

SKRIPSI

**PENGELOLAAN ASET DAN LIABILITAS PADA
PERUSAHAAN DANA PENSIUN DENGAN
MENGUNAKAN PEMROGRAMAN STOKASTIK**



LIM, FENNY FEBIANA

NPM: 2016710008

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2020**

FINAL PROJECT

**ASSET LIABILITY MANAGEMENT IN PENSION FUND BY
USING STOCHASTIC PROGRAMMING**



LIM, FENNY FEBIANA

NPM: 2016710008

**DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCE
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGELOLAAN ASET DAN LIABILITAS PADA
PERUSAHAAN DANA PENSIUN DENGAN MENGGUNAKAN
PEMROGRAMAN STOKASTIK**

LIM, FENNY FEBIANA

NPM: 2016710008

Bandung, 28 Juli 2020

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Benny Yong

Felivia Kusnadi, MActSc

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

Dr. Ferry Jaya Permana, ASAI

Dr. Andreas Parama Wijaya

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Dr. Erwinna Chendra

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PENGELOLAAN ASET DAN LIABILITAS PADA PERUSAHAAN DANA Pensiun dengan menggunakan pemrograman stokastik

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 28 Juli 2020

Meterai Rp. 6000

LIM, FENNY FEBIANA
NPM: 2016710008

ABSTRAK

Pemberian dana pensiun dilakukan sebagai timbal balik atas kontribusi yang dibayarkan oleh karyawan serta perusahaan tempat karyawan tersebut bekerja kepada perusahaan asuransi dana pensiun. Agar perusahaan dana pensiun dapat membayarkan manfaat, maka haruslah ada pengelolaan aset dan liabilitasnya yaitu dengan mengalokasikan aset di berbagai instrumen investasi agar perusahaan mendapatkan hasil pengembalian investasi yang diinginkan. Tingkat pengembalian dari instrumen-instrumen investasi di masa depan hanya dapat diramalkan menggunakan data historis dari periode-periode sebelumnya. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan model Vektor Koreksi Error. Perusahaan dana pensiun dapat melakukan penyeimbangan terhadap portofolio yang dimiliki di setiap akhir periode waktu. Model stokastik yang dihasilkan akan memiliki ruang sampel tak hingga sehingga dimensi masalah optimasi yang ingin diselesaikan akan menjadi tak hingga. Maka dari itu, masalah optimasi akan diselesaikan secara numerik dengan diskritisasi dimana sampel acak akan diganti menggunakan himpunan titik acak kuasi yang terdistribusi secara seragam, dimana hasil diskritisasi nanti akan berbentuk pohon skenario. Perusahaan juga perlu untuk menyiapkan cadangan teknis, serta memperhatikan arus kas mereka. Pada skripsi ini, diadopsi peraturan perusahaan dana pensiun dari Finlandia dimana perusahaan dana pensiun perlu untuk memeriksa kondisi solvabilitas mereka, yang bergantung pada modal solvabilitas dan batas solvabilitas, pada setiap periodenya, dimana kondisi solvabilitas ini juga bergantung pada penalti yang diberikan untuk setiap kemungkinan terjadinya kekurangan dana. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, digunakan model optimasi dengan pemrograman stokastik. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kondisi perusahaan berada dalam kondisi yang aman hingga akhir periode dan keberadaan penalti mempengaruhi hasil investasi.

Kata-kata kunci: Pemrograman Stokastik, Pengelolaan Aset dan Liabilitas, Vektor Koreksi Error, Cadangan Teknis, Modal Solvabilitas, Batas Solvabilitas, Diskritisasi, Himpunan Titik Berdiskrepani Rendah, Deret Sobol, Pohon Skenario

ABSTRACT

The accumulation of pension that is given to an employee from a company is done due to the contributions that have been paid by the employee and the employer to a pension fund company. In order to achieve the amount of money that is needed to be paid, a pension fund company needs to manage its asset and liability by allocating its asset to several investment instrument to gain desirable returns of investment. The return of these investments are uncertain and can only be forecasted through their historical data. One of several methods that can be used is by using Vector Error Correction Model. The fund can rebalance its portfolio at the end of each period. The result of the stochastic model will have an infinite dimension of sample space which will lead to an infinite dimensional optimization problem that will be solved. Therefore, the optimization model will be done numerically by discretization, where the random sample will be replaced by quasi random point set which is distributed uniformly, where this discretization will result in the scenario tree. The company also need to have technical reserve and also need to look after its cash flow. This final project adopts Finnish statutory restriction for pension fund where the pension fund company needs to check its solvency situations, which depend on solvency capital and its solvency border, for each period, where the solvency situations also depend on penalties which are given to every chance of shortfall. To gain the result that is wanted, stochastic programming is used to solve the optimization problem. The simulation result shows that the company's solvency situation is categorized as safe throughout the periods and the penalties affect the company' portfolio.

Keywords: Stochastic Programming, Asset Liability Management, Vector Error Correction, Technical Reserves, Solvency Capital, Solvency Border, Discretization, Low Discrepancy Point Set, Sobol Sequences, Scenario Tree

For the Almighty God, Jesus Christ..

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih karunia, bimbingan, dan penghiburan dari-Nya selama proses penyusunan skripsi yang berjudul "Pengelolaan Aset dan Liabilitas pada Perusahaan Dana Pensiun dengan Menggunakan Pemrograman Stokastik". Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata-I Program Studi Matematika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan ilmu, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

- Papa, Mama, Ema yang selalu menghibur dan mendoakan penulis agar bisa terus semangat dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Kepada Eli, Audrey, Chris yang selalu memberi semangat dan penghiburan kepada penulis saat penulis sedang dalam keadaan tidak baik.
- Bapak Benny Yong, Ph.D. dan Ibu Felivia Kusnadi, M.Act.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar membantu dan membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini sehingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu.
- Bapak Dr. Ferry Jaya Permana selaku Dosen Penguji-1 dan Bapak Dr. Andreas Parama Wijaya selaku Dosen Penguji-2 yang telah memberikan ilmu, saran, dan kritik sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
- Bapak Liem Chin, M.Si. selaku Koordinator Skripsi atas segala informasi, saran, dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
- Bapak Agus Sukmana, M.Sc. selaku Dosen Wali yang telah memberikan masukan dan bimbingan selama masa perkuliahan penulis.
- Seluruh Dosen FTIS untuk segala ilmu dan inspirasi yang telah diberikan.
- Seluruh staf Tata Usaha dan karyawan FTIS atas bantuan yang telah diberikan selama masa perkuliahan penulis.
- Regan Renaldo yang telah sabar menemani, menghibur, memberi semangat, memberi saran, mendengarkan keluh kesah penulis, dan masih banyak lainnya.
- Jessica, Vivian, Triny Lestari, Fanny Indriani yang telah menjadi penyemangat, penghibur penulis selama masa perkuliahan. *Thank you for being my friends, let's meet up soon.*
- Suryani, Aretha, Agnes, Nur, Nitya, Alvinda, Mutiara yang telah menjadi teman *Gurlsquad* penulis.
- Salman dan Felix yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
- Teman-teman seperjuangan Matematika UNPAR 2016 : NT, Melia, Leo, Laureen, JC, Ivan, Rudi, Davyn, Tata, Aretha, JT, Gege, Avel, Isa, Faza, Muti, Vheren, Vivi, Niko, Julius, Stella, Yonathan, Alma, Vinda, Azka, Aldo, Felix, Salman, Asen, Widhiya, Evelyne, Edsel,

Salomo, Triny, Nevan, Irsyad, Farand, Lucas, Febri, Deva, Adin, Khema, Bahri, Anes, Raisa, Wilbert, Daniel, Chang, Janaka, Agnes, Sur, Fanny, Nitya, Nur, dan Gresel. Terimakasih untuk kenangan dan pembelajaran yang telah dilalui bersama. *See you on top.*

- Teman-teman dari Divisi Akademik HMPSMa 2017/2018 : Edo, Jojo, Avel, NT, Farand untuk kenangan dan pembelajaran selama 1 tahun menjabat dalam Divisi Akademik HMPSMA 2017/2018.
- Teman-teman dari Divisi Akademik HMPSMa 2018/2019 : Suryani, Fifi, Ronald, Ivander, Felix, Nico untuk pengalaman berharga, dukungan dan pembelajaran selama 1 tahun menjabat dalam Divisi Akademik HMPSMa 2018/2019.
- Teman-teman HMPSMa 2017/2018 dan HMPSMa 2018/2019 yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih untuk pengalaman dan pembelajaran berharga yang telah dilalui bersama.
- Teman-teman Matematika angkatan 2014, 2015, 2017, dan 2018 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
- Untuk semua pihak yang telah berjasa dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi siapa saja yang membaca.

Bandung, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Teori Suku Bunga	5
2.1.1 Bunga Sederhana (<i>Simple Interest</i>)	5
2.1.2 Bunga Majemuk (<i>Compound Interest</i>)	5
2.1.3 Laju Tingkat Suku Bunga	6
2.2 Portofolio Investasi	7
2.2.1 Saham	8
2.2.2 Obligasi	8
2.2.3 Deposito	9
2.3 Teori Risiko	9
2.3.1 Analisis Risiko	9
2.3.2 Diversifikasi Investasi	10
2.4 Pemrograman Stokastik	11
2.5 Asuransi	14
2.5.1 Fungsi <i>Survival</i>	14
2.5.2 Asuransi Jiwa	16
2.5.3 Anuitas	17
2.5.4 Fungsi Gaji	19
2.5.5 Asuransi Dana Pensiun	20
2.6 Model Deret Waktu	20
2.6.1 Model Vektor Autoregresif	22
2.6.2 Uji <i>Granger Causality</i>	25
2.7 Nilai dan Vektor Eigen	25
3 METODE PEMODELAN STOKASTIK PENGELOLAAN ASET DAN LIABILITAS	27
3.1 Prediksi Nilai Aset	27
3.1.1 Model Vektor Koreksi Error (VECM)	27
3.1.2 Diskritisasi	30

3.2	Aset dan Liabilitas Dana Pensiun	31
3.2.1	Cadangan Teknis	32
3.2.2	Arus Kas	32
3.3	Model Optimasi	33
3.3.1	Kendala	33
3.3.2	Fungsi Objektif	35
3.3.3	Model Pemrograman Stokastik	37
4	SIMULASI NUMERIK	39
4.1	Peramalan Data Stokastik	39
4.1.1	Uji Stasioner	39
4.1.2	Uji Granger dan Uji Johansen	41
4.1.3	Model VECM	42
4.1.4	Diskritisasi	43
4.2	Pembentukan Parameter Stokastik	49
4.2.1	Cadangan Teknis	49
4.2.2	Arus Kas	51
4.2.3	Tingkat Pengembalian Investasi	53
4.3	Optimasi Pemrograman Stokastik	54
5	KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
	DAFTAR REFERENSI	61

DAFTAR GAMBAR

2.1	Gambaran Risiko Sederhana	10
2.2	Pohon Skenario Investasi Tiga Periode	13
4.1	Grafik Data Historis Stokastik Awal	40
4.2	Grafik <i>Difference</i> Pertama Data Stokastik Awal	41
4.3	Pohon Skenario dengan Struktur Periode (1,3,6) dan Struktur Cabang (25,10,5)	43
4.4	Pohon Skenario Periode 1	45
4.5	Pohon Skenario Periode 2	47
4.6	Pohon Skenario Periode 3	49
4.7	Pohon Skenario untuk Cadangan Teknis	51
4.8	Pohon Skenario untuk Arus Kas	52
4.9	Tingkat Pengembalian Investasi Periode 1	53
4.10	Pohon Skenario Tingkat Pengembalian Investasi	54
4.11	Persentase Investasi pada Periode 0	56
4.12	Kekayaan Total Model 1	57
4.13	Kekayaan Total Model 3	57
4.14	$\frac{C_t}{L_t}$ Model 1	57
4.15	$\frac{C_t}{L_t}$ Model 3	57
4.16	Pohon Skenario Bonus Periode 0,1,2 Model 1	58

DAFTAR TABEL

3.1	Klasifikasi Keadaan Solvabilitas Perusahaan	35
4.1	Uji Stasioner Data Awal	40
4.2	Pemilihan Lag untuk Model Stokastik	41
4.3	Uji <i>Granger Causality</i>	42
4.4	Uji Johansen	42
4.5	Nilai Eigen dan Vektor Eigen dari Matriks Kovariansi Periode 1	44
4.6	Nilai Eigen dan Vektor Eigen dari Matriks Kovariansi Periode 2	46
4.7	Nilai Eigen dan Vektor Eigen dari Matriks Kovariansi Periode 3	48
4.8	Besar Penalti	55
4.9	Batas Besar Setiap Aset	55
4.10	Batas Beli dan Jual	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masa pensiun adalah masa dimana seorang karyawan sudah tidak aktif lagi bekerja sehingga pendapatan aktif yang seharusnya didapat dari pekerjaannya tersebut akan menghilang. Masa pensiun dapat terjadi karena usia karyawan tersebut sudah mencapai batas usia produktif yang telah ditetapkan, ataupun karena karyawan tersebut mengalami kecacatan yang mengakibatkan ia dianggap tidak mampu lagi melaksanakan pekerjaannya. Batas usia pensiun sendiri telah diatur dalam Peraturan Pemerintah no. 45, tentang Penyelenggaraan Program Jaminan Pensiun, yaitu 57 tahun per 1 Januari 2019. Usia pensiun normal di Indonesia akan bertambah satu tahun setiap tiga tahunnya hingga mencapai batas maksimal usia pensiun normal 65 tahun.

Menghilangnya pendapatan aktif akan mengakibatkan karyawan yang sudah pensiun mengalami risiko finansial yang lebih tinggi dibandingkan dengan sebelumnya. Maka, penting bagi seorang karyawan untuk memiliki suatu wadah yang dapat menjamin masa tua mereka, dimana mereka dapat berinvestasi ketika mereka berada dalam usia produktif untuk jaminan di hari tua nanti. Program dana pensiun adalah suatu program yang dapat menjadi salah satu wadah yang dapat menjamin masa tua.

Karyawan yang mengikuti program dana pensiun akan membayarkan premi atau iuran yang berasal dari gaji mereka, dan iuran tersebut akan diakumulasikan menjadi manfaat yang akan diterima pada saat mereka pensiun. Ada dua jenis perhitungan dana pensiun, yaitu *defined benefit* atau program pensiun manfaat pasti (PPMP) dan *defined contribution* atau program pensiun iuran pasti (PPIP). PPMP adalah perhitungan dana pensiun dengan besar manfaat yang telah ditentukan di awal, sedangkan PPIP menentukan besar dari iuran atau kontribusi di awal.

Iuran yang dibayarkan oleh karyawan dan sponsor (perusahaan tempat karyawan tersebut bekerja) menjadi aset dari perusahaan dana pensiun dan manfaat yang harus dibayarkan kepada karyawan yang telah pensiun menjadi liabilitas atau kewajiban dari perusahaan dana pensiun. Dalam PPMP, untuk memenuhi besar manfaat yang telah disepakati dalam kontrak, maka aset perusahaan haruslah diinvestasikan. Investasi dilakukan dalam instrumen investasi seperti saham, obligasi maupun deposito. Tingkat pengembalian dari instrumen investasi tersebut memiliki ketidakpastian-ketidakpastian yang membuat investasi memiliki risiko mengalami kerugian. Faktor ketidakpastian tersebut membuat tingkat pengembalian dari instrumen investasi tidak menjadi faktor deterministik yang nilai masa depannya dapat ditentukan, melainkan faktor stokastik dimana nilai masa depan hanya dapat diramalkan dengan adanya variabel acak yang merepresentasikan ketidakpastian dari tingkat pengembalian tersebut.

Pada skripsi ini akan dilihat kondisi finansial perusahaan suatu dana pensiun dalam 10 tahun ke depan. Langkah pertama ialah memodelkan tingkat pengembalian investasi menggunakan model stokastik berdasarkan pengembangan dari vektor autoregresi (VAR), yaitu vektor koreksi error (VECM), yang memperhitungkan hubungan jangka pendek serta jangka panjang dari instrumen-instrumen investasi yang digunakan. Selain tingkat pengembalian investasi, terdapat faktor stokastik lain yang akan dimodelkan, yaitu cadangan teknis dan arus kas.

Model stokastik yang digunakan akan menghasilkan masalah optimasi portofolio dengan dimensi

tak hingga. Agar mendapatkan masalah optimasi portofolio dengan dimensi yang berhingga, maka model stokastik akan didiskritisasi dengan menggunakan kuadratur integrasi. Diskritisasi dilakukan dengan mengganti sampel acak dengan deret Sobol yang merupakan himpunan titik berdiskrepanansi rendah.

Optimasi aset dan liabilitas dana pensiun pada skripsi dilakukan dengan memaksimalkan ekspektasi fungsi utilitas dari kondisi perusahaan dana pensiun dengan kendala mengenai keuangan dan investasi, serta pembatasan-pembatasan yang memastikan perusahaan dana pensiun tidak bangkrut. Penyeimbangan portofolio dilakukan oleh perusahaan di setiap akhir periode atau dengan kata lain pengalokasian aset yang dilakukan bersifat dinamis. Kondisi finansial dari perusahaan pada beberapa periode ke depan dapat dianalisis sejak dini. Analisis tersebut dilakukan agar jika terdapat tanda-tanda terjadinya kebangkrutan, perusahaan dapat melakukan pencegahan dini. Strategi mengenai pengelolaan aset dan liabilitas ini dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan seperti pemrograman stokastik, strategi *fixed-mix*, serta strategi asuransi portofolio dinamis. Pada skripsi ini, pendekatan yang digunakan adalah pemrograman stokastik dengan jenis perhitungan dana pensiun PPMP.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana meramalkan nilai pengembalian investasi aset di masa depan?
2. Bagaimana cara mengoptimalkan pengelolaan aset dari perusahaan dana pensiun?
3. Bagaimana cara mengevaluasi kondisi finansial perusahaan asuransi dana pensiun?
4. Bagaimana pengaruh parameter penalti pada fungsi objektif terhadap portofolio investasi dari perusahaan dana pensiun?

1.3 Tujuan

1. Meramalkan nilai pengembalian investasi aset di masa depan menggunakan model stokastik dengan metode vektor koreksi eror.
2. Mengoptimalkan pengelolaan aset dari perusahaan dana pensiun dengan menggunakan pemrograman stokastik.
3. Mengevaluasi kondisi finansial perusahaan asuransi dana pensiun dengan membandingkan modal solvabilitas dengan batas solvabilitas.
4. Membandingkan hasil portofolio investasi dari perusahaan dana pensiun dari beberapa nilai parameter penalti pada fungsi objektif.

1.4 Batasan Masalah

1. Perhitungan dana pensiun dilakukan menggunakan *defined benefit* atau program pensiun manfaat pasti.
2. Tidak ada pembagian dividen dari instrumen investasi.
3. Tidak memperhitungkan adanya pajak dari investasi maupun gaji.
4. Diasumsikan semua karyawan hanya akan pensiun saat sudah mencapai usia pensiun yaitu 57 tahun sehingga, *decrement* yang diperhitungkan hanyalah *decrement* kematian.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan pada laporan ini terdiri dari lima bab, yaitu:

Bab 1: Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, serta sistematika pembahasan.

Bab 2: Landasan Teori

Bab ini berisi teori yang menjadi landasan untuk pembahasan di bab berikutnya.

Bab 3: Metode Pemodelan Stokastik Pengelolaan Aset dan Liabilitas

Bab ini membahas mengenai metode yang digunakan untuk memodelkan parameter-parameter yang akan digunakan dalam optimasi aset dan liabilitas pada perusahaan dana pensiun, metode untuk mendiskritisasi model stokastik serta model optimasi yang digunakan.

Bab 4: Simulasi Numerik

Bab ini berisi mengenai simulasi numerik beserta analisisnya dari metode pemodelan stokastik serta pengoptimalan aset dan liabilitas pada perusahaan dana pensiun menggunakan pemrograman stokastik.

Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan pada bab sebelumnya, serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

