

***BAYESIAN MODEL AVERAGING UNTUK ESTIMASI
HARAPAN HIDUP DAN VALUASI MANFAAT PENSIUN PADA
SISTEM PENSIUNAN PUBLIK***

Skripsi

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Matematika



Intelligentia - Dignitas

Aldona Wijayanthi
1305622061

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2026

HALAMAN PERSEMPAHAN

“The Lord makes firm the steps of the one who delights in him though he may stumble, he will not fall, for the Lord upholds him with his hand.”
(*Psalms 37:23–24, NIV*)

Skripsi ini penulis persembahkan kepada: kedua orang tua dan keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, kasih sayang, dan semangat tanpa henti. Terima kasih atas setiap pengorbanan, kesabaran, serta kepercayaan yang selalu diberikan dalam setiap langkah perjalanan hidup penulis.

Bapak Dosen Pembimbing, atas bimbingan, dedikasi, ilmu, serta arahan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini. Segala kritik, saran, dan motivasi yang diberikan menjadi bekal penting bagi penulis untuk terus berkembang secara akademik maupun pribadi.

Seluruh teman dan sahabat penulis, yang telah memberikan dukungan, kebersamaan, serta warna dalam suka dan duka, dan menjadi tempat cerita, tawa, serta semangat.

Akhir kata, semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang berlipat ganda. Kiranya skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal menuju perjalanan hidup yang lebih baik.

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

BAYESIAN MODEL AVERAGING UNTUK ESTIMASI HARAPAN HIDUP DAN VALUASI MANFAAT PENSIUN PADA SISTEM PENSIUNAN PUBLIK

Nama : Aldona Wijayanthi

NIM : 1305622061

Nama

Penanggung Jawab

Dekan : Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si.
NIP. 197909162005011004

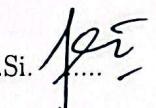




23-1-2026
.....

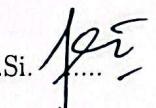
Wakil Penanggung Jawab

Wakil Dekan I : Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc.
NIP. 197905042009122002



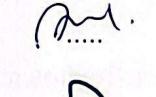
23-1-2026
.....

Ketua : Dr. Eti Dwi Wiraningsih, S.Pd., M.Si.
NIP. 198102032006042001



21-01-2026
.....

Penguji Ahli : Dr. Yudi Mahatma, M.Si.
NIP. 197610202008121001



21-1-2026
.....

Sekretaris : Dr. Lukita Ambarwati, S.Pd., M.Si.
NIP. 197210262001122001



20-1-2026
.....

Pembimbing I : Drs. Sudarwanto, M.Si., DEA
NIP. 196503251993031003



21-1-2026
.....

Pembimbing II : Ibnu Hadi, M.Si.
NIP. 198107182008011017



21-1-2026
.....

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal: 12 Januari 2026

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Aldona Wijayanthi

No Registrasi : 1305622061

Program Studi : Matematika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul *“Bayesian Model Averaging untuk Estimasi Harapan Hidup dan Valuasi Manfaat Pensiun pada Sistem Pensiunan Publik”* adalah:

1. Dibuat sendiri, mengadopsi hasil kuliah, buku-buku, dan referensi acuan yang tertera di dalam referensi pada skripsi saya.
 2. Bukan merupakan hasil duplikasi skripsi yang telah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan berdasarkan tata cara referensi yang semestinya.

Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya tidak benar.

Jakarta, 9 Januari 2026

ABSTRAK

ALDONA WIJAYANTHI. *Bayesian Model Averaging untuk Estimasi Harapan Hidup dan Valuasi Manfaat Pensiun pada Sistem Pensiunan Publik.* Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universtas Negeri Jakarta. 2026.

Ketidakpastian umur hidup penerima pensiun merupakan permasalahan penting dalam perencanaan dan valuasi manfaat pensiun karena dapat memengaruhi estimasi kewajiban jangka panjang. Penggunaan satu model mortalitas berpotensi menghasilkan estimasi yang bias akibat ketidakpastian pemilihan model. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan pendekatan *Bayesian Model Averaging* (BMA) dalam analisis *survival* guna memperoleh estimasi harapan hidup dan valuasi manfaat pensiun yang lebih robust. Data yang digunakan merupakan data penerima pensiun yang diperlakukan sebagai data *survival* tanpa sensor, dengan waktu *survival* didefinisikan sebagai selisih antara usia meninggal dan usia pensiun. Pemodelan *survival* dilakukan menggunakan distribusi Weibull dan Gompertz dalam kerangka Bayesian, dengan estimasi parameter menggunakan metode *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC). Evaluasi konvergensi rantai MCMC dilakukan untuk memastikan kestabilan estimasi parameter posterior. Selanjutnya, kedua model digabungkan menggunakan pendekatan BMA untuk memperoleh fungsi *survival* gabungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi harapan hidup berbasis BMA berada di antara hasil model Weibull dan Gompertz serta menghasilkan estimasi valuasi manfaat pensiun yang lebih stabil. Dengan demikian, pendekatan BMA dapat digunakan sebagai alternatif yang relevan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem pensiun yang mempertimbangkan ketidakpastian mortalitas.

Kata kunci: analisis survival, Bayesian Model Averaging, harapan hidup, manfaat pensiun, MCMC.

ABSTRACT

ALDONA WIJAYANTHI. *Bayesian Model Averaging for Life Expectancy Estimation and Pension Benefit Valuation in Public Pension Systems.* Thesis. Faculty of Mathematics and Natural Sciences. Universitas Negeri Jakarta. 2026.

Uncertainty in the lifespan of pension beneficiaries is an important issue in pension planning and benefit valuation, as it can significantly affect the estimation of long-term liabilities. The use of a single mortality model may lead to biased estimates due to model selection uncertainty. Therefore, this study aims to apply the *Bayesian Model Averaging* (BMA) approach in *survival* analysis to obtain more robust estimates of life expectancy and pension benefit valuation. The data used consist of pension beneficiary data treated as uncensored *survival* data, with *survival* time defined as the difference between age at death and retirement age. *Survival* modeling is conducted using the Weibull and Gompertz distributions within a Bayesian framework, with parameter estimation performed using the *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC) method. Convergence diagnostics of the MCMC chains are carried out to ensure the stability of posterior parameter estimates. Subsequently, both models are combined using the BMA approach to obtain a combined *survival* function. The results show that the BMA-based life expectancy estimates lie between those obtained from the Weibull and Gompertz models and produce more stable estimates of pension benefit valuation. Thus, the BMA approach can serve as a relevant alternative in the planning and management of pension systems that account for mortality uncertainty.

Keywords: Bayesian Model Averaging, survival analysis, life expectancy, MCMC, pension benefits.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Aldona Wijayanthi
NIM : 1305622061
Fakultas/Prodi : FMIPA/MATEMATIKA
Alamat email : aldonawijayanthi@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Bayesian Model Averaging untuk Estimasi Harapan Hidup dan Valuasi Manfaat Pensiun pada Sistem

Pensiunan Publik

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 04 Februari 2026

Penulis

(Aldona Wijayanthi
nama dan tanda tangan)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas kasih dan penyertaan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Matematika. Proses penyusunan skripsi ini menjadi perjalanan yang tidak mudah, namun penuh dengan pembelajaran dan pengalaman berharga bagi penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa terdapat banyak pihak yang berperan penting dan memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih secara khusus kepada:

1. Bapak Pembimbing 1, Bapak Drs. Sudarwanto, M.Si., DEA, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, memberikan arahan, serta masukan yang sangat membantu selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Pembimbing 2, Bapak Ibnu Hadi, M.Si., yang telah memberikan saran, kritik, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Koordinator Program Studi Matematika, Bapak Dr. Yudi Mahatma, M.Si., atas arahan dan dukungan akademik yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
4. Bapak Ibu Dosen seluruh Civitas Akademika UNJ rumpun Matematika, atas arahan dan dukungan akademik yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
5. Kedua orang tua penulis, yang senantiasa menjadi sumber kekuatan utama dalam perjalanan akademik penulis. Melalui doa yang tidak pernah terputus, dukungan yang tulus, serta kepercayaan yang terus diberikan, keduanya selalu hadir mendampingi penulis dalam setiap tahap penyusunan skripsi ini. Kesabaran, perhatian, dan kasih sayang yang diberikan dengan penuh ketulusan sejak awal hingga akhir proses penulisan tidak hanya memberikan dorongan moral, tetapi juga menjadi landasan bagi penulis untuk tetap bertahan dan menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya, meskipun di tengah berbagai tantangan dan keterbatasan yang dihadapi.

6. Kedua adik penulis, Josephine Lauren Pricilla dan Caroline Feodora Cherish, yang senantiasa hadir sebagai sumber semangat dan penguat hati penulis. Melalui kebersamaan, perhatian, serta dukungan yang tulus, baik yang terucap maupun yang tersirat, keduanya memberikan makna sederhana namun sangat berharga bagi penulis. Kehadiran mereka tidak hanya menjadi penghibur di tengah kelelahan dan tekanan selama proses penyusunan skripsi, tetapi juga menjadi pengingat bagi penulis untuk terus bertahan, berjuang, dan menyelesaikan skripsi ini dengan penuh tanggung jawab.
7. Keluarga besar penulis, atas doa, perhatian, dan dukungan yang senantiasa menguatkan penulis.
8. *BATAGOR*, yaitu Leila Aulia Yasmin dan Liza Rachelya, yang merupakan teman penulis sejak masa mahasiswa baru hingga saat ini. Kebersamaan yang terjalin selama perjalanan perkuliahan memberikan dukungan moral dan semangat bagi penulis dalam menghadapi berbagai dinamika akademik. Kehadiran, perhatian, serta kebersamaan yang konsisten menjadi salah satu faktor yang membantu penulis bertahan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Teman-teman PMK UNJ, atas kebersamaan, doa, dan dukungan rohani yang sangat berarti bagi penulis.
10. Teman-teman Matematika A 2022, yang telah menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan penulis dengan berbagai pengalaman, pembelajaran, serta kebersamaan yang berkesan.
11. Diri penulis sendiri, yang telah berjuang dengan penuh ketekunan dan tanggung jawab dalam menyelesaikan skripsi ini. Di tengah berbagai keterbatasan, kelelahan, dan keraguan yang sempat muncul selama proses penyusunan, penulis tetap berusaha untuk bertahan, belajar, dan menyelesaikan setiap tahap dengan sebaik-baiknya. Proses ini tidak hanya menjadi bentuk pencapaian akademik, tetapi juga menjadi ruang pembelajaran bagi penulis untuk mengenal kemampuan diri, mengelola emosi, serta menumbuhkan sikap disiplin dan ketangguhan dalam menghadapi tantangan.

12. Semua pihak lainnya, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Jakarta, 9 Januari 2026

Aldona Wijayanthi



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Fungsi Survival	7
2.2 Fungsi Hazard	8
2.3 Model Mortalitas	10
2.3.1 Distribusi Weibull	10
2.3.2 Distribusi Gompertz	11
2.4 Pendekatan Bayesian	14
2.5 Algoritma Simulasi Markov Chain Monte Carlo (MCMC) . .	17
2.6 Bayesian Model Averaging (BMA)	19
2.7 Valuasi Manfaat Pensiun	21
2.7.1 Konsep Nilai Waktu Uang (<i>Time Value of Money</i>)	22
2.7.2 <i>Net Present Value</i> (NPV) untuk Manfaat Pensiun .	23
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1 Jenis Penelitian	25
3.2 Teknik Pengumpulan Data	25

3.3 Tahapan Analisis Data	26
3.4 Prosedur penelitian	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian	32
4.2 Pemilihan Sampel dan Penyusunan Data Pensiun	32
4.3 Penentuan Waktu Survival	33
4.4 Spesifikasi Model Mortalitas Bayesian	34
4.4.1 Model Weibull	34
4.4.2 Model Gompertz	35
4.5 Estimasi Parameter dengan Metode MCMC	36
4.6 Evaluasi Konvergensi Rantai MCMC	37
4.7 <i>Bayesian Model Averaging</i> (BMA) berdasarkan Probabilitas Posterior Model	38
4.8 Estimasi Fungsi Survival dan Harapan Hidup	39
4.9 Valuasi Manfaat Pensiun	40
4.10 Analisis dan Pembahasan	43
BAB 5 PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 30



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Sampel Penerima Pensiun	33
Tabel 4.2	Waktu Survival Penerima Pensiun	33
Tabel 4.3	Estimasi Peluang Survival Weibull	35
Tabel 4.4	Estimasi Peluang Survival Gompertz	36
Tabel 4.5	Ringkasan Statistik Posterior Parameter Model Weibull dan Gompertz	37
Tabel 4.6	Diagnostik Konvergensi Rantai MCMC Model Weibull .	37
Tabel 4.7	Diagnostik Konvergensi Rantai MCMC Model Gompertz .	37
Tabel 4.8	Estimasi Peluang Survival Gabungan <i>Bayesian Model Averaging</i> (BMA)	39
Tabel 4.9	Estimasi Harapan Hidup	40
Tabel 4.10	Estimasi Nilai Manfaat Pensiun (ID 002-ID 030)	42