TUGAS AKHIR - KM184801

PENGHITUNGAN VALUE AT RISK PADA PORTOFOLIO KREDIT DENGAN EXPONENTIAL SEVERITIES MENGGUNAKAN MONTE CARLO

A. SALMAN SAIRAFI
NRP. 06111540000023

Dosen Pembimbing:
Endah R.M. Putri, S.Si, M.T, Ph.D
Dr. Chairul Imron, M.I.Komp

DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT - KM184801

VALUE AT RISK CALCULATION OF PORTFOLIO CREDIT WITH EXPONENTIAL SEVERITIES USING MONTE CARLO

A. SALMAN SAIRAFI
NRP. 06111540000023

Supervisors:
Endah R.M. Putri, S.Si, M.T, Ph.D
Dr. Chairul Imron, M.I.Komp

DEPARTMENT OF MATHEMATICS
Faculty of Science And Data Analytics
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

PENGHITUNGAN *VALUE AT RISK* PADA PORTOFOLIO KREDIT DENGAN *EXPONENTIAL SEVERITIES* MENGGUNAKAN MONTE CARLO

VALUE AT RISK CALCULATION OF PORTFOLIO CREDIT WITH EXPONENTIAL SEVERITIES USING MONTE CARLO

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Bidang Studi Matematika Terapan
Program Studi S-1 Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :
A. SALMAN SAIRAFI
NRP. 06111540000023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II,	DosenPembimbing I,
Dr.Chairul Imron, M.I.Komp	Endah R.M Putri, S.Si, M.T, Ph.D
NIP. 19611115 198703 1 003	NIP. 19761213 200212 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Matematika
FSAD-ITS

Subchan, Ph.D
NIP. 19710513 199702 1 001

Surabaya, 18 Agustus 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

PENGHITUNGAN *VALUE AT RISK* PADA PORTOFOLIO KREDIT DENGAN *EXPONENTIAL SEVERITIES* MENGGUNAKAN MONTE CARLO

Nama	:	A. Salman Sairafi
NRP	:	06111540000023
Departemen	:	Matematika FSAD ITS
Pembimbing	:	Endah R.M. Putri, S.Si, M.T, Ph.D
		Dr. Chairul Imron, M.I.Komp

Abstrak

Istilah perbankan sudah tidak asing lagi bagi penduduk Indonesia. Bank adalah badan usaha yang salah satu tugasnya adalah menyalurkannya dana kepada masyarakat dalam bentuk kredit. Risiko kredit merupakan risiko yang paling besar yang dihadapi perbankan, pasalnya sebagian besar produk yang dikeluarkan oleh perbankan adalah kredit. Untuk mengurangi risiko yang akan terjadi maka perlu diketahui seberapa besar risiko kredit tersebut. Salah satu ukuran risiko yang sering digunakan adalah *Value at Risk*. Pada Tugas akhir ini, untuk mengetahui kerugian pada portofolio kredit diasumsikan bahwa terjadi gagal bayar sehingga setiap nasabah memiliki kredit dalam status gagal bayar. Distribusi severitas yang digunakan dalam model portofolio kredit adalah distribusi eksponensial dan distribusi frekuensi yang digunakan adalah distribusi Bernoulli. Perhitungan *Value at Risk* menggunakan simulasi Monte Carlo. Hasil yang diperoleh pada Tugas Akhir ini adalah model yang digunakan pada portofolio kredit dan *Value at Risk* yang dihasilkan dari simulasi model portofolio kredit menggunakan Monte Carlo. Simulasi *Value at Risk* yang dilakukan juga untuk melihat pengaruh dari jumlah nasabah, jumlah iterasi, dan besarnya kredit terhadap hasil *Value at Risk*.

Kata Kunci : Distribusi Eksponensial, Kredit, Monte Carlo, Perbankan, *Value at Risk*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

VALUE AT RISK CALCULATION OF PORTFOLIO CREDIT WITH EXPONENTIAL SEVERITIES USING MONTE CARLO

Nama	:	A. Salman Sairafi
NRP	:	06111540000023
Departemen	:	Matematika FSAD ITS
Pembimbing	:	Endah R.M. Putri, S.Si, M.T, Ph.D
		Dr. Chairul Imron, M.I.Komp

Abstract

The term banking is no stranger to the Indonesian population. Banking is something that concerns about banks. Bank is a business entity whose one of its tasks is to channel funds to the public in the form of credit. Credit risk is the biggest risk faced by banks, because the majority of products issued by banks are credit. One measure of risk that is often used is Value at Risk. Calculation of Value at Risk can be done with various simulations, one of which is a Monte Carlo simulation. Monte Carlo simulation is sampling using random numbers with the working principle of generating random numbers or samples from a variable whose distribution is known. The severity distribution used in the credit portfolio model is an exponential distribution and the frequency distribution used is the Bernoulli distribution. In this final project, to find out the biggest loss in the credit portfolio it is assumed that there is a default so that each customer has a credit in a default status. The results obtained in this Final Project are the models used in the credit portfolio and Value at Risk generated from the simulation of the credit portfolio model using Monte Carlo. The Value at Risk simulation is also carried out to see the effect of the number of customers, the number of iterations, and the amount of credit on the results of Value at Risk

Kata Kunci : *Exponential Distribution, Credit, Monte Carlo, Banking, Value at Risk.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia, sehingga penulis telah berhasil menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **"PENGHITUNGAN *VALUE AT RISK* PADA PORTOFOLIO KREDIT DENGAN *EXPONENTIAL SEVERITIES* MENGGUNAKAN MONTE CARLO"**

Tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains dari Departemen Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari doa, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Jasuli dan ibu Fauzah serta ketiga adik saya yang selalu memberikan semangat, kasih sayang, kesabaran, dan doa kepada penulis demi kelancaran Tugas Akhir ini.

2. Bapak Subchan, Ph.D selaku Kepala Departemen Matematika ITS yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama perkuliahan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

3. Ibu Endah R.M. Putri, S.Si, M.T, Ph.D dan Bapak Dr. Chairul Imron, M.I.Komp selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya guna memberikan ilmu, bimbingan, nasihat, dan motivasinya kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

4. Teman seperjuangan penulis yaitu Khoirunisa Savira Oktaviana yang selalu sabar, serta memberikan semangat, motivasi, dan menemani penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Mentor penulis yaitu Venansius Ryan yang memberikan semangat, motivasi, dan membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, yang telah memberikan saran, dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sangat dalam, atas doa dan semangat yang diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun juga sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan di masa yang akan datang.

Surabaya, 1 Juli 2020

A. Salman Sairafi

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL **ii**

ABSTRAK **v**

ABSTRAK **vii**

KATA PENGANTAR **ix**

DAFTAR ISI **xi**

DAFTAR GAMBAR **xiv**

DAFTAR TABEL **xvi**

DAFTAR SIMBOL **xviii**

1 BAB I
PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan 3
1.5 Manfaat 3
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir 4

2 BAB II
TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Penelitian Sebelumnya 7
2.2 Portofolio Kredit 8
2.3 Risiko Kredit 8
2.4 Distribusi Kerugian 9
2.5 *Value at Risk* 10

2.6 Simulasi Monte Carlo 11

3 BAB III
METODOLOGI PENELITIAN 13
3.1 Tahapan Penelitian 13
3.2 Skema Metode Penelitian 15

4 BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN 17
4.1 Model Portofolio Kredit 17
4.2 Konstruksi Distribusi Kerugian 18
4.3 Mendapatkan Formula *Value at Risk* 19
4.4 Simulasi *Value at Risk* 21

5 BAB V
PENUTUP 27
5.1 Kesimpulan 27
5.2 Saran 27

DAFTAR PUSTAKA 29

LAMPIRAN 31

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 4.1 Simulasi *Value at Risk*, N = 50 dengan 1000 iterasi dan λ sebesar Rp 1 Milyar 22
Gambar 4.2 Simulasi *Value at Risk* dengan N = 10, 20, 30, 40, 50 Nasabah. 23
Gambar 4.3 Simulasi *Value at Risk* dengan λ sebesar 0,2 Milyar, 0,4 Milyar, 0,6 Milyar, 0,8 Milyar, dan 1 Milyar Rupiah 24
Gambar 4.4 Simulasi *Value at Risk* dengan 10x iterasi, 50x iterasi, 100x iterasi, 500x iterasi, dan 1000x iterasi . . 25

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1 Hasil Simulasi Pertama 22
Tabel 4.2 Hasil Simulasi Kedua 23
Tabel 4.3 Hasil Simulasi Ketiga 24
Tabel 4.4 Hasil Simulasi Keempat 25

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR SIMBOL

L	: Total Kerugian pada Portofolio Kredit
Y_i	: Status Kredit pada Nasabah Ke-i
S_i	: Kerugian Akibat Gagal Bayar Oleh Nasabah Ke-i
H_i	: Besarnya Klaim ke-i
N	: Jumlah Nasabah yang Mempunyai Kredit
n	: Jumlah Klaim yang Terjadi
s	: Model Risiko untuk Agregat Klaim
κ	: Tingkat Kepercayaan
λ	: Parameter dari Distribusi Eksponensial
$F_X^{-1}(\kappa)$	: *Value at Risk* dengan tingkat kepercayaan κ
$F_X(x)$	: Hasil Integral dari Penjumlahan S_i

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I
PENDAHULUAN

Pada bagian ini dijelaskan mengenai latar belakang dari permasalahan yang dibahas pada Tugas Akhir ini, rumusan masalah yang muncul akibat latar belakang, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan yang diuraikan pada bagian akhir bab ini.

1.1 Latar Belakang

Istilah perbankan sudah tidak asing lagi bagi penduduk di Indonesia. Menurut Undang-undang No. 10 Tahun 1998 tentang perbankan menjelaskan bahwa perbankan adalah segala sesuatu yang menyangkut tentang bank, mencakup kelembagaan, kegiatan usaha, serta cara dan proses dalam melaksanakan kegiatan usahanya, sedangkan bank adalah badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan atau tabungan dan menyalurkannya kepada masyarakat dalam bentuk kredit atau pinjaman dan atau bentuk-bentuk lainnya [1]. Dalam sejarahnya, menurut Bank Indonesia tentang perbankan pada tahun 1998 terjadi krisis perbankan dimana banyak nasabah yang gagal bayar saat jatuh tempo sehingga menimbulkan kerugian yang besar bagi perbankan [2]. Setelah itu banyak sekali kebijakan terkait perbankan seperti Peraturan Bank Indonesia No. 5/8/PBI/2003 tentang penerapan manajemen risiko bagi bank umum, dengan tujuan agar perbankan dapat menerapkan manajemen risiko yang lebik baik [3].

Risiko kredit merupakan risiko yang paling besar yang dihadapi perbankan, pasalnya sebagian besar produk yang dikeluarkan oleh perbankan adalah kredit, apalagi di era dimana teknologi berkembang pesat ini semakin banyak produk-produk perbankan jenis kredit yang berbasis internet. Ada tiga manfaat dalam mengetahui risiko kredit yaitu membantu keputusan dalam penyaluran kredit, membantu melakukan alokasi portofolio yang optimal dan membantu dalam manajemen permodalan. Salah satu ukuran risiko

yang sering digunakan adalah *Value at Risk*, dimana *Value at Risk* merupakan suatu metode pengukuran risiko secara statistik yang memperkirakan kerugian maksimum yang mungkin terjadi pada tingkat kepercayaan tertentu.

Penelitian tentang ukuran risiko menggunakan metode *Value at Risk* juga sudah dilakukan pada tahun 2015 oleh Firdaus Ma ringga dkk. Penelitian tersebut membahas mengenai perhitung an *Value at Risk* untuk portofolio saham dengan metode varian-kovarian dan simulasi Monte Carlo [4]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa simulasi Monte Carlo memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan varian-kovarian. Pada tahun 2017, M. Assadsolimani dan D. Chetalova juga melakukan penelitiaan tentang *Value at Risk* dengan judul *Estimating Var in credit risk : Aggregate vs single loss distribution*. Dalam penelitiannya, menghitung *Value at Risk* dengan menggunakan proses agregasi dan *single loss distribution* [5]. Hasil perhitungan *Value at Risk* tersebut kemudian dibandingkan antara *Value at Risk* yang dihitung menggunakan proses aggregasi dan *Value at Risk* yang dihitung menggunakan *single loss distribution*. Perbandingan keduanya menunjukkan bahwa hasil perhitungan *Value at Risk* menggunakan *single loss distribution* lebih baik daripada menggunakan proses agregasi.

Berdasarkan penjabaran yang telah dijelaskan, maka penelitian ini melakukan simulasi *Value at Risk* dengan *Exponential Seve rities* menggunakan simulasi Monte Carlo. Simulasi yang dilakukan juga melihat pengaruh dari jumlah nasabah, jumlah iterasi dan besarnya kredit. *Value at Risk* yang dihasilkan dari simulasi Monte Carlo berguna untuk mengetahui risiko kerugian pada portofolio kredit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka terdapat beberapa rumusan masalah yang menjadi kajian dalam penulisan Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana mendapatkan model distribusi kerugian pada portofolio kredit ?
2. Bagaimana analisa hasil penghitungan *Value at Risk* pada portofolio kredit menggunakan simulasi Monte Carlo?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan Tugas Akhir ini tetap terfokus pada latar belakang yang telah dijabarkan, maka penulisan Tugas Akhir ini diberi batasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Model yang digunakan mengacu kepada jurnal dari M. Assadsolimani dan D. Chetalova tentang *Value at Risk* dengan judul *Estimating Var in credit risk : Aggregate vs single loss distribution*
2. Simulasi yang akan dilakukan pada Tugas Akhir ini menggunakan software Matlab R2015a 64-bit dengan lisensi ITS.
3. Jumlah kredit rata-rata bagi masing-masing nasabah yaitu sebesar Rp 1 Milyar.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan model distribusi kerugian pada portofolio kredit.
2. Mendapatkan hasil penghitungan *Value at Risk* pada portofolio kredit menggunakan simulasi Monte Carlo.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat pada Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai cara mendapatkan model distribusi kerugian pada portofolio kredit serta simulasi *Value at Risk* pada model portofolio kredit.

2. Memberikan kajian berupa analisis dan simulasi *Value at Risk* dengan menggunakan Monte Carlo.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan didalam Tugas Akhir ini akan dibagi beberapa tahap yaitu sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN
Pada Bab I ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah dan batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini, serta tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUN PUSTAKA
Pada Bab II ini diuraikan tentang dasar-dasar teori yang terkait dengan permasalahan dalam Tugas Akhir ini, diantaranya adalah penelitian terdahulu, portofolio kredit, risiko kredit, *Value at Risk*, Distribusi Bernoulli, *Exponential Severities*, dan simulasi Monte Carlo.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN
Pada Bab III ini dijelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan dan metode yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Tahapan yang dilakukan yaitu, studi literatur, mengkaji model distribusi kerugian yang akan digunakan pada portofolio kredit. Langkah selanjutnya mendapatkan model *Value at Risk* dari distribusi kerugian portofolio kredit. Kemudian dilakukan simulasi pada model *Value at Risk* menggunakan Monte Carlo dengan software Matlab. Langkah terakhir dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah analisis

hasil dan pembahasan serta penarikan kesimpulan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada Bab IV ini akan dibahas secara detail mengenai model yang akan digunakan pada portofolio kredit, mendapatkan model VaR, penghitungan besar risiko kerugian pada model portofolio kredit serta penjelasan mengenai hasil analisa yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Pada Bab V ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang diperoleh berdasarkan pembahasan dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai kajian teori dari referensi penunjang serta penjelasan permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini, meliputi penelitian sebelumnya terkait Tugas Akhir ini, portofolio kredit, risiko kredit, Distribusi Bernoulli, *Exponential Severities*, *Value at Risk*, dan simulasi Monte Carlo.

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada tahun 2012, Wayan Arthini dkk melakukan penelitian mengenai penghitungan *Value at Risk* portofolio saham menggunakan data historis dan data simulasi Monte Carlo. Penelitian tersebut menghasilkan penghitungan *Value at Risk* menggunakan simulasi Monte Carlo lebih besar daripada *Value at Risk* menggunakan data historis [6]. Penelitian tentang ukuran risiko menggunakan metode *Value at Risk* juga sudah dilakukan pada tahun 2015 oleh Firdaus Maringga dkk. Penelitian tersebut membahas mengenai perhitungan *Value at Risk* untuk portofolio saham dengan metode varian-kovarian dan simulasi Monte Carlo [4]. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa simulasi Monte Carlo memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan varian-kovarian.

M. Assadsolimani dan D. Chetalova melakukan penelitian tentang *Value at Risk* dengan judul *Estimating Var in credit risk : Aggregate vs single loss distribution*[5]. Dalam penelitiannya, menghitung *Value at Risk* dengan menggunakan proses agregasi dan *single loss distribution*. Hasil perhitungan *Value at Risk* tersebut kemudian dibandingkan antara *Value at Risk* yang dihitung menggunakan proses agregasi dan *Value at Risk* yang dihitung menggunakan *single loss distribution*. Perbandingan keduanya menunjukkan bahwa hasil perhitungan *Value at Risk* menggunakan *single loss distribution* lebih baik daripada menggunakan proses agregasi.

2.2 Portofolio Kredit

Portofolio adalah serangkaian kombinasi beberapa aktiva diinvestasi dan dipegang oleh pemodal, baik perorangan maupun lembaga [8]. Menurut J.Fred Weston, portofolio adalah kombinasi atau gabungan berbagai aktiva. Aktiva itu dapat diartikan sebagai investasi surat berharga finansial seperti deposito, properti, atau saham, dan bentuk penyertaan lainnya [9]. Sedangkan Kredit adalah penyediaan uang atau tagihan berdasar persetujuan atau kesepakatan pinjam meminjam antara bank dengan pihak lain untuk melunasi utangnya setelah jangka waktu tertentu dengan pemberian bunga.

Portofolio kredit adalah gabungan dari berbagai kredit. Model yang digunakan pada Tugas Akhir ini mengacu pada model portofolio kredit yang digunakan pada jurnal M. Assadsolimani dan D. Chetalova yang dapat ditulis sebagai berikut.

$$L = \sum_{i=1}^{N} Y_i S_i \tag{2.1}$$

dengan :
L : Total Kerugian pada portofolio kredit.
N : Jumlah nasabah yang mempunyai kredit.
Y_i : Status Kredit pada Nasabah ke-i.
S_i : Kerugian Akibat Gagal Bayar Oleh Nasabah Ke-i.

2.3 Risiko Kredit

Menurut Kodifikasi Peraturan Bank Indonesia tentang manajemen risiko, risiko kredit adalah risiko akibat kegagalan nasabah dan/atau pihak lain dalam memenuhi kewajiban kepada bank. Risiko dapat bersumber dari berbagai aktivitas bisnis bank. Pada sebagian besar bank, pemberian kredit merupakan sumber risiko kredit yang terbesar. Selain kredit, bank menghadapi risiko kredit dari berbagai instrumen keuangan seperti surat berharga, akseptasi, transaksi antar bank, dan transaksi pembiayaan perdagangan. [10].

Bank perlu mengambil langkah untuk mengendalikan risiko kredit. Satuan kerja perkreditan dan satuan kerja lainnya yang melakukan transaksi yang terekspos risiko kredit harus dipastikan telah berfungsi secara memadai dan eksposur risiko kredit dijaga tetap konsisten dengan limit yang ditetapkan serta memenuhi standard kehati-hatian. Pengendalian risiko kredit dapat dilakukan melalui beberapa cara, antara lain mitigasi risiko, pengelolaan posisi dan risiko portofolio secara aktif, penetapan target batasan risiko konsentrasi dalam rencana tahunan bank, penetapan tingkat kewenangan dalam proses persetujuan penyediaan dana, dan analisis konsentrasi secara berkala paling kurang satu kali dalam setahun[11].

Bank harus memiliki sistem yang efektif untuk mendeteksi kredit bermasalah. Selain itu, bank harus memisahkan fungsi kredit bermasalah tersebut dengan fungsi yang memutuskan penyaluran kredit. Setiap stategi dan hasil penanganan kredit bermasalah ditatausahakan yang selanjutnya digunakan sebagai input untuk kepentingan satuan kerja yang berfungsi menyalurkan atau merestrukturisasi kredit.

2.4 Distribusi Kerugian

Pada bagian model risiko, model untuk agregat klaimnya adalah sebagai berikut.

$$s = \sum_{i=1}^{n} H_i. \tag{2.2}$$

Persamaan 2.2 untuk n adalah jumlah klaim yang terjadi dan H_i adalah besarnya klaim ke-i. n disebut juga sebagai distribusi frekuensi dan H_i disebut juga sebagai distribusi severitas.

Distribusi frekuensi adalah distribusi yang menunjukkan jumlah atau frekuensi terjadi suatu jenis kerugian tanpa melihat nilai kerugiannya dalam periode waktu tertentu. Salah satu distribusi diskrit yang masuk ke dalam distribusi frekuensi adalah

distribusi Bernoulli. Fungsi kepadatan peluang atau PDF dari distribusi Bernoulli dengan p adalah peluang gagal bayar adalah sebagai berikut.

$$f(x) = p^x(1-p)^{1-x}, x = 0, 1. \tag{2.3}$$

Sedangkan distribusi severitas adalah distribusi yang memperlihatkan besarnya nilai kerugian dalam periode waktu tertentu. Distribusi severitas merupakan distribusi yang bersifat kontinu [12]. Salah satu distribusi kontinu yang masuk ke dalam distribusi severitas adalah distribusi eksponensial. Fungsi kepadatan peluang dan fungsi kumulatif dari distribusi eksponensial dengan λ adalah *rate parameter* sebagai berikut:

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & x < 0 \\ 0, & x\, lainnya \end{cases} \tag{2.4}$$

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda x}, & x > 0 \\ 0, & x\, lainnya \end{cases} \tag{2.5}$$

2.5 *Value at Risk*

Value at Risk dapat didefinisikan sebagai estimasi maksimal kerugian potensial dalam kondisi pasar yang normal pada periode waktu tertentu dan dengan tingkat kepercayaan tertentu[13]. Menurut Philip Best, *Value at Risk* adalah suatu metode pengukuran risiko secara statistik yang memperkirakan kerugian maksimum yang mungkin terjadi atas suatu portofolio pada tingkat kepercayaan tertentu[14].

Metode dalam perhitungan *Value at Risk* diantaranya adalah *Historical Simulation Method, Variance Method, dan Monte Carlo Simulation*. Ketiga metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, antara lain :

1. *Historical Simulation Method* merupakan metode yang paling mudah dan paling transparan dalam perhitungannya. kelemahan metode ini tidak menggunakan distribusi normal pada pengembalian asetnya.

2. *Variance covariance Approach* merupakan metode yang portofolionya disusun atas aset-aset yang linear dan pengembalian asetnya berdistribusi normal. Metode ini memiliki kemudahan dalam hal komputasi dan implementasi tetapi dalam hal akurasi lebih lemah dari metode lainnya.

3. *Monte Carlo Simulation* merupakan metode pengukuran yang memiliki keunggulan dalam akurasi, namun memiliki kelemahan dalam hal komputasi uang lebih rumit dari metode lainnya.

Menurut Denuit, pengukuran risiko dari variabel X pada tingkat kepercayaan $k \in (0,1)$ dilambangkan dengan $VaR[X,k]$ di definisikan sebagai berikut [15] :

$$\begin{aligned} VaR[X,k] &= F_X^{-1}(k) \\ &= \inf\{x \in \mathbf{R} : \ F_X(x) \geq k\}, \qquad k \in (0,1). \end{aligned} \tag{2.6}$$

2.6 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo pertama kali diperkenalkan ke dunia keuangan oleh David B. Hertz pada tahun 1964, dalam artikel *"risk analysis in capital investment"* pada *Harvard Business Review*. Pada tahun 1977, Phelim Boyle menggunakan simulasi ini dalam makalahnya mengenai *options*.

Simulasi Monte Carlo adalah pengambilan sampel dengan menggunakan bilangan acak dengan prinsip kerja membangkitkan bilangan acak atau sampel dari suatu variabel acak yang telah diketahui distribusinya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Metodologi penelitian meliputi penjelasan tentang objek penelitian dan tahapan penelitian serta diberikan diagram alur untuk mempermudah pemahaman tahap penelitian Tugas Akhir ini.

3.1 Tahapan Penelitian

Adapun langkah-langkah sistematis yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. **Studi Literatur**
   Pada tahap ini dilakukan studi referensi mengenai subjek yang dibahas dalam tugas akhir ini yaitu portofolio kredit, risiko kredit, Distribusi Bernoulli, *Exponential Severities*, *Value at Risk*, dan simulasi Monte Carlo. Literatur yang dicari dapat berasal dari jurnal, buku, atau penelitian terdahulu terkait dengan Tugas Akhir ini.

2. **Mengkaji Model Portofolio Kredit**
   Pada tahap ini dilakukan konstruksi mengenai model pada portofolio kredit. Model yang digunakan mengacu pada model portofolio kredit yang digunakan oleh Assadsolimani dan Chetalova dalam penelitiannya dengan judul *Estimating Var in credit risk : Aggregate vs single los distribution*. Model portofolio kredit dapat dilihat pada Persamaan 2.1.

3. **Mengkonstruksi Distribusi dari Model Portofolio Kredit**
   Pada tahap ini dilakukan konstruksi distribusi kerugian yang akan digunakan untuk model portofolio kredit. Distribusi kerugian yang digunakan untuk model portofolio kredit yang sesuai dengan Persamaan 2.1 adalah distribusi frekuensi dan

distribusi severitas. Distribusi frekuensi menggunakan distribusi Bernoulli dengan fungsi kepadatan peluangnya dapat dilihat pada Persamaan 2.2. Untuk distribusi severitas pada model portofolio kredit menggunakan distribusi eksponensial. Fungsi kepadatan peluang dari distribusi eksponensial dapat dilihat pada Persamaan 2.3

4. **Menentukan Formula untuk *Value at Risk***
   Pada tahap ini akan dicari formula dari ukuran risiko yaitu *Value at Risk* yang sesuai dengan distribusi yang diperoleh pada tahap sebelumnya. Formula *Value at Risk* tersebut digunakan untuk mengetahui kerugian pada model portofolio kredit.

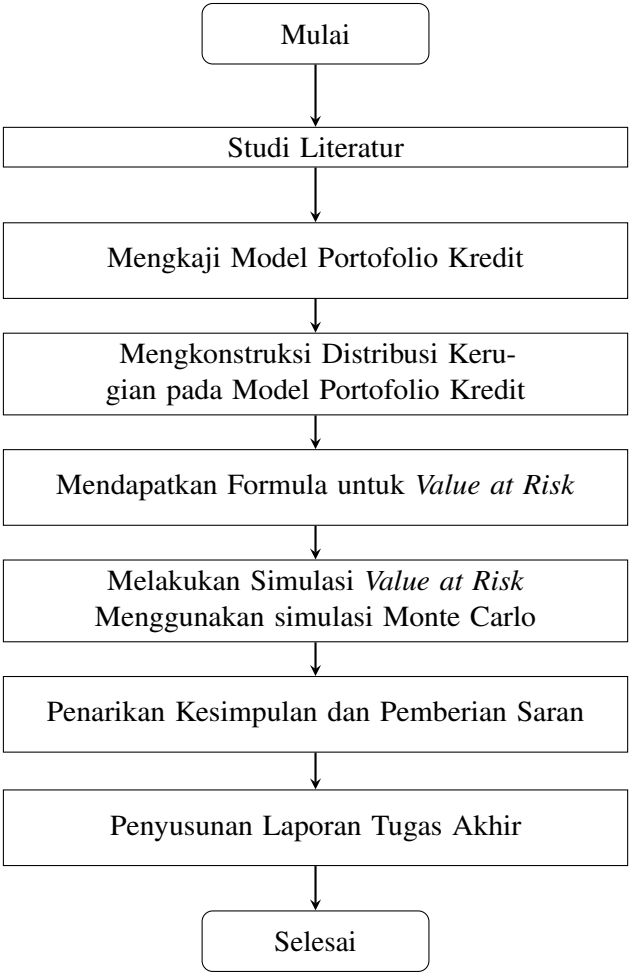
5. **Melakukan Simulasi Monte Carlo**
   Pada tahap ini dilakukan simulasi *Value at Risk* menggunakan program Matlab. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan nilai *Value at Risk* dari model portofolio kredit, juga untuk mengetahui keterkaitan antara nilai *Value at Risk* dengan jumlah nasabah, jumlah kredit, dan jumlah iterasi.

6. **Penarikan Kesimpulan dan Pemberian Saran**
   Pada tahap ini ditarik kesimpulan berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Kesimpulan ini merupakan ringkasan akhir dari hasil penelitian yang menjawab tujuan penelitian pada tugas akhir. Setelah itu diberikan saran untuk penelitian mendatang berupa perbaikan maupun pengembangan dari penelitian yang telah dilakukan.

7. **Penulisan Laporan**
   Tahap akhir yang dilakukan dalam penulisan Tugas Akhir ini meliputi hasil kajian mengenai permasalahan yang dibahas dalam bentuk laporan Tugas Akhir.

3.2 Skema Metode Penelitian

Secara umum tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam Tugas Akhir ini ditunjukkan oleh diagram alir berikut ini.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai analisis dan pembahasan pengerjaan Tugas Akhir ini. Analisis dan pembahasan akan menjelaskan mengenai model portofolio kredit, konstruksi distrtibusi kerugian pada model portofolio kredit, mendapatkan model *Value at Risk*, dan simulasi *Value at Risk* menggunakan Monte Carlo.

4.1 Model Portofolio Kredit

Pada Tugas Akhir ini, model yang digunakan mengacu pada model portofolio dari jurnal yang ditulis oleh Assadsolimani dan Chetalova pada tahun 2017 yang berjudul *Estimating Var in credit risk : Aggregate vs singles loss distribution*. Model portofolio kredit adalah model dari gabungan-gabungan kredit dari tiap-tiap nasabah. Model yang digunakan pada Tugas Akhir ini mengasumsikan bahwa kredit untuk setiap nasabah memiliki eksposur yang sama. Artinya bahwa kredit yang dimiliki oleh sejumlah N nasabah memiliki kerentanan dalam risiko gagal bayar yang sama. Dengan mempertimbangkan N nasabah dengan eksposur yang sama, salah satu cara yang mungkin untuk memodelkan kerugian dari portofolio kredit adalah dengan menghitung Persamaan 2.1 yang dapat ditulis kembali sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L &= \sum_{i=1}^{N} Y_i S_i \\ &= Y_1 S_1 + Y_2 S_2 + Y_3 S_3 + ... + Y_N S_N. \end{aligned} \tag{4.1}$$

Model portofolio kredit ditunjukkan pada Persamaan 4.1 dengan L adalah total kerugian pada portofolio kredit, kerugian yang akan terjadi apabila semua kredit yang dimiliki nasabah terjadi gagal bayar. Sedangkan Y_i adalah status kredit pada nasabah ke-i, dan S_i adalah kerugian akibat terjadinya gagal bayar oleh nasabah ke-i, serta N adalah jumlah total nasabah. Pada Tugas Akhir ini

jumlah N yang digunakan atau total nasabah yang akan digunakan adalah sebanyak 50 nasabah. Sehingga model portofolio kredit pada Persamaan 4.1 dapat ditulis kembali sebagai berikut.

$$L = \sum_{i=1}^{50} Y_i S_i \tag{4.2}$$

$$= Y_1 S_1 + Y_2 S_2 + Y_3 S_3 + ... + Y_{50} S_{50}. \tag{4.3}$$

4.2 Konstruksi Distribusi Kerugian

Berdasarkan Persamaan 4.1 pada model portofolio kredit, Y_i adalah variabel acak menyatakan status kredit pada nasabah ke-i. Y_i berdistribusi Bernoulli yang mempunyai fungsi kepadatan peluang pada Persamaan 2.2. Status kredit yang dimaksudkan adalah bernilai 0 jika tidak terjadi gagal bayar atau nasabah sudah membayar tagihan kreditnya dan bernilai 1 jika terjadi gagal bayar oleh nasabah atau nasabah mempunyai tagihan kredit.

Untuk menghitung kerugian dari portofolio kredit maka diasumsikan bahwa setiap nasabah mengalami gagal bayar atau setiap nasabah mempunyai tagihan kredit. Berarti bahwa status untuk kredit yang dimiliki oleh setiap nasabah pada model portofolio kredit hanya bernilai 1. Hal itu menunjukkan bahwa status kredit terjadi gagal bayar atau $Y_i = 1, i = 1, 2, ...N$, dengan N sebanyak 50 nasabah. Maka, model portofolio kredit menjadi sebagai berikut.

$$L = \sum_{i=1}^{50} Y_i S_i \tag{4.4}$$

$$= Y_1 S_1 + Y_2 S_2 + ... + Y_{50} S_{50} \tag{4.5}$$

$$= S_1 + S_2 + S_3 + ... + S_{50}. \tag{4.6}$$

S_i adalah variabel acak, yang menyatakan besarnya kerugian yang diakibatkan oleh nasabah ke-i jika status kredit nasabah bernilai 1 atau terjadi gagal bayar oleh nasabah. S_i berdistribusi Eksponensial dengan fungsi kepadatan peluangnya pada Persamaan

2.3. Pada Tugas Akhir ini menggunakan asumsi bahwa S_i adalah independen dan mempunyai distribusi yang identik, sehingga parameter yang digunakan pada S_i sama, $S_i \sim Exp(\lambda)$. Parameter λ yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebesar Rp 1 Milyar. Artinya untuk setiap nasabah secara rata-rata memiliki jumlah kredit sebesar Rp 1 Milyar.

4.3 Mendapatkan Formula *Value at Risk*

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan formula *Value at Risk* mengacu kepada jurnal yang ditulis oleh M. Assadsolimani dan D. Chetalova [5]. Rumus dari *Value at Risk* dapat ditulis kembali sebagai berikut.

$$VaR[X, \kappa] = F_X^{-1}(\kappa) \tag{4.7}$$

$$= \inf\{x \in \mathbf{R} : \ F_X(x) \geq \kappa\}. \tag{4.8}$$

$F_X(x)$ adalah hasil integral dari penjumlahan S_i dengan i dari 1, 2, 3, ... N pada Persamaan 4.3. S_i berdistribusi Eksponensial yang mempunyai parameter yang sama, $S_i \sim Exp(\lambda)$. Misalkan penjumlahan S_i dilakukan dengan i adalah dari 1 sampai dengan 2, maka $S_1 \sim Exp(\lambda)$ dan $S_2 \sim Exp(\lambda)$. Hasil penjumlahan S_i dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
F_{(S_1+S_2)} &= P(S_1 + S_2 \leq x) \\
&= \int_{S_1} P(S_1 + S_2 \leq x|S_1)P(S_1)dS_1 \\
&= \int_0^x P(S_1 + S_2 \leq x|S_1)P(S_1)dS_1 \\
&= \int_0^x P(S_1 + S_2 \leq x)\lambda e^{-\lambda S_1} dS_1
\end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
&= \int_0^x P(S_2 \leq x - S_1)\lambda e^{-\lambda S_1} dS_1 \\
&= \int_0^x (1 - e^{-\lambda(x-S_1)})\lambda e^{-\lambda S_1} dS_1 \\
&= \int_0^x (\lambda e^{-\lambda S_1} - \lambda e^{-\lambda x}) dS_1 \\
&= 1 - e^{-\lambda x}\lambda e^{-\lambda x}. \qquad (4.9)
\end{aligned}
$$

Hasil fungsi kumulatif dari penjumlahan S_1 dan S_2 ditunjukkan pada Persamaan 4.9. Kemudian dilakukan penurunan dari Persamaan 4.9 untuk mendapatkan fungsi kepadatan peluangnya. Hasil fungsi kepadatan peluang dari penjumlahan S_1 dan S_2 dapat dilihat sebagai berikut.

$$
\begin{aligned}
f_{(S_1+S_2)} &= \frac{d}{dx}(1 - e^{-\lambda x}\lambda e^{-\lambda x}) \\
&= 0 + \lambda e^{-\lambda x} - \lambda(e^{-\lambda x} + x(-\lambda e^{-\lambda x})) \\
&= \lambda^2 x e^{-\lambda x}. \qquad (4.10)
\end{aligned}
$$

Persamaan 4.10 adalah hasil fungsi kepadatan peluang dari penjumlahan S_i dengan i adalah 1 dan 2. Persamaan 4.10 menunjukan fungsi kepadatan peluang yang identik dengan fungsi kepadatan peluang dari distribusi Erlang (2,λ). Untuk hasil penjumlahan S_i dengan $i = 1, 2, 3, ..., N$ dapat dituliskan sebagai berikut.

$$
f_{(S_1+S_2+...+S_N)} = \frac{\lambda^N x^{N-1}}{(N-1)!} e^{-\lambda x}. \qquad (4.11)
$$

Untuk mendapatkan rumus fungsi F(x) dari Persamaan 4.8, maka akan dilakukan integral terhadap x dari Persamaan 4.12. Hasil integral tersebut dapat dilihat sebagai berikut.

$$
\begin{aligned}
F(x) &= \int_0^x \frac{\lambda^N x^{N-1}}{(N-1)!} e^{-\lambda x} dx \\
&= \frac{\lambda^N}{(N-1)!} \int_0^x x^{N-1} e^{-\lambda x} dx \\
&= \frac{\lambda^N}{(N-1)!} \int_0^x x^{N-1} e^{-\lambda x} dx \\
&= \frac{\lambda^N}{(N-1)!} \int_0^x \left(\frac{h}{\lambda}\right)^{N-1} e^{-h} \frac{dh}{\lambda} \\
&= \frac{1}{(N-1)!} \int_0^x h^{N-1} e^{-h} dh \\
&= \frac{\gamma(N, \lambda x)}{(N-1)!}. \qquad (4.12)
\end{aligned}
$$

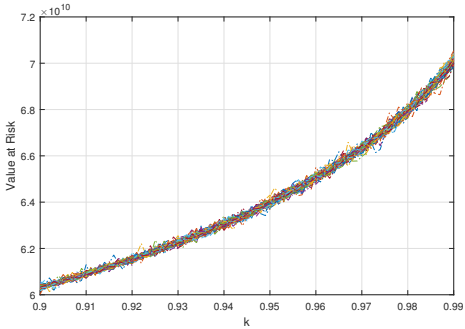
Pada Persamaan 4.12 adalah hasil integral dari penjumlahan S_i dengan i dari 1, 2, 3, ..., N. Selanjutnya, untuk κ pada Persamaan 4.7 dan 4.8 adalah tingkat kepercayaan. Tugas akhir ini menggunakan tingkat kepercayaan dari 90 % sampai 99 %.

4.4 Simulasi *Value at Risk*

Setelah didapatkan formula *Value at Risk* dari model portofolio kredit, langkah selanjutnya akan dilakukan simulasi Monte Carlo dengan bantuan software Matlab dengan κ adalah tingkat kepercayaan dari 90% sampai dengan 99%.

Hasil Simulasi pada Gambar 4.1 menunjukkan adanya garis yang berwarna-warni yang merupakan nilai *Value at Risk*. Garis berwarna-warni menunjukkan perbedaan nilai kerugian yang disebabkan dari setiap nasabah yang memiliki kredit gagal bayar. Dengan nasabah berjumlah 50 orang dengan tingkat kepercayaan atau κ dari 90% sampai dengan 99%, *Value at Risk* yang didapatkan adalah $7,02 \times 10^{10}$. Hasil simulasi *Value at Risk* yang pertama berarti bahwa kerugian yang akan terjadi pada portofolio kredit

dengan kredit secara rata-rata sebesar Rp 1 Milyar adalah sebesar Rp 70,2 Milyar Untuk program Matlab dapat dilihat pada Lampiran A.



Gambar 4.1: Simulasi *Value at Risk*, N = 50 dengan 1000 iterasi dan λ sebesar Rp 1 Milyar

Tabel 4.1: Hasil Simulasi Pertama

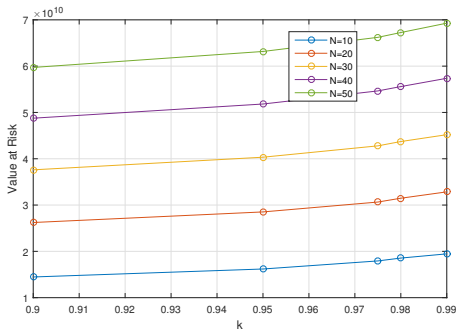
κ	VaR
90 %	6.03 $\times 10^{10}$
95 %	6.40 $\times 10^{10}$
97,5 %	6.70 $\times 10^{10}$
98 %	6.80 $\times 10^{10}$
99 %	7.02 $\times 10^{10}$

Kemudian dilakukan simulasi *Value at Risk* yang kedua pada model portofolio kredit yaitu dengan mengganti jumlah nasabah dari 50 nasabah menjadi 10, 20, 30, 40, dan 50 nasabah. Iterasi pada simulasi kedua menggunakan iterasi sebanyak 1000 iterasi dan λ sebesar Rp 1 Milyar serta tingkat kepercayaan 90%, 95%, $97,5\%$, 98%, dan 99%. Hasil simulasi kedua dari *Value at Risk* dapat dilihat pada Tabel 4.1. Untuk program Matlab dapat dilihat pada Lampiran B.

Tabel 4.2: Hasil Simulasi Kedua

κ	Jumlah Nasabah				
	10	20	30	40	50
90 %	1.45E+10	2.62E+10	3.76E+10	4.88E+10	5.97E+10
95 %	1.62E+10	2.85E+10	4.03E+10	5.18E+10	6.32E+10
97,5 %	1.79E+10	3.07E+10	4.28E+10	5.46E+10	6.62E+10
98 %	1.86E+10	3.15E+10	4.37E+10	5.56E+10	6.73E+10
99 %	1.95E+10	3.28E+10	4.52E+10	5.74E+10	6.93E+10

Pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil simulasi kedua dari *Value at Risk*. Hasil simulasi *Value at Risk* yang dihasilkan pada tingkat kepercayaan 90%, 95%, $97,5\%$, 98%, dan 99% terlihat semakin besar. Hasil tersebut menunjukkan pengaruh jumlah nasabah terhadap *Value at Risk*, jika jumlah nasabah semakin banyak maka hasil *Value at Risk* juga akan semakin besar yang berarti bahwa apabila jumlah nasabah semakin banyak maka total kerugian pada portofolio kredit juga akan semakin besar. Untuk hasil gambar dari simulasi kedua dapat dilihat pada Gambar 4.2.



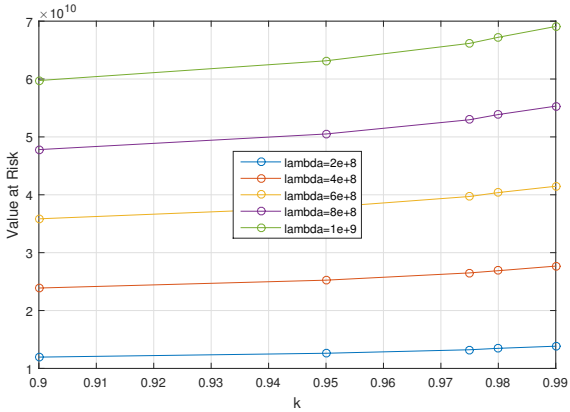
Tabel 4.2: Simulasi *Value at Risk* dengan N = 10, 20, 30, 40, 50 Nasabah.

Selanjutnya akan dilakukan simulasi *Value at Risk* yang ketiga dengan mengubah λ dari Rp 1 Milyar menjadi Rp 0,2 Milyar,

Rp 0,4 Milyar, Rp 0,6 Milyar, Rp 0,8 Milyar, dan Rp 1 Milyar. Hasil simulasi *Value at Risk* yang ketiga menunjukkan pengaruh jumlah kredit terhadap *Value at Risk*. Jika semakin besar jumlah kredit yang diambil oleh nasabah maka semakin besar pula risiko kerugian yang akan didapatkan pada portofolio kredit. Hasil simulasi *Value at Risk* yang ketiga dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.3. Untuk program Matlab dapat dilihat pada Lampiran C.

Tabel 4.3: Hasil Simulasi Ketiga

κ	Jumlah Kredit				
	200 jt	400 jt	600 jt	800 jt	1 M
90 %	1.2E+10	2.39E+10	3.58E+10	4.78E+10	5.97E+10
95 %	1.26E+10	2.52E+10	3.78E+10	5.05E+10	6.31E+10
97,5 %	1.32E+10	2.65E+10	3.97E+10	5.3E+10	6.62E+10
98 %	1.35E+10	2.69E+10	4.04E+10	5.39E+10	6.72E+10
99 %	1.38E+10	2.77E+10	4.15E+10	5.53E+10	6.91E+10



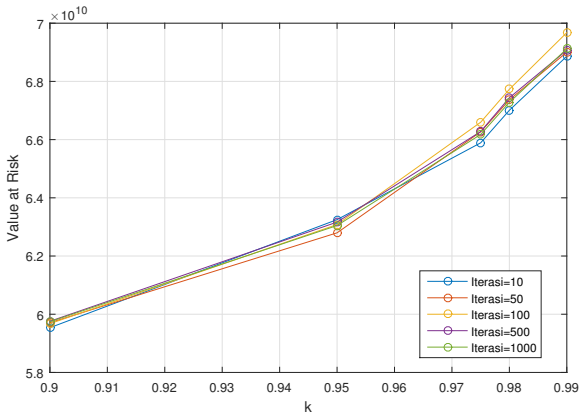
Gambar 4.3: Simulasi *Value at Risk* dengan λ sebesar 0,2 Milyar, 0,4 Milyar, 0,6 Milyar, 0,8 Milyar, dan 1 Milyar Rupiah

Simulasi *Value at Risk* selanjutnya yaitu mengubah jumlah iterasi dari 1000x iterasi menjadi 10x iterasi, 50x iterasi, 100x

iterasi, 500x iterasi dan 1000x iterasi. Hasil simulasi *Value at Risk* yang keempat ini menunjukkan bahwa jumlah iterasi mempengaruhi hasil dari simulasi *Value at Risk*. Jika semakin banyak jumlah iterasi yang dilakukan pada simulasi *Value at Risk* menggunakan Monte Carlo maka hasil yang diperoleh dari simulasi *Value at Risk* juga akan semakin mendekati hasil yang sebenarnya. Hasil simulasi keempat dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.4. Program Matlab pada simulasi keempat dapat dilihat pada Lampiran D.

Tabel 4.4: Hasil Simulasi Keempat

κ	Jumlah Iterasi				
	10x	50x	100x	500x	1000x
90 %	5.95E+10	5.97E+10	5.97E+10	5.97E+10	5.97E+10
95 %	6.3E+10	6.3E+10	6.31E+10	6.32E+10	6.32E+10
97,5 %	6.58E+10	6.62E+10	6.62E+10	6.62E+10	6.62E+10
98 %	6.70E+10	6.73E+10	6.77E+10	6.75E+10	6.73E+10
99 %	6.89E+10	6.90E+10	6.9E+10	6.9E+10	6.91E+10



Gambar 4.4: Simulasi *Value at Risk* dengan 10x iterasi, 50x iterasi, 100x iterasi, 500x iterasi, dan 1000x iterasi

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan, kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Model distribusi kerugian pada portofolio kredit yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

$$F(x) = \frac{\gamma(N, \lambda x)}{(N-1)!},$$

   dengan N adalah jumlah nasabah yang mempunyai kredit, dan λ adalah besarnya kredit yang diambil oleh nasabah yaitu sebesar Rp 1 Milyar.

2. Hasil simulasi yang dilakukan dengan nasabah berjumlah 50 orang serta jumlah kredit yang ditanggung oleh nasabah secara rata-rata sebesar Rp 1 Milyar dan menggunakan tingkat kepercayaan 99%, *Value at Risk* yang didapatkan adalah $7,02 \times 10^{10}$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peluang 99% kerugian yang akan terjadi pada portofolio kredit dengan kredit secara rata-rata sebesar Rp 1 Milyar adalah sebesar Rp 70,2 Milyar

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan simulasi dengan model yang sama tetapi menggunakan data yang diambil dari bank atau instansi terkait. Penelitian selanjutnya juga dapat dikembangkan dengan merubah metode simulasi dan obyek yang digunakan seperti menggunakan pinjaman syariah atau pegadaian.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

[1] Bank Indonesia. *Undang-undang No. 10 Tahun 1998 tentang perbankan*. Jakarta:Bank Indonesia.

[2] Bank Indonesia. *Sejarah Bank Indonesia Periode V: 1997-1999 Bank Indonesia Pada Masa Krisi Ekonomi, Moneter dan Perbankan*. Jakarta:Bank Indonesia.

[3] Bank Indonesia. *Peraturan Bank Indonesia No. 5/9/PBI/2003*. Jakarta:Bank Indonesia.

[4] Maringga, F., Umbara, R.F, Palupi, I. (2015).*Perhitungan Value at Risk untuk Portofolio Saham dengan Metode Varian-kovarian dan Simulasi Monte Carlo*. *e-Proceeding of Engineering*. Vol 2, Hal 6782.

[5] Assadsolimani, M., Chetalova, D,. 2017."*Estimating Var in credit risk : Aggregate vs singles los distribution*".

[6] Arthini, W., Dharmawan, K., Harini, L.P.I.2012 "Perhitungan VaR Portofolio Saham Menggunakan Data Historis dan Data Simulasi Monte Carlo". *e-Jurnal Matematika*, Agustus 2012. Vol. 1.

[7] Ridiawati, A,. Maslichah,. Mawardhi, M.C. 2018 "Aplikasi Metode VaR Dan RAROC Atas Risiko Dan Pengembalian Hasil Pada Bank Syariah Mandiri". *Fakultas Ekonomi dan Bisnis Jurusan Akutansi*.

[8] Sunariyah, 2006. *Pengantar Pengetahuan Pasar Modal, edisi ke lima*. UPP-AMP YKPN. Yogyakarta.

[9] Weston, J.F,. 2002. *Manajemen keuangan*. Jakarta. Binarupa Aksara.

[10] Bank Indonesia. Kodifikasi Peraturan Bank Indonesia. Jakarta.

[11] Ikatan Bankir Indonesia. 2014. ”Mengelola Kredit Secara Sehat”. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

[12] Muslich, Muhammad. 2007, Manajemen Risiko Operasional, Jakarta: Bumi Aksara

[13] Rosadi, D. 2012. Manajemen risiko Kuantitatif. Diktat Kuliah FMIPA UGM. Yogyakarta.

[14] Best, P. 1998. Implementing Value at Risk. John Wiley & Sons Ltd. England.

[15] Denuit, M., Genest, C., Marceau, E., 1999. Stochastic Bounds on Sums of Dependent Risks. Insurance: Mathematics and Economics 25, 85–104

[16] Bocker, K,. Kluppelberg, C,. 2005 ”*Operational VAR: a closed-form approximation*”. Risk, 8:90–93.

Lampiran A
Script Simulasi *Value at Risk* yang Pertama

```
clc; clear; cla;

N = 50;
lambda = 1e+9;
lamn = lambda;
mu = 1/lamn;

k = 0.9:0.001:0.99;
%% VaR Monte Carlo
MAX_ITERASI = 100:10:1000;
for g = 1:length(MAX_ITERASI)
for t = 1:length(k)
for s = 1:MAX_ITERASI(g)
FX = rand([1 100]);
idx = find(FX>=k(t));
if length(idx)~=0
result(s) = min((gaminv(FX(idx),N,lamn)));
end
end
Finv(t) = mean(result); %Monte Carlo
end
plot(k,Finv,'-.');
hold on;
end

grid on;
xlabel('k'); ylabel('Value at Risk');

```

Lampiran B
Script Simulasi *Value at Risk* yang Kedua

```
clc; clear; cla; tic;

N = [10 20 30 40 50];
lambda = 1e+9;
k = [0.9 0.95 0.975 0.98 0.99];
SIMPANAN = []; idx_SIM = 1;

for NASABAH = 1:length(N)
lamn = lambda;
mu = 1/lamn;

%% VaR Monte Carlo
MAX_ITERASI = 1000;
for g = 1:length(MAX_ITERASI)
for t = 1:length(k)
for s = 1:MAX_ITERASI(g)
FX = rand([1 100]);
idx = find(FX>=k(t));
if length(idx)~=0
result(s) = min((gaminv(FX(idx),N(NASABAH),lamn)));
end
end
Finv(t) = mean(result); %Monte Carlo
end
plot(k,Finv,'-o');
hold on;
end
SIMPANAN(idx_SIM,:) = Finv;
idx_SIM = idx_SIM + 1;
end

SIMPANAN
grid on
xlabel('k'); ylabel('Value at Risk')
legend('N=10','N=20','N=30','N=40','N=50' ,'
  location','best')
toc;

```

Lampiran C
Script Simulasi *Value at Risk* yang Ketiga

```
clc; clear; cla; tic;

N = 50;
lambda = [2e+8 4e+8 6e+8 8e+8 1e+9];
k = [0.9 0.95 0.975 0.98 0.99];
SIMPANAN = []; idx_SIM = 1;

for LAMB = 1:length(lambda)
lamn = lambda(LAMB);
mu = 1/lamn;

%% VaR Monte Carlo
MAX_ITERASI = 1000;
for g = 1:length(MAX_ITERASI)
for t = 1:length(k)
for s = 1:MAX_ITERASI(g)
FX = rand([1 100]);
idx = find(FX>=k(t));
if length(idx)~=0
result(s) = min((gaminv(FX(idx),N,lamn)));
end
end
Finv(t) = mean(result); %Monte Carlo
end
plot(k,Finv,'-o');
hold on;
end
SIMPANAN(idx_SIM,:) = Finv;
idx_SIM = idx_SIM + 1;
end

SIMPANAN
grid on;
xlabel('k'); ylabel('Value at Risk');
legend('lambda=2e+8','lambda=4e+8','lambda=6e+8','
  lambda=8e+8','lambda=1e+9' ,'location','best')
toc;

```

Lampiran D
Script Simulasi *Value at Risk* yang Keempat

```
clc; clear; cla; tic;

N = 50;
lambda = 1e+9;
lamn = lambda;
mu = 1/lamn;
k = [0.9 0.95 0.975 0.98 0.99];

%% VaR Monte Carlo
SIMPANAN = []; idx_SIM = 1;
MAX_ITERASI = [10 50 100 500 1000];
for g = 1:length(MAX_ITERASI)
for t = 1:length(k)
for s = 1:MAX_ITERASI(g)
FX = rand([1 100]);
idx = find(FX>=k(t));
if length(idx)~=0
result(s) = min((gaminv(FX(idx),N,lamn)));
end
end
Finv(t) = mean(result); %Monte Carlo
end
SIMPANAN(idx_SIM,:) = Finv;
idx_SIM = idx_SIM + 1;
plot(k,Finv,'-o');
hold on;
end

SIMPANAN
grid on;
xlabel('k'); ylabel('Value at Risk');
legend('Iterasi=10','Iterasi=50','Iterasi=100','
  Iterasi=500','Iterasi=1000','location','best')
toc;

```

BIODATA PENULIS

A. Salman Sairafi atau yang biasa dipanggil Sai lahir di Bangkalan, 19 Mei 1997. Penulis yang merupakan anak pertama dari empat bersaudara ini menempuh pendidikan mulai dari TK AN-NUR Surabaya (2002-2003), SD Negeri Simomulyo II Surabaya (2003-2009), SMP Negeri 26 Surabaya (2009-2012), SMA Negeri 9 Surabaya (2012-2015). Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S1 di Departemen Matematika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada tahun 2015-sekarang dengan NRP 06111540000023. Penulis mengikuti kegiatan organisasi mahasiswa yaitu Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA ITS) sebagai Ketua Himpunan periode 2017 - 2018. Di Departemen Matematika ITS, penulis mengambil bidang minat Matematika Terapan yang terdiri atas Pemodelan Matematika serta Riset Operasi dan Pengolahan Data. Penulis secara khusus mengambil bidang minat Riset Operasi dan Pengolahan Data. Apabila ingin memberikan kritik dan saran mengenai Tugas Akhir ini dapat menghubungi e-mail penulis di salmansairafi23@gmail.com. Terima kasih dan semoga bermanfaat.