

**PENERAPAN MODEL TINGKAT SUKU BUNGA *COX*
INGERSOLL ROSS (CIR) DALAM MENENTUKAN
IURAN NORMAL PENSIUN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika



Oleh:

Martina Mery Yohanna L.

1702692

PROGRAM STUDI MATEMATIKA

DEPARTEMEN PENDIDIKAN MATEMATIKA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2022

Martina Mery Yohanna Limbong, 2022

*PENERAPAN MODEL TINGKAT SUKU BUNGA COX INGERSOLL ROSS (CIR) DALAM MENENTUKAN
IURAN NORMAL PENSIUN*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR HAK CIPTA

**PENERAPAN MODEL TINGKAT SUKU BUNGA *COX*
INGERSOLL ROSS (CIR) DALAM MENENTUKAN
IURAN NORMAL PENSIUN**

Oleh
Martina Mery Yohanna Limbong
1702692

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika pada
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Martina Mery Yohanna L.
Universitas Pendidikan Indonesia
April 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin
dari penulis

|

LEMBAR PENGESAHAN
MARTINA MERY YOHANNA LIMBONG

PENERAPAN MODEL TINGKAT SUKU BUNGA *COX INGERSOLL ROSS*
(CIR) DALAM MENENTUKAN IURAN NORMAL PENSIUN

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing

Pembimbing I



Hj. Dewi Rachmatin, S.Si., M., Si

NIP. 196909291994122001

Pembimbing II,



Dr. Bambang Avip Priatna M., M.Si.

NIP. 196412051990031001

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan
Matematika



Dr. H. Dadan Juandi, M.Si.

NIP. 196401171992021001

II

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Matematika di Universitas Pendidikan Bandung. Tidak lupa penulis sampaikan terima kasih atas bimbingan, bantuan serta semangat dari semua pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan \terimakasih kepada :

1. Ibu Hj.Dewi Rachmatin ,S.Si.,M.Si sebagai dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, kritik serta saran dalam pengerjaan skripsi ini;
2. Bapak Dr.Bambang Avip Priatna M.,M.Si. sebagai dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, kritik serta saran dalam pengerjaan skripsi ini;
3. Ibu Ririn Sispyati, S.Si., M.Si. sebagai dosen pembimbing akademik yang membantu serta mengarahkan selama menjalani perkuliahan;
4. Bapak Dr. H. Cece Kustiawan, M.Si. selaku Ketua Program Studi Matematika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, yang telah memberikan dukungan, motivasi dan semangat bagi penulis selama penulis menjalani proses perkuliahan;
5. Seluruh dosen dan staf Departemen Pendidikan Matematika, yang telah memberikan dukungan, motivasi dan semangat bagi penulis selama menjalani proses perkuliahan;
6. Seluruh teman Mahasiswa Departemen Pendidikan Matematika ‘Limit’ 2017 dan Matematika ‘Mathca’ yang selalu memberikan dorongan semangat dan membantu penulis dalam menjalani perkuliahan;
7. Bapak M. Limbong dan Ibu E. Sagalan selaku orang tua penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat serta motivasi yang tiada hentinya selama penulis berkuliah dan dalam pembuatan skripsi ini;
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu selesainya penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik, koreksi, dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dan penyempurnaan makalah ini. Semoga ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Bandung, 22 April 2022

Penulis

ABSTRAK

Kemajuan atau kemunduran dari perusahaan dipengaruhi oleh produktivitas para pekerja. Program pensiun ialah salah satu program yang dapat menjamin kesejahteraan pegawai. Metode yang digunakan dalam perhitungan aktuaria pada skripsi ini menggunakan metode *Projected Unit Credit* (PUC). Selama ini dalam perhitungan iuran normal pensiun memakai suku bunga konstan. Asumsi ini tidak mendeskripsikan keadaan yang sebenarnya. Sebab itu skripsi ini membahas tentang asumsi tingkat suku bunga yang dapat mendeskripsikan keadaan yang sebenarnya dengan menggunakan tingkat suku bunga *Cox Ingersoll Ross* (CIR). Pada penelitian ini penulis membahas tentang implementasi model CIR dalam mengaproksimasi suku bunga serta menggunakannya dalam menentukan iuran normal. Data yang dipakai yaitu *BI Rate* mulai Januari 2009 hingga Desember 2021. Hasil dari Implementasi menggambarkan bahwa aproksimasi tingkat suku bunga model CIR mempunyai pola yang hampir sama seperti tingkat suku bunga pada pasar. Untuk iuran normal yang memakai model CIR nilainya lebih besar dari iuran normal menggunakan tingkat suku bunga konstan.

Kata Kunci: *Cox Ingersoll Ross*, Iuran Normal, Pensiun, *Projected Unit Credit*(PUC)

ABSTRACT

The progress or decline of a company is affected by the productivity of workers. The pension system is one of the systems that can guarantee the welfare of employees. The method used for actuarial calculation in this task uses the Projected Unit Credit (PUC) method. So far, constant interest rates have been used in standard pension costs. This assumption does not explain the current situation. Therefore, this task describes interest rate assumptions that can explain the real situation using the Cox Ingersoll Ross (CIR) interest rate. In this study, the author describes the implementation of the CIR model in interest rate approximation and its use in determining normal costs. The data used is the BI rate from January 2009 to December 2021. The implementation results show that the CIR model rate approximation shows a pattern that closely matches the market rate. For the normal cost using the CIR model, the value will be higher than the normal cost using a constant interest rate.

Keywords: Cox Ingersoll Ross (CIR), Normal Cost, Pension, Projected Unit Credit(PUC)

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2. Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3. Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4. Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5. Manfaat Penulisan	Error! Bookmark not defined.
BAB II LANDASAN TEORI.....	Error! Bookmark not defined.
2.1. Studi Penelitian Sebelumnya.....	Error! Bookmark not defined.
2.2. Program Pensiun.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1. Pengertian Program Pensiun	Error! Bookmark not defined.
2.2.2. Manfaat Pensiun	Error! Bookmark not defined.
2.3. Asumsi Aktuaria	Error! Bookmark not defined.
2.3.1. Asumsi Penurunan Populasi	Error! Bookmark not defined.
2.3.2. Asumsi Penghasilan yang Akan Datang	Error! Bookmark not defined.
2.3.3. Asumsi Tingkat Suku Bunga	Error! Bookmark not defined.
2.4. Fungsi Dasar Aktuaria	Error! Bookmark not defined.
2.4.1. Fungsi Kelangsungan Hidup.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2. Fungsi Anuitas Hidup.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.3. Fungsi Tingkat Suku Bunga.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.4. Fungsi Manfaat Pensiun.....	Error! Bookmark not defined.
2.5. Tabel Mortalitas.....	Error! Bookmark not defined.

2.6.	Tingkat Suku Bunga	Error! Bookmark not defined.
2.7.	Iuran Pensiun	Error! Bookmark not defined.
2.8.	<i>Present Value of Future Benefit (PVFB)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.9.	<i>Present Value of Future Normal Cost (PVFNC)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.10.	Kewajiban Aktuaria	Error! Bookmark not defined.
2.11.	<i>Projected Unit Credit</i>	Error! Bookmark not defined.
2.12.	Model Tingkat Suku Bunga Cox Ingersoll Ross (CIR)	Error! Bookmark not defined.
2.13.	Persamaan Diferensial Stokastik	Error! Bookmark not defined.
2.14.	Integral Ito	Error! Bookmark not defined.
2.15.	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.16.	<i>Maximum Likelihood Estimation</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1.	Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.	Perancangan Program	Error! Bookmark not defined.
3.2.1.	Algoritma Pemrograman	Error! Bookmark not defined.
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		Error! Bookmark not defined.
4.1.	Tingkat Suku Bunga <i>Cox Ingersoll Ross (CIR)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.	Variansi Bersyarat Model CIR	Error! Bookmark not defined.
4.3.	Estimasi Parameter (α , μ , dan σ^2).....	Error! Bookmark not defined.
4.4.	Rumusan Manfaat Pensiun	Error! Bookmark not defined.
4.5.	Rumusan Iuran Normal Pensiun	Error! Bookmark not defined.
4.6.	Rumusan Kewajiban Aktuaria	Error! Bookmark not defined.
4.7.	Implementasi Model CIR untuk Mengaproksimasi Tingkat Suku Bunga .	Error! Bookmark not defined.
4.7.1.	Implementasi model CIR untuk mengaproksimasi tingkat suku bunga untuk jangka waktu 4 tahun	Error! Bookmark not defined.
4.7.2.	Implementasi model CIR untuk mengaproksimasi tingkat suku bunga untuk jangka waktu 8 tahun	Error! Bookmark not defined.
4.7.3.	Implementasi model CIR untuk mengaproksimasi tingkat suku bunga untuk jangka waktu 13 tahun	Error! Bookmark not defined.
4.8.	Implementasi Model CIR untuk menentukan Iuran Normal	Error! Bookmark not defined.

BAB V KESIMPULAN & SARAN	Error! Bookmark not defined. _Toc101618053
5.1. Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2. Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
Tabel.1. BI Rate	Error! Bookmark not defined.
Tabel.2. Tabel Mortalitas Indonesia 2011 (Perempuan)	Error! Bookmark not defined.
Tabel.3. Tabel Mortalitas Indonesia 2011 (Laki-Laki)	Error! Bookmark not defined.
Tabel.4. Gaji Pokok PNS Gol. IV	Error! Bookmark not defined.
Tabel.5. Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Selama 4 Tahun	Error! Bookmark not defined.
Tabel.6. Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Selama 8 Tahun	Error! Bookmark not defined.
Tabel.7. Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Selama 13 Tahun ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel.8. Hasil Simulasi Tingkat Suku Bunga CIR	Error! Bookmark not defined.
Tabel.9. Iuran Normal dengan Tingkat Suku Bunga CIR	Error! Bookmark not defined.
Tabel.10. Iuran Normal dengan Tingkat Suku Bunga Tetap (9%)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 1. Aproksimasi Suku Bunga Selama 4 Tahun menggunakan MATLAB ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. Aproksimasi Suku Bunga Selama 8 Tahun menggunakan MATLAB .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. Aproksimasi Suku Bunga Selama 13 Tahun menggunakan MATLAB	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Skala Akurasi Peramalan	23
Tabel 4.1: Hasil dariEstimasi Parameter Model CIR 4 Tahun.....	39
Tabel 4.2: Hasil dari Estimasi Parameter Model CIR 8 Tahun	40
Tabel 4.3: Hasil dari Estimasi Parameter Model CIR 13 Tahun	42
Tabel 4.4: Hasil dari Estimasi Parameter Model CIR.....	43
Tabel 4.5: Hasil dari perhitungan PhDP, <i>Accrual Benefit</i> serta Iuran Normal.....	45
Tabel.1. <i>BI Rate</i>	51
Tabel.2. Tabel Mortalitas Indonesia 2011 (Perempuan)	53
Tabel.3. Tabel Mortalitas Indonesia 2011 (Laki-Laki)	57
Tabel.4. Gaji Pokok PNS Gol. IV	61
Tabel.5. Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Selama 4 Tahun.....	63
Tabel.6. Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Selama 8 Tahun.....	65
Tabel.7. Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Selama 13 Tahun.....	70
Tabel.8. Hasil Simulasi Tingkat Suku Bunga CIR.....	75
Tabel.9. Iuran Normal dengan Tingkat Suku Bunga CIR.....	77
Tabel.10. Iuran Normal dengan Tingkat Suku Bunga Tetap (9%).....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	26
Gambar 4.1.	Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga untuk jangka waktu 4 tahun	40
Gambar 4.2.	Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga untuk jangka waktu 8 tahun.....	41
Gambar 4.3.	Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga untuk jangka waktu 13 tahun.....	42
Gambar 4.4.	Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Model CIR	43
Gambar 4.5.	Perbandingan Iuran Normal dengan Tingkat Suku Bunga Model CIR dan Suku Bunga Tetap	46
Gambar 1.	Aproksimasi Suku Bunga Selama 4 Tahun dengan MATLAB	79
Gambar 2.	Aproksimasi Suku Bunga Selama 8 Tahun dengan MATLAB	79
Gambar 3.	Aproksimasi Suku Bunga Selama 13 Tahun dengan MATLAB	79

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel.1. BI <i>Rate</i>	51
Tabel.2. Tabel Mortalitas Indonesia 2011 (Perempuan)	53
Tabel.3. Tabel Mortalitas Indonesia 2011 (Laki-Laki)	57
Tabel.4. Gaji Pokok PNS Gol. IV	61
Tabel.5. Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Selama 4 Tahun.....	63
Tabel.6. Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Selama 8 Tahun.....	65
Tabel.7. Hasil Aproksimasi Tingkat Suku Bunga Selama 13 Tahun.....	70
Tabel.8. Hasil Simulasi Tingkat Suku Bunga CIR.....	75
Tabel.9. Iuran Normal dengan Tingkat Suku Bunga CIR.....	77
Tabel.10. Iuran Normal dengan Tingkat Suku Bunga Tetap (9%).....	78
Gambar 1. Aproksimasi Suku Bunga Selama 4 Tahun dengan MATLAB.....	79
Gambar 2. Aproksimasi Suku Bunga Selama 8 Tahun dengan MATLAB.....	79

DAFTAR PUSTAKA

- Promislow S.D., (2015). *Fundamental of Actuarial Mathematics*. John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex.
- B., F. S., Satyahadewi, N., & Mara, M. N. (2015). *Estimasi Parameter Model Cox Ingersoll Ross Menggunakan Metode Maximum Likelihood Estimation*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Barokah, A.R.R. (2009). *Implementasi Model Cox Ingersoll Ross Dalam Mengaproksimasi Tingkat Bunga Harian dan Harga Zero Coupon Bond*. Universitas Indonesia.
- Bayazit, D. (2004). *Yield Curve Estimation and Prediction with Vasicek Model*. Thesis, School of Applied Mathematics of The Middle East Technical University.
- Bayu Nanda Permana, dkk. (2016). Penerapan Metode Projected Unit Credit dan Entry Age Normal pada Asuransi Dana Pensiun (Studi Kasus :PT. Inhutani I Cabang Kabuapten Berau). *Jurnal EKSPONENSIAL Volume 7. Nomor 2. ISSN 2085-7829*.
- BKN. (2022, Januari). *Badan Kepegawaian Negara*. Retrieved from Salinan Perpres Nomor 16 Tahun 2019: <https://www.bkn.go.id/wp-content/uploads/2019/03/Salinan-Perpres-Nomor-16-Tahun-2019.pdf>
- Bowers, N. L., Gerber, H. U., Hickman, J. C., Jones, D.A., & Nesbit, C.J. (1997). *Actuarial Mathematics. Schaumburg, Illinois: The Society of Actuaries*.
- BPS. (2022, Februari 10). *BI Rate*. Retrieved from Badan Pusat statistik: www.bi.go.id/BI-Rate/
- Brigo, D., Mercurio, F. (2006). *Interest Rate Models, Theory and Practice*. Springer, Finance, 897-900.
- Cox, J. C., Jonathan, E. I., & Stephen, A. R. (1985). *A Theory of The Term Structure of Interest Rate*. *Econometrica*. J-Stor,385-407.
- Dickson, D., Hardy, M., & H.R. Waters. (2009). *Actuarial Mathematics For Life Contingent Risk*. New York: Cambridge University Press.
- Djumialdji, F. (2005). *Perjanjian Kerja*. Jakarta: Sinar Grafika, Cet. Ke-1, h.45.
- Fajria, Ossia. (2016). Perhitungan Asuransi Dana Pensiun Menggunakan Metode Projected Unit Credit dan Metode Entry Age Normal pada Status Gabungan. *Jurnal Matematika UNAND. Vol. 5 No. 3 Hal. 24-30. ISSN : 2303-291X*.
- Hasibuan, Malayu S.P. (2009.). *Manajemen: Dasar, Pengertian, dan Masalah*. Edisi Revisi. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kasmir. (2012). *Analisis Laporan Keuangan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, h.289.
- Khumesyiah, Wiwit. (2013). *Pemutusan Hubungan Kerja dalam Undang-Undang No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan (Studi Kasus PHK di Yayasan Darul Husna Semarang)*. Undergraduate (S1) thesis, IAIN Walisongo.

- Lawrence, K. D., Klimberg, R. K., & Lawrence, S. M. (2009). *Fundamental of Forecasting Using Excel*. Industrial Press Inc, America. 59-60.
- Nastiti, Z. D. (2015). *Implementasi Model Tingkat Suku Bunga Cox Ingersoll Ross (CIR) untuk Menentukan Iuran Normal Pensiun Program Manfaat Pasti*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Novianti, I. (2006). *Life Insurance with Stochastic Interest Rate*. Disertasi, Institut Teknologi Bandung.
- Oktiani, Irma. (2013). *Perhitungan Aktuarial untuk Manfaat Pensiun Normal Menggunakan Metode Projected Unit Credit dan Entry Age Normal*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pernyataan Standar Akuntansi Keuangan (PSAK) No. 24 Akuntansi Biaya Manfaat Pensiun*. (n.d.).
- Sembiring R. K. (1986). *Buku Materi Pokok Asuransi 1*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Syahrini, I., Alfira, M., & Maulidi, I. (2019). Aplikasi Metode Entry Age Normal dan Projected Unit Credit Untuk Iuran Normal dan Kewajiban Aktuarial pada Dana Pensiun PNS. *Journal of Data Analysis Vol. 2*, 43-52.
- Undang-undang Nomor 11 Tahun 1992 tentang Dana Pensiun*. (n.d.). Retrieved from <https://www.ojk.go.id/id/kanal/iknb/regulasi/dana-pensiun/undang-undang/Pages/undang-undang-nomor-11-tahun-1992-tentang-dana-pensiun.aspx>
- Wahab, Zulaini. (2005). *Segi Hukum Dana Pensiun*. Jakarta: PT Raja Grafindo. Persada.
- Wardhani, I. K., Widana, I. N., & Tastrawati, N. T. (2014). Perhitungan Dana Pensiun Dengan Metode Projected Unit Credit dan Individual Level Premium. *E-Journal Matematika Vol.3, No2 Mei 2014*, 64-74.
- Winklevoss, H. (1993). *Pension Mathematics with Numerical Illustrations, 2nd edition*. USA: Pensiun Research of Council of Wharton School of The University of Pennsylvania.
- Yuda, W. A., Widana, I. N., & Sumarjaya, I. W. (2018). Perhitungan Aktuarial Manfaat Pensiun Normal Suku Bunga Vasicek Menggunakan Metode Entry Age Normal. *E-Jurnal Matematika Vol7*, 134-140.