



MODEL INVESTASI POLIS ASURANSI JIWA BERBONUS TIPE DWIGUNA DENGAN *AMERICAN PUT OPTION*

Hermei Lissa¹, Endah R.M. Putri²

¹Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat

²Jurusan Matematika Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. A. Yani KM. 36, Banjarbaru 70714, Kalimantan Selatan

e-mail: hermei.lissa@ulm.ac.id

ABSTRACT

Insurance is a form of protection against the concept of risk transfer that may occur from an uncertain event. One type of insurance is life insurance. With the changing times, life insurance launched innovative products, one of which is endowment life insurance. Endowment life insurance is a type of life insurance that provides compensation benefits if the policy holder dies during the coverage period, as well as providing cash value and bonuses if the policy holder is still alive until the end of the period. This study aims to determine the fair price of insurance policies and the price of bonus life insurance policies. Determination of the value of the American put option with the binomial method using a numerical approach, the formulation of the portfolio model includes determining the model of the unit price with Geometric Brownian Motion, solving using Black-Scholes, determining the structure of the bonus life insurance policy with the formulation of a single premium payment, bonus rate, and benefits. then analyze the movement of the price of a reasonable bonus life insurance policy with a surrender option based on the age of the insured, technical rate, participation level, and volatility. The surrender value obtained is the difference between the value of the American Put option and the European Call Option. Based on the simulation, the conclusion of this analysis is that the price of the endowment type life insurance policy can be estimated using the binomial method at around 0.78 for a fair policy price and around 0.27 for a policy price with a surrender option. This gives an idea of the relative value of the policy price to the expected benefits under certain conditions, such as the death of the insured in the first year of the contract.

Keywords: Life Insurance, Binomial Method, Surrender Option, American put option, European Call Option

ABSTRAK

Asuransi merupakan bentuk perlindungan terhadap konsep pemindahan risiko yang mungkin terjadi dari suatu peristiwa yang tidak pasti. Salah satu jenis asuransi adalah asuransi jiwa. Dengan berubahnya zaman, asuransi jiwa meluncurkan produk-produk inovatif, salah satunya adalah asuransi jiwa dwiguna. Asuransi jiwa dwiguna adalah jenis asuransi jiwa yang memberikan manfaat santunan jika pemegang polis meninggal dunia selama masa pertanggungan, serta memberikan nilai tunai dan bonus jika pemegang polis masih hidup hingga akhir periode. Penelitian ini bertujuan mengetahui harga polis asuransi yang wajar dan harga polis asuransi jiwa berbonus. Penentuan nilai *American put option* dengan metode binomial menggunakan pendekatan numerik, perumusan model portofolio meliputi penentuan model dari *unit price* dengan *Geometric Brownian Motion*, penyelesaian menggunakan *Black-Scholes*, penentuan struktur polis asuransi jiwa berbonus dengan rumusan pembayaran premi tunggal, bonus *rate*, dan *benefit*. kemudian analisis pergerakan harga polis asuransi jiwa berbonus yang wajar dengan *surrender option* dilakukan berdasarkan umur tertanggung, *technical rate*, *participation level*, dan *volatility*. Nilai *surrender* yang diperoleh yaitu dari selisih antara nilai *American Put option* dan *European Call Option*. Berdasarkan simulasi

kesimpulan dari analisis ini adalah bahwa harga polis asuransi jiwa berbonus tipe dwiguna dapat diestimasi menggunakan metode binomial sekitar 0,78 untuk harga polis yang wajar dan sekitar 0,27 untuk harga polis dengan opsi *surrender*. Ini memberikan gambaran mengenai nilai relatif dari harga polis terhadap *benefit* yang diharapkan dalam kondisi tertentu, seperti kematian tertanggung pada tahun pertama kontrak.

Kata kunci: Asuransi Jiwa, Metode Binomial, *Surrender Option*, *American Put Option*, *European Call Option*

Received: 30 Mei 2024, Accepted: 31 Juli 2024, Published: 31 Juli 2024

PENDAHULUAN

Kesadaran sebagian besar orang tentang perlunya memiliki asuransi sebagai salah satu bentuk perlindungan jiwa/kerugian yang mungkin terjadi masih sangat kecil. Kurangnya pemahaman mengenai asuransi serta cara perhitungan premi juga menjadi alasan sebagian masyarakat Indonesia belum memiliki asuransi. Menurut Undang-Undang Nomor 40 Tahun 2014 Pasal 1 asuransi diartikan sebagai perjanjian antara dua pihak, yaitu perusahaan asuransi dan pemegang polis. Dalam perjanjian ini, perusahaan asuransi menerima premi dari pemegang polis sebagai imbalan atas penggantian yang akan diberikan kepada tertanggung atau pemegang polis. Penggantian tersebut meliputi kerugian, kerusakan, biaya yang timbul, kehilangan keuntungan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin ditanggung oleh tertanggung atau pemegang polis akibat peristiwa yang tidak pasti. Selain itu, asuransi juga dapat mencakup pembayaran yang didasarkan pada kematian tertanggung atau manfaat berdasarkan kehidupan tertanggung, sesuai dengan jumlah yang telah ditetapkan dan/atau hasil pengelolaan dana.

Menentukan harga polis suatu produk asuransi adalah salah satu tugas yang sangat penting bagi seorang aktuaris pada perusahaan asuransi jiwa. Apabila aktuaris tidak hati-hati dalam menentukan harga polis asuransi maka hal tersebut dapat berdampak pada keberlangsungan perusahaan asuransi yang bersangkutan (Intan *et al.*, 2018). Oleh sebab itu diperlukan analisis mengenai penentuan harga polis yang wajar. Adapun yang dimaksud dengan polis yang wajar disini adalah kontrak dengan harga yang tetap terhadap asumsi pasar keuangan dan dengan *no-arbitrage* (Bacinello, 2001). Penentuan harga ini berguna bagi perusahaan asuransi jiwa maupun calon pemegang polis. Adapun polis asuransi yang dapat menarik perhatian tidak hanya bagi mereka yang mencari asuransi tetapi juga bagi mereka yang mencari peluang investasi yang menguntungkan, biasanya polis ini menanamkan berbagai jenis pilihan keuangan. Namun, karena produk ini adalah produk asuransi jiwa berbonus maka produk ini menjadi lebih kompleks perhitungannya dibanding produk yang lainnya dan dengan demikian penentuan yang tepat dari premi yang harus dibayarkan oleh calon pemegang polis adalah

masalah besar bagi perusahaan asuransi jiwa. Sedangkan bagi calon pemegang polis, mengetahui harga yang wajar dirasa penting agar konsumen mengetahui apakah harga polis dan *benefit* yang diajukan oleh perusahaan asuransi sudah sesuai.

Adapun penelitian yang telah dilakukan mengenai kajian polis asuransi, diantaranya (Rocio *et al.*, 2007) *Modeling and Optimization of Life Insurance Policies*, menuliskan tentang penentuan premi optimal yang harus dibebankan pada pemegang polis untuk memaksimalkan keuntungan perusahaan pada jenis kebijakan tertentu dalam rangka memenuhi semua kewajiban kontrak perusahaan yang berdasarkan pada tingkat jaminan minimum dan tingkat partisipasi. Kemudian oleh Bacinello menuliskan tentang penentuan harga polis dengan *surrender option* pada paper ini penyelesaian menggunakan metode binomial. Pada paper (Cole & Fier, 2021) juga membahas tentang penentuan harga polis dengan *surrender option*. Dan pada paper (He *et al.*, 2020) menuliskan penelitian berjudul *Weighted Utility Optimization of the Participating Endowment Contract* tentang optimalisasi dari polis *endowment*. Kemudian pada jurnal (Maulida *et al.*, 2019). yang berjudul *Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa dengan Model Binomial dilihat dari besar errornya*, secara empiris penentuan harga opsi dengan model binomial memberikan harga yang lebih mendekati harga opsi pasar dibandingkan dengan besar eror yang dihasilkan dari harga opsi model *Black-Scholes* terhadap harga opsi pasar. Sedangkan penggunaan *American put option* masih belum ada yang digunakan pada kasus penentuan harga polis asuransi. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian tentang *American put option* sebagai model investasi polis asuransi jiwa berbonus tipe dwiguna dengan menggunakan metode binomial yang bertujuan mengetahui harga polis asuransi dan harga polis asuransi jiwa berbonus dengan *surrender option* yang dimodelkan sebagai *American put option*.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Asuransi

Asuransi adalah perjanjian antara dua pihak, yaitu pemegang polis dan perusahaan asuransi, yang dimaksudkan untuk membayar premi kepada perusahaan asuransi sebagai imbalan untuk mengganti kerugian, kerusakan, biaya, kehilangan keuntungan, atau tanggung jawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin diderita tertanggung sebagai akibat dari peristiwa yang tidak pasti.. Secara umum definisi asuransi adalah pengalihan risiko dari tertanggung kepada pihak penanggung dengan membayar sejumlah premi, di mana bila terjadi suatu kerugian dampak dari ketidakpastian (risiko) maka pihak penanggung akan memberikan ganti rugi untuk tertanggung (Lestari *et al.*, 2023).

2. Asuransi Jiwa

Asuransi jiwa adalah asuransi yang bertujuan untuk melindungi seseorang dari kerugian finansial yang disebabkan oleh peluang kematian berdasarkan umur seseorang. Ini menunjukkan bahwa dalam asuransi jiwa, risiko yang dihadapi termasuk risiko kematian dan risiko hidup terlalu lama. Asuransi jiwa umumnya terdiri dari tiga jenis: Asuransi Jiwa Berjangka (*Term Insurance*), Asuransi Jiwa Seumur Hidup (*Whole Life Insurance*), dan Asuransi Dwiguna (*Endowment Insurance*). (Fikri *et al.*, 2022).

Asuransi Jiwa Berjangka (*Term Insurance*) juga dikenal sebagai asuransi jangka panjang, berarti bahwa penanggung memberikan santunan, atau ganti rugi, jika tertanggung meninggal dunia dalam jangka waktu yang ditetapkan dalam perjanjian pertanggungan. Asuransi berjangka, juga disebut sebagai asuransi sementara, dibuat untuk melindungi tertanggung dari risiko kematian dalam jangka waktu tertentu. Polis berjangka dapat berlangsung selama 1 tahun, 10 tahun, atau sampai usia tertentu seperti 55 tahun. Penanggung biasanya menerbitkan polis dengan manfaat Cacat Total Tetap (*Total Permanent Disability*). Asuransi Jiwa Seumur Hidup (*Whole Life Insurance*), juga dikenal sebagai asuransi permanen atau tetap, dibuat untuk memberikan perlindungan kepada tertanggung selama mereka hidup, dengan syarat mereka terus membayar preminya. Seringkali, asuransi ini diberikan dengan manfaat Cacat Total Tetap (TPD). Manfaat TPD tidak memiliki batas waktu, tetapi akan berakhir jika tertanggung mencapai usia tertentu, biasanya sampai pada usia 60 tahun. Jenis asuransi tetap lainnya adalah asuransi dwiguna (*endowment Insurance*). Ada dua komponen asuransi ini yaitu proteksi jiwa dan tabungan. Proteksi jiwa melindungi orang dari kematian dan cacat permanen. Polis ini cocok untuk orang yang ingin menabung karena elemen tabungannya lebih tinggi. Polis ini dapat memberikan perlindungan untuk jangka waktu tertentu, seperti 10 tahun, atau sampai usia tertentu, seperti sampai usia 55 tahun. (Syamsudin, 2022).

3. Struktur Polis

Struktur polis tipe dwiguna dibagi menjadi dua yaitu: *Single Premium Contract* dan *Periodic Premium Contract*. Apabila polis dibayarkan dengan sejumlah nilai U pada awal kontrak dan benefit diasumsikan akan dibayarkan pada akhir tahun kematian $t = 1, 2, 3, \dots, T$ atau pada saat kontrak jatuh tempo saat T .

$$U = C_0(\sum_{t=1}^{T-1} {}_{t-1|}q_x v^t + {}_{T-1}p_x v^T) \quad (1)$$

Apabila polis dibayarkan dengan menggunakan premi berkala maka premi awal yang dibayarkan.

$$P_0 = C_0 \frac{\sum_{t=1}^{T-1} {}_{t-1|}q_x v^t + {}_{T-1}p_x v^T}{\sum_{t=1}^{T-1} {}_t p_x v^t} \quad (2)$$

dengan

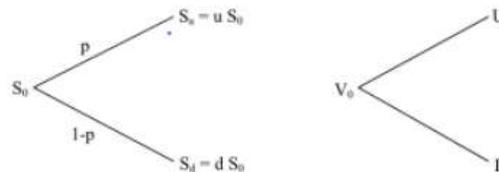
U : premi tunggal

- P_0 : premi yang dibayarkan pada awal kontrak
- C_0 : *benefit* yang diperoleh jika tertanggung meninggal pada tahun pertama kontrak
- T : waktu kontrak jatuh tempo
- $t - 1|1q_x$: probabilitas tertanggung meninggal selama tahun ke- t kontrak (antara 1 sampai t)
- $T - 1P_x$: probabilitas tertanggung hidup sampai $T-1$ (meninggal pada saat tahun terakhir kontrak)
- tP_x : probabilitas tertanggung dapat hidup t tahun yang akan datang
- i : *rate*
- v : faktor diskon dengan $v = (1 + i)^{-1}$.

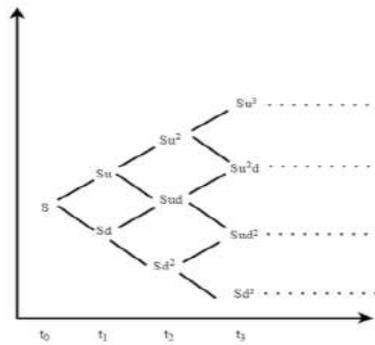
Dalam struktur polis asuransi terdapat sebuah pilihan yaitu meneruskan polis atau menghentikan polis asuransi, pilihan tersebut dinamakan *surrender option*. *Surrender option* sebuah pilihan untuk membatalkan atau mengakhiri suatu kontrak asuransi jiwa sebelum waktu jatuh tempo. Apabila menyerahkan kontrak tersebut lebih awal maka dapat dikenakan biaya pembatalan kontrak (biaya yang telah dikenakan oleh perusahaan asuransi karena telah membatalkan kontrak). Sebelum melaksanakan *Surrender option* pemegang kontrak harus menentukan nilai tunai kontrak ini, dan berapa banyak uang tunai atau uang bersih yang akan dibayarkan oleh perusahaan asuransi dari pembatalan kontrak (Suhardi, 2021).

4. Metode Binomial

Harga *option* pada pasar bebas kenyataannya akan selalu berubah naik dan turun dengan perubahan waktu. Dua kemungkinan perubahan inilah yang digunakan sebagai dasar metode binomial. Misalkan harga saham pada saat $t = 0$, saat pembuatan *option* adalah S_0 dan pada saat $t = T$ akan naik dengan peluang p menjadi S_u atau akan turun dengan peluang $1 - p$ menjadi S_d , sehingga nilai pada saat $t = 0$, saat pembuatan *option* adalah V_0 dan pada saat $t = T$ akan naik menjadi U atau akan turun menjadi D (Maulida *et al.*, 2019).



Gambar 1. Grafik Perubahan Harga Saham dan Harga *Option*



Gambar 2. Skema Fluktuasi Harga Saham Secara Binomial

Dari Gambar 2, kita misalkan harga saham pada saat $t = t_0$ adalah $S_0 = S_0^0 = S$, dan harga saham pada saat $t = t_1$ adalah $S_0^1 = S_d$ dan $S_1^1 = S_u$, sehingga secara umum harga saham pada waktu ke m , pada langkah ke mdt terdapat $m + 1$ kemungkinan nilai dari harga saham, dapat ditulis rumus umum

$$S_n^m = d^{m-n}U^n S_0^0, n = 0, 1, \dots, m. \quad (3)$$

Sehingga diperoleh nilai-nilai *option* yang mungkin selama masa kontrak, untuk *American put option*.

$$V_n^m = \max(X - S_n^m, 0). \quad (4)$$

Pada *American Option* kita bisa melakukan *exercise* kapanpun selama masa kontrak bahkan sebelum waktu jatuh tempo (*maturity date*). Sehingga perlu juga untuk menghitung nilai-nilai *option* yang mungkin terjadi selama masa kontrak, karena ada kemungkinan nilai-nilai *option* di waktu-waktu tersebut (dalam selang waktu masa kontrak) lebih baik dari pada waktu pada saat jatuh temponya. Rumus Binomial untuk *American Option* dapat ditulis sebagai berikut:

$$V_n^m = \max(\max(X - S_n^m, 0)) e^{-r\delta t} (pV_{n+1}^{m+1} + (1 - p)V_n^{m+1}) \quad (5)$$

dengan

$$p = \frac{e^{r\delta t} - d}{u - d} \quad (6)$$

Contoh:

Misal diketahui $S = 100$, $u = 1, 2$ dan $d = 0, 8$ artinya harga saham pada saat $t = t_1$ akan berpeluang naik menjadi 120 atau S akan berpeluang turun menjadi 80. Sehingga dapat dihitung dengan menggunakan rumus binomial untuk *American put option*.

METODE PENELITIAN

Langkah-langkah sistematis yang dilakukan antara lain:

1. Studi Literatur. Pada tahapan awal peneliti akan mencari studi literatur terhadap hal-hal yang berkaitan dalam penelitian, diantaranya mengenai asuransi jiwa, model *Black-Scholes*, metode Binomial, *American put option*.

Pembelajaran lebih mendalam mengenai hal-hal tersebut dapat diperoleh baik melalui buku-buku literatur, jurnal, paper, maupun artikel dari internet.

2. Penentuan nilai *American put option* dengan menggunakan metode Binomia. Pada tahap ini peneliti menggunakan pendekatan numerik untuk menghasilkan nilai *American put option*.
3. Perumusan Model Portofolio. Tahap ini meliputi penentuan model dari unit *price* dengan *Geometric Brownian Motion*, penyelesaian pendekatan dengan menggunakan model *Black-Scholes*.
4. Penentuan Struktur Polis Asuransi Jiwa Berbonus. Pada tahap ini dilakukan perumusan mengenai pembayaran premi tunggal, bonus *rate*, dan *benefit*.
5. Perumusan harga yang wajar dari Polis Asuransi Jiwa Berbonus. Pada tahap ini dilakukan penentuan harga yang wajar dari polis dengan menggunakan hasil penentuan struktur polis asuransi jiwa berbonus dan perumusan model portofolio.
6. Analisis Pergerakan Harga Polis Asuransi Jiwa Berbonus dengan *Surrender Option*. Pada tahap ini dilakukan analisis pergerakan harga polis asuransi jiwa berbonus yang wajar berdasarkan umur tertanggung, *technical rate*, *participation level*, dan *volatility*.
7. Analisa Hasil dan Pembahasan. Pada tahap ini akan dilakukan analisa dan pembahasan terhadap hasil yang telah diperoleh. Kemudian akan disusun kesimpulan-kesimpulan tersebut dalam penelitian ini sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Struktur Polis Asuransi Jiwa Berbonus Tipe Dwiguna

Pada bagian ini akan dibahas rumusan dari bonus *rate* dan *benefit* atau manfaat. Yang pertama dilakukan adalah menentukan perumusan dari bonus *rate*.

$$\delta_t = \max \left\{ \frac{\eta G_t - i}{1+i}, 0 \right\}, \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (7)$$

Kemudian akan didapatkan rumusan *benefit* yang akan dibayarkan pada waktu ke- t dengan t dalam tahun apabila tertanggung meninggal antara $x + t - 1$ dan $x + t$ dengan x adalah umur tertanggung. *Benefit* tersebut dapat dinotasikan dengan C_t

$$C_t = C_0 \prod_{j=1}^t (1 + \delta_j) \quad (8)$$

2. Perumusan Model Portofolio

Pada perumusan dari model portofolio investasi diasumsikan bahwa portofolio investasi dibagi ke dalam beberapa unit. Harga unit yang dinotasikan dengan G_t tersebut mengikuti *Geometric Brownian Motion*.

$$G_t = \frac{G_0 e^{(r - \frac{1}{2}\sigma^2)t + \sigma W_t}}{G_0 e^{(r - \frac{1}{2}\sigma^2)(t-1) + \sigma W_{t-1}}} - 1 \quad (9)$$

$$= e^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)+\sigma(W_t-W_{t-1})} - 1$$

$$1 + G_t = e^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)+\sigma(W_t-W_{t-1})}$$

dengan,

G_t : harga unit pada waktu t

r : *interest rate*

W_t : *Brownian Motion*

Maka didapatkan bahwa $\ln(1 + G_t)$ independen dan berdistribusi normal dengan mean $(r - \frac{1}{2}\sigma^2)$ dan variansinya adalah σ^2 .

3. Penentuan Harga Polis yang Wajar

Penentuan harga polis yang wajar yang akan dibahas untuk jenis premi tunggal. Harga polis yang akan dibahas yaitu harga polis yang wajar dari kontrak *surrender*. Oleh karena itu akan dibahas lebih rinci;

a. Harga Polis yang Wajar untuk Premi Tunggal (*non surrender*)

Agar dapat menentukan nilai premi yang wajar maka terlebih dahulu akan dilakukan pendekatan martingale untuk mendapatkan market value dari C_t yang dinotasikan dengan $\pi(C_t)$.

$$\begin{aligned} \pi(C_t) &= E^Q[e^{-rt}C_t] \\ &= C_0 \prod_{j=1}^t \left(e^{-r} + \frac{\eta}{1+i} E^Q[e^{-r} \max\{((1 + G_t) - (1 + \frac{i}{\eta})), 0\}] \right) \end{aligned} \quad (10)$$

Karena $(1 + G_t)$ saling bebas dan berdistribusi identik dan $(1 + G_t)$ berdistribusi lognormal maka $E^Q[e^{-r} \max\{((1 + G_t) - (1 + \frac{i}{\eta})), 0\}]$ dapat diartikan sebagai *Present Value dari European Call Option*. Perumusan *Black-Scholes* untuk *call option* adalah sebagai berikut:

$$\text{Call option value} = S_0N(d_1) - Xe^{-r(T-t)}N(d_2)$$

diperoleh

$$d_1 = d_2 = \frac{\log \frac{S_0}{X} + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

didapatkan nilai opsi pada $t = 0$ yaitu

$$\begin{aligned} c &= S_0N(d_1) + Xe^{-r(T-t)}N(d_2) \\ &= N(d_1) + (1 + \frac{i}{\eta})e^{-r}N(d_2) \end{aligned} \quad (11)$$

dengan N adalah distribusi fungsi kumulatif normal standar,

$$\begin{aligned} d_1 &= \frac{-\ln(1+\frac{i}{\eta})+(r+\frac{1}{2}\sigma^2)}{\sigma} \\ d_2 &= d_1 - \sigma \end{aligned} \quad (12)$$

Berdasarkan Persamaan (11) dan (12) diperoleh nilai $\pi(C_t)$ sebagai berikut:

$$\pi(C_t) = C_0 \left(e^{-r} + \frac{\eta}{1+i} c \right)^t.$$

Sehingga didapatkan harga yang wajar untuk premi tunggal yang dinotasikan dengan *Fair Value of Benefit (FVB)* dapat diperoleh dengan menjumlahkan semua nilai C_t yang diboboti dengan probabilitas.

$$FVB = C_0(\sum_{t=1}^{T-1} {}_{t-1}|_1q_x v^t + {}_{T-1}p_x v^T), \quad (13)$$

dengan $v_* = e^{-r} + \frac{\eta}{1+i}c$. Berdasarkan Persamaan (13) didapatkan bahwa polis dengan premi tunggal dikatakan wajar jika dan hanya jika $U = FVB$. Karena c adalah nilai *Black-Scholes* standar untuk *European call option* maka apabila digunakan untuk menentukan nilai *American put option*, maka c dapat didekati dengan rumus transformasi Laplace dan metode Binomial.

b. Harga Polis yang Wajar dari Kontrak Dasar

Kontrak dasar dari polis asuransi berbonus tipe dwiguna yaitu kontrak asuransi tanpa keuntungan dan tanpa *surrender option*, dinotasikan dengan U^B ,

$$U^B = C_1[\sum_{t=1}^{T-1}(1+r)^{-t}t - \frac{1}{1q_x} + (1+r)^{-T}T - 1p_x] \quad (14)$$

c. Harga Polis yang Wajar dari Keseluruhan Kontrak

Harga Polis yang Wajar dari Keseluruhan Kontrak dihitung dengan menggunakan model *American put option*. Sebagaimana sudah diketahui bahwa rumus untuk menentukan harga polis asuransi yang wajar untuk premi tunggal adalah sebagai berikut:

$$FVB = C_0(\sum_{t=1}^{T-1} {}_{t-1}|_1q_x v^t + {}_{T-1}p_x v^T), \quad (15)$$

dengan $v_* = e^{-r} + \frac{\eta}{1+i}c$, maka untuk menentukan harga polis yang wajar untuk keseluruhan kontrak nilai $v_* = e^{-r} + \frac{\eta}{1+i}c$ ini akan didekati menggunakan model *American put option* yang nantinya v_* akan diganti menjadi $v_* = e^{-r} + \frac{\eta}{1+i}V(s, \tau)$ untuk memperoleh nilai $V(s, \tau)$, sehingga dapat dinotasikan dengan U^T :

$$U^T = C_0(\sum_{t=1}^{T-1} {}_{t-1}|_1q_x v^t + {}_{T-1}p_x v^T), \quad (16)$$

U^T adalah istilah untuk *Fair Value of Benefit* yang didekati dengan model dari *American Put Option*. *American put option* adalah kontrak yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk menjual suatu saham dan dapat melakukan *exercise* kapan saja selama waktu kontrak dengan harga yang sudah ditetapkan sebelumnya.

d. Harga Polis yang Wajar dari Kontrak *Surrender Option*

Surrender option adalah sebuah pilihan untuk membatalkan atau mengakhiri suatu kontrak asuransi jiwa sebelum waktu jatuh tempo. Apabila mengakhiri kontrak tersebut lebih awal maka dapat dikenakan biaya pembatalan kontrak (biaya yang telah dikenakan oleh perusahaan asuransi karena telah membatalkan kontrak). Sebelum melaksanakan *Surrender option* pemegang kontrak harus menentukan nilai tunai kontrak ini dan berapa banyak uang tunai atau uang bersih yang akan dibayarkan oleh perusahaan asuransi dari pembatalan kontrak. Nilai *Surrender*

option merupakan hasil dari harga polis dari keseluruhan kontrak (U^T) dikurang dengan harga polis *non-surrender* (U^P), sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

$$Surr = U^T - U^P \quad (17)$$

U^P adalah istilah untuk *Fair Value of Benefit* yang didekati dengan model dari *European call Option*. *European call option* adalah kontrak yang memberikan hak kepada pemegangnya untuk membeli suatu saham pada saat jatuh tempo T dengan harga yang sudah ditetapkan sebelumnya.

4. Penentuan Nilai *American Put Option*

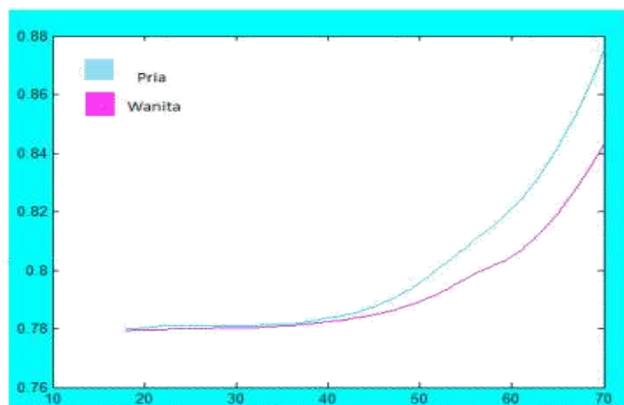
Harga saham dipasar bebas pada waktu tertentu atau dimasa yang akan datang tidak dapat dipastikan oleh seseorang. Di pasar bebas harga saham dapat mengalami perubahan naik dan turun setiap jam bahkan setiap detiknya. Padahal harga saham tersebut pada waktu tertentu sangat diperlukan oleh dua belah pihak yaitu *writer* dan *holder*, dalam pembuatan kontrak *option* sebagai transaksi jual beli saham pada waktu yang akan datang. Disini akan dibahas metode yang dapat memprediksi harga saham di pasar bebas pada waktu tertentu menggunakan metode binomial, sehingga akan dapat ditentukan harga *option* yang mungkin menguntungkan kedua pihak tersebut.

5. Simulasi Numerik Pergerakan Harga Polis Menggunakan Metode Binomial

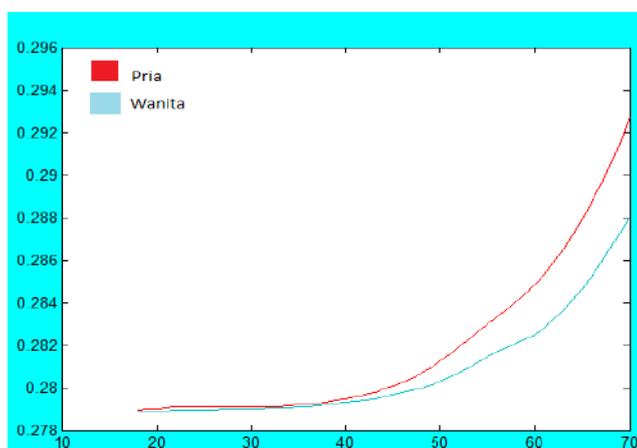
Pada simulasi ini umur tertanggung yang menjadi parameter adalah dari usia 18 tahun sampai 70 tahun. Dengan menggunakan metode binomial diperoleh hasil simulasi numerik pergerakan harga polis yang akan ditunjukkan pada grafik di bawah ini.

Tabel 1. Asumsi Untuk Parameter Umur dengan Menggunakan Metode Binomial

Simbol	Nilai
σ	0,15
r	0,05
i	0,02
η	0,5
C_0	Rp 150.000.000
T	5 tahun



Gambar 3. Grafik Harga Polis Asuransi Yang Wajar Menggunakan Binomial



Gambar 4. Grafik Harga Polis Asuransi Berbonus *Surrender Option* Menggunakan Binomial

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin tua umur tertanggung pada saat mengajukan asuransi maka semakin mahal harga polis yang harus dibayarkan. Dengan menggunakan metode binomial dapat diperoleh harga polis yang wajar untuk laki-laki dan perempuan masing-masing memiliki nilai sekitar 0,78 dikalikan terhadap benefit yang diperoleh jika tertanggung meninggal pada tahun pertama kontrak (C_0). Hal ini disebabkan karena semakin tua umur seseorang maka probabilitas ia akan meninggal sangat besar sehingga mempengaruhi terhadap harga suatu polis. Dan dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa grafik harga polis asuransi berbonus dengan *surrender option* menggunakan metode Binomial mulai dari umur 18 sampai 70 tahun juga meningkat. Harga polis asuransi jiwa berbonus dengan *surrender option* terhadap laki-laki dan perempuan diperoleh sekitar 0,27 dikalikan terhadap benefit yang diperoleh jika tertanggung meninggal pada tahun pertama kontrak (C_0).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa harga polis asuransi jiwa meningkat seiring bertambahnya usia tertanggung. Metode binomial menunjukkan faktor harga wajar sekitar 0,78 dan untuk harga polis asuransi jiwa berbonus 0,27 untuk polis dengan *surrender option*, dikalikan dengan *benefit* jika tertanggung meninggal pada tahun pertama kontrak (C_0). Ini menunjukkan bahwa usia mempengaruhi secara signifikan dalam penetapan harga polis, karena risiko kematian yang lebih tinggi pada usia lebih tua.

REFERENSI

- Bacinello, A. R. (2001). Fair pricing of life insurance participating policies with a minimum interest rate guaranteed. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*. Vol. 31(2), 275–297.
- Cole, C. R., & Fier, S. G. (2021). An examination of life insurance policy surrender and loan activity. *Journal of Risk and Insurance*. Vol. 88(2), 483–516. <https://doi.org/10.1111/jori.12329>
- Fikri, A. J., Muhartini, A. A., Sharoni, O., Febrianti, T., & Mahuda, I. (2022). Perbandingan Perhitungan Premi Asuransi Jiwa Berjangka, Seumur Hidup, Dan Dwiguna Pada Kasus Laki-Laki Dan Perempuan. *Jurnal Bayesian : Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika*. Vol. 2(1), 31–38. <https://doi.org/10.46306/bay.v2i1.26>
- He, L., Liang, Z., Liu, Y., & Ma, M. (2020). Weighted utility optimization of the participating endowment contract. *Scandinavian Actuarial Journal*. Vol. 2020(7), 577–613. <https://doi.org/10.1080/03461238.2019.1698452>
- Intan, W., Putri, D., Subhan, M., & Murni, D. (2018). Menentukan Formulasi Asuransi Jiwa Dwiguna Menggunakan Hukum Heligman-Pollard Dengan Kasus Multiple Life. *Journal Of Mathematics UNP*. Vol. 3(1), 65–69.
- Lestari, D. A., Simbolon, K., & Tambunan, S. M. P. (2023). Menentukan Nilai Premi Tunggal Bersih Asuransi Jiwa Seumur Hidup Menggunakan TMI IV Tahun 2019 dengan Variasi Uang Pertanggungan (UP). *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Vol. 3(1), 105–118. <https://doi.org/10.55606/jurrimipa.v3i1.2276>
- Maulida, V., Siswanah, E., & Nisa, E. K. (2019). Penentuan Harga Opsi Tipe Eropa dengan Model Binomial. *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 1(1), 65. <https://doi.org/10.21580/square.2019.1.1.4111>
- Rocio, P., Aguilar, C., & Xu, C. (2007). Modelling and Optimization of Life Insurance Policies. *Proceedings of the 51st Annual Meeting of the ISSS, Tokyo, Japan*. Vol. 51(2), 1–10.
- Suhardi. (2021). *Asuransi Jiwa (Konvensional dan Syariah)*. Penerbit CV. Gava Media. Yogyakarta.
- Syamsudin, A. R. (2022). *Pada Asuransi Jiwa Last Survivor Seumur Hidup*.

Epsilon: Jurnal Matematika Murni dan Terapan No.18 (1), Juni 2024

Hermei Lissa, Endah R.M. Putri – Model Investasi Polis Asuransi Jiwa Berbonus Tipe
Dwiguna dengan *American Put Option*

(Skripsi Sarjana, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
<http://etheses.uin-malang.ac.id/37114/1/18610105.pdf>