



PENGHITUNGAN AKTUARIA PROGRAM PENSIUN MENGGUNAKAN HUKUM MORTALITAS MAKEHAM-BEARD DAN HELIGMAN- POLLARD DENGAN SUKU BUNGA KONSTAN

SITI SALWA NABILA



**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penghitungan Aktuaria Program Pensiun Menggunakan Hukum Mortalitas Makeham-Beard dan Heligman-Pollard dengan Suku Bunga Konstan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2025

Siti Salwa Nabila
G5402211064

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

SITI SALWA NABILA. Penghitungan Aktuaria Program Pensiun Menggunakan Hukum Mortalitas Makeham-Beard dan Heligman-Pollard dengan Suku Bunga Konstan. Dibimbing oleh I GUSTI PUTU PURNABA dan RUHIYAT.

Program pensiun merupakan instrumen penting dalam perencanaan keuangan jangka panjang yang membutuhkan penghitungan aktuaria untuk memastikan keberlanjutan dalam memenuhi kewajiban pembayaran manfaat pensiun di masa depan. Salah satu faktor utama dalam penghitungan ini adalah tingkat mortalitas yang mencerminkan probabilitas kematian peserta pada setiap usia. Model mortalitas Makeham-Beard dan Heligman-Pollard digunakan dalam penelitian ini untuk mengestimasi probabilitas kematian dengan lebih akurat, sehingga memungkinkan penilaian kewajiban aktuaria yang lebih tepat. Penelitian ini bertujuan menghitung besarnya iuran normal dan kewajiban aktuaria menggunakan metode *Entry Age Normal* pada program pensiun normal serta menentukan pengaruh suku bunga terhadap iuran normal dan kewajiban aktuaria pada metode tersebut. Berdasarkan penelitian ini, iuran normal yang diperoleh bernilai konstan setiap tahun, sedangkan kewajiban aktuaria meningkat setiap tahun. Penghitungan iuran normal dan kewajiban aktuaria dalam penelitian ini menunjukkan bahwa keduanya berbanding terbalik dengan suku bunga.

Kata kunci: *Entry Age Normal*, Heligman-Pollard, iuran normal, kewajiban aktuaria, Makeham-Beard

ABSTRACT

SITI SALWA NABILA. Actuarial Valuation of a Pension Program Using the Makeham-Beard and Heligman-Pollard Mortality Laws with a Constant Interest Rate. Supervised by I GUSTI PUTU PURNABA and RUHIYAT.

The pension program is an essential tool in long-term financial planning that requires actuarial calculations to ensure the continuity of benefits for participants. One of the key factors in this calculation is the mortality rate, which reflects the probability of a participant's death at each age. The Makeham-Beard and Heligman-Pollard mortality models are used in this study to more accurately estimate the probability of death, allowing for a more precise assessment of actuarial liabilities. This study aims to calculate the normal contribution and actuarial liability using the *Entry Age Normal* method for a standard pension program, as well as to determine the impact of interest rates on normal contributions and actuarial liabilities using this method. Based on this study, the normal contribution remains constant each year, while the actuarial liability increases annually. Both normal contribution and actuarial liability are inversely related to interest rates.

Keywords: actuarial liability, *Entry Age Normal*, Heligman-Pollard, Makeham Beard, normal contribution



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PENGHITUNGAN AKTUARIA PROGRAM PENSIUN MENGGUNAKAN HUKUM MORTALITAS MAKEHAM-BEARD DAN HELIGMAN- POLLARD DENGAN SUKU BUNGA KONSTAN

SITI SALWA NABILA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Aktuaria

**PROGRAM STUDI AKTUARIA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Penghitungan Aktuarial Program Pensiun Menggunakan
Hukum Mortalitas Makeham-Beard dan Heligman-Pollard
dengan Suku Bunga Konstan

Nama : Siti Salwa Nabila
NIM : G5402211064

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

Pembimbing 2:

Ruhyat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA.

NIP 196512181990021001

Tanggal Ujian:
27 Mei 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat, hidayah serta inayah-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil penulis selesaikan. Topik dari penelitian ini berjudul “Penghitungan Aktuaria Program Pensiun Menggunakan Hukum Mortalitas Makeham-Beard dan Heligman-Pollard dengan Suku Bunga Konstan”. Penelitian yang telah dilakukan tidak akan selesai apabila tidak ada bantuan dari banyak orang. Ucapan banyak terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Ir. I Gusti Putu Purnaba, DEA. selaku dosen pembimbing pertama dan Ruhiyat, S.Si., M.Si., M.Act.Sc. selaku dosen pembimbing kedua atas arahan, saran, masukan, motivasi, dukungan dan pengetahuan yang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan karya ilmiah ini.
2. Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math. selaku dosen penguji yang memberikan masukan dan saran selama pelaksanaan Sidang Tugas Akhir.
3. Ibu Ela Kusriani dan Bapak Risman Gardiman selaku orang tua, serta keluarga besar yang tidak henti-hentinya memberi dukungan, semangat, doa, motivasi, dan perhatian sehingga penulis mampu menyelesaikan karya ilmiah ini.
4. Seluruh dosen pengajar dan staf Program Studi S-1 Aktuaria IPB atas ilmu pengetahuan, motivasi dan bantuan yang diberikan selama kegiatan perkuliahan maupun diluar perkuliahan.
5. Teman-teman Program Studi S-1 Aktuaria IPB Angkatan 58 atas dukungan, semangat, dan motivasi selama proses perkuliahan.
6. Semua pihak yang membantu menyelesaikan karya ilmiah ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2025

Siti Salwa Nabila



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Program Pensiun	4
2.2 Fungsi Dasar Aktuaria	4
2.3 Model Mortalitas	5
2.4 Anuitas Hidup	8
2.5 Fungsi Manfaat (<i>Benefit Function</i>)	8
2.6 <i>Present Value of Future Benefit</i> (PVFB)	9
2.7 <i>Present Value of Future Normal Cost</i> (PVFNC)	9
2.8 Metode <i>Entry Age Normal</i>	9
2.9 <i>Residual Standard Error</i>	10
III METODE	12
3.1 Data	12
3.2 Asumsi-asumsi	12
3.3 Prosedur Kerja	12
IV HASIL PEMBAHASAN	14
4.1 Penentuan Model Mortalitas	14
4.2 Gaji dan Akumulasi Gaji	16
4.3 Manfaat dan Akumulasi Manfaat	17
4.4 <i>Present Value of Future Benefit</i>	18
4.5 <i>Entry Age Normal</i>	18
4.6 Pengaruh Suku Bunga terhadap Iuran Normal	20
4.7 Pengaruh Suku Bunga terhadap Kewajiban Aktuaria	21
V SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
RIWAYAT HIDUP	57

DAFTAR TABEL

1	Asumsi suku bunga	12
2	Nilai dugaan parameter dan RSE untuk sebaran Makeham-Beard dan Heligman-Pollard	15
3	Ilustrasi umur, golongan, masa kerja golongan, gaji per bulan, besar gaji per tahun, dan akumulasi gaji peserta	16
4	Ilustrasi umur, golongan, masa kerja golongan, manfaat, dan akumulasi	18
5	Besar iuran normal metode <i>Entry Age Normal</i>	19
6	Perbandingan asumsi 1 dan asumsi-asumsi lainnya	20

DAFTAR GAMBAR

1	Plot peluang kematian laki-laki x pada TMPI 2023	16
2	Grafik pengaruh suku bunga terhadap iuran normal	21
3	Grafik pengaruh suku bunga terhadap kewajiban aktuarial	21
4	Perbandingan kewajiban aktuarial menggunakan Makeham-Beard dan Heligman-Pollard dengan suku bunga 6%	22

DAFTAR LAMPIRAN

1	Tabel Mortalitas Penduduk Indonesia (TMPI) 2023 untuk laki-laki	27
2	Tabel mortalitas Makeham-Beard untuk laki-laki	30
3	Tabel mortalitas Heligman-Pollard untuk laki-laki	33
4	Golongan, masa kerja golongan, gaji, dan akumulasi gaji peserta	36
5	Manfaat dan akumulasi manfaat peserta	37
6	Penghitungan aktuarial model Makeham-Beard untuk asumsi 1	38
7	Penghitungan aktuarial model Makeham-Beard untuk asumsi 2	39
8	Penghitungan aktuarial model Makeham-Beard untuk asumsi 3	40
9	Penghitungan aktuarial model Makeham-Beard untuk asumsi 4	41
10	Penghitungan aktuarial model Makeham-Beard untuk asumsi 5	42
11	Penghitungan aktuarial model Heligman-Pollard untuk asumsi 1	43
12	Penghitungan aktuarial model Heligman-Pollard untuk asumsi 2	44
13	Penghitungan aktuarial model Heligman-Pollard untuk asumsi 3	45
14	Penghitungan aktuarial model Heligman-Pollard untuk asumsi 4	46
15	Penghitungan aktuarial model Heligman-Pollard untuk asumsi 5	47
16	<i>Present value of future benefit</i> model Makeham-Beard	48
17	<i>Present value of future benefit</i> model Heligman-Pollard	49
18	Kewajiban aktuarial model Makeham-Beard	50
19	Kewajiban aktuarial model Heligman-Pollard	51
20	Syntax R untuk model mortalitas	52
21	Pembuktian formula ${}_tp_x$ dengan sebaran Makeham-Beard	54
22	Pembuktian formula ${}_tp_x$ dengan sebaran Heligman-Pollard	56