

## Cadangan Prospektif Produk Asuransi Jiwa *Endowment* dengan Metode *Gross Premium Valuation*

DAVID EURICO, SANDRA KEZIA\*, LIENDA NOVIYANTI, ACHMAD ZANBAR SOLEH

Program Studi S-1Aktuaria  
Departemen Statistika FMIPA Universitas Padjadjaran

\*Penulis Koresponden: sandrakezia99@gmail.com

### Abstrak

Penentuan cadangan asuransi jiwa yang melibatkan biaya-biaya dalam besaran preminya menjadi penting untuk dihitung dengan tepat sehingga perusahaan asuransi dapat mengelola cadangan manfaat dengan baik. Penelitian ini akan menghitung nilai cadangan dari produk asuransi jiwa *endowment single life double decrement* (kematian dan ketidakmampuan total) menggunakan metode *Gross Premium Valuation* (GPV) dengan pendekatan prospektif. Besaran nilai cadangan yang didapatkan dari metode GPV pendekatan prospektif adalah nol pada cadangan awal tahun pertama. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh dana yang masuk pada tahun pertama digunakan untuk menutupi biaya yang harus dikeluarkan perusahaan. Selanjutnya nilai dari cadangan GPV akan terus bertambah sehingga pada akhir tahun polis akan bernilai sama dengan manfaat asuransi *endowment* yang dijanjikan kepada pemegang polis. Dalam penelitian ini, dilibatkan pula beban administrasi, beban polis, dan *loyalty bonus*. Hasil yang diberikan adalah besarnya *gross premium* yang harus dibayarkan dari tertanggung perempuan berusia 30 tahun, dengan masa proteksi 20 tahun dan periode pembayaran premi selama 20 tahun dibayar setiap awal tahun yaitu sebesar Rp6.680.206,00 untuk tingkat suku bunga 7% dan Rp6.126.428,00 untuk tingkat suku bunga 8%. Cadangan yang harus dipersiapkan perusahaan asuransi pada akhir tahun pertama yaitu sebesar Rp2.581.881,00 untuk tingkat suku bunga 7% dan Rp2.309.611,00 untuk tingkat suku bunga 8% dan akan bertambah hingga pada akhir tahun ke-20 sebesar Rp200.000.000,00. Didapatkan hasil bahwa *gross premium* dan cadangan akan memiliki nilai yang lebih kecil untuk tingkat suku bunga yang lebih besar. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan oleh perusahaan asuransi sebagai referensi perhitungan cadangan dan sensitifitas tingkat suku bunga yang digunakan dalam metode GPV.

*Kata kunci:* Cadangan Prospektif, GPV, *Single life double decrement*.

**Abstract**

*Determination of life insurance reserves involving expenses in premiums is important to be calculated correctly so that insurance companies can manage benefit reserves properly. This study will calculate the reserve value of the single life double decrement endowment life insurance product (death and total disability) using the Gross Premium Valuation (GPV) method with a prospective approach. The reserve value obtained from the prospective GPV approach is zero at the beginning of the first year's reserves. This shows that all incoming premium in the first year are used to cover expenses that must be incurred by the company. Furthermore, the value of GPV reserve will continue to increase so that at the end of the policy year it will be the same as the endowment benefits promised to the policyholder. In this study, administrative expenses, policy expenses, and loyalty bonuses are also involved. The result given is the amount of gross premium that must be paid from the insured woman aged 30 years, with a protection period of 20 years and a premium payment period of 20 years paid at the beginning of each year, which is Rp6.680.206,00 for an interest rate of 7% and Rp6.126.428,00 for an interest rate of 8%. Reserves that must be prepared by the insurance company at the end of the first year are Rp2.581.881,00 for an interest rate of 7% and Rp2.309.611,00 for an interest rate of 8% and will increase until the end of the 20th year of Rp200.000.000,00. The result is that gross premium and reserves will have a smaller value for a higher interest rate. The results of this study can be used by insurance companies as a reference for calculating reserves and interest rate sensitivity used in the GPV method.*

*Keywords: Prospective Reserve, GPV, Single life double decrement.*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan, tidak dapat dipungkiri bahwa ada berbagai peristiwa yang dapat menghampiri, termasuk pula peristiwa yang tidak diinginkan, seperti musibah. Peristiwa yang tidak diharapkan tersebut dapat memberikan risiko berupa ancaman secara fisik, maupun ancaman secara finansial. Asuransi dapat memberikan perlindungan terhadap berbagai risiko tersebut. Menurut Otoritas Jasa Keuangan [8], asuransi diartikan sebagai perjanjian antara perusahaan asuransi dan pemegang polis dalam periode waktu tertentu, dimana pemegang polis akan membayar sejumlah premi kepada perusahaan untuk mendapatkan manfaat atas kerugian dari risiko yang ada. Dalam asuransi jiwa, perlindungan yang diberikan dapat berupa uang pertanggungan, bonus premium, dan lain - lain.

Perusahaan asuransi dalam menjalankan perannya memerlukan sebuah perlindungan atau jaminan yang dapat memastikan bahwa perusahaan asuransi mampu membayarkan kewajibannya, sehingga perusahaan asuransi harus memiliki cadangan atas polis asuransi yang diterbitkan. Perusahaan asuransi harus menyiapkan sejumlah dana sesuai perjanjian terhadap tertanggung, jika tertanggung meninggal dunia, yang disebut dengan uang pertanggungan.

Terdapat beberapa metode dalam menghitung cadangan premium, seperti metode *Gross Premium Valuation (GPV)*, *Full Preliminary Term*, *Zillmer*, *New Jersey*, dan lain-lain. Dengan metode GPV, biaya-biaya yang harus ditanggung oleh pemegang polis, telah masuk ke dalam perhitungan, sehingga hasil yang diberikan akan lebih sesuai dengan kondisi riil. Selain

itu, menghitung cadangan dapat menggunakan pendekatan prospektif dan retrospektif. Pendekatan retrospektif merupakan perhitungan cadangan premi berdasarkan jumlah total pendapatan di waktu lampau sehingga dapat memberikan hasil yang lebih cepat untuk cadangan setiap tahunnya dengan berurutan, namun didapatkan dengan proses yang cukup rumit. Sedangkan, perhitungan secara prospektif merupakan perhitungan cadangan premi berdasarkan nilai sekarang dari semua pendapatan di waktu yang akan datang. Secara teoritis, perhitungan baik menggunakan retrospektif maupun prospektif akan menghasilkan hasil cadangan yang sama (Futami, [4]). Kelebihannya perhitungan secara prospektif ialah proses perhitungan yang lebih cepat jika pembayaran premium sudah lunas (Sembiring, [9]).

Dalam paper oleh Hetharie, et al. [5], menjelaskan cara perhitungan cadangan premi asuransi kesehatan dalam hal perawatan di rumah sakit, dengan jumlah tertanggung tiga orang yaitu ayah, ibu, dan anak menggunakan metode retrospektif. Namun, pada jurnal ini belum menjelaskan mengenai asuransi jiwa maupun cadangan dengan prospektif.

Kamil, dkk [7] melalui penelitiannya menyatakan bahwa untuk perusahaan asuransi jiwa yang baru berdiri, penghitungan cadangan premi bersih tidak bisa digunakan karena akan mengakibatkan aset perusahaan merugi. Untuk mengatasinya diperlukan modifikasi selain perhitungan cadangan premi bersih.

Pada paper yang ditulis oleh Hikmah, et al. [6], menjelaskan perhitungan cadangan asuransi jiwa menggunakan metode GPV prospektif, tetapi media yang dipakai belum menggunakan bantuan pemrograman lainnya.

Pada umumnya perusahaan asuransi dapat menggunakan berbagai macam *software* untuk menghitung cadangan asuransi, seperti Microsoft Excel, Prophet, dan lain lain yang mana setiap media memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Microsoft Excel mudah diakses, namun membutuhkan ketelitian dan proses yang cukup panjang dalam setiap perhitungan. *Software Prophet*, memberi kemudahan dalam proses perhitungan, tetapi tidak mudah untuk diakses (berbayar). Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Python yang sifatnya *open source* atau mudah diakses dan gratis. Bahasa Python dipilih karena merupakan high-level programming language yang merupakan bahasa pemrograman yang lebih dekat dan mudah dimengerti oleh manusia. Python juga memiliki *modules* bawaan yang dapat mempermudah proses koding. Bogdanchikov et al [1] membandingkan kode yang ditulis dalam bahasa C++, JAVA, dan Python kemudian menyimpulkan bahwa Python merupakan bahasa termudah dan ternyaman untuk digunakan. Untuk mengembangkan penelitian yang sudah ada, dalam penelitian ini mengelaborasi bagaimana perhitungan cadangan asuransi jiwa *endowment* semikontinu dengan metode GPV pendekatan prospektif menggunakan bahasa pemrograman Python.

## 2. METODE PENELITIAN

**2.1. Notasi Aktuaria.** Dalam membentuk model perhitungan cadangan atas suatu polis asuransi jiwa diskrit *endowment* yang diinginkan, diperlukan beberapa variabel, misalkan pemegang polis laki - laki berusia  $x$  tahun akan mengikuti asuransi jiwa *endowment* dengan masa proteksi  $n$  tahun dan masa pembayaran premi selama  $k$  tahun.

Beberapa simbol yang digunakan pada perhitungan asuransi jiwa tersebut antara lain:

- $x$  : usia pemegang polis saat mengikuti asuransi
- ${}_t p_x$  : peluang seseorang yang berusia ( $x$ ) tahun tetap hidup hingga usia ( $x + t$ ) tahun
- ${}_t q_x$  : peluang seseorang yang berusia ( $x$ ) tahun akan meninggal sebelum ( $x + t$ ) tahun
- ${}_t q_x^{(j)}$  : peluang seseorang berusia  $x$  mengalami *decrement*  $j$  dalam jangka waktu  $x + t$  tahun
- ${}_t p_x^{(j)}$  : peluang seseorang yang berusia  $x$  tahun akan bertahan karena *decrement*  $j$  dalam waktu  $x + t$  tahun
- $A_{\overline{x:n}|}$  : premi tunggal bersih asuransi jiwa *endowment* untuk seseorang berumur ( $x$ ) tahun dan periode  $n$  tahun
- $\ddot{a}_{\overline{x:n}|}$  : anuitas diskrit berjangka untuk seseorang berumur ( $x$ ) tahun dan periode  $n$  tahun
- $v^n$  : faktor diskonto pada periode ke- $n$
- $i$  : tingkat suku bunga

2.2. **Single Life.** Dimisalkan  $T(x)$  merupakan sebuah variabel acak yang menyatakan *future lifetime* atau sisa masa hidup yang akan datang dari seseorang yang berusia  $x$  tahun. Fungsi distribusi kumulatif dari variabel acak ini adalah peluang seseorang yang berusia  $x$  tahun akan meninggal dalam  $t$  tahun ke depan atau dapat ditulis sebagai

$$\begin{aligned} F_{T(x)}(t) &= P(T(x) \leq t) \\ &= {}_t q_x \end{aligned} \quad (1)$$

Fungsi survival dari variabel acak *future lifetime* adalah berupa peluang seseorang berusia  $x$  tahun akan hidup dalam  $t$  tahun ke depan. Fungsi survival ini merupakan komplemen dari fungsi distribusi kumulatif atau:

$$\begin{aligned} S_{T(x)}(t) &= 1 - P(T(x) \leq t) \\ &= {}_t p_x \end{aligned} \quad (2)$$

Bila banyaknya individu berusia  $x$  tahun yang masih hidup ( $l_x$ ) diketahui maka baik,  ${}_t p_x$  dan  ${}_t q_x$  dapat dicari nilainya dengan formula:

$${}_t p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x} \quad (3)$$

$${}_t q_x = \frac{l_x - l_{x+t}}{l_x} \quad (4)$$

2.3. **Double Decrement Function.** Dalam asuransi jiwa, *decrement* dapat dinyatakan sebagai penyebab pemegang polis keluar atau gugur dari populasi sehingga ia akan mendapatkan manfaat dari asuransi. Beberapa produk asuransi jiwa tidak hanya memberi manfaat jika pemegang polis meninggal dunia, namun juga saat adanya kejadian lain yang tidak diharapkan, seperti ketidakmampuan total sehingga dapat dinyatakan dengan *double decrement*. Dalam asumsi *double decrement*, peluang seseorang berusia  $x$  mengalami *decrement*  $j$  dalam jangka waktu  $x + t$  tahun dapat dinotasikan sebagai  ${}_t q_x^{(j)}$ . Sedangkan peluang seseorang yang berusia  $x$  tahun akan bertahan karena *decrement*  $j$  dalam jangka waktu  $x + t$  tahun yang akan datang dapat dinyatakan dengan (Bowers et al., [2]):

$${}_t q_x^{(j)} = 1 - {}_t p_x^{(j)} \quad (5)$$

Semua penyebab terjadinya decrement menggunakan notasi *superscript* ( $\tau$ ), sehingga peluang seseorang berusia  $x$  tahun akan mengalami decrement karena semua sebab decrement ( $\tau$ ) dalam jangka waktu  $t$  tahun yang akan datang dinotasikan sebagai:

$${}_tq_x^{(\tau)} = \sum_{j=1}^r {}_tq_x^{(j)} \quad (6)$$

dan peluang seseorang berusia  $x$  tahun akan bertahan karena semua decrement ( $\tau$ ) dalam jangka waktu  $t$  tahun yang akan datang adalah [2]:

$${}_tp_x^{(\tau)} = 1 - {}_tq_x^{(\tau)} \quad (7)$$

**2.4. Premi Tunggal Bersih Asuransi Jiwa *Endowment Double Decrement*.** Premi bersih dapat diartikan sebagai premi yang dibayarkan tanpa menghitung besar biaya biaya. Premi tunggal bersih merupakan nilai tunai dari seluruh rangkaian pembayaran premi untuk manfaat sebesar satu satuan. Untuk asuransi jiwa *endowment double decrement*, premi tunggal bersih dapat dihitung dengan menjumlahkan premi tunggal bersih dari masing-masing *decrement* yang dinotasikan dengan  $A_{x:\overline{n}|}^{1-(j)}$  dan  $A_{x:\overline{n}|}^{1-(k)}$  dengan premi tunggal bersih asuransi *pure-endowment* ( $A_{x:\overline{n}|} \frac{1}{n}$ ), atau secara matematis dapat ditulis sebagai:

$$\begin{aligned} A_{x:\overline{n}|} &= A_{x:\overline{n}|}^{1-(j)} + A_{x:\overline{n}|}^{1-(k)} + A_{x:\overline{n}|} \frac{1}{n} \\ &= \left( \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} {}_k p_x^{(\tau)} q_{x+k}^{(j)} \right) + \left( \sum_{k=0}^{n-1} v^{k+1} {}_k p_x^{(\tau)} q_{x+k}^{(k)} \right) + v^n {}_n p_x \end{aligned} \quad (8)$$

Sifat premi tunggal bersih pada persamaan (8) adalah diskrit yang mengasumsikan bahwa pembayaran manfaat diberikan pada akhir tahun terjadinya klaim, namun untuk memudahkan pemegang polis mendapatkan manfaat sesaat setelah terjadinya klaim tanpa harus menunggu hingga akhir tahun, penelitian ini akan mengubah premi tunggal diskrit menjadi kontinu. Hubungan antara premi tunggal bersih kontinu dan premi tunggal bersih diskrit untuk kedua *decrement* dijelaskan melalui persamaan sebagai berikut (Bowers et al., [2]):

$$\bar{A}_{30:\overline{20}|}^{1-(m)} = A_{30:\overline{20}|}^{1-(m)} \cdot \frac{i}{\ln(1+i)} \quad (9)$$

$$\bar{A}_{30:\overline{20}|}^{1-(j)} = A_{30:\overline{20}|}^{1-(j)} \cdot \frac{i}{\ln(1+i)} \quad (10)$$

**2.5. Anuitas Berjangka.** Anuitas memiliki arti sebagai suatu pembayaran dalam jumlah tertentu, yang dilakukan secara berkala dengan selang waktu tertentu yang berkelanjutan (Futami, [4]). Dalam asuransi berjangka  $n$  tahun, nilai sekarang dari anuitas yang dinotasikan dengan ( $\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$ ) dapat dituliskan dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \ddot{a}_{x:\overline{n}|} &= 1 + vp_x + v^2 {}_2p_x + \cdots + v^{n-1} {}_{n-1}p_x \\ &= \sum_{k=0}^{n-1} v^k {}_k p_x \end{aligned} \quad (11)$$

dimana  $v^n = (1+i)^{-n}$  merupakan nilai tunai dari pembayaran sebesar 1 pada  $n$  periode mendatang.

**2.6. Premi Asuransi Jiwa Disktri *Endowment*.** Premi adalah pembayaran yang dilakukan oleh pemegang polis kepada penanggung yang dapat ditentukan dengan cara tertentu. Umumnya premi dari sebuah polis asuransi dibayarkan secara berkala, baik tahunan maupun bulanan dalam periode waktu yang telah ditentukan. Premi asuransi dapat dihitung berdasarkan prinsip ekuivalen, dengan manfaat atau *benefit* ( $B$ ) yang akan diberikan (*outflow*) harus sebanding dengan besarnya premi yang dibayarkan oleh pemegang polis (*inflow*). Kerugian dapat didefinisikan sebagai selisih dari *outflow* dan *inflow*. Melalui prinsip ekuivalen, nilai dari ekspektasi kerugian atau loss harus sebesar nol (Dickson et al., [3]), secara matematis dapat ditulis sebagai:

$$E[L] = E[\textit{outflow}] - E[\textit{inflow}] = 0 \quad (12)$$

Ekspektasi dari *outflow* berupa manfaat dikali dengan premi tunggal bersih dan *inflow* merupakan premi yang dibayarkan dikali anuitas, yang dapat dinyatakan dengan:

$$E[L] = A_{x:\overline{n}|} \cdot B - P \cdot \ddot{a}_{x:\overline{n}|} \quad (13)$$

Nilai premi bersih dari asuransi jiwa *endowment* semikontinu dapat dihitung dengan melakukan substitusi pada persamaan (12) dan (13), sehingga formula dari premi bersih asuransi jiwa *endowment* semikontinu adalah:

$$P = \frac{B \cdot \bar{A}_{x:\overline{n}|}}{\ddot{a}_{x:\overline{n}|}} \quad (14)$$

**2.7. Cadangan Menggunakan Metode GPV Prospektif.** Perhitungan cadangan menggunakan metode GPV memiliki dua jenis pendekatan yaitu prospektif dan retrospektif. Perhitungan GPV pada dasarnya dapat dikatakan sebagai nilai sekarang dari manfaat dan biaya masa depan dikurangi nilai sekarang dari premi bruto (premi yang melibatkan beban seperti administrasi) di masa yang akan datang. Pendekatan prospektif menggunakan prinsip nilai sekarang atas pendapatan dimasa depan. Berbanding terbalik dengan retrospektif yang menggunakan perhitungan atas pendapatan di waktu lampau. Cadangan dengan GPV dapat dinotasikan melalui persamaan berikut [4]:

$$V_t = PV_{FCO} - PV_{FCI}, \quad (15)$$

dengan  $V_t$  merupakan cadangan tahun ke- $t$ ,  $PV_{FCO}$  adalah *Present Value Future Cash Outflow*, dan  $PV_{FCI}$  adalah *Present Value Future Cash Inflow*.

## 2.8. Tahapan Penelitian.

- (1) *Import modules* dan memasukkan data

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mempersiapkan berbagai *modules* yang membantu untuk langkah selanjutnya. Salah satunya adalah *numpy* yang akan membantu saat *looping* di dalam persamaan. Selain itu, pada tahap ini dilakukan *import* data dan mendefinisikan data setiap kolomnya, seperti tabel mortalitas yang didefinisikan untuk pria dan wanita.

- (2) Membuat fungsi aktuaria dasar

Selanjutnya diperlukan pembuatan fungsi dasar atas asumsi aktuaria yang membantu dalam membentuk persamaan dalam mencari gross premium. Seperti faktor diskonto, anuitas, dan premi tunggal bersih.

- (3) Membuat persamaan *Gross Premium*

Dalam implementasi suatu polis asuransi jiwa, pada kenyataannya dibutuhkan beberapa biaya - biaya yang harus dibayarkan oleh pemegang polis. Sehingga dalam tahap ini, biaya - biaya tersebut dimasukkan ke dalam perhitungan untuk mencari *gross premium*.

- (4) Menghitung cadangan GPV

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan cadangan untuk tiap komponen sesuai dengan yang ada dalam polis asuransi jiwa yang telah disetujui. Melalui tahap ini, dapat

diberikan informasi mengenai cadangan yang harus dipersiapkan oleh perusahaan asuransi setiap tahun dan juga untuk setiap komponen yang akan disajikan dalam bentuk tabel. Komponen dalam hal ini dapat berupa premi, *endowment*, dan biaya lain.

(5) Visualisasi

Selain menyajikan hasil cadangan yang perlu disiapkan dalam bentuk tabel, diperlukan juga hasil dalam bentuk grafik yang dapat membantu perusahaan asuransi dalam melihat pergerakan cadangan asuransi yang harus dipersiapkan dari tahun ke tahun.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini akan dilakukan dengan mengambil contoh tertanggung adalah perempuan berusia 30 tahun dengan uang pertanggungan (UP) sebesar Rp1.000.000.000,00 (Satu Miliar Rupiah). Adapun produk asuransinya menjanjikan perlindungan dari dua decrement yakni decrement pertama yakni meninggal dunia dan *decrement* kedua yakni ketidakmampuan total dengan manfaat untuk kedua *decrement* adalah sebesar 100% dari uang pertanggungan. Produk asuransi ini juga menjanjikan manfaat *endowment* sebesar 20% dari uang pertanggungan yang akan diberikan apabila tertanggung tidak melakukan klaim hingga akhir masa proteksi. Masa proteksi adalah 20 tahun dan premi dibayarkan setiap awal tahun hingga akhir masa proteksi. Sebagai tambahan, diberikan *loyalty bonus* satu kali pada awal tahun ke-10 sebesar 1% dari uang pertanggungan apabila tertanggung belum melakukan klaim hingga *loyalty bonus* dibayarkan. Tingkat suku bunga diasumsikan sebesar 7% dan nilai peluang kematian setiap umurnya diambil dari Tabel Mortalitas Indonesia IV.

Diasumsikan pula bahwa peluang tertanggung melakukan *withdrawal* (mengundurkan diri) adalah nol, atau tertanggung diasumsikan tidak mengundurkan diri selama masa proteksi. Untuk biaya yang harus dibayarkan, terdapat beban polis dan beban administrasi. Beban polis sejumlah 50% dari premi yang dibayarkan pada awal kontrak saja dan beban administrasi sebesar Rp360.000,00 (Tiga Ratus Enam Puluh Ribu Rupiah) per tahun.

Selain itu cadangan GPV yang didapatkan akan dibandingkan dengan cadangan GPV untuk tertanggung dan asumsi yang sama tetapi memiliki tingkat suku bunga sebesar 8%. Nilai-nilai ini akan dibandingkan untuk melihat sensitifitas jumlah cadangan terhadap tingkat suku bunga yang digunakan.

**3.1. Gross Premium.** Berdasarkan contoh kasus dan asumsi di atas dicari terlebih dahulu formula gross premium atau premi yang harus dibayarkan pemegang polis. Persamaan (14) menunjukkan formula premi yang merupakan pembagian dari nilai tunai asuransi dengan anuitas pembayaran. Dalam simulasi ini produk asuransi memiliki beban administrasi dan pemeliharaan, sehingga perlu dilakukan penyesuaian formula agar premi yang dibayarkan sudah mencakup semua jenis manfaat perlindungan dan beban. Persamaan gross premium setelah memasukkan semua asumsi yang disebutkan adalah sebagai berikut:

$$GP = \frac{UP \cdot \bar{A}_{30:\overline{20}|}^{1(m)} + UP \cdot \bar{A}_{30:\overline{20}|}^{1(d)} + 0,2 \cdot UP \cdot A_{30:\overline{20}|}}{\ddot{a}_{30:\overline{20}|} - 0,5} + \frac{0,01 \cdot UP \cdot A_{30:\overline{20}|} + 360000a\ddot{a}_{30:\overline{20}|}}{\ddot{a}_{30:\overline{20}|} - 0,5} \quad (16)$$

dengan  $UP \cdot \bar{A}_{30:\overline{20}|}^{1(m)}$  merupakan manfaat jika terjadi klaim atas risiko meninggal dunia dan  $UP \cdot \bar{A}_{30:\overline{20}|}^{1(d)}$  merupakan manfaat jika terjadi klaim atas risiko ketidakmampuan total.

Hasil *gross premium* yang didapatkan untuk perempuan berusia 30 tahun dalam kasus ini adalah sebesar Rp6.680.206,00 (Enam Juta Enam Ratus Delapan Puluh Ribu Dua Ratus Enam Rupiah) dibayar setiap awal tahun untuk tingkat suku bunga 7% dan Rp6.126.428,00

(Enam Juta Seratus Dua Puluh Enam Ribu Empat Ratus Dua Puluh Delapan Rupiah) untuk tingkat suku bunga 8%.

**3.2. Cadangan GPV dan Visualisasi dengan Python untuk tingkat suku bunga 7%.**

Program dibuat dengan *software* Jupyter Notebook yang menggunakan bahasa pemrograman Python. Prosedur pembuatan program mengikuti langkah-langkah yang sudah dijelaskan sebelumnya pada Subbab 2.3. Nilai nilai yang diinput menyesuaikan contoh kasus pada subbab sebelumnya sehingga *output* yang dihasilkan adalah Tabel 2 dan Gambar 1 hingga Gambar 8.

Dalam menghitung cadangan dengan metode GPV, masing-masing komponen *inflow* dan *outflow* akan dicadangkan, sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 1. Cadangan inflow meliputi cadangan dari nilai tunai sejumlah pembayaran premi dalam bentuk *gross premium* (GP) yang diterima oleh perusahaan asuransi. Cadangan *outflow* terdiri dari cadangan atas seluruh manfaat dan beban yang dibayarkan oleh perusahaan asuransi yakni cadangan kematian, cadangan ketidakmampuan, cadangan *endowment*, dan biaya lainnya. Sesuai dengan persamaan (13) yang mana *outflow* merupakan premi tunggal bersih dikali manfaat, dalam ilustrasi ini besar manfaat ditentukan sebesar uang pertanggungan (UP). Cadangan GPV yang harus dipersiapkan setiap tahunnya oleh perusahaan asuransi merupakan selisih dari nilai sekarang *outflow* dan *inflow* sesuai dengan persamaan (15).

TABEL 1. Tabel Persamaan Cadangan GPV pendekatan prospektif

Periode	Inflow		Outflow					GPV
	GrossPremium	Cadangan Kematian	Cadangan Ketidakmampuan	Cadangan Endowment	Beban Administrasi	Beban Polis	Loyalty Bonus	
0	$GP \cdot \ddot{a}_{30:20}$	$UP \cdot A_{30:20}^{-1(m)}$	$UP \cdot A_{30:20}^{-1(d)}$	$0,2 \cdot UP \cdot A_{30:20}^{-1}$	$F \cdot \ddot{a}_{30:20}$	$0,5 \cdot GP$	$0,2 \cdot UP \cdot A_{30:20}^{-1}$	Outflow-Inflow
1	$GP \cdot \ddot{a}_{31:19}$	$UP \cdot A_{31:19}^{-1(m)}$	$UP \cdot A_{31:19}^{-1(d)}$	$0,2 \cdot UP \cdot A_{31:19}^{-1}$	$F \cdot \ddot{a}_{31:19}$	-	$0,01 \cdot UP \cdot A_{31:19}^{-1}$	Outflow-Inflow
2	$GP \cdot \ddot{a}_{32:18}$	$UP \cdot A_{32:18}^{-1(m)}$	$UP \cdot A_{32:18}^{-1(d)}$	$0,2 \cdot UP \cdot A_{32:18}^{-1}$	$F \cdot \ddot{a}_{32:18}$	-	$0,01 \cdot UP \cdot A_{32:18}^{-1}$	Outflow-Inflow
9	$GP \cdot \ddot{a}_{39:11}$	$UP \cdot A_{39:11}^{-1(m)}$	$UP \cdot A_{39:11}^{-1(d)}$	$0,2 \cdot UP \cdot A_{39:11}^{-1}$	$F \cdot \ddot{a}_{39:11}$	-	$0,01 \cdot UP \cdot A_{39:11}^{-1}$	Outflow-Inflow
10	$GP \cdot \ddot{a}_{40:10}$	$UP \cdot A_{40:10}^{-1(m)}$	$UP \cdot A_{40:10}^{-1(d)}$	$0,2 \cdot UP \cdot A_{40:10}^{-1}$	$F \cdot \ddot{a}_{40:10}$	-	$0,01 \cdot UP \cdot A_{40:10}^{-1}$	Outflow-Inflow
20	-	-	-	$0,2 \cdot UP$	-	-	-	Outflow-Inflow

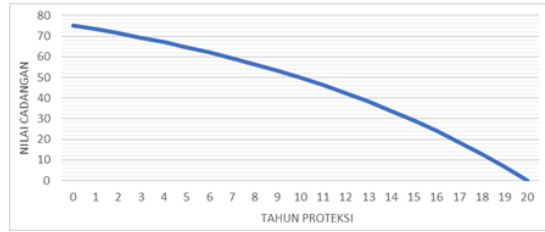
Tabel 2 memperlihatkan jumlah cadangan untuk setiap komponen asuransi dari ilustrasi sebelumnya. Kolom GPV merupakan cadangan akhir yang harus dipersiapkan perusahaan asuransi setiap periodenya. Sebagai contoh, pada akhir tahun ke-8, perusahaan harus menyiapkan cadangan sebesar Rp13.056.741,00 untuk mengantisipasi risiko kematian, Rp652.837,00 untuk risiko ketidakmampuan, Rp86.887.718,00 dan Rp8.715.323,00 untuk masing-masing *endowment* dan *loyalty bonus*, serta Rp3.039.291,00 untuk beban administrasi. Komponen *inflow* berupa *gross premium* di masa yang akan datang sejumlah Rp55.954.429,00. Cadangan GPV merupakan selisih dari ekspektasi nilai kini dari *outflow* dengan ekspektasi nilai kini dari *inflow* seperti pada persamaan maka cadangan GPV dalam kasus ini adalah jumlah komponen manfaat kematian, ketidakmampuan, endowment, beban administrasi, beban polis, dan *loyalty bonus* dikurangi dengan komponen *gross premium*. Hasil cadangan GPV untuk akhir tahun ke-8 didapatkan sebesar Rp55.954.429,00.

Selain tabel berisi nilai cadangan, cadangan dari masing-masing komponen asuransi akan divisualisasi dengan plot garis. Tujuan visualisasi ini adalah untuk melihat pergerakan dan tren setiap komponen dari awal masa proteksi hingga akhir.

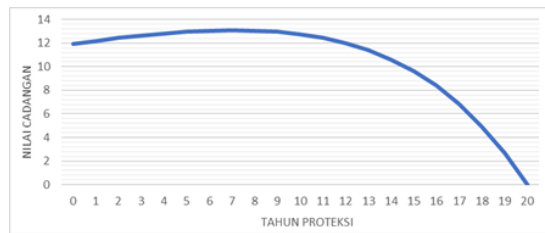
Gambar 1 memperlihatkan pergerakan komponen cadangan *gross premium* dengan tren menurun hingga mencapai 0 di akhir tahun ke-20 karena banyaknya pembayaran *gross premium* berkurang sepanjang polis berjalan. Gambar 2 menyatakan cadangan dari *decrement* kematian. Tren yang ditunjukkan adalah menurun pula hingga mencapai 0 di akhir tahun ke-20 karena masa proteksi yang berkurang seiring berjalannya waktu hingga pada akhir tahun ke-20, perusahaan asuransi tidak lagi berkewajiban untuk melindungi tertanggung dari risiko kematian.

Gambar 3 memperlihatkan pergerakan komponen manfaat ketidakmampuan. Tren yang dialami adalah menurun dengan alasan yang sama pada Gambar 2 yakni masa proteksi yang





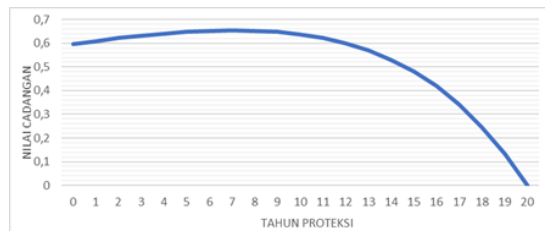
GAMBAR 1. Pergerakan Komponen *Gross Premium* (dalam jutaan rupiah)



GAMBAR 2. Pergerakan Komponen Manfaat Kematian (dalam jutaan rupiah)

TABEL 2. Tabel Cadangan GPV pendekatan prospektif dengan Python dengan tingkat suku bunga 7% (dalam Rupiah)

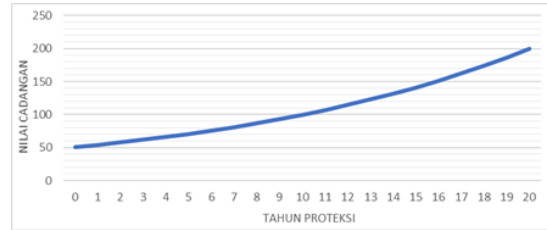
Periode	<i>GrossPremium</i>	Cadangan Kematian	Cadangan Ketidakmampuan	Cadangan <i>Endowment</i>	Beban Administrasi	Beban Polis	<i>Loyalty Bonus</i>	GPV
0	75.214.941	11.922.604	596.130	50.261.246	4.053.375	3.340.103	5.041.483	-
1	73.375.310	12.184.972	609.249	53.811.173	3.954.236	-	5.397.561	2.581.881
2	71.408.747	12.424.985	621.249	57.614.251	3.848.257	-	5.779.031	8.870.025
3	69.306.111	12.641.081	632.054	61.688.702	3.734.945	-	6.187.721	15.578.391
4	67.058.300	12.821.367	641.068	66.054.766	3.613.809	-	6.625.661	22.698.372
5	64.654.796	12.963.327	648.166	70.733.558	3.484.283	-	7.094.970	30.269.509
6	62.084.960	13.054.041	652.702	75.748.534	3.345.793	-	7.598.000	38.314.110
7	59.336.665	13.089.883	654.494	81.124.183	3.197.686	-	8.137.208	46.866.788
8	56.397.481	13.056.741	652.837	86.887.718	3.039.291	-	8.715.323	55.954.429
9	53.253.397	12.949.704	647.485	93.067.575	2.869.855	-	9.335.197	65.616.418
10	49.889.886	12.753.271	637.664	99.695.353	2.688.593	-	10.000.000	75.884.995
11	46.291.710	12.440.579	622.029	106.806.354	2.494.686	-	-	76.071.937
12	42.441.347	12.003.256	600.163	114.436.592	2.287.188	-	-	86.885.851
13	38.321.151	11.401.569	570.078	122.628.693	2.065.148	-	-	98.344.337
14	33.910.640	10.623.564	531.178	131.425.200	1.827.463	-	-	110.496.765
15	29.188.355	9.635.827	481.791	140.874.927	1.572.977	-	-	123.377.167
16	24.141.096	8.392.100	419.605	151.032.698	1.300.438	-	-	137.013.745
17	18.713.515	6.832.213	341.611	161.960.374	1.008.482	-	-	151.429.164
18	12.906.807	4.942.811	247.141	173.717.081	695.555	-	-	166.695.781
19	6.680.206	2.678.371	133.919	186.372.315	360.000	-	-	182.864.398
20	-	-	-	200.000.000	-	-	-	200.000.000



GAMBAR 3. Pergerakan Komponen Manfaat Ketidakmampuan (dalam jutaan rupiah)

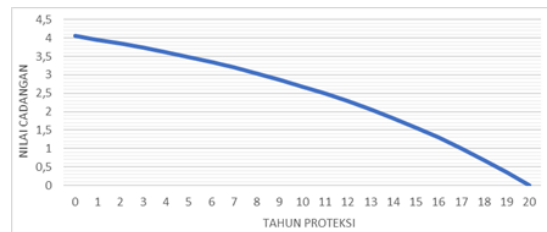
berkurang hingga pada akhir, perusahaan asuransi tidak berkewajiban kembali untuk melindungi tertanggung dari risiko ketidakmampuan.

Gambar 4 memperlihatkan komponen cadangan *endowment*. Cadangan *endowment* mengalami tren kenaikan hingga mencapai Rp200.000.000,00 pada akhir tahun ke-20. Pembayaran

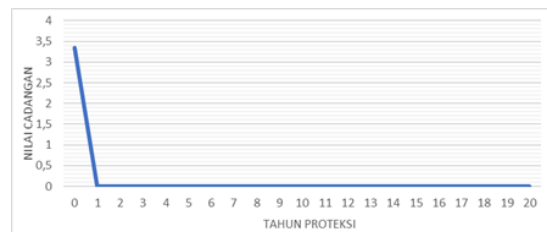


GAMBAR 4. Pergerakan Komponen Manfaat Endowment (dalam jutaan rupiah)

ini terjadi bila pemegang polis tidak melakukan klaim hingga akhir kontrak, perusahaan asuransi berkewajiban untuk membayarkan manfaat *endowment* sebesar 20% dari uang pertanggungan.

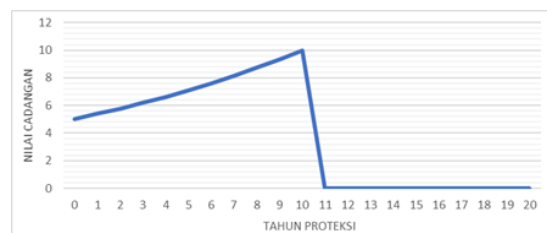


GAMBAR 5. Pergerakan Komponen Beban Administrasi (dalam jutaan rupiah)



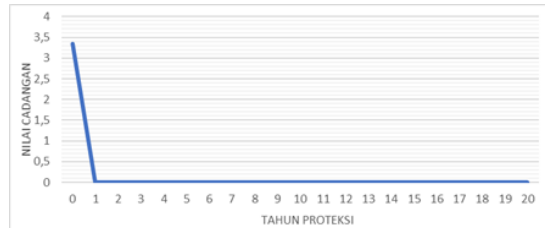
GAMBAR 6. Pergerakan Komponen Beban Polis (dalam jutaan rupiah)

Gambar 5 dan Gambar 6 masing-masing menyatakan komponen beban administrasi dan beban polis asuransi. Tren pada Gambar 5 adalah menurun karena alasan yang sama pada pada Gambar 2 dan Gambar 3, yakni masa proteksi yang mengecil seiring berjalannya waktu yang menyebabkan banyaknya pengeluaran pada administrasi di masa depan berkurang. Gambar 6 hanya memiliki pembayaran di awal kontrak saja sehingga sesaat dimulainya kontrak, nilai dari beban polis jatuh ke angka Rp0 karena tidak adanya pembayaran beban polis di masa depan.



GAMBAR 7. Pergerakan Komponen *Loyalty Bonus* (dalam jutaan rupiah)

Gambar 7 menyatakan komponen cadangan *loyalty bonus*. Karena sifatnya wajib diberikan ketika mencapai awal tahun ke-10, maka tren yang ada adalah kenaikan dan jatuh ke angka Rp0 memasuki awal tahun ke-10 hingga akhir kontrak karena tidak ada lagi pembayaran yang berhubungan dengan *loyalty bonus*.



GAMBAR 8. Pergerakan Cadangan GPV (dalam jutaan rupiah)

Cadangan yang harus dipersiapkan diperlihatkan pergerakannya di Gambar 8. Tren yang diperlihatkan adalah kenaikan dikarenakan adanya komponen *endowment*. Hal yang unik terjadi adalah cadangan GPV di akhir tahun ke-9 dan akhir tahun ke-10 tidak mengalami kenaikan yang signifikan. Ini terjadi karena cadangan diambil untuk membayar *Loyalty Bonus* yang mana mengurangi jumlah cadangan pada awal tahun ke-10.

### 3.3. Cadangan GPV dan Visualisasi dengan Python untuk tingkat suku bunga 8%.

Besarnya nilai cadangan untuk setiap komponen asuransi ditunjukkan pada Tabel 2 dan output gambar untuk pergerakan setiap komponen memiliki tren dan bentuk yang sama dari Gambar 1 hingga Gambar 8.

*Gross premium* dari asuransi dengan tingkat suku bunga 8% memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan *gross premium* dengan tingkat suku bunga 7%. Begitu pula dengan cadangan GPV, cadangan akhir tahun ke-8 untuk tingkat suku bunga 8% bernilai lebih kecil dibanding dengan tingkat suku bunga 7%. Perusahaan asuransi umumnya menginvestasikan premi yang diterima ke aset-aset investasi seperti obligasi dan deposito. Naiknya tingkat suku bunga secara makro akan mengurangi harga obligasi dan meningkatkan bunga deposito. Kedua hal ini akan meningkatkan pendapatan investasi bagi perusahaan asuransi. Kondisi ini memungkinkan perusahaan asuransi untuk mengurangi jumlah premi yang ditagih dan jumlah cadangan yang harus disiapkan untuk membayar manfaat kepada tertanggung.

TABEL 3. Tabel Cadangan GPV pendekatan prospektif dengan Python dengan tingkat suku bunga 8% (dalam Rupiah)

Periode	<i>GrossPremium</i>	Cadangan Kematian	Cadangan Ketidakmampuan	Cadangan <i>Endowment</i>	Beban Administrasi	Beban Polis	<i>Loyalty Bonus</i>	GPV
0	64.546.169	10.826.534	541.327	41.728.588	3.792.850	3.063.214	4.593.657	-
1	63.130.440	11.117.080	555.854	45.093.390	3.709.659	-	4.964.068	2.309.611
2	61.603.142	11.389.930	569.496	48.731.561	3.619.912	-	5.364.573	8.072.331
3	59.955.139	11.643.677	582.184	52.665.476	3.523.072	-	5.797.635	14.256.905
4	58.177.156	11.866.522	593.326	56.919.951	3.418.595	-	6.265.985	20.887.224
5	56.258.497	12.055.991	602.800	61.521.347	3.305.851	-	6.772.526	28.000.018
6	54.188.151	12.199.127	609.956	66.498.912	3.184.194	-	7.320.477	35.624.516
7	51.953.573	12.292.198	614.610	71.883.733	3.052.886	-	7.913.261	43.803.116
8	49.541.691	12.320.882	616.044	77.710.313	2.911.159	-	8.553.675	52.571.382
9	46.937.766	12.279.959	613.998	84.015.350	2.758.148	-	9.248.760	61.978.448
10	44.126.282	12.153.491	7.607.675	90.839.585	2.592.940	10.000.000	72.067.408	-
11	41.090.751	11.913.936	595.697	98.228.450	2.414.567	-	-	72.061.899
12	37.812.285	11.552.033	577.602	106.229.489	2.414.567	-	-	82.768.757
13	34.271.461	11.026.843	551.342	114.897.943	2.013.853	-	-	94.218.520
14	30.445.862	10.324.874	516.244	124.290.742	1.789.054	-	-	106.475.052
15	26.311.675	9.410.829	470.541	134.472.604	1.546.122	-	-	119.588.421
16	21.842.952	8.236.025	411.801	145.516.108	1.283.531	-	-	133.604.514
17	17.011.173	6.737.163	336.858	157.503.002	999.607	-	-	148.565.457
18	11.783.979	4.897.141	244.857	170.514.991	692.448	-	-	164.565.457
19	6.126.428	2.666.092	133.305	184.646.645	360.000	-	-	181.679.613
20	-	-	-	200.000.000	-	-	-	200.000.000

## 4. SIMPULAN

Perhitungan cadangan dengan metode GPV menunjukkan pada awal tahun pertama, besar cadangannya adalah nol, yang berarti bahwa jumlah premi yang didapatkan perusahaan asuransi digunakan untuk membayar biaya-biaya yang ada. Selanjutnya cadangan akan bertambah seiring dengan pembayaran premi setiap tahunnya, hingga pada saat polis jatuh tempo, cadangan yang dipersiapkan akan sesuai dengan manfaat *endowment* yang dijanjikan. Hal yang sama juga terjadi untuk *loyalty bonus*, yang akan bertambah seiring dengan pembayaran premi hingga pada saat pembayaran *loyalty bonus*, cadangan yang dipersiapkan akan sesuai dengan yang dijanjikan.

Cadangan untuk manfaat dari kematian dan ketidakmampuan serta beban administrasi justru mengalami penurunan seiring dengan pembayaran premi. Penurunan ini terjadi karena masa proteksi yang berkurang seiring berjalannya waktu.

Sebagai perbandingan, besar gross premium yang harus dibayarkan oleh pemegang polis cenderung lebih kecil dengan tingkat bunga 8% dibanding tingkat bunga 7%. Cadangan yang harus dipersiapkan oleh perusahaan asuransi juga semakin kecil dengan tingkat bunga yang lebih besar. Tingkat suku bunga yang membesar ini menambah pendapatan investasi dari perusahaan asuransi. Bertambahnya pendapatan investasi ini mengurangi jumlah cadangan yang harus dipersiapkan untuk membayarkan klaim yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bogdanchikov, A., Zhaparov, M., Suliyev, R., 2013, Python To Learn Programming, *United Kingdom: Journal of Physics: Conference Series*, volume 423.
- [2] Bowers, N. L., Geerber, H. U., Hickman, J. C., Jones, D. A., & Nesbitt, C. J., 1997, Actuarial Mathematics Second Edition, *Illinois: Society of Actuaries*.
- [3] Dickson, C. D., Hardy, R. M., Waters, R. H., 2009, Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks, *New York: Cambridge University Press*.
- [4] Futami, T., 1993, Matematika Asuransi Jiwa Bagian I. Herliyanto G, penerjemah. Tokyo: Oriental Life Insurance Cultural Development center. Terjemahan dari: *Seime Hoken Sugaku Gekan (92 Revision)*
- [5] Hetharie, M. I. P., Sinay, L. J., van Delsen, M. S. N., 2018, Menentukan Cadangan Premi Asuransi Kesehatan Individu Perawatan Rumah Sakit Menggunakan Metode Retrospektif, *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, Volume 12 nomor 1.
- [6] Hikmah, Y., Khuzaimah, H. H., 2019, Perhitungan Cadangan Premi Asuransi Jiwa dengan Metode Gross Premium Valuation (GPV), *Jurnal Administrasi Bisnis Terapan*, Volume 1 (2).
- [7] Kamil, Ihsan., Suherman., Murni, Dewi., 2021, Modifikasi Cadangan Premi Tahunan Retrospektif Pada Asuransi Jiwa Berjangka Kasus Joint Life Dengan Metode Zillmer, *Padang: Journal of Mathematics UNP*.
- [8] Otoritas Jasa Keuangan. (n.d.), *Industri Keuangan Non-Bank. Asuransi*, emhttps : //www.ojk.go.id/id/kanal/iknb/pages/asuransi.aspx diakses pada 26 Oktober 2021
- [9] Sembiring, R. K., 1986, *Buku materi pokok asuransi I STAT 4331/3 SKS/Modul 1-5*, Jakarta: Universitas Terbuka.