periode Obligasi	Kupon
Rp. 435.000.000.000	6 Juli 2018	5 Juli 2025	7 tahun	7,75 % p.a (<i>fixed</i>)

Tabel 3. Profil Obligasi II PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018

<i>Face Value</i>	Terbit	Jatuh Tempo	Periode Obligasi	Kupon
Rp. 65.000.000.000	6 Juli 2018	5 Juli 2030	12 tahun	8,00 % p.a (<i>fixed</i>)

Profil kedua obligasi tersebut menunjukkan waktu terbit yang bersamaan, namun waktu jatuh tempo yang berbeda. Sehingga terdapat perbedaan persentase kupon. Pada Obligasi II PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018 persentase kupon sebesar 7,75% p.a dengan periode obligasi 7 tahun, sedangkan Obligasi II PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018 persentase kupon sebesar 8,00% p.a dengan periode obligasi 12 tahun. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar periode obligasi, maka semakin besar persentase kuponnya.

4.2. Pengolahan Data

Perhitungan perkiraan potensi kebangkrutan melibatkan salah satu asumsi yaitu data *ln return* aset perusahaan harus berdistribusi normal.

4.2.1. Statistika Deskriptif dan Volatilitas Aset

Berdasarkan data total aset bulanan PT Bank Central Asia Tbk periode Juli 2018 sampai dengan Oktober 2022 yang terdapat pada Lampiran 1, akan dihitung nilai return dan *ln return* dari data aset tersebut. Perhitungan menggunakan *software R-Studio* pada Lampiran 4 dan output program terdapat di Lampiran 5. Hasil dari perhitungan tersebut ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data *Return* dan *Ln Return* Total Aset PT Bank Central Asia Tbk Periode Juli 2018 sampai dengan Oktober 2022

Bulan	Tahun	Asset	Return	Ln return
Juli	2018	784.192.878.000.000	1,009790025	0,009742413
Agustus	2018	783.129.376.000.000	0,998643826	-0,001357094
September	2018	783.814.134.000.000	1,000874387	0,000874005
Oktober	2018	793.381.963.000.000	1,012206757	0,012132856
November	2018	788.059.971.000.000	0,993292018	-0,006730582
Desember	2018	808.636.008.000.000	1,026109735	0,025774695
Januari	2019	807.075.188.000.000	0,998069811	-0,001932054
Februari	2019	817.853.592.000.000	1,013354895	0,013266504
Maret	2019	814.559.087.000.000	0,995971767	-0,004036368
April	2019	823.403.475.000.000	1,010857884	0,010799360
Mei	2019	849.700.956.000.000	1,031937539	0,031438141
Juni	2019	853.642.798.000.000	1,004639093	0,004628366
Juli	2019	867.008.857.000.000	1,015657672	0,015536355
Agustus	2019	866.663.285.000.000	0,999601420	-0,000398659
September	2019	875.677.023.000.000	1,010400508	0,010346794
Oktober	2019	886.571.333.000.000	1,012441014	0,012364260
November	2019	885.157.294.000.000	0,998405048	-0,001596226
Desember	2019	899.009.585.000.000	1,015649525	0,015528334
Januari	2020	896.809.336.000.000	0,997552586	-0,002450414
Februari	2020	916.603.266.000.000	1,022071503	0,021831453
Maret	2020	953.701.928.000.000	1,040474067	0,039676443
April	2020	958.426.107.000.000	1,004953517	0,004941289
Mei	2020	954.071.373.000.000	0,995456370	-0,004553984
Juni	2020	957.694.444.000.000	1,003797484	0,003790292
Juli	2020	967.841.607.000.000	1,010595408	0,010539670

Agustus	2020	982.435.215.000.000	1,015078509	0,014965958
September	2020	985.845.932.000.000	1,003471697	0,003465684
Oktober	2020	1.009.351.770.000.000	1,023843318	0,023563505
November	2020	1.027.878.671.000.000	1,018355247	0,018188823
Desember	2020	1.056.362.108.000.000	1,027710894	0,027333896
Januari	2021	1.053.811.272.000.000	0,997585264	-0,002417657
Februari	2021	1.064.787.379.000.000	1,010415629	0,010361760
Maret	2021	1.071.238.142.000.000	1,006058264	0,006039986
April	2021	1.077.818.479.000.000	1,006142740	0,006123950
Mei	2021	1.102.750.104.000.000	1,023131562	0,022868083
Juni	2021	1.109.512.267.000.000	1,006132090	0,006113365
Juli	2021	1.120.424.381.000.000	1,009835055	0,009787005
Agustus	2021	1.133.399.378.000.000	1,011580431	0,011513891
September	2021	1.148.850.342.000.000	1,013632409	0,013540324
Oktober	2021	1.171.663.418.000.000	1,019857309	0,019662724
November	2021	1.191.949.259.000.000	1,01731371	0,017165536
Desember	2021	1.205.491.799.000.000	1,011361675	0,011297616
Januari	2022	1.214.793.207.000.000	1,007715862	0,007686247
Februari	2022	1.221.534.692.000.000	1,005549492	0,005534150
Maret	2022	1.234.267.327.000.000	1,010423474	0,010369524
April	2022	1.261.407.848.000.000	1,021989176	0,021750900
Mei	2022	1.257.067.226.000.000	0,996558907	-0,003447027
Juni	2022	1.237.703.292.000.000	0,984595944	-0,015523931
Juli	2022	1.251.244.395.000.000	1,010940508	0,010881094
Agustus	2022	1.254.765.256.000.000	1,002813888	0,002809936
September	2022	1.259.492.289.000.000	1,003767265	0,003760186
Oktober	2022	1.281.194.448.000.000	1,017230879	0,017084111

Statistik deskriptif dari data aset dan data *ln return* aset diberikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Statistik Deskriptif Data Aset PT Bank Central Asia Tbk Periode Juli 2018 – Oktober 2022

Jumlah data aset	52
Rata-Rata	1.011.149.000.000.000
Variansi	26.969.490.000.000.000.000.000.000.000
Standar Deviasi	164.223.900.000.000
Harga Terendah	783.129.400.000.000
Harga Tertinggi	1.281.194.000.000.000

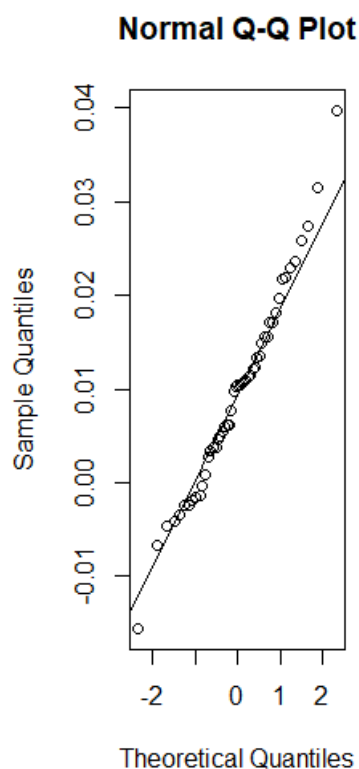
Tabel 6. Statistik Deskriptif Data Ln *Return* Aset PT Bank Central Asia Tbk
Periode Juli 2018 – Oktober 2022

Rata-Rata	0,0096253540
Variansi	0,0001124457
Standar Deviasi	0,0106040400
Harga Terendah	-0,0155239300
Harga Tertinggi	0,0396764400
Volatilitas Bulanan	0,0367334800

Pada Tabel 6 terdapat hasil dari nilai volatilitas atau standar deviasi bulanan aset perusahaan berdasarkan persamaan (4). Sehingga dapat disimpulkan bahwa ukuran atau nilai fluktuasi dari aset perusahaan bernilai 0,0367334800. Semakin tinggi nilai volatilitasnya, maka semakin tingginya fluktuasi atau ketidakpastian aset. Sebaliknya semakin rendah nilai volatilitasnya, maka semakin rendahnya fluktuasi atau ketidakpastian aset.

4.2.2. Uji Normalitas

Untuk uji normalitas data ln *return* aset perusahaan bulanan digunakan *Normal Q-Q Plot* sebagai uji visual dan Uji Jarque-Bera sebagai uji formal. Sedangkan *Normal Q-Q Plot* dari data ln *return* aset perusahaan PT Bank Central Asia Tbk diberikan pada Gambar 5. Uji visual adalah pengecekan dari persebaran data, apakah data tersebut tersebar pada kisaran garis normal atau tidak. Berdasarkan grafik normalitas dapat diketahui bahwa nilai ln *return* aset perusahaan PT Bank Central Asia Tbk bulan Juli 2018 hingga Oktober 2022 menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal maka dapat diartikan bahwa data ln *return* aset PT Bank Central Asia Tbk berdistribusi normal.



Gambar 5. Normal Q-Q Plot Ln *Return* Aset PT Bank Central Asia Tbk Periode Juli 2018 sampai dengan Oktober 2022

Selain uji secara visual, kenormalan data ln *return* aset PT Bank Central Asia Tbk juga diuji secara formal dengan menggunakan uji Jarque-Bera. Uji Jarque Bera diberikan di Tabel 7. Berdasarkan nilai *p-value* dan dibandingkan dengan tingkat signifikansi sebesar 0,05, maka nilai *p-value* > tingkat signifikansi ($0,5532 > 0,05$), sehingga dapat disimpulkan data ln *return* aset PT Bank Central Asia Tbk berdistribusi normal.

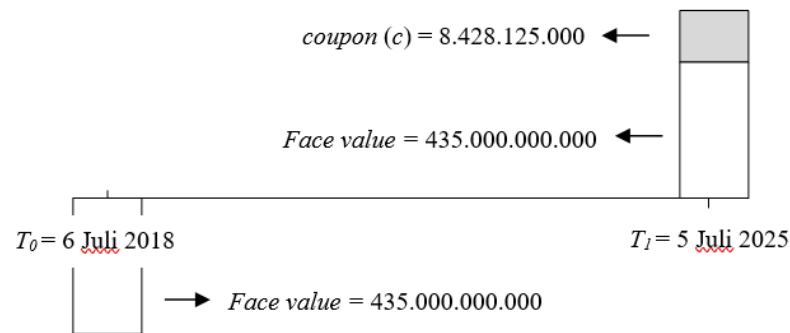
Tabel 7. Uji Jarque Bera Data Ln *Return* Aset PT Bank Central Asia Tbk

<i>X-squared</i>	1,1841
<i>df</i>	2
<i>p-value</i>	0,5532

4.3. Probability of Default

4.3.1. Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018

Perhitungan risiko kredit tidak terlepas dari pemahaman runtutan waktu yang berjalan. PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 yang menerbitkan Obligasi Sub BKLJT 1 Seri A Tahun 2018. Pada saat T_0 investor membayarkan *face value* sejumlah nilai pokok. Pada saat T_1 perusahaan membayarkan kewajibannya sebesar *face value* ditambah dengan *coupon*. Berdasarkan Gambar 2, maka struktur Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018 dengan diasumsikan kupon satu periode sejak pembelian sampai dengan jatuh tempo adalah seperti Gambar 6 dan Tabel 8.



Gambar 6. Struktur Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018

Tabel 8. Pembayaran Kupon dan Utang Pokok Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018 dengan Kupon Satu Periode

Status	Periode	Nominal	
Saat Pembelian Obligasi	Desember 2010	Face Value	435.000.000.000
Saat Jatuh Tempo	Desember 2013	Kupon	8.428.125.000
		Face Value	435.000.000.000
		Total	443.428.125.000

Persamaan (12) menunjukkan perhitungan terkait jarak menuju kebangkrutan yang disebut dengan *distance to default*.

$$\begin{aligned}
DD &= \frac{-\ln\left(\frac{A_0}{F}\right) + \frac{\sigma_A^2 T}{2}}{\sigma_A \sqrt{T}} \\
&= \frac{-\ln\left(\frac{784.192.878.000.000}{435.000.000.000}\right) + \left(\frac{(0,03673348)^2}{2} \times 1\right)}{0,03673348 \times \sqrt{1}} \\
&= -204,091962781462
\end{aligned}$$

Hal tersebut dapat menghasilkan nilai *probability of default* atau probabilitas perusahaan gagal membayarkan utang sebesar *face value* dan kuponnya pada persamaan (11).

$$\begin{aligned}
PD &= p[A_T < F] = \Phi\left(\frac{-\ln\left(\frac{A_0}{F}\right) + \frac{\sigma_A^2 T}{2}}{\sigma_A \sqrt{T}}\right) \\
&= \Phi(-204,091962781462) \\
&= 0,00
\end{aligned}$$

Data perhitungan Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018 diberikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Data Perhitungan Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018

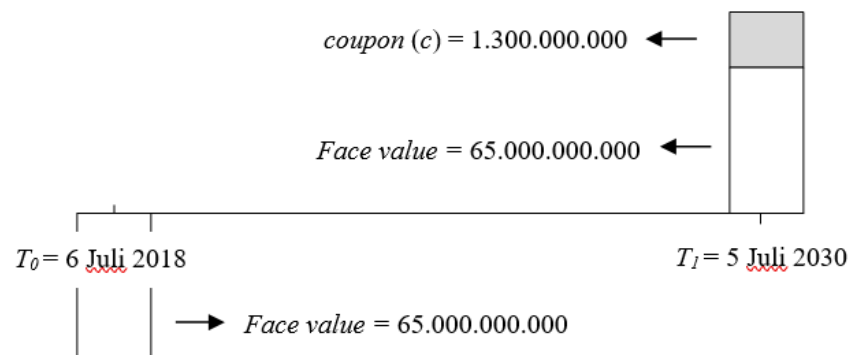
Data	Nilai
Nilai Awal Aset	784.192.878.000.000
Nilai Face Value	435.000.000.000
Jangka Waktu Jatuh Tempo	84 bulan
Kupon	8.428.125.000
Volatilitas Bulanan	0,0367334800
Distance to Default	-204,09196278
Probability of Default	0,00

Berdasarkan *output program* untuk obligasi dengan kupon satu periode pada Lampiran 4 dan persamaan (11), diperoleh probabilitas kegagalan perusahaan dalam membayarkan kewajibannya pada Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018 dengan kupon satu periode berdasarkan *default at maturity* sebesar $\Phi = 0,00$ atau 0,00%. Hasil nilai tersebut menunjukkan bahwa

perusahaan diperkirakan mampu membayarkan nilai pokok utang dan kupon obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 Seri A pada saat jatuh tempo.

4.3.2. Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018

Perhitungan risiko kredit tidak terlepas dari pemahaman runtutan waktu yang berjalan. PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 yang menerbitkan Obligasi Sub BKLJT 1 Seri B Tahun 2018. Pada saat T_0 investor membayarkan *face value* sejumlah nilai pokok. Pada saat T_1 perusahaan membayarkan kewajibannya sebesar *face value* ditambah dengan *coupon*. Berdasarkan Gambar 2, maka struktur Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018 dengan diasumsikan kupon satu periode sejak pembelian sampai dengan jatuh tempo adalah seperti Gambar 7 dan Tabel 10.



Gambar 7. Struktur Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018

Tabel 10. Pembayaran Kupon dan Utang Pokok Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018 dengan Kupon Satu Periode

Status	Periode	Nominal	
Saat Pembelian Obligasi	Desember 2010	Face Value	65.000.000.000
Saat Jatuh Tempo	Desember 2013	Kupon	1.300.000.000
		Face Value	65.000.000.000
		Total	66.300.000.000

Persamaan (12) menunjukkan perhitungan terkait jarak menuju kebangkrutan yang disebut dengan *distance to default*.

$$\begin{aligned}
 DD &= \frac{-\ln\left(\frac{A_0}{F}\right) + \frac{\sigma_A^2 T}{2}}{\sigma_A \sqrt{T}} \\
 &= \frac{-\ln\left(\frac{784.192.878.000.000}{65.000.000.000}\right) + \left(\frac{(0,03673348)^2}{2} \times 1\right)}{0,03673348 \times \sqrt{1}} \\
 &= -255,841994664993
 \end{aligned}$$

Hal tersebut dapat menghasilkan nilai *probability of default* atau probabilitas perusahaan gagal membayarkan utang sebesar *face value* dan kuponnya pada persamaan (11).

$$\begin{aligned}
 PD &= p[A_T < F] = \Phi\left(\frac{-\ln\left(\frac{A_0}{F}\right) + \frac{\sigma_A^2 T}{2}}{\sigma_A \sqrt{T}}\right) \\
 &= \Phi(-255,841994664993) \\
 &= 0,00
 \end{aligned}$$

Data perhitungan Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018 diberikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Data Awal Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018

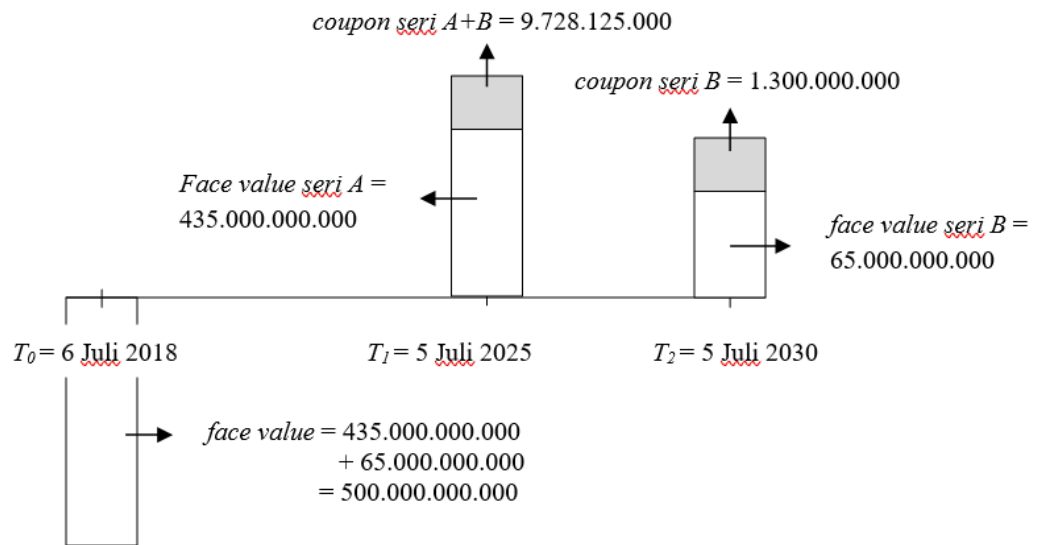
Data	Nilai
Nilai Awal Aset	784.192.878.000.000
Nilai Face Value	65.000.000.000
Jangka Waktu Jatuh Tempo	144 bulan
Kupon	1.300.000.000
Volatilitas Bulanan	0,0367334800
Distance to Default	-255,84199466
Probability of Default	0,00

Berdasarkan *output program* untuk obligasi dengan kupon satu periode pada Lampiran 5 dan persamaan (12), diperoleh probabilitas kegagalan perusahaan dalam membayarkan kewajibannya pada Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central

Asia Tbk Seri B Tahun 2018 dengan kupon satu periode berdasarkan *default at maturity* diperoleh probabilitas kegagalan perusahaan dalam membayar kewajibannya pada Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018 dengan kupon satu periode berdasarkan *default at maturity* sebesar $\Phi = 0,00$ atau 0,00%. Hasil nilai tersebut menunjukkan bahwa perusahaan diperkirakan mampu membayar nilai pokok utang dan kupon obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 Seri B pada saat jatuh tempo.

4.4. Two Periods Bond

Perhitungan risiko kredit dari dua obligasi berbeda dengan perhitungannya jika hanya satu obligasi. Berdasarkan kepemilikan obligasi PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 yang menerbitkan Obligasi Sub BKLJT 1 Seri A dan Seri B Tahun 2018. Pada saat T_0 investor membayar *face value* sejumlah nilai pokok Seri A dan B. Pada saat T_1 perusahaan membayar kewajibannya sebesar *face value* pada Seri A ditambah dengan *coupon* pada Seri A dan B. Pada akhir jatuh tempo T_2 , perusahaan harus menuntaskan kewajibannya dengan membayar kewajibannya sebesar *face value* pada Seri B ditambah dengan *coupon* pada Seri B. Struktur kas PT Bank Central Asia Tbk sejak pembelian sampai dengan jatuh tempo dapat disajikan seperti arus kas obligasi dengan kupon dua periode seperti Gambar 8. Sedangkan nominal pembayaran kedua obligasi disajikan pada Tabel 12.



Gambar 8. Struktur Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A dan B Tahun 2018

Tabel 12. Pembayaran Kupon dan Utang Pokok Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A dan B Tahun 2018

Status	Periode	Nominal	
Saat Pembelian Obligasi	Desember 2010	Face Value Seri A	435.000.000.000
		Face Value Seri B	65.000.000.000
		Total	500.000.000.000
Saat Jatuh Tempo Seri A	Desember 2013	Kupon Seri A	8.428.125.000
		Kupon Seri B	1.300.000.000
		Face Value Seri A	435.000.000.000
		Total	444.728.125.000
Saat Jatuh Tempo Seri B	Desember 2015	Kupon Seri B	1.300.000.000
		Face Value Seri B	65.000.000.000
		Total	66.300.000.000

Perhitungan *two periods bond* tidak terlepas dari menghitung perkiraan nilai aset perusahaan pada saat T_1 yang dilambangkan dengan A_1^* . A_1^* adalah nilai ekuitas pada perusahaan jika dikurangi dengan c_1 , c_2 , dan F_1 sama dengan nol. A_1^* adalah salah satu persyaratan dalam memenuhi perhitungan yang terdapat di bukti (i) dengan

metode biseksi. Menyesuaikan perhitungan pada persamaan (13) dan persamaan (14) berikut adalah rincian dalam pehitungannya.

$$\begin{aligned}
M &= \frac{-\ln \frac{A_0}{A_1} + \frac{\sigma_A^2}{2} T_1}{\sigma_A \sqrt{T_1}} \\
&= \frac{-\ln \left(\frac{784.192.878.000.000}{624.950.200.000} \right) + \left(\frac{(0,03673348)^2}{2} \times 1 \right)}{0,03673348 \times \sqrt{1}} \\
&= -194,229556924912 \\
N &= \frac{-\ln \frac{A_0}{K_1} + \frac{\sigma_A^2}{2} T_2}{\sigma_A \sqrt{T_2}} \\
&= \frac{-\ln \left(\frac{784.192.878.000.000}{66.300.000.000} \right) + \left(\frac{(0,03673348)^2}{2} \times 1 \right)}{0,03673348 \times \sqrt{1}} \\
&= -255,304142544624 \\
\rho &= \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \\
&= \sqrt{\frac{1}{2}} \\
&= 0,7071068
\end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan dalam mencari *probability of default* pada saat T_1 pada persamaan (13) dan persamaan (17).

$$\begin{aligned}
p(\tau = T_1) &= \Phi(M) \\
&= \Phi(-194,229556924912) \\
&= 0,00
\end{aligned}$$

Berikut merupakan perhitungan dalam mencari *probability of default* pada saat T_2 pada persamaan (14) dan persamaan (26).

$$\begin{aligned}
p(\tau = T_2) &= 1 - \frac{\Phi_2(-M, -N, \rho)}{\Phi(-M)} \\
&= 1 - \frac{\Phi_2(-(-194.229556924912), -(-255,304142544624), 0,7071068)}{\Phi(-(-194.229556924912))} \\
&= 1 - \frac{1}{1} \\
&= 0,00
\end{aligned}$$

Data perhitungan Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 dengan diasumsikan dua periode pembayaran sesuai dengan pada Tabel 13.

Tabel 13. Data Perhitungan Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A dan B Tahun 2018

Data	Nilai
Nilai Aset pada 9 Desember 2010 (A_0)	784.192.878.000.000
Pembayaran Saat T_1	444.728.125.000
Pembayaran Saat T_2	66.300.000.000
Volatilitas Bulanan	0,0367334800
A_1^*	624.950.200.000
M	-194,2295569249
N	-255,3041425446
Koefisien Korelasi (ρ)	0,7071068
Probability of Default pada saat T_1	0,00
Probability of Default pada saat T_2	0,00

Berdasarkan *output program* untuk obligasi dengan kupon dua periode pada Lampiran 5, dihitung dengan persamaan (13) dan persamaan (17), maka diperoleh valuasi dari probabilitas kegagalan perusahaan membayarkan utang dari Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 berdasarkan *default at maturity* saat pembayaran obligasi jatuh tempo pada T_1 menghasilkan nilai sebesar $\Phi = 0,00$ atau 0,00%, dengan kesimpulan bahwa perusahaan diperkirakan mampu membayarkan nilai pokok dan utang obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 pada saat T_1 . Sedangkan valuasi dari probabilitas kegagalan perusahaan membayarkan utang dari Obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 berdasarkan *default at maturity* pada persamaan (14) dan persamaan (26) saat pembayaran obligasi jatuh tempo pada T_2 menghasilkan nilai sebesar 0,00 atau 0,00%, dengan kesimpulan bahwa perusahaan diperkirakan mampu membayarkan nilai pokok dan utang obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Tahun 2018 pada saat T_2 .

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian tugas akhir mengenai pengukuran risiko kredit dua obligasi PT Bank Central Asia dengan model KMV merton dan metode peluang bersyarat. Adapun kesimpulan dari pengujian metode tersebut serta saran yang didasari dari penelitian ini.

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh pengukuran risiko kredit pada dua obligasi PT Bank Central Asia dengan model KMV Merton dan metode peluang bersyarat. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Probabilitas kegagalan pembayaran nilai pokok dan utang obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A Tahun 2018 pada saat T_1 sebesar 0,00 atau 0%, sehingga perusahaan diperkirakan dapat membayarkan nilai pokok dan utang dari obligasi pada saat jatuh tempo.
2. Probabilitas kegagalan pembayaran nilai pokok dan utang obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri B Tahun 2018 pada saat T_2 sebesar 0,00 atau 0%, sehingga perusahaan diperkirakan dapat membayarkan nilai pokok dan utang dari obligasi pada saat jatuh tempo.
3. Probabilitas kegagalan pembayaran nilai pokok dan utang gabungan dua obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A dan B Tahun 2018 dalam perhitungan peluang bersyarat pada saat T_1 sebesar 0,00 atau 0%, sehingga perusahaan diperkirakan dapat membayarkan nilai pokok dan utang dari obligasi tersebut pada saat T_1 .

4. Probabilitas kegagalan pembayaran nilai pokok dan utang gabungan dua obligasi Sub BKLJT 1 PT Bank Central Asia Tbk Seri A dan B Tahun 2018 dalam perhitungan peluang bersyarat pada saat T_2 sebesar 0,00 atau 0%, sehingga perusahaan diperkirakan dapat membayarkan nilai pokok dan utang dari obligasi tersebut pada saat T_2 .
5. Perbandingan dalam perhitungan probabilitas kegagalan pembayaran nilai pokok dan utang antara masing-masing obligasi dengan gabungan dari dua obligasi menghasilkan nilai yang sama, sehingga PT Bank Central Asia dapat membayarkan nilai pokok (*face value*) serta utang ditinjau dari pergerakan nilai aset perusahaan pada saat waktu jatuh tempo.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan dalam penelitian ini dapat menghitung risiko kredit dari gabungan dua obligasi oleh sebuah korporasi, sehingga penelitian ini dapat dikembangkan kembali dengan penambahan jumlah seri obligasi yang lebih dari dua.
2. Penelitian ini tidak menggunakan indikator Suku Bunga Bank Indonesia mengacu pada referensi utama (Thau, 2010), sehingga penelitian ini dapat dikembangkan kembali dengan penambahan indikator Suku Bunga Bank Indonesia yang dapat mengacu pada referensi lainnya (Maruddani, 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurakhman. (2013). Modul Kuliah Komputasi Statistik. Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada.
- Asdriargo, A., Maruddani, D. A. I., dan Hoyyi, A. (2012). Pengukuran risiko kredit harga obligasi dengan pendekatan model struktural KMV Merton. *Jurnal Gaussian*, 1, 11–20.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/519>.
- Black, F. dan Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, Vol 81, pages 637-654.
- Fahmi, Irham. (2014). Manajemen Risiko, *Alfabeta*, Bandung.
- Fong, H. G. (2006). The Credit Market Handbook: Advanced Modeling Issues. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Gestel, T. V. dan Baesens, B. (2009). Credit Risk Management Basic Concepts. *New York: Oxford University Press Inc.*
- Lu, Y. (2008). Default Forecasting in KMV. University of Oxford.
- Maruddani, D. A. I., Rosadi, D., Gunardi, Abdurakhman. (2016). Valuasi Obligasi dengan Kupon Berdasarkan Waktu Kebangkrutan. *Disertasi Universitas Gajah Mada*. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>.
- Ogbuji, I. A., Mesagan, E. P., & Alimi, Y. O. (2020). The Dynamic Linkage between Money Market, Capital Market and Economic Growth in Ghana:

- New Lessons Relearned. *Econometric Research in Finance*, 5(2), 59–78.
<https://doi.org/10.2478/erfin-2020-0004>
- Ong, M. (2005). Internal Credit Risk Models – Capital Allocation and Performance Measurement. Risk Books.
- Otoritas Jasa Keuangan (OJK). (2016). Pasar Modal. Otoritas Jasa Keuangan, 53(9), 1689–1699.
- RI, B. (2020). Presiden Republik Indonesia Peraturan Presiden Republik Indonesia. *Demographic Research*, 2000, 4–7.
- Solanki, C., Thapliya, P., & Tomar, K. (2014). Role of Bisection Method. *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, 3(8), 533–535. <https://doi.org/10.7753/ijcatr0308.1009>
- Sudarmanto, E., dkk. (2021). Pasar Uang dan Pasar Modal. *Yayasan Kita Menulis*.
- Thau, A. (2010). The Bond Book, Third Edition: Everything Investors Need to Know About Treasuries, Municipals, GNMA's, Corporates, Zeros, Bond Funds, Money Market Funds, and More. United Kingdom: McGraw Hill LLC.
- Trimono, Maruddani, D. A. I., dan Ispriyanti, D. (2017). Pemodelan Harga Saham Dengan Geometric Brownian Motion dan Value At Risk PT Ciputra Development Tbk. *Jurnal Gaussian*, 6(2), 261–270. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>.

Utami, U. dan Silaen, U. (2018). Analisis Pengaruh Risiko Kredit dan Risiko Operasional Terhadap Profitabilitas Bank. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan*, 6(3), 123–130. <https://doi.org/10.37641/jimkes.v6i3.293>.

Wang, X. dan Yang, H. (2012). Bisection-based trial-and-error implementation of marginal cost pricing and tradable credit scheme. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(9), 1085–1096. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2012.04.002>.

Yusof, N. M. dan Jaffar, M. M. J. (2015). Forecasting the Probability of Default of PN17 Company using KMV-Merton Model. *International Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 53(5), 240–254. https://www.researchgate.net/publication/325987236_Forecasting_the_Probability_of_Default_of_PN17_Company_using_KMV-Merton_Model.

Zielinski, T. (2013). Merton's and KMV Models In Credit Risk Management. *Risk Perception in Financial and Non-Financial Entities*, 123–134.

Website Bursa Efek Indonesia (IDX). www.idx.co.id.

Website Otoritas Jasa Keuangan (OJK). www.ojk.go.id.

Website Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI). www.ksei.co.id.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lampiran Aset Bulanan PT Bank Central Asia Periode Juli 2017
sampai Oktober 2022

Bulan	Tahun	Asset	Return	Ln return
Juli	2018	784.192.878.000.000	1,009790025	0,009742413
Agustus	2018	783.129.376.000.000	0,998643826	-0,001357094
September	2018	783.814.134.000.000	1,000874387	0,000874005
Oktober	2018	793.381.963.000.000	1,012206757	0,012132856
November	2018	788.059.971.000.000	0,993292018	-0,006730582
Desember	2018	808.636.008.000.000	1,026109735	0,025774695
Januari	2019	807.075.188.000.000	0,998069811	-0,001932054
Februari	2019	817.853.592.000.000	1,013354895	0,013266504
Maret	2019	814.559.087.000.000	0,995971767	-0,004036368
April	2019	823.403.475.000.000	1,010857884	0,01079936
Mei	2019	849.700.956.000.000	1,031937539	0,031438141
Juni	2019	853.642.798.000.000	1,004639093	0,004628366
Juli	2019	867.008.857.000.000	1,015657672	0,015536355
Agustus	2019	866.663.285.000.000	0,99960142	-0,000398659
September	2019	875.677.023.000.000	1,010400508	0,010346794
Oktober	2019	886.571.333.000.000	1,012441014	0,01236426
November	2019	885.157.294.000.000	0,998405048	-0,001596226
Desember	2019	899.009.585.000.000	1,015649525	0,015528334
Januari	2020	896.809.336.000.000	0,997552586	-0,002450414
Februari	2020	916.603.266.000.000	1,022071503	0,021831453
Maret	2020	953.701.928.000.000	1,040474067	0,039676443
April	2020	958.426.107.000.000	1,004953517	0,004941289
Mei	2020	954.071.373.000.000	0,99545637	-0,004553984
Juni	2020	957.694.444.000.000	1,003797484	0,003790292
Juli	2020	967.841.607.000.000	1,010595408	0,01053967
Agustus	2020	982.435.215.000.000	1,015078509	0,014965958
September	2020	985.845.932.000.000	1,003471697	0,003465684
Oktober	2020	1.009.351.770.000.000	1,023843318	0,023563505
November	2020	1.027.878.671.000.000	1,018355247	0,018188823
Desember	2020	1.056.362.108.000.000	1,027710894	0,027333896
Januari	2021	1.053.811.272.000.000	0,997585264	-0,002417657
Februari	2021	1.064.787.379.000.000	1,010415629	0,01036176
Maret	2021	1.071.238.142.000.000	1,006058264	0,006039986
April	2021	1.077.818.479.000.000	1,00614274	0,00612395
Mei	2021	1.102.750.104.000.000	1,023131562	0,022868083

Juni	2021	1.109.512.267.000.000	1,00613209	0,006113365
Juli	2021	1.120.424.381.000.000	1,009835055	0,009787005
Agustus	2021	1.133.399.378.000.000	1,011580431	0,011513891
September	2021	1.148.850.342.000.000	1,013632409	0,013540324
Oktober	2021	1.171.663.418.000.000	1,019857309	0,019662724
November	2021	1.191.949.259.000.000	1,01731371	0,017165536
Desember	2021	1.205.491.799.000.000	1,011361675	0,011297616
Januari	2022	1.214.793.207.000.000	1,007715862	0,007686247
Februari	2022	1.221.534.692.000.000	1,005549492	0,00553415
Maret	2022	1.234.267.327.000.000	1,010423474	0,010369524
April	2022	1.261.407.848.000.000	1,021989176	0,0217509
Mei	2022	1.257.067.226.000.000	0,996558907	-0,003447027
Juni	2022	1.237.703.292.000.000	0,984595944	-0,015523931
Juli	2022	1.251.244.395.000.000	1,010940508	0,010881094
Agustus	2022	1.254.765.256.000.000	1,002813888	0,002809936
September	2022	1.259.492.289.000.000	1,003767265	0,003760186
Oktober	2022	1.281.194.448.000.000	1,017230879	0,017084111

Lampiran 2. Data Obligasi SUB BKLJT I BANK CENTRAL ASIA THP I TH18

SR A

Link	https://www.ksei.co.id/services/registered-securities/corporate-bonds/lc/BBCA01ASBCN1
Nama Obligasi	OBL SUB BKLJT I BANK CENTRAL ASIA THP I TH18 SR A
Kode	IDA0000918A5
Penerbit	BANK CENTRAL ASIA Tbk, PT
Face Value	Rp. 435,000,000,000
Tanggal Terbit (<i>Listing Date</i>)	06 Juli 2018
Tanggal Jatuh Tempo (<i>Mature Date</i>)	05 Juli 2025
Jangka Waktu Obligasi	7 Tahun
Pembayaran Kupon	3 Bulan
Interest Type	FIXED
Rating	AAA
Kupon (<i>Interest</i>)	7.75%

Lampiran 3. Data Obligasi SUB BKLJT I BANK CENTRAL ASIA THP I TH18

SR B

Link	https://www.ksei.co.id/services/registered-securities/corporate-bonds/lc/BBCA01BSBCN1
Nama Obligasi	OBL SUB BKLJT I BANK CENTRAL ASIA THP I TH18 SR B
Kode	BBCA01BSBCN1
Penerbit	BANK CENTRAL ASIA Tbk, PT
Face Value	Rp. 65,000,000,000
Tanggal Terbit (<i>Listing Date</i>)	06 Juli 2018
Tanggal Jatuh Tempo (<i>Mature Date</i>)	05 Juli 2030
Jangka Waktu Obligasi	12 Tahun
Pembayaran Kupon	3 Bulan
Interest Type	FIXED
Rating	AAA
Kupon (<i>Interest</i>)	8.00%

Lampiran 4. Psuedocode

```
install.packages("tseries")

library(tseries)

aset<-
scan("C:/Users/ASUS/Documents/aset/asetfix.txt")
aset<-
matrix(scan("C:/Users/ASUS/Documents/aset/asetfix.txt"
"))
aset

# Deskripsi Data
desc=function(aset)

{
  n<-length(aset)
  return<-matrix(nrow=n-1,ncol=1)
  for(i in 1:n-1)
  {
    return[i]<-aset[i+1,]/aset[i,]
    lnreturn<-log(return)
  }

  rataaset<-mean(aset)
  varaset<-var(aset)
  sdaset<-sqrt(varaset)
  minaset<-min(aset)
  maksaset<-max(aset)

  ratareturn<-mean(return)
  varreturn<-var(return)
  sdreturn<-sqrt(varreturn)
  minreturn<-min(return)
  maksreturn<-max(return)
  ratalnreturn<-mean(lnreturn)
  varlnreturn<-var(lnreturn)
  sdlnreturn<-sqrt(var(lnreturn))
  minlnreturn<-min(lnreturn)
  makslnreturn<-max(lnreturn)

  volatilitas<-sqrt(12*var(lnreturn))

  cat("-----", "\n")
  cat("      Nilai Return      ", "\n")
  print(return)
  cat("-----", "\n")
}
```

```

cat("\n")

cat("\n")
cat("-----", "\n")
cat("          Ln Return          ", "\n")
print(lnreturn)
cat("-----", "\n")
cat("\n")

cat("\n")
cat("-----", "\n")
cat("Statistik Deskriptif Data Aset", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Jumlah data aset = ", n, "\n")
cat("Rata-Rata          = ", rataaset, "\n")
cat("Variansi           = ", varaset, "\n")
cat("Standar Deviasi    = ", sdaset, "\n")
cat("Harga Terendah     = ", minaset, "\n")
cat("Harga Tertinggi    = ", maksaset, "\n")
cat("-----", "\n")

cat("\n")
cat("-----", "\n")
cat("Statistik Deskriptif Data Return Aset", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("Rata-Rata          = ", ratareturn, "\n")
cat("Variansi           = ", varreturn, "\n")
cat("Standar Deviasi    = ", sdreturn, "\n")
cat("Harga Terendah     = ", minreturn, "\n")
cat("Harga Tertinggi    = ", maksreturn, "\n")
cat("-----", "\n")

cat("\n")
cat("-----")
", "\n")
cat("Statistik Deskriptif Data Ln Return Aset", "\n")
cat("-----")
", "\n")
cat("Rata-Rata          = ", rataln, "\n")
cat("Variansi           = ", varaln, "\n")
cat("Standar Deviasi    = ", sdaln, "\n")
cat("Harga Terendah     = ", minaln, "\n")
cat("Harga Tertinggi    = ", maksaln, "\n")
cat("Volatilitas        = ", volatilitas, "\n")
cat("-----")
", "\n")

qqnorm(lnreturn)
qqline(lnreturn)

```

```

library(tseries)
jb<-jarque.bera.test(lnreturn)
cat("\n")
cat("-----")
----", "\n")
print(jb)
cat("-----")
----", "\n")
}

desc(aset)

#Menghitung Kupon
cb<-function(F,c,ct,T)
{
  kupon<-F*(c/ct)
  K1<-F+kupon
  cat("\n")
  cat("-----")
  ----", "\n")
  cat("          Nilai Kupon          ", "\n")
  cat("-----")
  ----", "\n")
  cat("Hutang pokok obligasi          = ", F, "\n")
  cat("Suku bunga obligasi          = ", c, "\n")
  cat("Jangka waktu obligasi          = ", T, "bulan", "\n")
  cat("Nilai kupon obligasi          = ", kupon, "\n")
  cat("Nilai hutang pokok ditambah kupon = ", K1, "\n")
  cat("-----")
  ----", "\n")
}
cb(435000000000,0.0775,4,84)
cb(650000000000,0.08,4,144)

# Valuasi Obligasi dengan Kupon Satu Periode
# Berdasarkan Default at Maturity

valuation1=function(x,A0,F,F1,kupon,ct,T,c,alpha)

{
  cat("\n")
  cat("-----OUTPUT-----")
  ----", "\n")
  cat("\n")
  cat("ONE PERIOD COUPON BOND BASED ON DEFAULT AT MATURITY", "\n")
  cat("\n")

```



```

edf=1-Na2
edfpersen=edf*100

cat("RINGKASAN HASIL", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("\t\tData\t\t\tNilai\t\t", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("\t\t\t\t\t", "\n")
cat("Volatilitas Aset\t\t", sigma, "\t\t", "\n")
cat("Nilai Ekuitas\t\t\t", eq, "\t\t", "\n")
cat("Nilai Liabilitas\t\t", li, "\t\t", "\n")
cat("Probabilitas Kebangkrutan\t", edf, "\t\t", "\n")
cat("\t\t\t\t\t atau", edfpersen, "%", "\t\t", "\n")
cat("-----", "\n")
cat("\n")
}

asset<-
read.table("C:/Users/ASUS/Documents/aset/asetfix.txt")
valuation1(asset, 784192878000000, 435000000000, 443428125000, 8428125000, 4, 84, 0.0775, 0.05)
valuation1(asset, 784192878000000, 650000000000, 66300000000, 13000000000, 4, 144, 0.08, 0.05)

# Valuasi Obligasi dengan Kupon Dua Periode
# Berdasarkan Default at Maturity

#Menghitung Alstar dengan biseksi
biseksi=function(F1, utang, sig, T1, T2, a, b)
{
  c=(a+b)/2
  d1a=((log(a/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-T1))/(sig*sqrt(T2-T1))
  d2a=((log(a/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-T1))/(sig*sqrt(T2-T1))
  d1b=((log(b/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-T1))/(sig*sqrt(T2-T1))
  d2b=((log(b/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-T1))/(sig*sqrt(T2-T1))
  d1c=((log(c/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-T1))/(sig*sqrt(T2-T1))
  d2c=((log(c/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-T1))/(sig*sqrt(T2-T1))
  Nd1a=pnorm(d1a)
  Nd2a=pnorm(d2a)
  Nd1b=pnorm(d1b)

```



```

Nd2b=pnorm(d2b)
Nd1c=pnorm(d1c)
Nd2c=pnorm(d2c)
fa=(a*Nd1a)-(F1*Nd2a*exp((T2-T1)))-utang
fb=(b*Nd1b)-(F1*Nd2b*exp((T2-T1)))-utang
fc=(c*Nd1c)-(F1*Nd2c*exp((T2-T1)))-utang
if((fa*fb)<0)
{
    for (i in 1:30)
    {
        c=(a+b)/2
        d1a=((log(a/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
        d2a=((log(a/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
        d1b=((log(b/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
        d2b=((log(b/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
        d1c=((log(c/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
        d2c=((log(c/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
        Nd1a=pnorm(d1a)
        Nd2a=pnorm(d2a)
        Nd1b=pnorm(d1b)
        Nd2b=pnorm(d2b)
        Nd1c=pnorm(d1c)
        Nd2c=pnorm(d2c)
        fa=(a*Nd1a)-(F1*Nd2a*exp((T2-T1)))-utang
        fb=(b*Nd1b)-(F1*Nd2b*exp((T2-T1)))-utang
        fc=(c*Nd1c)-(F1*Nd2c*exp((T2-T1)))-utang
        if((fa[i]*fc[i])<0)
        {
            a[i+1]=a[i]
            b[i+1]=c[i]
            c[i+1]=(a[i+1]+b[i+1])/2
        }
        else
        {
            a[i+1]=c[i]
            b[i+1]=b[i]
            c[i+1]=(a[i+1]+b[i+1])/2
        }
    }
    cat("\n")
    cat("-----")
    cat("-----", "\n")
    cat("Nilai Taksiran V* : ", "\n")

```

```

        print(c)
        cat("-----")
-----", "\n")
        cat("\n")
    }
    else
    {
        cat("tidak Ada Akar", "\n")
    }
}

biseksi(66300000000, 444728125000, 0.0367334800, 1, 2, 199
9900000000, 20000000000000)

#Valuasi obligasi pada saat Pembayaran Jatuh Tempo (T1)
valuation4<-function(A0,V1star,utang,K1,sig,T1,T2)
{
    library(pbivnorm)
    u1=(-
(log(A0/V1star))+(((0.5*(sig^2)))*T1))/(sig*sqrt(T1))
    d1=(-(log(V1star/K1))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1))/(sig*sqrt(T2-T1))
    d2=(-(log(V1star/K1))+(((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1))/(sig*sqrt(T2-T1))
    rho=sqrt(T1/T2)
    Nu1=pnorm(u1)
    Nd21=pbivnorm(u1,d1,rho)
    Nd22=pbivnorm(u1,d2,rho)
    edf1=Nu1
    edf1persen=edf1*100

    cat("\n")
    cat("-----")
-----", "\n")
    cat("          Valuasi Obligasi Saat Pembayaran Jatuh
Tempo (T1)          ", "\n")
    cat("-----")
-----", "\n")
    cat("Nilai awal aset                                =
",A0,"\n")
    cat("V*                                              =
",V1star,"\n")
    cat("Nilai pembayaran saat T1                        =
",utang,"\n")
    cat("Nilai pembayaran saat T2                        =
",K1,"\n")
    cat("Volatilitas aset                                =
",sig,"\n")

```



```
cat("-----  
-----", "\n")  
}  
valuation5(784192878000000, 624950200000, 444728125000,  
66300000000, 0.0367334800, 1, 2)
```

Lampiran 5. Output Pseudocode

```
> aset<-
scan("C:/Users/ASUS/Documents/aset/asetfix.txt")
Read 52 items
> aset<-
matrix(scan("C:/Users/ASUS/Documents/aset/asetfix.txt
"))
Read 52 items
> aset
      [,1]
[1,] 7.841929e+14
[2,] 7.831294e+14
[3,] 7.838141e+14
[4,] 7.933820e+14
[5,] 7.880600e+14
[6,] 8.086360e+14
[7,] 8.070752e+14
[8,] 8.178536e+14
[9,] 8.145591e+14
[10,] 8.234035e+14
[11,] 8.497010e+14
[12,] 8.536428e+14
[13,] 8.670089e+14
[14,] 8.666633e+14
[15,] 8.756770e+14
[16,] 8.865713e+14
[17,] 8.851573e+14
[18,] 8.990096e+14
[19,] 8.968093e+14
[20,] 9.166033e+14
[21,] 9.537019e+14
[22,] 9.584261e+14
[23,] 9.540714e+14
[24,] 9.576944e+14
[25,] 9.678416e+14
[26,] 9.824352e+14
[27,] 9.858459e+14
[28,] 1.009352e+15
[29,] 1.027879e+15
[30,] 1.056362e+15
[31,] 1.053811e+15
[32,] 1.064787e+15
[33,] 1.071238e+15
[34,] 1.077818e+15
[35,] 1.102750e+15
[36,] 1.109512e+15
[37,] 1.120424e+15
```

```

[38,] 1.133399e+15
[39,] 1.148850e+15
[40,] 1.171663e+15
[41,] 1.191949e+15
[42,] 1.205492e+15
[43,] 1.214793e+15
[44,] 1.221535e+15
[45,] 1.234267e+15
[46,] 1.261408e+15
[47,] 1.257067e+15
[48,] 1.237703e+15
[49,] 1.251244e+15
[50,] 1.254765e+15
[51,] 1.259492e+15
[52,] 1.281194e+15
>
>
> # Deskripsi Data
> desc=function(aset)
+
+ {
+   n<-length(aset)
+   return<-matrix(nrow=n-1,ncol=1)
+   for(i in 1:n-1)
+   {
+     return[i]<-aset[i+1,]/aset[i,]
+     lnreturn<-log(return)
+   }
+
+   rataaset<-mean(aset)
+   varaset<-var(aset)
+   sdaset<-sqrt(varaset)
+   minaset<-min(aset)
+   maksaset<-max(aset)
+
+   ratareturn<-mean(return)
+   varreturn<-var(return)
+   sdreturn<-sqrt(varreturn)
+   minreturn<-min(return)
+   maksreturn<-max(return)
+   ratalnreturn<-mean(lnreturn)
+   varlnreturn<-var(lnreturn)
+   sdlnreturn<-sqrt(var(lnreturn))
+   minlnreturn<-min(lnreturn)
+   makslnreturn<-max(lnreturn)
+
+   volatilitas<-sqrt(12*var(lnreturn))
+
+   cat("-----", "\n")

```

```

+   cat("          Nilai Return          ", "\n")
+   print(return)
+   cat("-----", "\n")
+   cat("\n")
+
+   cat("\n")
+   cat("-----", "\n")
+   cat("          Ln Return          ", "\n")
+   print(lnreturn)
+   cat("-----", "\n")
+   cat("\n")
+
+   cat("\n")
+   cat("-----", "\n")
+   cat("Statistik Deskriptif Data Aset", "\n")
+   cat("-----", "\n")
+   cat("Jumlah data aset = ", n, "\n")
+   cat("Rata-Rata          = ", rataaset, "\n")
+   cat("Variansi            = ", varaset, "\n")
+   cat("Standar Deviasi     = ", sdaset, "\n")
+   cat("Harga Terendah      = ", minaset, "\n")
+   cat("Harga Tertinggi     = ", maksaset, "\n")
+   cat("-----", "\n")
+
+   cat("\n")
+   cat("-----", "\n")
+   cat("Statistik Deskriptif Data Return Aset", "\n")
+   cat("-----", "\n")
+   cat("Rata-Rata          = ", ratareturn, "\n")
+   cat("Variansi            = ", varreturn, "\n")
+   cat("Standar Deviasi     = ", sdreturn, "\n")
+   cat("Harga Terendah      = ", minreturn, "\n")
+   cat("Harga Tertinggi     = ", maksreturn, "\n")
+   cat("-----", "\n")
+
+   cat("\n")
+   cat("-----")
+   cat("\n")
+   cat("Statistik Deskriptif Data Ln Return")
+   cat("Aset", "\n")
+   cat("-----")
+   cat("\n")
+   cat("Rata-Rata          = ", rataln, "\n")
+   cat("Variansi            = ", varaln, "\n")
+   cat("Standar Deviasi     = ", sdn, "\n")
+   cat("Harga Terendah      = ", minln, "\n")
+   cat("Harga Tertinggi     = ", maksln, "\n")
+   cat("Volatilitas         = ", volatilitas, "\n")

```

```

+      cat("-----"
", "\n")
+
+      qqnorm(lnreturn)
+      qqline(lnreturn)
+
+      library(tseries)
+      jb<-jarque.bera.test(lnreturn)
+      cat("\n")
+      cat("-----"
-----", "\n")
+      print(jb)
+      cat("-----"
-----", "\n")
+ }
>
> desc(aset)
-----

      Nilai Return
      [,1]
[1,] 0.9986438
[2,] 1.0008744
[3,] 1.0122068
[4,] 0.9932920
[5,] 1.0261097
[6,] 0.9980698
[7,] 1.0133549
[8,] 0.9959718
[9,] 1.0108579
[10,] 1.0319375
[11,] 1.0046391
[12,] 1.0156577
[13,] 0.9996014
[14,] 1.0104005
[15,] 1.0124410
[16,] 0.9984050
[17,] 1.0156495
[18,] 0.9975526
[19,] 1.0220715
[20,] 1.0404741
[21,] 1.0049535
[22,] 0.9954564
[23,] 1.0037975
[24,] 1.0105954
[25,] 1.0150785
[26,] 1.0034717
[27,] 1.0238433
[28,] 1.0183552
[29,] 1.0277109

```



```

[30,] 0.9975853
[31,] 1.0104156
[32,] 1.0060583
[33,] 1.0061427
[34,] 1.0231316
[35,] 1.0061321
[36,] 1.0098351
[37,] 1.0115804
[38,] 1.0136324
[39,] 1.0198573
[40,] 1.0173137
[41,] 1.0113617
[42,] 1.0077159
[43,] 1.0055495
[44,] 1.0104235
[45,] 1.0219892
[46,] 0.9965589
[47,] 0.9845959
[48,] 1.0109405
[49,] 1.0028139
[50,] 1.0037673
[51,] 1.0172309

```

```

          Ln Return
          [,1]
[1,] -0.0013570944
[2,]  0.0008740048
[3,]  0.0121328558
[4,] -0.0067305817
[5,]  0.0257746952
[6,] -0.0019320538
[7,]  0.0132665040
[8,] -0.0040363684
[9,]  0.0107993603
[10,] 0.0314381415
[11,] 0.0046283659
[12,] 0.0155363554
[13,] -0.0003986590
[14,] 0.0103467943
[15,] 0.0123642604
[16,] -0.0015962256
[17,] 0.0155283337
[18,] -0.0024504142
[19,] 0.0218314532
[20,] 0.0396764429
[21,] 0.0049412890

```

```

[22,] -0.0045539841
[23,]  0.0037902920
[24,]  0.0105396696
[25,]  0.0149659579
[26,]  0.0034656842
[27,]  0.0235635051
[28,]  0.0181888228
[29,]  0.0273338961
[30,] -0.0024176565
[31,]  0.0103617598
[32,]  0.0060399865
[33,]  0.0061239499
[34,]  0.0228680828
[35,]  0.0061133653
[36,]  0.0097870055
[37,]  0.0115138908
[38,]  0.0135403238
[39,]  0.0196627242
[40,]  0.0171655359
[41,]  0.0112976158
[42,]  0.0076862467
[43,]  0.0055341502
[44,]  0.0103695241
[45,]  0.0217509003
[46,] -0.0034470274
[47,] -0.0155239312
[48,]  0.0108810938
[49,]  0.0028099360
[50,]  0.0037601864
[51,]  0.0170841108

```

Statistik Deskriptif Data Aset

```

Jumlah data aset = 52
Rata-Rata      = 1.011149e+15
Variansi       = 2.696949e+28
Standar Deviasi = 1.642239e+14
Harga Terendah = 7.831294e+14
Harga Tertinggi = 1.281194e+15

```

Statistik Deskriptif Data Return Aset

```

Rata-Rata      = 1.009728
Variansi       = 0.0001150675

```

```

Standar Deviasi = 0.01072695
Harga Terendah = 0.9845959
Harga Tertinggi = 1.040474
-----

-----
Statistik Deskriptif Data Ln Return Aset
-----

Rata-Rata = 0.009625354
Variansi = 0.0001124457
Standar Deviasi = 0.01060404
Harga Terendah = -0.01552393
Harga Tertinggi = 0.03967644
Volatilitas = 0.03673348
-----

-----

Jarque Bera Test

data: lnreturn
X-squared = 1.1841, df = 2, p-value = 0.5532

-----

>
> #Menghitung Kupon
> cb<-function(K,c,ct,T)
+ {
+   kupon<-K*(c/ct)
+   K1<-K+kupon
+   cat("\n")
+   cat("-----
-----", "\n")
+   cat("Nilai Kupon", "\n")
+   cat("-----
-----", "\n")
+   cat("Utang pokok obligasi", "\n")
+   cat("Suku bunga obligasi", "\n")
+   cat("Jangka waktu obligasi", "\n")
+   cat("T, bulan", "\n")
+   cat("Nilai kupon obligasi", "\n")
+   cat("Nilai utang pokok ditambah kupon", "\n")
+   cat("-----
-----", "\n")
+ }
> cb(435000000000,0.0775,4,84)

-----
-----

```

```

                                Nilai Kupon
-----
-----
Utang pokok obligasi           = 4.35e+11
Suku bunga obligasi            = 0.0775
Jangka waktu obligasi         = 84 bulan
Nilai kupon obligasi          = 8428125000
Nilai utang pokok ditambah kupon = 443428125000
-----
-----
> cb(650000000000,0.08,4,144)

-----
-----
                                Nilai Kupon
-----
-----
Utang pokok obligasi           = 6.5e+10
Suku bunga obligasi            = 0.08
Jangka waktu obligasi         = 144 bulan
Nilai kupon obligasi          = 1.3e+09
Nilai utang pokok ditambah kupon = 6.63e+10
-----
-----
>
> # Valuasi Obligasi dengan Kupon Satu Periode
> # Berdasarkan Default at Maturity
>
> valuation1=function(x,V0,K,K1,kupon,T1,T,c,alpha)
+
+ {
+   cat("\n")
+   cat("-----OUTPUT-----")
+   cat("\n")
+   cat("ONE PERIOD COUPON BOND BASED ON DEFAULT AT MATURITY","\n")
+   cat("\n")
+
+   cat("RINGKASAN DATA PERUSAHAAN","\n")
+   cat("-----")
+   cat("\n")
+   cat("\tData \t\t\tNilai\t\t","\n")
+   cat("-----")
+   cat("\n")
+   cat("Nilai Awal Aset Rp.",V0,"\t","\n")
+   cat("Nilai Face Value Rp.",K,"\t\t","\n")
+   cat("Jangka Waktu Jatuh Tempo ",T,"bulan\t\t","\n")
+   cat("Kupon ",kupon,"\t","\n")

```

```

+   cat("-----")
+   cat("-----", "\n")
+   cat("\n")
+
+   # Plot qq Norm
+   n=nrow(x)
+   i=1:n
+   s=x[i+1,1]/x[i,1] #return
+   log.s=log(s[i-1]) #ln return
+   qqnorm(log.s,main="Normal Q-Q Plot",xlab="Theoritical Quantiles",ylab="ln return");qqline(log.s,col=2)
+
+   # Mencari Volatilitas
+   c=sum((log.s-mean(log.s))^2)
+   d=length(log.s)-1
+   nilaivar1=c/d
+   nilaivar2=12*nilaivar1
+   sigma=nilaivar2^0.5 # Volatilitas Bulanan
+
+   # Mencari nilai ekuitas berdasarkan Default at Maturity
+   a11=log(V0/K1)+(0.5*sigma)^2*T1
+   a122=sigma*(T^0.5)
+   a21=log(V0/K1)+(-0.5*sigma)^2*T1
+   a1=a11/a122
+   a2=a21/a122
+   Na1=pnorm(a1) # Nilai distribusi kumulatif untuk a1
+   Na2=pnorm(a2) # Nilai distribusi kumulatif untuk a2
+   eq=(V0*Na1)-(K1*Na2*exp(T1))
+
+   # Mencari nilai liabilitas berdasarkan Default at Maturity
+   li=V0-eq
+
+   # Mencari probabilitas kebangkrutan berdasarkan Default at Maturity
+   edf=1-Na2
+   edfpersen=edf*100
+
+   cat("RINGKASAN HASIL", "\n")
+   cat("-----")
+   cat("-----", "\n")
+   cat("\t\tData\t\t\t\t\tNilai\t\t\t", "\n")
+   cat("-----")
+   cat("-----", "\n")

```


ONE PERIOD COUPON BOND BASED ON DEFAULT AT MATURITY

RINGKASAN DATA PERUSAHAAN

Data	Nilai
Nilai Awal Aset	Rp. 7.841929e+14
Nilai Face Value	Rp. 6.5e+10
Jangka Waktu Jatuh Tempo	144 bulan
Kupon	1.3e+09

RINGKASAN HASIL

Data	Nilai
Volatilitas Aset	0.03673348
Nilai Ekuitas	7.840127e+14
Nilai Liabilitas	180222085227
Probabilitas Kebangkrutan	0 atau 0 %

```
>
>
> # Valuasi Obligasi dengan Kupon Dua Periode
> # Berdasarkan Default at Maturity
>
> #Menghitung V1star dengan biseksi
> biseksi=function(K1,utang,sig,T1,T2,a,b)
+ {
+   c=(a+b)/2
+   d1a=((log(a/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+   d2a=((log(a/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+   d1b=((log(b/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+   d2b=((log(b/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+   d1c=((log(c/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+   d2c=((log(c/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+   Nd1a=pnorm(d1a)
+   Nd2a=pnorm(d2a)
+   Nd1b=pnorm(d1b)
+   Nd2b=pnorm(d2b)
+   Nd1c=pnorm(d1c)
```

```

+ Nd2c=pnorm(d2c)
+ fa=(a*Nd1a)-(K1*Nd2a*exp((T2-T1)))-utang
+ fb=(b*Nd1b)-(K1*Nd2b*exp((T2-T1)))-utang
+ fc=(c*Nd1c)-(K1*Nd2c*exp((T2-T1)))-utang
+ if((fa*fb)<0)
+ {
+     for (i in 1:30)
+     {
+         c=(a+b)/2
+         d1a=((log(a/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+         d2a=((log(a/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+         d1b=((log(b/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+         d2b=((log(b/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+         d1c=((log(c/utang))+((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+         d2c=((log(c/utang))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+         Nd1a=pnorm(d1a)
+         Nd2a=pnorm(d2a)
+         Nd1b=pnorm(d1b)
+         Nd2b=pnorm(d2b)
+         Nd1c=pnorm(d1c)
+         Nd2c=pnorm(d2c)
+         fa=(a*Nd1a)-(K1*Nd2a*exp((T2-T1)))-utang
+         fb=(b*Nd1b)-(K1*Nd2b*exp((T2-T1)))-utang
+         fc=(c*Nd1c)-(K1*Nd2c*exp((T2-T1)))-utang
+         if((fa[i]%%fc[i])<0)
+         {
+             a[i+1]=a[i]
+             b[i+1]=c[i]
+             c[i+1]=(a[i+1]+b[i+1])/2
+         }
+         else
+         {
+             a[i+1]=c[i]
+             b[i+1]=b[i]
+             c[i+1]=(a[i+1]+b[i+1])/2
+         }
+     }
+     cat("\n")
+     cat("-----", "\n")
+     cat("Nilai Taksiran V* : ", "\n")
+     print(c)

```



```

+       cat("-----")
+       cat("-----", "\n")
+       cat("\n")
+     }
+   else
+   {
+     cat("tidak Ada Akar", "\n")
+   }
+ }
+
>
>
biseksi(66300000000, 444728125000, 0.0367334800, 1, 2, 199
9900000000, 2000000000000)

-----
-----
Nilai Taksiran V* :
[1]      1.099995e+12      6.499925e+11      4.249913e+11
5.374919e+11  5.937422e+11  6.218673e+11  6.359299e+11
6.288986e+11  6.253830e+11  6.236252e+11  6.245041e+11
6.249435e+11  6.251633e+11  6.250534e+11
[15]      6.249985e+11      6.249710e+11      6.249573e+11
6.249504e+11  6.249470e+11  6.249487e+11  6.249495e+11
6.249500e+11  6.249502e+11  6.249503e+11  6.249502e+11
6.249502e+11  6.249502e+11  6.249502e+11
[29] 6.249502e+11 6.249502e+11 6.249502e+11
-----
-----

>
>
> #Valuasi obligasi pada saat Pembayaran Kupon (T1)
> valuation4<-function(V0,V1star,c,K1,sig,T1,T2)
+ {
+   library(pbivnorm)
+
+
+   u1=(-
(log(V0/V1star))+(((0.5*(sig^2)))*T1))/(sig*sqrt(T1))
+   d1=(-(log(V1star/K1))+((-0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+   d2=(-(log(V1star/K1))+(((0.5*(sig^2)))*(T2-
T1)))/(sig*sqrt(T2-T1))
+   rho=sqrt(T1/T2)
+   Nu1=pnorm(u1)
+   Nd21=pbivnorm(u1,d1,rho)
+   Nd22=pbivnorm(u1,d2,rho)
+   edf1=Nu1
+   edf1persen=edf1*100
+
+   cat("\n")

```


Nilai awal aset	=
7.841929e+14	
V*	=
624950200000	
Nilai pembayaran saat T1	=
444728125000	
Nilai pembayaran saat T2	= 6.63e+10
Volatilitas aset	= 0.03673348
Probabilitas Kebangkrutan Saat Jatuh Tempo	= 0
	atau 0 %

