EduMatika: Jurnal MIPA
Vol. 6, No. 2, Juni 2026, pp. 61~68



# Comparison of the determination of the net single premium of endowment life insurance using the continuous and discrete annuity approaches: a case study of select and ultimate tables

**Aulia Hani[1]; Anatasia Faradhilah[2]**
[1,2]Universitas Negeri Medan, Indonesia
Email: ntasyafaradhlh@gmail.com

**ABSTRAK**

Penelitian ini melakukan komparasi perhitungan premi tunggal bersih asuransi jiwa *endowment* antara pendekatan anuitas diskrit dan anuitas kontinu dengan menggunakan *Select and Ultimate Table*. Data mortalita yang digunakan adalah *2015 CSO Male Non-Smoker ANB (Age Nearest Birthday)* yang telah melalui proses *pra-pemrosesan*, mencakup nilai $k_p[x]$ untuk rentang usia masuk 20 hingga 50 tahun. Perhitungan dilakukan pada empat jangka waktu polis, yaitu 10, 15, 20, dan 25 tahun, dengan asumsi tingkat bunga tunggal $i = 5\%$ per tahun. Pendekatan kontinu menggunakan aproksimasi *Uniform Distribution of Deaths (UDD)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selisih absolut rata-rata antara kedua metode berkisar antara 0,000083 ($n = 10$) hingga 0,000559 ($n = 25$), sementara selisih relatif rata-rata berkisar antara 0,0135% ($n = 10$) hingga 0,1804% ($n = 25$). Perbedaan semakin membesar seiring meningkatnya usia masuk dan jangka waktu polis, namun seluruh nilai berada jauh di bawah ambang materialitas aktuaria sebesar 1%. Temuan ini mengindikasikan bahwa kedua pendekatan dapat digunakan secara bergantian dalam rentang usia dan jangka waktu yang dikaji, dengan catatan bahwa generalisasi hasil di luar parameter yang ditetapkan memerlukan kajian lebih lanjut.

**Kata Kunci: premi tunggal bersih; endowment; anuitas diskrit; anuitas kontinu; udd**

**ABSTRACT**

*This study compares the calculation of net single premium of endowment life insurance between discrete annuity and continuous annuity approaches using Select and Ultimate Table. Mortality data used is 2015 CSO Male Non-Smoker ANB (Age Nearest Birthday) which has gone through a pre-processing process, including the value of $k_p[x]$ for the entry age range of 20 to 50 years. Calculations are performed on four policy terms, namely 10, 15, 20, and 25 years, assuming a single interest rate i = 5% per year. The continuous approach uses the Uniform Distribution of Deaths (UDD) approximation. The results show that the average absolute difference between the two methods ranges from 0.000083 (n = 10) to 0.000559 (n = 25), while the average relative difference ranges from 0.0135% (n = 10) to 0.1804% (n = 25). The differences increase with increasing entry age and policy term, but all values are well below the 1% actuarial materiality threshold. This finding indicates that both approaches can be used interchangeably within the age and term ranges studied, with the caveat that generalizing the results beyond these parameters requires further study.*

**Keyword: net single premium; endowment; discrete annuity; continuous annuity; udd**

***Corresponding Author:***
Anatasia Faradhilah,
Universitas Negeri Medan,
Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan,
Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20221, Indonesia
Email: ntasyafaradhlh@gmail.com

## 1. INTRODUCTION

Asuransi jiwa merupakan salah satu instrumen utama dalam manajemen risiko yang berfungsi memberikan perlindungan finansial terhadap ketidakpastian kematian seseorang (Dickson et al., 2020). Di antara berbagai produk asuransi jiwa, asuransi jiwa *endowment* (dwiguna) memiliki karakteristik unik karena

menggabungkan perlindungan terhadap risiko kematian dengan manfaat tabungan yang dibayarkan jika tertanggung masih hidup hingga akhir masa kontrak (Setyanto, 2022). Produk ini banyak diminati karena memberikan kepastian pembayaran manfaat baik dalam keadaan meninggal maupun hidup.

Penentuan premi yang akurat menjadi fondasi penting dalam praktik aktuaria. Premi tunggal bersih (*net single premium*) merupakan nilai sekarang dari seluruh manfaat yang dijanjikan kepada tertanggung, tanpa memperhitungkan beban biaya operasional perusahaan asuransi (Widiatmoko & Anam, 2022). Nilai premi ini bergantung pada dua komponen utama: (1) struktur mortalita tertanggung yang dimodelkan melalui tabel mortalita, dan (2) konsep nilai waktu uang yang direpresentasikan melalui tingkat bunga.

Dalam matematika aktuaria, perhitungan premi dapat dilakukan dalam dua kerangka waktu, yaitu diskrit dan kontinu. Pendekatan diskrit mengasumsikan pembayaran manfaat terjadi pada titik-titik waktu diskrit, misalnya akhir tahun, sedangkan pendekatan kontinu mengasumsikan pembayaran terjadi secara berkelanjutan setiap saat (Dickson et al., 2020). Perbedaan asumsi ini menyebabkan kedua pendekatan menghasilkan nilai premi yang tidak persis sama. Oleh karena itu, perbandingan antara kedua metode menjadi kajian penting, terutama untuk membantu praktisi aktuaria memilih metode yang paling sesuai dengan karakteristik kontrak asuransi yang dirancang.

Salah satu asumsi teknis yang memungkinkan penghitungan anuitas kontinu dari anuitas diskrit adalah *Uniform Distribution of Deaths (UDD)*, yang mengasumsikan bahwa kematian dalam setiap interval satu tahun terdistribusi secara seragam (Richman, 2025). Asumsi ini banyak digunakan karena kesederhanaannya dan memberikan akurasi yang memadai pada rentang mortalita rendah hingga sedang. Penelitian terbaru oleh Gerber dan Shiu (2025) mengkaji lebih lanjut implikasi asumsi *UDD* terhadap anuitas dengan frekuensi pembayaran tinggi, sementara studi lain mengevaluasi validitas *UDD* pada berbagai rentang usia dan menemukan bahwa asumsi ini masih memberikan hasil yang dapat diterima untuk populasi usia produktif (Kainhofer, 2025). Namun, ketelitian *UDD* tetap perlu diuji secara kuantitatif pada berbagai kombinasi usia masuk dan jangka waktu polis, terutama ketika menggunakan *select and ultimate table* yang memperhitungkan efek seleksi *underwriting*.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghitung premi tunggal bersih asuransi jiwa *endowment* menggunakan pendekatan anuitas diskrit; (2) menghitung premi tunggal bersih menggunakan pendekatan anuitas kontinu dengan aproksimasi *UDD*; (3) menganalisis selisih absolut dan relatif antara kedua pendekatan pada berbagai kombinasi usia masuk dan jangka waktu polis; serta (4) mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi besarnya perbedaan antara kedua metode. Penelitian ini menggunakan *Select and Ultimate Table 2015 CSO Male Non-Smoker ANB* dengan tingkat bunga 5% per tahun, sehingga diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi aktuaria dalam memilih metode perhitungan premi.

## 2. LITERATURE REVIEW

### *A. Asuransi Jiwa Endowment*

Asuransi jiwa *endowment* adalah kontrak asuransi yang memberikan manfaat berupa pembayaran sejumlah uang pertanggungan apabila tertanggung meninggal dunia dalam masa polis, atau apabila tertanggung masih hidup pada akhir masa polis. Nilai sekarang aktuarial dari manfaat *endowment* untuk tertanggung berusia *x* dengan jangka waktu *n* tahun dapat didekomposisi menjadi asuransi berjangka dan *pure endowment* (Bowers et al., 1997).

### *B. Anuitas Jiwa dan Hubungannya dengan Premi Endowment*

Anuitas awal (*due annuity*) untuk tertanggung berusia *x* dengan jangka waktu *n* tahun didefinisikan sebagai:

$$\ddot{a}_{[x]:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} v^k \cdot \quad {}_k p_{[x]}$$

Hubungan antara anuitas diskrit dan premi *endowment* diskrit dinyatakan melalui identitas berikut (Bowers et al., 1997):

$$A_{[x]:\overline{n}|} = 1 - d \cdot \ddot{a}_{[x]:\overline{n}|}$$

di mana $d = \frac{i}{1+i}$adalah tingkat diskonto efektif.

### *C. Pendekatan Kontinu dan Aproksimasi UDD*

Di bawah asumsi *Uniform Distribution of Deaths (UDD)*, distribusi kematian di dalam setiap interval satu tahun dianggap seragam. *UDD* merupakan asumsi yang paling umum digunakan dalam aktuaria karena kesederhanaannya dan akurasinya yang memadai pada rentang mortalita rendah hingga sedang. Aproksimasi anuitas kontinu berbasis *UDD* adalah (Dickson, Hardy, & Waters, 2013):

$$\bar{a}_{[x]:\bar{n}|} \approx \ddot{a}_{[x]:\bar{n}|} - \frac{1}{2}\left(1 - v^n \cdot \quad {}_np_{[x]}\right)$$

Premi *endowment* kontinu selanjutnya dihitung sebagai:

$$\bar{A}_{[x]:\bar{n}|} = 1 - \delta \cdot \bar{a}_{[x]:\bar{n}|}$$

di mana $\delta = \ln(1 + i)$adalah *force of interest*.

Catatan penting: Aproksimasi *UDD* memberikan hasil yang sangat baik pada rentang mortalita rendah hingga sedang (umumnya usia di bawah 70 tahun). Namun, pada usia lanjut ($x > 70$), laju kematian tahunan $q_x$meningkat tajam sehingga asumsi distribusi kematian seragam dalam satu tahun semakin jauh dari kondisi aktual. Pada rentang usia tersebut, aproksimasi yang lebih akurat seperti metode *Woolhouse* atau *Claims Acceleration Approach* sebaiknya dipertimbangkan (Dickson et al., 2013). Penelitian ini membatasi usia masuk pada rentang 20–50 tahun sehingga asumsi *UDD* dapat dianggap valid.

***D. Select and Ultimate Table***

*Select and Ultimate Table* adalah tabel mortalita dua dimensi yang mempertimbangkan efek seleksi, yaitu fenomena bahwa individu yang baru melewati proses *underwriting* asuransi cenderung memiliki tingkat mortalita lebih rendah dibandingkan populasi umum pada usia yang sama. Notasi $[x] + k$menunjukkan individu yang masuk pada usia *x* dan saat ini telah berada selama *k* tahun dalam observasi. Penggunaan tabel seleksi memberikan keakuratan yang lebih tinggi, terutama pada tahun-tahun awal masa polis.

## 3. RESEARCH METHOD

***A. Sumber Data Mortalita***

Tabel mortalita yang digunakan dalam penelitian ini adalah *2015 Commissioners Standard Ordinary (CSO) Male Non-Smoker ANB (Age Nearest Birthday)*, yang diterbitkan oleh *National Association of Insurance Commissioners (NAIC)* dan *Society of Actuaries (SOA)* pada tahun 2015. Tabel ini merupakan *select and ultimate table* berbasis data klaim asuransi jiwa di Amerika Serikat dan telah melalui proses *pra-pemrosesan* standar. Dataset yang digunakan menyimpan nilai ${}_kp_{[x]}$dalam format matriks dengan baris mewakili durasi $k(k = 0,1,2, \dots ,120)$dan kolom mewakili usia masuk $x(x = 0,1,2, \dots ,95)$. Nilai ${}_kp_{[x]} = 1$untuk $k = 0$dan menurun secara monoton seiring bertambahnya $k$, konsisten dengan definisi fungsi *survival* dalam teori *survival*.

***B. Parameter Perhitungan***

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: tingkat bunga $i = 5\%$per tahun; faktor diskonto $v = \frac{1}{1+i} = \frac{1}{1,05} \approx 0,952381$; tingkat diskonto $d = \frac{i}{1+i} \approx 0,047619$; *force of interest* $\delta = \ln(1,05) \approx 0,048790$; rentang usia masuk $x = 20,21, \dots ,50$tahun; serta jangka waktu polis $n \in \{10,15,20,25\}$tahun.

***C. Prosedur Perhitungan***

1) Perhitungan Premi Diskrit

Anuitas diskrit dihitung menggunakan formula akumulasi:

$$\ddot{a}_{[x]:\bar{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} v^k \cdot \quad {}_kp_{[x]}$$

Premi *endowment* diskrit kemudian diperoleh melalui:

$$A_{[x]:\bar{n}|} = 1 - d \cdot \ddot{a}_{[x]:\bar{n}|}$$

2) Perhitungan Premi Kontinu (UDD)

Anuitas kontinu diaproksimasi dari anuitas diskrit menggunakan koreksi *UDD*:

$$\bar{a}_{[x]:\bar{n}|} \approx \ddot{a}_{[x]:\bar{n}|} - \frac{1}{2}\left(1 - v^n \cdot \quad {}_np_{[x]}\right)$$

Premi *endowment* kontinu kemudian dihitung sebagai:

$$\bar{A}_{[x]:\bar{n}|} = 1 - \delta \cdot \bar{a}_{[x]:\bar{n}|}$$

3) Analisis Komparasi

Dua ukuran komparasi dihitung: (1) selisih absolut $|\bar{A} - A|$yang mengukur perbedaan nominal dalam satuan premi, dan (2) selisih relatif $\frac{|\bar{A}-A|}{A} \times 100\%$yang mengukur perbedaan dalam persentase terhadap nilai premi diskrit sebagai basis. Seluruh perhitungan diimplementasikan dalam *Python 3* menggunakan *library NumPy* dan *pandas*, serta divisualisasikan menggunakan *matplotlib*.

## 4. RESULTS AND DISCUSSION

### *A. Nilai Anuitas dan Premi Endowment*

Tabel 1 hingga Tabel 4 menyajikan hasil perhitungan anuitas diskrit, anuitas kontinu, premi *endowment* diskrit dan kontinu, selisih absolut, serta selisih relatif untuk tujuh usia masuk representatif pada masing-masing jangka waktu polis.

Tabel 1. Premi Tunggal Bersih Endowment, n = 10 Tahun (i = 5%, 2015 CSO Male Non-Smoker ANB)

| x | $\ddot{a}$ (Diskrit) | ā (Kontinu) | A (Diskrit) | Ā (Kontinu) | \|Selisih Abs\| | Selisih Rel (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 8,087065 | 7,892112 | 0,614902 | 0,614943 | 0,000041 | 0,0067% |
| 25 | 8,095980 | 7,901711 | 0,614477 | 0,614474 | 0,000003 | 0,0005% |
| 30 | 8,096818 | 7,902423 | 0,614437 | 0,614439 | 0,000002 | 0,0004% |
| 35 | 8,093132 | 7,898166 | 0,614613 | 0,614647 | 0,000034 | 0,0056% |
| 40 | 8,086149 | 7,890284 | 0,614945 | 0,615032 | 0,000086 | 0,0141% |
| 45 | 8,074209 | 7,876737 | 0,615514 | 0,615693 | 0,000179 | 0,0291% |
| 50 | 8,053286 | 7,852818 | 0,616510 | 0,616860 | 0,000350 | 0,0567% |

Tabel 2. Premi Tunggal Bersih Endowment, n = 15 Tahun (i = 5%, 2015 CSO Male Non-Smoker ANB)

| x | ä (Diskrit) | ā (Kontinu) | A (Diskrit) | Ā (Kontinu) | \|Selisih Abs\| | Selisih Rel (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 10,857269 | 10,595493 | 0,482987 | 0,483044 | 0,000057 | 0,0118% |
| 25 | 10,872057 | 10,610679 | 0,482283 | 0,482303 | 0,000020 | 0,0042% |
| 30 | 10,870324 | 10,608500 | 0,482366 | 0,482410 | 0,000044 | 0,0091% |
| 35 | 10,859712 | 10,596977 | 0,482871 | 0,482972 | 0,000101 | 0,0209% |
| 40 | 10,840729 | 10,576329 | 0,483775 | 0,483979 | 0,000204 | 0,0422% |
| 45 | 10,807552 | 10,540156 | 0,485355 | 0,485744 | 0,000389 | 0,0802% |
| 50 | 10,747377 | 10,474675 | 0,488220 | 0,488939 | 0,000719 | 0,1472% |

Tabel 3. Premi Tunggal Bersih Endowment, n = 20 Tahun (i = 5%, 2015 CSO Male Non-Smoker ANB)

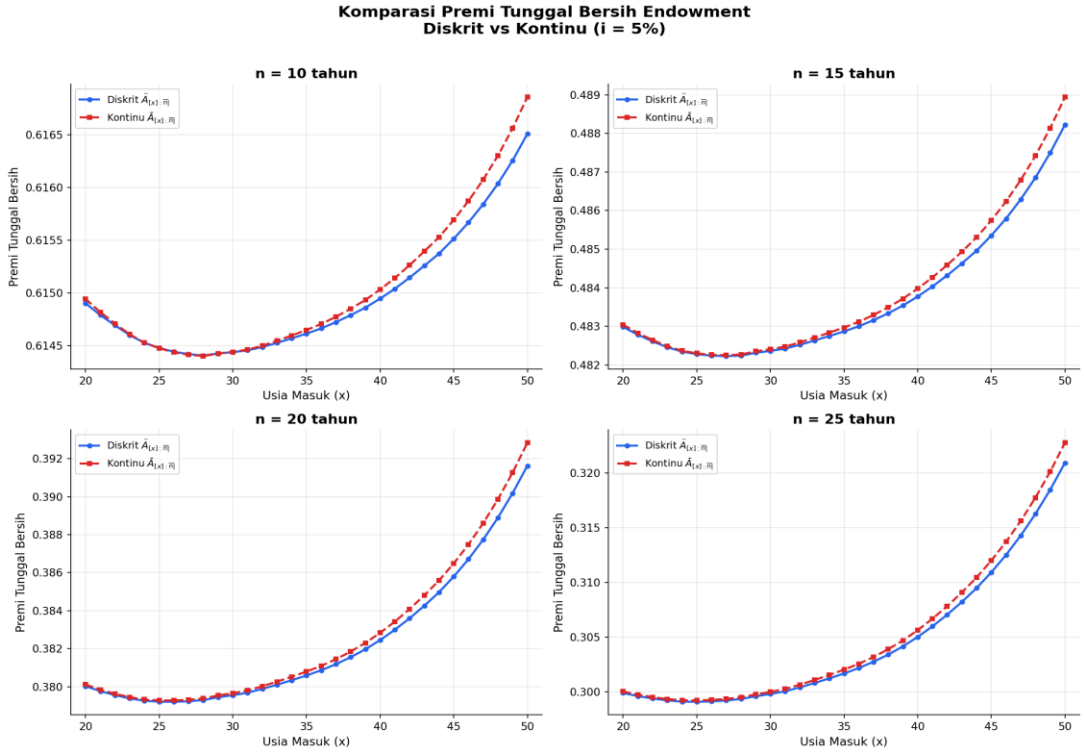
| x | ä (Diskrit) | ā (Kontinu) | A (Diskrit) | Ā (Kontinu) | \|Selisih Abs\| | Selisih Rel (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 13,019372 | 12,705043 | 0,380030 | 0,380119 | 0,000089 | 0,0234% |
| 25 | 13,036522 | 12,722220 | 0,379213 | 0,379281 | 0,000068 | 0,0178% |
| 30 | 13,029393 | 12,714435 | 0,379553 | 0,379661 | 0,000108 | 0,0284% |
| 35 | 13,007631 | 12,691204 | 0,380589 | 0,380794 | 0,000205 | 0,0539% |
| 40 | 12,968479 | 12,649419 | 0,382453 | 0,382833 | 0,000379 | 0,0992% |
| 45 | 12,898315 | 12,574552 | 0,385795 | 0,386486 | 0,000691 | 0,1791% |
| 50 | 12,775891 | 12,444488 | 0,391624 | 0,392831 | 0,001207 | 0,3082% |

Tabel 4. Premi Tunggal Bersih Endowment, n = 25 Tahun (i = 5%, 2015 CSO Male Non-Smoker ANB)

| x | ä (Diskrit) | ā (Kontinu) | A (Diskrit) | Ā (Kontinu) | \|Selisih Abs\| | Selisih Rel (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 14,702263 | 14,346460 | 0,299892 | 0,300034 | 0,000142 | 0,0472% |
| 25 | 14,719109 | 14,363190 | 0,299090 | 0,299218 | 0,000128 | 0,0426% |
| 30 | 14,704207 | 14,347294 | 0,299800 | 0,299993 | 0,000193 | 0,0645% |
| 35 | 14,664799 | 14,305682 | 0,301676 | 0,302023 | 0,000347 | 0,1151% |
| 40 | 14,594745 | 14,231782 | 0,305012 | 0,305629 | 0,000617 | 0,2023% |
| 45 | 14,470770 | 14,101374 | 0,310916 | 0,311992 | 0,001076 | 0,3461% |
| 50 | 14,260932 | 13,881036 | 0,320908 | 0,322742 | 0,001834 | 0,5715% |

### *B. Analisis Komparasi Premi Diskrit dan Kontinu*

Gambar 1 menampilkan perbandingan langsung premi tunggal bersih *endowment* diskrit dan kontinu sebagai fungsi usia masuk untuk keempat jangka waktu polis. Dapat diamati bahwa kurva diskrit dan kontinu berhimpitan sangat rapat pada seluruh kombinasi $(x, n)$yang dikaji, mengindikasikan konsistensi yang sangat tinggi antara kedua metode.

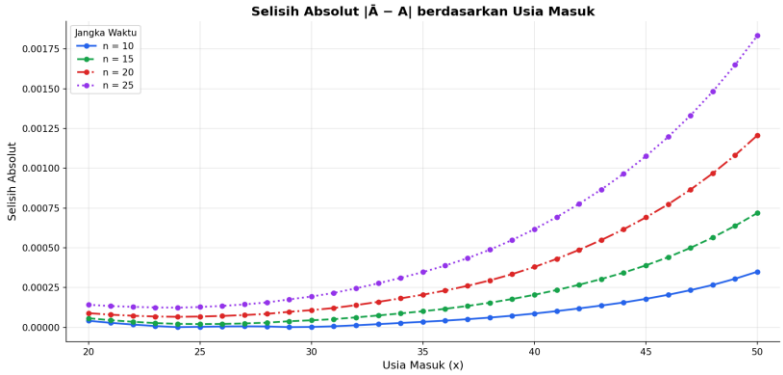



Gambar 1. Komparasi Premi Tunggal Bersih Endowment Diskrit vs Kontinu untuk Keempat Jangka Waktu Polis

Dari Gambar 1 tampak bahwa nilai premi *endowment* memiliki pola yang berbeda antar jangka waktu: untuk $n = 10$dan $n = 15$tahun, premi relatif stabil dan sedikit meningkat seiring usia, sedangkan untuk $n = 20$dan $n = 25$tahun, premi menunjukkan kenaikan yang lebih tajam pada usia di atas 40 tahun. Pola ini mencerminkan pengaruh kumulatif mortalita yang semakin signifikan pada kombinasi usia tinggi dan jangka waktu panjang.

### *C. Analisis Selisih Absolut*

Gambar 2 menyajikan profil selisih absolut $|\bar{A} - A|$sebagai fungsi usia masuk. Selisih absolut meningkat secara monoton seiring bertambahnya usia masuk pada semua jangka waktu, dengan laju peningkatan yang semakin cepat pada usia di atas 40 tahun.

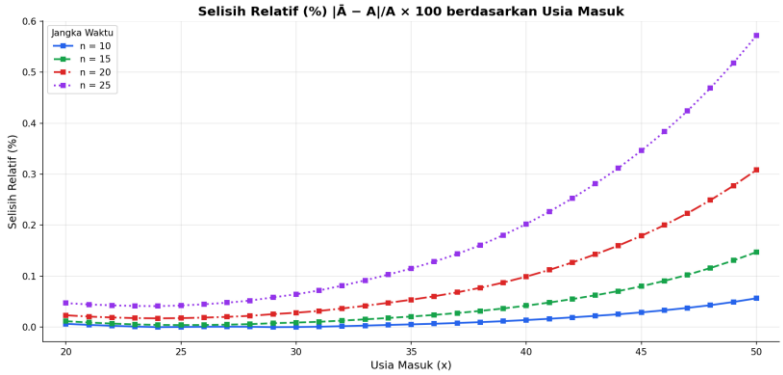



Gambar 2. Selisih Absolut $|\bar{A} - A|$ berdasarkan Usia Masuk dan Jangka Waktu Polis

Selisih absolut terbesar terjadi pada kombinasi $x = 50$tahun dengan $n = 25$tahun, yaitu sebesar 0,001834. Dalam konteks penetapan harga asuransi komersial, perbedaan ini setara dengan kurang dari Rp1.834 per premi untuk manfaat Rp1.000.000, sehingga tergolong tidak material. Pola peningkatan ini secara teoritis konsisten: semakin tua usia masuk, semakin besar laju mortalita tahunan $q_x$, sehingga perbedaan antara asumsi distribusi kematian seragam (*Uniform Distribution of Deaths* / *UDD*) dan distribusi kematian diskrit pada akhir tahun menjadi lebih nyata.

### *D. Analisis Selisih Relatif*

Gambar 3 menampilkan selisih relatif sebagai persentase terhadap premi diskrit. Pola yang sama terlihat, yaitu selisih relatif meningkat seiring usia dan jangka waktu, dengan nilai tertinggi sebesar 0,5715% pada kombinasi $x = 50$tahun dan $n = 25$tahun.

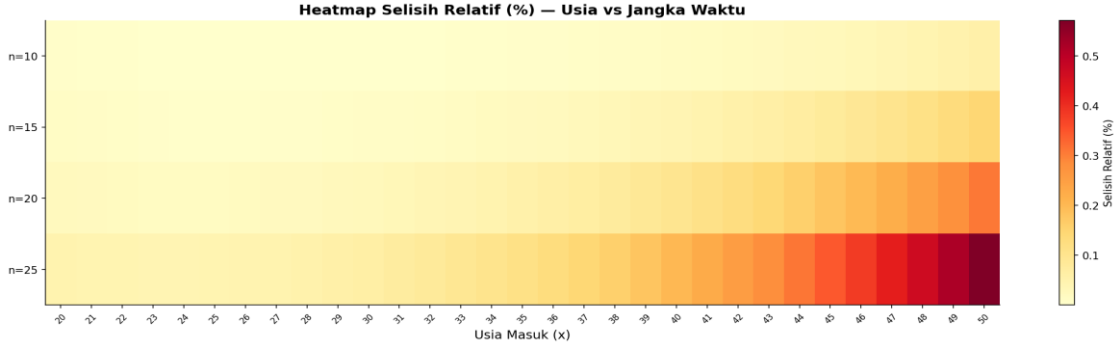



Gambar 3. Selisih Relatif (%) $|\bar{A} - A|/A \times 100\%$ berdasarkan Usia Masuk dan Jangka Waktu Polis

Seluruh nilai selisih relatif dalam studi ini berada di bawah 0,6%, jauh di bawah ambang materialitas 1% yang umum digunakan dalam praktik aktuaria. Hal ini mendukung kesimpulan bahwa dalam rentang parameter yang dikaji, kedua pendekatan secara praktis dapat dianggap setara.

### *E. Heatmap Pola Perbedaan*

Gambar 4 menyajikan *heatmap* dua dimensi yang memetakan selisih relatif berdasarkan usia masuk dan jangka waktu polis secara simultan, sehingga pola distribusi perbedaan dapat diidentifikasi secara lebih intuitif.

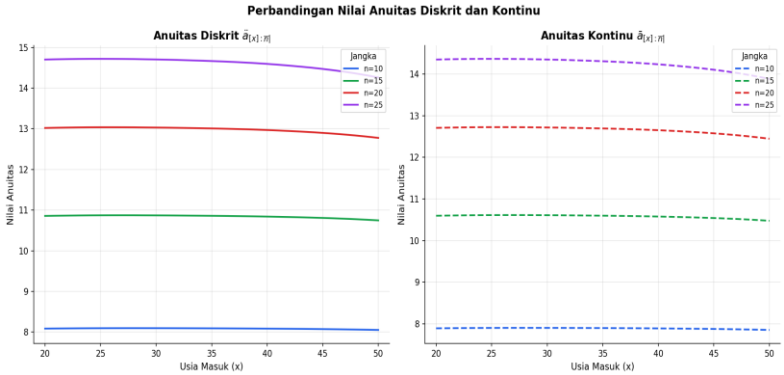



Gambar 4. Heatmap Selisih Relatif (%) — Usia Masuk vs Jangka Waktu Polis

*Heatmap* mengonfirmasi bahwa zona perbedaan tertinggi (warna oranye–merah) terkonsentrasi pada sudut kanan atas, yaitu kombinasi usia masuk tinggi (45–50 tahun) dengan jangka waktu panjang (20–25 tahun). Sebaliknya, zona perbedaan terendah berada pada usia muda (20–30 tahun) dengan jangka waktu pendek (10–15 tahun).

### *F. Perbandingan Nilai Anuitas*

Gambar 5 memperlihatkan nilai anuitas diskrit dan kontinu secara terpisah. Nilai anuitas kontinu selalu lebih rendah dibandingkan anuitas diskrit, konsisten dengan formula koreksi *UDD*, yaitu anuitas kontinu diperoleh dengan mengurangi anuitas diskrit sebesar $\frac{1}{2}(1 - v^n \cdot \quad {}_np_{[x]})$.




Gambar 5. Perbandingan Nilai Anuitas Diskrit dan Kontinu berdasarkan Usia Masuk

### *G. Ringkasan Statistik Komparasi*

Tabel 5 merangkum statistik komparasi untuk seluruh kombinasi usia masuk pada masing-masing jangka waktu polis.

**Tabel 5. Ringkasan Statistik Komparasi Premi Diskrit dan Kontinu (usia 20–50 tahun)**

| n (tahun) | Rerata A Diskrit | Rerata Ā Kontinu | Rerata \|ΔA\| | Rerata ΔA (%) | Maks ΔA (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 0,614948 | 0,615030 | 0,000083 | 0,0135% | 0,0567% |
| 15 | 0,483706 | 0,483897 | 0,000191 | 0,0394% | 0,1472% |
| 20 | 0,382237 | 0,382587 | 0,000350 | 0,0908% | 0,3082% |
| 25 | 0,304487 | 0,305046 | 0,000559 | 0,1804% | 0,5715% |

Tabel 5 menunjukkan gradien yang konsisten: semakin panjang jangka waktu polis, semakin besar rata-rata perbedaan antara kedua metode. Namun, bahkan pada $n = 25$tahun, rata-rata selisih relatif hanya sebesar 0,1804% dan nilai maksimumnya 0,5715%.

### *H. Faktor Penyebab Perbedaan*

Berdasarkan analisis di atas, terdapat tiga faktor utama yang menentukan besarnya perbedaan antara premi diskrit dan kontinu:

1) Intensitas mortalita

Usia masuk yang lebih tinggi dikaitkan dengan laju kematian yang lebih tinggi, sehingga deviasi asumsi distribusi kematian seragam (*UDD*) dari kondisi aktual semakin besar dan menghasilkan perbedaan premi yang lebih signifikan.

2) Jangka waktu polis

Jangka waktu yang lebih panjang memperbesar akumulasi perbedaan karena suku koreksi $\left(1 - v^n \cdot \ {}_np_{[x]}\right)$semakin besar seiring menurunnya probabilitas *survival*.

3) Perbedaan force of interest vs tingkat diskonto ($\delta$ vs d)

Konversi dari anuitas diskrit ke kontinu melibatkan perubahan dari $d$ke $\delta$, di mana $\delta = \ln(1 + i) > d = \frac{i}{1+i}$untuk $i > 0$. Perbedaan struktural ini menyebabkan nilai premi kontinu sedikit berbeda dari premi diskrit.

## 5. CONCLUSION

Penelitian ini telah berhasil melakukan komparasi sistematis premi tunggal bersih asuransi jiwa *endowment* antara pendekatan anuitas diskrit dan kontinu menggunakan *2015 CSO Male Non-Smoker ANB Select and Ultimate Table*, dengan tingkat bunga 5% per tahun pada rentang usia masuk 20–50 tahun dan empat jangka waktu polis (10, 15, 20, dan 25 tahun).

Kesimpulan utama yang dapat ditarik adalah sebagai berikut. Pertama, perbedaan antara premi tunggal bersih diskrit dan kontinu sangat kecil secara praktis; selisih relatif rata-rata berkisar antara 0,0135% ($n = 10$) hingga 0,1804% ($n = 25$) dengan nilai maksimum sebesar 0,5715%, jauh di bawah ambang materialitas aktuaria 1%. Kedua, selisih meningkat secara monoton seiring bertambahnya usia masuk dan jangka waktu polis, dengan interaksi yang paling menonjol pada usia di atas 40 tahun dengan jangka waktu di atas 20 tahun. Ketiga, faktor utama yang memengaruhi perbedaan tersebut adalah intensitas mortalita, jangka waktu polis, serta perbedaan struktural antara *force of interest* ($\delta$) dan tingkat diskonto ($d$).

Namun demikian, perlu ditekankan bahwa kesimpulan di atas terbatas pada parameter yang digunakan dalam studi ini, yaitu tabel *2015 CSO Male Non-Smoker*, tingkat bunga $i = 5\%$, usia masuk 20–50 tahun, serta jangka waktu polis 10–25 tahun. Generalisasi ke kondisi di luar parameter tersebut, khususnya pada usia masuk yang lebih tinggi atau tingkat bunga yang berbeda secara signifikan, memerlukan kajian lebih lanjut. Untuk aplikasi praktis, pendekatan diskrit direkomendasikan karena kesederhanaan komputasinya, sementara pendekatan kontinu lebih sesuai untuk kontrak asuransi yang secara eksplisit memodelkan arus kas berkelanjutan.

## REFERENCES


Bowers, N. L., Gerber, H. U., Hickman, J. C., Jones, D. A., & Nesbitt, C. J. (1997). *Actuarial mathematics* (2nd ed.). Society of Actuaries.

Dickson, D. C. M., Hardy, M. R., & Waters, H. R. (2020). *Actuarial mathematics for life contingent risks* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Gerber, H. U., & Shiu, E. S. (2025). Uniform distribution of deaths, fractional independence, and negative payment-frequency. *North American Actuarial Journal, 29*(2), 478–493. https://doi.org/10.1080/10920277.2024.2385384

Jordan, C. W. (1991). *Life contingencies* (2nd ed.). Society of Actuaries.

Kainhofer, R. (2025). *LifeInsureR: Modelling traditional life insurance contracts* (Version 1.0.1) [Computer software]. CRAN. https://doi.org/10.32614/CRAN.package.LifeInsureR

London, D. (1997). *Survival models and their estimation* (3rd ed.). ACTEX Publications.

Neill, A. (1977). *Life contingencies*. Heinemann Educational Books.

Promislow, S. D. (2011). *Fundamentals of actuarial mathematics* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Richman, G. (2025). *Actuarial mathematics for life contingencies with Python: Theory, exam practice, and Python implementation for modern life contingencies*. Quantitative Risk and Actuarial Modeling Collection.

Setyanto, G. R. (2022). *Matematika asuransi jiwa 1*. Unpad Press.

Widiatmoko, F., & Anam, S. (2022). *Matematika aktuaria*. UB Press.