BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asuransi jiwa adalah suatu upaya yang dilakukan oleh manusia dalam mengurangi dampak kerugian yang mungkin akan timbul dari suatu peristiwa yang tidak dapat diprediksi. Upaya yang dilakukan adalah dengan membuat suatu perjanjian dalam bentuk polis dengan tertanggung membayar sejumlah uang sebagai premi yang berhubungan atas meninggal dan hidupnya jiwa seseorang yang dipertanggungkan.

Dengan memiliki polis asuransi jiwa, perusahaan asuransi akan memberikan kompensasi kerugian finansial (santunan) yang dialami oleh tertanggung. Produk asuransi jiwa yang memberikan dua manfaat sekaligus adalah asuransi jiwa *endowment*, yaitu proteksi jiwa selama jangka waktu yang ditentukan atau pembayaran diberikan apabila pemegang polis hidup.

Perusahaan asuransi dalam menjalankan tugasnya membutuhkan biaya seperti biaya pemeriksaan kesehatan bagi orang yang akan diasuransikan, komisi agen, administrasi polis, waktu menyelesaikan tuntutan administrasi dan lain sebagainya. Biaya yang dibutuhkan pada permulaan tahun lebih besar dari pada biaya-biaya tahun selanjutnya. Biaya tersebut menjadi tanggungan pemegang polis yang dibayar bersama premi bersih. Akan tetapi, biaya yang dibayarkan oleh pemegang polis tersebut tidak cukup untuk tahun permulaan polis. Keadaan ini memaksa perusahaan mencari sumber dana tambahan untuk menutupi biaya tahun permulaan yang kemudian akan dibayar kembali dari premi kotor di tahun-tahun berikutnya.

Untuk mengatasi masalah tersebut, cadangan premi perlu disesuaikan dan penyesuaian ini memungkinkan perusahaan mendapat sumber dana baru untuk menutupi biaya di tahun permulaan polis. Dana tersebut nantinya dapat dianggap berupa pinjaman yang akan dibayar kemudian dari pembayaran premi kotor di tahun-tahun mendatang. Cadangan premi yang harus disiapkan oleh perusahaan tersebut dapat dilakukan dengan metode perhitungan matematika aktuaria. Seiring berjalannya waktu telah banyak dikembangkan perhitungan matematika aktuaria mengenai metode-

metode cadangan premi, yang kemudian akan memberikan pilihan kepada perusahaan asuransi dalam memilih metode cadangan premi yang sesuai dengan kondisi perusahaannya.

Jurnal terdahulu yang ditulis oleh **Destriani, Neva Satyahadewi, Muhlasah Novitasari Mara** (2014) dengan judul "Penentuan Nilai Cadangan Prospektif pada Asuransi Jiwa Seumur Hidup Menggunakan Metode *New Jersey*" menjadi rujukan dalam penulisan skripsi ini. Pada penulisan ini akan dihitung besarnya cadangan disesuaikan untuk jenis asuransi *endowment* dengan menggunakan metode *New Jersey*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu bagaimana perhitungan cadangan disesuaikan pada asuransi jiwa *endowment* dengan menggunakan metode *New Jersey*?

1.3 Batasan Masalah

1. Pembayaran anuitas hidup dilakukan secara diskrit (anuitas diskrit).
2. Pembayaran santunan asuransi diberikan pada akhir tahun kematian polis (asuransi diskrit).
3. Perhitungan cadangan dilakukan menggunakan premi bersih yaitu tanpa memperhatikan faktor biaya.

1.4 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dari penulisan ini adalah mengetahui cara perhitungan cadangan disesuaikan pada asuransi jiwa *endowment* dengan menggunakan metode *New Jersey*.

BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Tabel Mortalitas

Tabel mortalitas digunakan perusahaan asuransi untuk menghitung premi asuransi. Tabel ini berisi peluang seseorang meninggal menurut umur dari kelompok orang yang diasuransikan (pemegang polis asuransi) dan diharapkan mampu menggambarkan probabilitas meninggal yang sebenarnya dari sekelompok orang yang diasuransikan.

Misalkan jumlah orang yang dilahirkan pada waktu yang sama disimbolkan dengan l_0 , dari sejumlah l_0 orang ini akan ada l_x orang yang akan mencapai usia *x*+1 disimbolkan dengan d_x, maka:

$$d_x = l_x - l_{x+1}$$

dan

$$l_x = d_x + d_{x+1} + \cdots + d_{x+n-1} + d_{x+n} \, .$$

Peluang seseorang berusia *x* akan mencapai usia *x*+1 tahun dinyatakan dengan simbol p_x adalah:

$$p_x = \frac{l_{x+1}}{l_x}. \qquad (2.1)$$

Peluang seseorang berusia *x* akan mencapai usia *x*+*t* tahun dinyatakan dengan simbol ${}_{t}p_x$ adalah:

$${}_{t}p_x = \frac{l_{x+t}}{l_x}.$$

Peluang seseorang berusia *x* akan meninggal sebelum mencapai usia *x*+1 tahun dinyatakan dengan simbol q_x adalah:

$$q_x = 1\text{-}p_x = 1\text{-}\ \frac{l_{x+1}}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+1}}{l_x} = \frac{d_x}{l_x}. \qquad (2.2)$$

Peluang seseorang berusia *x* akan meninggal dalam *t* tahun dinyatakan dengan simbol ${}_{t}q_x$ adalah:

$${}_{t}q_x = 1\text{-}\ {}_{t}p_x = 1\text{-}\ \frac{l_{x+t}}{l_x} = \frac{l_x - l_{x+t}}{l_x},$$

dimana l_{x+t} adalah jumlah orang berusia *x*+*t* tahun. (Futami, 1993).

2.2 Tingkat Bunga

Konsep bunga sangat diperlukan dalam perhitungan premi karena dana yang terkumpul akan diinvestasikan untuk jangka waktu yang lama sehingga dana akan berkembang dan diharapkan dapat mencukupi uang pertanggungan yang harus dibayarkan oleh perusahaan.

Tingkat bunga efektif (i) adalah rasio dari besar bunga yang diperoleh selama periode tertentu terhadap besarnya nilai pokok pada awal periode. Dan tingkat diskon efektif (d) adalah rasio dari besarnya diskonto yang diperoleh selama periode tertentu terhadap besarnya nilai akumulasi pada akhir periode (Futami, 1994), dimana d dapat dinyatakan sebagai

$$d = \frac{i}{1+i}.$$

Nilai saat ini adalah investasi sebesar 1 yang terakumulasi menjadi $1+i$ pada akhir periode ke 1. Nilai saat ini juga bisa disebut dengan faktor diskonto yang dinotasikan dengan v dan dapat dinyatakan sebagai

$$v = \frac{1}{1+i}. \qquad (2.3)$$

2.3 Anuitas

Menurut Futami (1994), anuitas (*annuity*) adalah serangkaian pembayaran yang dilakukan secara berkala. Anuitas dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu anuitas tentu (*annuity certain*) dan anuitas hidup (*life annuity*). Anuitas tentu, pembayarannya dilakukan tanpa syarat. Sedangkan pada anuitas hidup pembayarannya dikaitkan dengan hidup-matinya seseorang.

Anuitas hidup adalah anuitas yang setiap pembayarannya hanya akan dilakukan jika pemegang polis masih hidup atau dalam jangka waktu yang ditentukan sesuai dengan jenis kontrak asuransinya.

Berdasarkan cara pembayarannya, anuitas hidup dibedakan menjadi dua macam yaitu anuitas diskrit dan anuitas kontinu. Anuitas diskrit berarti pembayaran anuitas dilakukan secara berkala, tiap bulan, 3 bulan, 6 bulan, atau tahunan. Bila pembayaran setahun sebesar n kali setahun dapat dibayarkan tiap saat sehingga $n \to \infty$ maka disebut anuitas kontinu.

Untuk mempermudah perhitungan anuitas, premi, cadangan dan perhitungan-perhitungan nilai asuransi yang lain maka dibuat simbol komutasi antara lain

D_x yaitu simbol komutasi dari hasil perkalian nilai tunai pembayaran (v) pangkat usia x tahun dengan banyak peserta asuransi yang hidup pada usia x tahun, dinotasikan sebagai

$$D_x = v^x l_x. \tag{2.4}$$

N_x yaitu simbol komutasi dari akumulasi nilai D_{x+k} dengan k = 0 tahun sampai ke w, dinotasikan sebagai

$$N_x = \sum_{k=0}^{w} D_{x+k} = D_x + D_{x+1} + \cdots + D_w.$$

C_x yaitu simbol komutasi dari hasil perkalian nilai tunai pembayaran (v) pangkat usia x tahun dengan banyak peserta asuransi yang meninggal pada usia x tahun, dinotasikan sebagai

$$C_x = v^{x+1}\, d_x. \tag{2.5}$$

M_x yaitu simbol komutasi dari akumulasi nilai C_{x+k} dengan k = 0 sampai ke w, dinotasikan sebagai

$$M_x = \sum_{k=0}^{w} C_{x+k} = C_x + C_{x+1} + \cdots + C_w\ , \tag{2.6}$$

dengan :
x = usia
ω = usia tertinggi seseorang.

2.3.1 Anuitas Hidup (Pembayaran Tahunan)

Ada beberapa macam anuitas hidup yaitu anuitas seumur hidup, endowmen murni (*pure endowment*), anuitas berjangka, dan anuitas ditunda. Pembayaran bisa dilakukan tiap awal tahun yang disebut anuitas awal maupun akhir tahun yang disebut anuitas akhir.

Anuitas seumur hidup adalah rangkaian pembayaran yang dilakukan selama seseorang masih hidup pada waktu jatuhnya pembayaran.

Anuitas seumur hidup awal dinotasikan sebagai

$$\ddot{a}_x = \frac{N_x}{D_x} \tag{2.7}$$

$\ddot{a}_x$ adalah nilai tunai dari anuitas hidup awal untuk pembayaran sebesar 1 satuan bagi orang yang berusia *x* tahun.

Anuitas seumur hidup akhir dinotasikan sebagai

$$a_x = \frac{N_{x+1}}{D_x}$$

a_x adalah nilai tunai dari anuitas hidup akhir untuk pembayaran sebesar 1 satuan bagi orang yang berusia *x* tahun.

Anuitas berjangka adalah rangkaian pembayaran dimana pembayarannya dilakukan pada suatu jangka waktu tertentu.

Anuitas berjangka awal dinotasikan sebagai

$$\ddot{a}_{\overline{x:n|}} = \frac{N_x - N_{x+n}}{D_x} \tag{2.8}$$

$\ddot{a}_{\overline{x:n|}}$ adalah nilai tunai dari deretan pembayaran tahunan sebesar 1 satuan untuk anuitas hidup awal berjangka *t* tahun bagi orang yang berusia *x* tahun.

Anuitas berjangka akhir dinotasikan sebagai

$$a_{\overline{x:n|}} = \frac{N_{x+1} - N_{x+n+1}}{D_x}$$

$a_{\overline{x:n|}}$ adalah nilai tunai dari deretan pembayaran tahunan sebesar 1 satuan untuk anuitas hidup akhir berjangka *t* tahun bagi orang yang berusia *x* tahun.

Anuitas ditunda adalah rangkaian pembayaran secara berkala yang ditunda selama jangka waktu tertentu. Anuitas ditunda ada dua macam yaitu anuitas seumur hidup yang ditunda *n* – tahun dan anuitas berjangka *t* - tahun yang ditunda *n* – tahun.

Anuitas seumur hidup awal yang ditunda *n* – tahun dinotasikan sebagai

$$_{n|}\ddot{a}_x = \frac{N_{x+n}}{D_x}$$

$_{n|}\ddot{a}_x$ adalah nilai tunai dari deretan pembayaran tahunan sebesar 1 satuan untuk anuitas seumur hidup awal yang ditunda *n* tahun bagi orang yang berusia *x* tahun.

Anuitas seumur hidup akhir yang ditunda *n* – tahun dinotasikan sebagai

$$_{n|}a_x = \frac{N_{x+n+1}}{D_x}$$

$_{n|}a_x$ adalah nilai tunai dari deretan pembayaran tahunan sebesar 1 satuan untuk anuitas seumur hidup akhir yang ditunda *n* tahun bagi orang yang berusia *x* tahun.

Anuitas awal berjangka *t* - tahun yang ditunda *n* – tahun dinotasikan sebagai

$$_{n|t}\ddot{a}_{\overline{x:n|}} = \frac{N_{x+n} - N_{x+n+t}}{D_x}$$

$_{n|t}\ddot{a}_x$ adalah nilai tunai dari deretan pembayaran tahunan sebesar 1 satuan untuk anuitas hidup awal berjangka *t* tahun yang ditunda *n* tahun bagi orang yang berusia *x* tahun.

Anuitas akhir berjangka *t* - tahun yang ditunda *n* – tahun dinotasikan sebagai

$$_{n|t}a_{\overline{x:n|}} = \frac{N_{x+n+1} - N_{x+n+t+1}}{D_x}$$

$_{n|t}a_x$ adalah nilai tunai dari deretan pembayaran tahunan sebesar 1 satuan untuk anuitas hidup akhir berjangka *t* tahun yang ditunda *n* tahun bagi orang yang berusia *x* tahun.

2.4 Asuransi Jiwa

Menurut Sembiring (1986), asuransi jiwa adalah usaha kerjasama dari sejumlah orang yang sepakat menanggung kesulitan keuangan bila terjadi musibah terhadap salah seorang anggotanya. Perusahaan yang besar dengan pemegang saham yang banyak akan mudah mengatasi santunan asuransi dari anggota yang tertimpa musibah. Dengan administrasi yang efisien dan investasi dana yang aman dengan tingkat bunga yang wajar, perusahaan asuransi akan berkembang dengan sehat dan merupakan usaha pengumpulan modal yang amat penting.

Sebuah asuransi jiwa menyediakan suatu pembayaran santunan asuransi (*claim*) dari jumlah yang ditetapkan atas suatu kematian, yang dikenal sebagai tertanggung (*insured*). Dalam pembayaran ini terdapat dua asumsi, yaitu pembayaran santunan asuransi pada akhir tahun kematian polis (asuransi diskrit) dan pembayaran santunan asuransi pada saat kematian terjadi (asuransi kontinu).

2.4.1 Asuransi Jiwa Seumur Hidup

Asuransi jiwa seumur hidup adalah suatu kontrak asuransi dimana uang pertanggungan akan dibayarkan bila si tertanggung meninggal sewaktu waktu kematian terjadi.

2.4.2 Asuransi Jiwa Berjangka *n* Tahun

Asuransi jiwa berjangka merupakan bentuk asuransi yang paling sederhana. Pada polis asuransi berjangka ini uang pertanggungan akan dibayarkan bila si tertanggung meninggal dalam jangka waktu asuransi. Akan tetapi bila jangka waktu sudah habis, si tertanggung tidak mendapatkan apapun dari perusahaan asuransi.

2.4.3 Endowmen Murni (*Pure Endowment*)

Asuransi endowmen murni (*pure endowment*) adalah suatu jenis asuransi jiwa yang uang pertanggungannya dibayarkan jika badan tertanggung pada akhir masa pertanggungannya masih hidup. Tetapi apabila orang tersebut meninggal sebelum akhir jangka waktu pertanggungan, maka tidak ada pembayaran.

2.4.4 Asuransi Jiwa Dwiguna (*Endowment*)

Asuransi *endowment* adalah gabungan dari asuransi berjangka dan endowmen murni (*pure endowment*) sehingga meskipun sudah habis jangka waktu asuransi, pemegang polis tetap mendapatkan uang santunan. Jadi apabila si tertanggung meninggal selama jangka waktu asuransi, misalnya n tahun, maka kepada pewarisnya akan dibayarkan santunan 1 satuan sedangkan bila dia mencapai usia $x+n$

maka kepada pewarisnya akan dibayarkan santunan 1 satuan pada akhir tahun ke *x*+*n*.

2.5 Premi

Biaya yang dibayar oleh tertanggung (pemegang polis) kepada penanggung (perusahaan asuransi) untuk risiko yang ditanggung disebut premi. Besarnya premi yang harus dibayar ditentukan oleh penanggung untuk dana yang bisa diklaim di masa depan.

Premi dapat dibayarkan sekaligus disebut premi tunggal, dapat pula seumur hidup atau selama jangka waktu tertentu misalnya selama 20 tahun. Bila si tertanggung meninggal sebelum berakhir jangka waktu pembayaran maka pembayaran dianggap selesai (Sembiring,1986). Premi dibagi menjadi 2 yaitu premi bersih dan premi kotor.

2.5.1 Premi Bersih

Menurut Sembiring (1986) premi yang dihitung tanpa memperhatikan faktor biaya disebut premi bersih. Dalam perhitungannya hanya tergantung pada peluang kematian dan tingkat bunga. Cara pembayaran dapat berbentuk premi tunggal dan premi tetap dalam suatu jangka waktu.

2.5.1.1 Premi Tunggal Bersih Diskrit

Premi tunggal bersih diskrit adalah premi yang pembayaran uang pertanggungannya dilakukan pada akhir tahun kematian yang dinotasikan dengan *A*.

Asuransi jiwa seumur hidup dengan uang pertanggungan 1 satuan yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada (*x*) dapat dibeli dengan pembayaran premi tunggal bersih diskrit yang dinotasikan dengan A_x.

$$A_x = \frac{M_x}{D_x}. \tag{2.9}$$

Asuransi jiwa berjangka *n* tahun dengan uang pertanggungan 1 satuan yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada (*x*) dapat dibeli dengan pembayaran premi tunggal bersih diskrit yang dinotasikan dengan $A^1{}_{\overline{x:n|}}$.

$$A^1_{\overline{x:n|}} = \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x} . \qquad (2.10)$$

Asuransi jiwa *pure endowment* dengan uang pertanggungan 1 satuan yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada (x) dapat dibeli dengan pembayaran premi tunggal bersih diskrit yang dinotasikan dengan $A_{\overline{x:n|}}^{\ \ 1}$ atau ${}_nE_x$.

$$\begin{aligned} {}_nE_x &= v^n {}_np_x = \frac{v^n l_{x+n}}{l_x} \\ &= \frac{v^{x+n} l_{x+n}}{v^x l_x} = \frac{D_{x+n}}{D_x}. \qquad (2.11) \end{aligned}$$

Asuransi dwiguna (*endowment*) dengan uang pertanggungan 1 satuan yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada (x) dapat dibeli dengan pembayaran premi tunggal bersih diskrit yang dinotasikan dengan $A_{\overline{x:n|}}$.

$$\begin{aligned} A_{\overline{x:n|}} &= A^1_{\overline{x:n|}} + {}_nE_x \\ &= \frac{M_x - M_{x+n}}{D_x} + \frac{D_{x+n}}{D_x} \\ &= \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_x}. \qquad (2.12) \end{aligned}$$

2.5.1.2 Premi Tahunan Bersih Diskrit

Premi bersih tahunan adalah premi yang dibayarkan oleh tertanggung kepada penanggung tiap tahun tanpa memperhatikan faktor biaya. Dalam menghitung premi bersih tahunan digunakan persamaan dasar sebagai berikut

$$P.\, \ddot{a} = A.$$

Asuransi seumur hidup dengan uang pertanggungan sebesar 1 satuan yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada (x), akan dibayar dengan akumulasi premi tahunan diskrit yang dibayar secara berkala tiap awal tahun dengan masa pembayaran seumur hidup. Premi ini dinotasikan sebagai P_x

$$P_x\ \ddot{a}_x = A_x$$

$$P_x = \frac{A_x}{\ddot{a}_x}.$$

Berdasarkan persamaan (2.7) dan (2.9) maka diperoleh

$$P_x = \frac{M_x / D_x}{N_x / D_x}$$

$$P_x = \frac{M_x}{N_x}. \tag{2.13}$$

Asuransi berjangka n tahun dengan uang pertanggungan sebesar 1 satuan yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada (x), akan dibayar dengan akumulasi premi tahunan diskrit yang dibayar secara berkala tiap awal tahun dengan masa pembayaran seumur hidup. Premi ini dinotasikan sebagai $P^1{}_{\overline{x:n|}}$

$$P^1{}_{\overline{x:n|}}\ddot{a}_{\overline{x:n|}} = A^1{}_{x:n}$$

$$P^1{}_{\overline{x:n|}} = \frac{A^1{}_{x:n}}{\ddot{a}_{\overline{x:n|}}}.$$

Berdasarkan persamaan (2.8) dan (2.10) maka diperoleh

$$P^1{}_{\overline{x:n|}} = \frac{M_x - M_{x+n} / D_x}{N_x - N_{x+n} / D_x}$$

$$P^1{}_{\overline{x:n|}} = \frac{M_x - M_{x+n}}{N_x - N_{x+n}}.$$

Asuransi *pure endowment* dengan uang pertanggungan sebesar 1 satuan yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada (x), akan dibayar dengan akumulasi premi tahunan diskrit yang dibayar secara berkala tiap awal tahun dengan masa pembayaran seumur hidup. Premi ini dinotasikan sebagai $P_{\overline{x:n|}}{}^{1}$

$$P_{\overline{x:n|}}^{\;1} . \ddot{a}_{\overline{x:n|}} = A_{\overline{x:n|}}^{\;1}$$

$$P_{\overline{x:n|}}^{\;1} = \frac{A_{\overline{x:n|}}^{\;1}}{\ddot{a}_{\overline{x:n|}}}$$

Berdasarkan persamaan (2.8) dan (2.11) maka diperoleh

$$P(A_{\overline{x:n|}}^{\;1}) = \frac{D_{x+n}/D_x}{N_x - N_{x+n}/D_x}$$

$$P(A_{\overline{x:n|}}^{\;1}) = \frac{D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}}.$$

Asuransi *endowment n* tahun dengan uang pertanggungan sebesar 1 satuan yang dibayar pada akhir tahun kematian kepada (x), akan dibayar dengan akumulasi premi tahunan diskrit yang dibayar secara berkala tiap awal tahun dengan masa pembayaran seumur hidup. Premi ini dinotasikan sebagai $P_{\overline{x:n|}}$

$$P_{\overline{x:n|}} . \ddot{a}_{\overline{x:n|}} = A_{\overline{x:n|}}$$

$$P_{\overline{x:n|}} = \frac{A_{\overline{x:n|}}}{\ddot{a}_{\overline{x:n|}}}.$$

Berdasarkan persamaan (2.8) dan (2.12) maka diperoleh

$$P_{\overline{x:n|}} = \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}\ /D_x}{N_x - N_{x+n}\ /D_x}$$

$$P_{\overline{x:n|}} = \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{N_x - N_{x+n}}. \qquad (2.14)$$

2.5.2 Premi Kotor

Premi kotor adalah premi bersih ditambah sejumlah biaya tertentu yang dibebankan pada pemegang polis. Premi kotor ini jumlahnya lebih besar dari premi bersih. Selisih antara premi kotor dan premi bersih disebut biaya (*loading*). Biaya yang diterima oleh perusahaan asuransi jiwa digunakan untuk biaya pemeliharaan administrasi pemegang polis dan sumber pendapatan untuk keperluan cadangan. Premi kotor ini merupakan gambaran dari besarnya biaya yang diperlukan oleh perusahaan dimana dalam manajemen sudah merupakan salah satu komponen penjualan produk asuransi jiwa (Futami,1994).

2.6 Cadangan Premi

Yang dimaksud dengan cadangan secara teori adalah besarnya uang yang ada pada perusahaan dalam jangka waktu pertanggungan (Futami, 1993). Artinya perusahaan harus menyimpan jumlah uang cadangan sebagai hutang dalam neraca, bukan sebagai kekayaan. Nilai cadangan yang dimiliki perusahaan asuransi jiwa dipengaruhi oleh besarnya pembayaran premi yang dilakukan oleh peserta asuransi.

Perhitungan cadangan premi dibedakan menjadi dua cara yaitu perhitungan besar cadangan yang berorientasi pada pengeluaran di waktu yang akan datang yang disebut dengan cadangan prospektif dan perhitungan besar cadangan yang berorientasi pada pengeluaran di waktu yang telah lalu yang disebut dengan cadangan retrospektif.

Berdasarkan anuitas dan waktu pembayaran santunan, cadangan premi bersih dapat dibagi menjadi tiga macam yakni:

1. Cadangan Penuh Kontinu
   Perhitungan cadangan jenis ini dilakukan dengan dasar pembayaran premi dilakukan setiap saat (anuitas kontinu) dan pembayaran santunan diberikan pada saat tertanggung meninggal (asuransi kontinu)
2. Cadangan Penuh Diskrit
   Perhitungan cadangan jenis ini dilakukan dengan dasar pembayaran premi dilakukan secara tunggal atau angsuran dengan tahapan yang konstan (anuitas diskrit) dan pembayaran santunan diberikan pada saat akhir tahun kematian tertanggung (asuransi diskrit).

3. Cadangan Semi Kontinu
   Perhitungan cadangan ini dilakukan dengan dasar pembayaran premi dilakukan secara tunggal atau angsuran dengan tahapan yang konstan (anuitas diskrit) dan pembayaran santunan diberikan pada saat tertanggung meninggal (asuransi kontinu).

2.6.1 Cadangan Retrospektif

Cadangan retrospektif adalah perhitungan cadangan dengan berdasarkan jumlah total pendapatan di waktu yang lalu sampai saat dilakukan perhitungan cadangan dikurangi dengan jumlah pengeluaran di waktu yang lampau, untuk tiap pemegang polis (Futami, 1993).

2.6.2 Cadangan Prospektif

Cadangan prospektif adalah besar cadangan yang berorientasi pada pengeluaran di waktu yang akan datang. Dengan pengertian lain perhitungan cadangan didasarkan pada nilai sekarang dari pengeluaran di waktu yang akan datang, untuk tiap pemegang polis (Futami, 1993).

Secara matematis rumus umum cadangan prospektif untuk jenis asuransi *endowment n* tahun dengan santunan sebesar 1 satuan untuk seseorang yang berumur *x* tahun menurut Bowers, dkk (1997), dapat ditulis sebagai berikut:

$$ {}_tV_{\overline{x:n|}} = A_{\overline{x+t:n-t|}} - P_{\overline{x:n|}}\, \ddot{a}_{\overline{x+t:n-t|}}, \qquad (2.15)$$

dengan

${}_tV_{\overline{x:n|}}$ = cadangan prospektif akhir tahun ke-*t* untuk asuransi *endowment*

$A_{\overline{x+t:n-t|}}$ = santunan yang akan datang pada usia (x+t) tahun

$P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{x+t:n-t|}}$ = nilai tunai pada usia (x+t) tahun sisa premi mendatang.

2.7 Cadangan Disesuaikan

Menurut Sembiring (1986), sumber dana tambahan untuk menutup biaya awal tahun dapat diperoleh dengan menyesuaikan cadangan premi (cadangan disesuaikan). Dana tersebut dapat dianggap berupa pinjaman yang akan dibayar kemudian dari pembayaran premi kotor di tahun-tahun mendatang. Misalkan P menyatakan premi bersih untuk suatu jenis asuransi. Premi tersebut akan diganti dengan α pada tahun pertama dan diikuti oleh β pada tahun-tahun berikutnya. α dan β adalah premi yang disesuaikan. Pemegang polis membayar premi kotor yang sama besarnya tiap tahun, yaitu P + biaya. α dan β hanya ada dalam perhitungan aktuaria dan tidak ada sangkut pautnya dengan pemegang polis. Nilai tunai seluruh P = Nilai tunai α + Nilai tunai β.

Persamaan ini berlaku pada waktu polis dikeluarkan. Bila n menyatakan jangka waktu penyesuaian cadangan, maka hubungan pada persamaan tersebut dapat didefinisikan sebagai berikut

$$\alpha + \beta\, a_{\overline{x:n-1|}} = P\, \ddot{a}_{\overline{x:n|}}, \tag{2.16}$$

$\alpha < P$, karena sebagian dari P dipakai untuk biaya tahun pertama, yaitu sebesar $P - \alpha$. Jadi, dari premi bersih tahun pertama sebesar P, hanya ada α yang disediakan untuk membayar santunan di tahun tersebut, sisanya $P - \alpha$ dipinjam perusahaan dan pinjaman tersebut akan dibayar kelak dari premi tahun-tahun berikutnya. Karena
$\beta > P$, maka $\alpha < P < \beta$.

2.8 Metode *New Jersey*

Penentuan nilai cadangan pada metode *New Jersey* mengunakan premi bersih lanjutan disesuaikan dimana terdapat persyaratan yang harus terpenuhi yaitu polis yang mempunyai premi tahunan bersih lebih kecil dari premi tahunan bersih asuransi seumur hidup dengan 20 kali pembayaran premi dengan santunan dan usia yang sama tetapi premi kotornya melebihi 1,5 $\frac{C_x}{D_x}$ (Sembiring, 1986).

Metode *New Jersey* menentukan bahwa cadangan akhir tahun pertama adalah nol. Sehingga secara matematis nilai tunai premi pada tahun pertama dapat dituliskan

$$\alpha^J = \frac{C_x}{D_x}. \tag{2.17}$$

Simbol J menyatakan metode yang digunakan adalah metode *New Jersey*. Sehingga berdasarkan persamaan (2.16) dan setelah diaplikasikan ke dalam metode *New Jersey*, maka β^J diperoleh sebagai berikut

$$\beta^J = P + \frac{P - \frac{C_x}{D_x}}{a_{\overline{x:19|}}}. \qquad (2.18)$$

Premi bersih lanjutan disesuaikan (β^J) pada metode *New Jersey* untuk asuransi jiwa *endowment* adalah premi bersih tahunan yang dikeluarkan untuk orang yang setahun lebih tua x+1. Sehingga nilai cadangan menggunakan metode *New Jersey*, premi bersih tahunan yang digunakan adalah pada usia x+1 tahun, maka didapat rumusan penentuan nilai cadangan prospektif menggunakan metode *New Jersey* sebagai berikut

$${}_tV_{\overline{x:n|}}^{J} = S\,A_{\overline{x+t:n-t|}} - \beta^J \ddot{a}_{\overline{x+t:20-t|}}\,) - P_{\overline{x:n|}}\,(\ddot{a}_{\overline{x+t:n-t|}} - \ddot{a}_{\overline{x+t:20-t|}}), \qquad (2.19)$$

dengan

${}_tV_{\overline{x:n|}}^{J}$	=	nilai cadangan akhir tahun ke-t untuk asuransi *endowment* menggunakan metode *New Jersey*
$A_{\overline{x+t:n-t|}}$	=	premi tunggal bersih asuransi *endowment* pada usia $x+t$ tahun
β^J	=	premi bersih lanjutan yang disesuaikan dengan metode *New Jersey*
$\ddot{a}_{\overline{x+t:n-t|}}$	=	nilai tunai anuitas awal asuransi *endowment* pada usia $x+t$ tahun
S	=	nilai santunan.

2.9 Metode *Fackler*

Rumus *Fackler* pertama kali diperkenalkan oleh aktuaris Amerika, David Parks Fackler. Rumus umum *Fackler* adalah :

$${}_{t+1}V = ({}_tV + P)\ u_{x+t} - k_{x+t}, \qquad (2.20)$$

dimana

x	=	usia waktu polis dikeluarkan
t	=	tahun yang telah lewat sejak polis dikeluarkan
P	=	premi bersih tahunan untuk santunan Rp 1 bagi x
${}_{t+1}V$	=	cadangan akhir tahun ke $t+1$.

u_{x+t} dan k_{x+t} fungsi *Fackler* dengan

$$u_{x+t} = \frac{D_{x+t}}{D_{x+t+1}} \text{ dan } k_{x+t} = \frac{C_{x+t}}{D_{x+t+1}}.$$

Metode *Fackler* sangat berguna untuk menyusun nilai cadangan yang mengharuskan menghitung cadangan premi untuk beberapa tahun secara berurutan. Dengan adanya metode *Fackler* maka perhitungan cadangan retrospektif akan terlihat lebih jelas.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam skripsi ini adalah data simulasi. Data simulasi digunakan untuk memahami metode yang digunakan dan diterapkan dalam aplikasi numerik berupa contoh kasus.

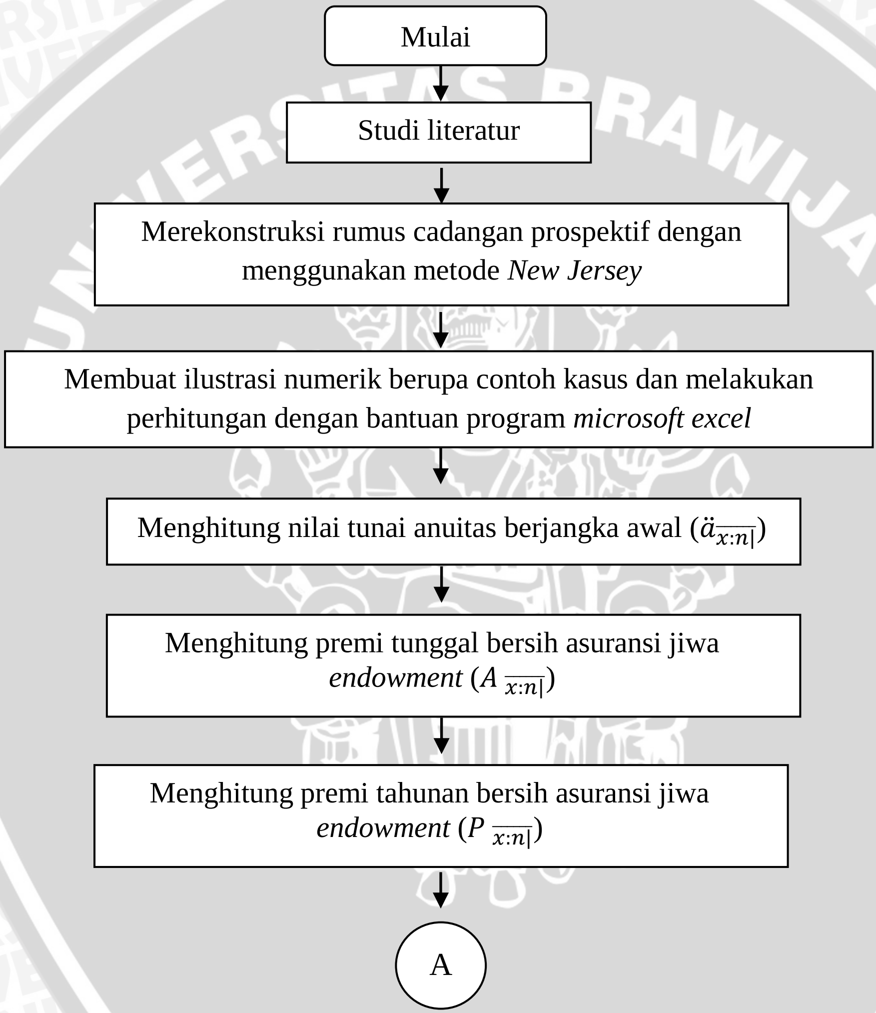
3.2 Langkah-langkah Penelitian

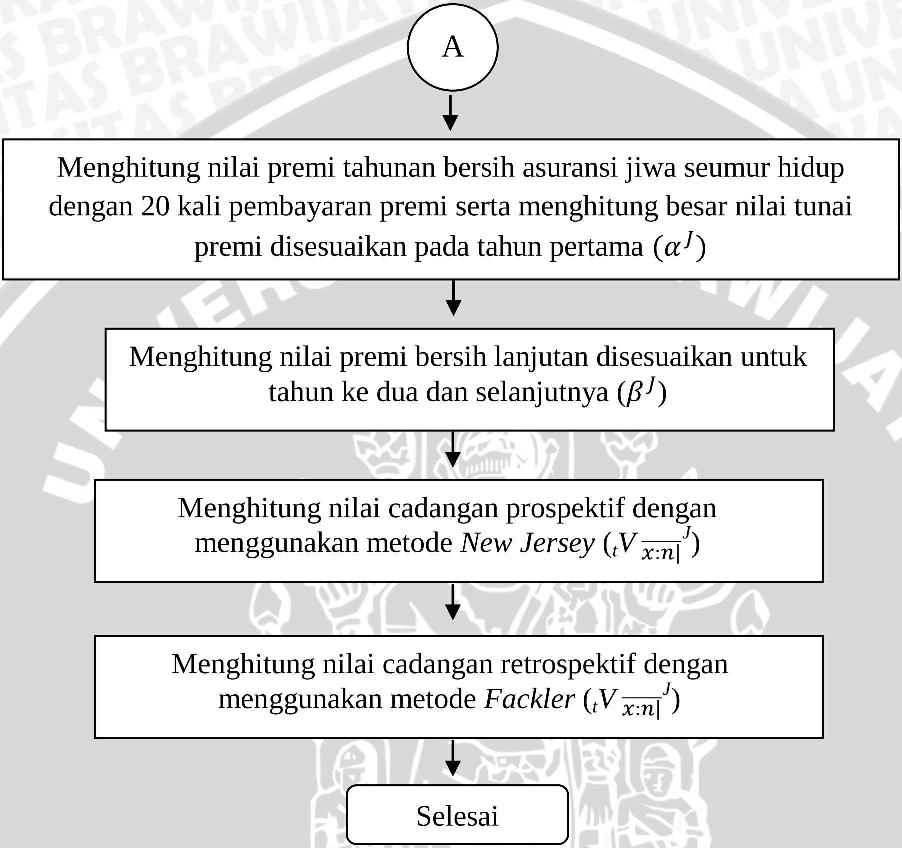
Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa tahapan-tahapan untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu

1. Melakukan studi literatur untuk mencari referensi teori yang relevan dengan kasus yang ditemukan melalui buku atau jurnal.
2. Merekonstruksi rumus cadangan prospektif dengan menggunakan metode *New Jersey* untuk asuransi jiwa *endowment* sehinga diperoleh cadangan pada akhir tahun ke-t (${}_tV_{\overline{x:n|}}^{J}$).
3. Membuat ilustrasi numerik berupa contoh kasus dan melakukan perhitungan dengan bantuan program *microsoft excel*.
4. Menghitung nilai tunai anuitas berjangka awal ($\ddot{a}_{\overline{x:n|}}$).
5. Menghitung premi tunggal bersih asuransi jiwa *endowment* ($A_{\overline{x:n|}}$).
6. Menghitung premi tahunan bersih asuransi jiwa *endowment* ($P_{\overline{x:n|}}$).
7. Menghitung nilai premi tahunan bersih asuransi jiwa seumur hidup dengan 20 kali pembayaran premi serta menghitung besar nilai tunai premi disesuaikan pada tahun pertama (α^J) sebagai syarat berlaku atau tidaknya perhitungan cadangan dengan menggunakan metode *New Jersey*.
8. Menghitung nilai premi bersih lanjutan disesuaikan untuk tahun ke dua dan selanjutnya (β^J).
9. Menghitung nilai cadangan prospektif dengan menggunakan metode *New Jersey* (${}_tV_{\overline{x:n|}}^{J}$).
10. Memeriksa hasil perhitungan cadangan prospektif tersebut menggunakan perhitungan cadangan retrospektif dengan metode *Fackler*.

3.3 Diagram Alir

Untuk mempermudah langkah-langkah yang digunakan dalam penyelesaian masalah pada skripsi ini, maka disajikan diagram alir pada gambar 3.1 sebagai berikut:





Gambar 3.1. Diagram alir langkah penelitian

BAB IV
PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas penjabaran rumus metode *New Jersey* dari rumus cadangan prospektif dengan menggunakan *recurrence formula*. Selanjutnya, menghitung cadangan prospektif pada asuransi jiwa *endowment* dengan menggunakan metode *New Jersey*. Perhitungan nilai cadangan dengan metode *New Jersey* dimulai dengan menentukan nilai tunai anuitas menggunakan tingkat suku bunga dan usia peserta asuransi yang telah diasumsikan, kemudian menghitung premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih, dilanjutkan dengan menghitung premi bersih lanjutan disesuaikan dan nilai cadangan pada akhir tahun ke *t*. Pada tahap akhir dilakukan analisis hasil perhitungan cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* pada asuransi jiwa *endowment*.

4.1 *Recurrence Formula*

Premi bersih tunggal *endowment* yang uang pertanggungan - nya dibayarkan pada akhir tahun seperti yang dinyatakan dalam persamaan (2.12) dapat pula dituliskan dalam bentuk

$$A_{\overline{x:n|}} = vq_x + vp_x\, A_{\overline{x+1:n-1|}}. \qquad (4.1)$$

Dengan pembuktian sebagai berikut

$$A_{\overline{x:n|}} = v(q_x + p_x\, A_{\overline{x+1:n-1|}}).$$

Dari persamaan (2.1) dan (2.2) diperoleh

$$A_{\overline{x:n|}} = v\left(\frac{d_{x+1}}{l_x} + \frac{l_{x+1}}{l_x}\, A_{\overline{x+1:n-1|}}\right).$$

Substitusikan persamaan (2.12) sehingga

$$A_{\overline{x:n|}} = \frac{v^x . vd_x}{v^x . l_x} + \frac{v^x . vl_{x+1}}{v^x . l_x} \,.\, \frac{M_{x+1} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+1}}$$

$$A_{\overline{x:n|}} = \frac{v^{x+1} d_x}{v^x . l_x} + \frac{v^{x+1} l_{x+1}}{v^x . l_x} . \ \frac{M_{x+1} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+1}}.$$

Dari persamaan (2.4) dan (2.5) diperoleh

$$A_{\overline{x:n|}} = \frac{C_x}{D_x} + \frac{D_{x+1}}{D_x} . \ \frac{M_{x+1} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_{x+1}},$$

$$A_{\overline{x:n|}} = \frac{C_x + M_{x+1} - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_x},$$

digunakan persamaan (2.6) sehingga persamaan di atas bentuknya dapat diubah menjadi

$$A_{\overline{x:n|}} = \frac{M_x - M_{x+n} + D_{x+n}}{D_x}.$$

Sehingga terbukti bahwa persamaan (4.1) analog dengan persamaan (2.12).

Kemudian kedua ruas pada persamaan (4.1) dikalikan dengan $l_x(1+i)$

$$l_x(1+i)\, A_{\overline{x:n|}} = vq_x . l_x(1+i) + \ vp_x . \ l_x(1+i)\, A_{\overline{x+1\,:n-1|}}.$$

Substitusikan persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3)

$$l_x(1+i)\, A_{\overline{x:n|}} = \frac{1}{1+i} . \frac{l_x - l_{x+1}}{l_x} . l_x(1+i)$$

$$+ \frac{1}{1+i} \ . \frac{l_{x+1}}{l_x} . l_x(1+i)\, A_{\overline{x+1\,:n-1|}}$$

$$l_x(1+i)\, A_{\overline{x:n|}} = (l_x - \ l_{x+1}) + \ l_{x+1}\, A_{\overline{x+1\,:n-1|}}$$

$$l_x(1+i)\, A_{\overline{x:n|}} = d_x + \ l_{x+1}\, A_{\overline{x+1\,:n-1|}}$$

$$l_x(1+i)\,A_{\overline{x:n|}} - d_x = l_{x+1}\,A_{\overline{x+1:n-1|}}. \tag{4.2}$$

Cadangan prospektif dengan premi tunggal sehingga seolah premi dibayar maka selanjutnya tidak ada lagi pendapatan dari premi *t* tahun kemudian maka nilai sekarang dari pembayaran uang pertanggungan di waktu yang akan datang merupakan besar cadangan, yaitu

$${}_tV_{\overline{x:n|}} = A_{\overline{x+1:n-1|}}. \tag{4.3}$$

Berdasarkan persamaan di atas $A_{\overline{x+1:n-1|}}$ adalah besar cadangan setelah satu tahun kemudian, rumus ini menyatakan besarnya pendapatan bunga dari premi bersih tunggal sebanyak l_x orang yang terkumpul kemudian dibayarkan uang pertanggungan masing-masing sebesar 1 satuan kepada yang meninggal sebanyak d_x orang, sedangkan sisanya merupakan cadangan 1 tahun kemudian dari yang masih hidup, yaitu sebanyak l_{x+1} orang.

Pada (4.1) jika *x*, *n* berturut-turut diganti dengan *x*+*t*-1, *n*-*t*+1 dengan *t*=1,2,...,*n* maka didapatkan

$$A_{\overline{x+t-1:n-t+1|}} = vq_{x+t-1} + vp_{x+t-1}\,A_{\overline{x+t:n-t|}}. \tag{4.4}$$

Hasil di atas menyatakan hubungan dari cadangan pada tahun ke *t*-1 dan cadangan pada tahun ke *t*.

Berikut ini dibahas hubungan antara cadangan dan premi tahunan. Dengan berdasarkan pengertian yang ada pada (4.2), pada cadangan pemegang polis, akhir tahun ke *t*-1 yaitu ${}_{t-1}V_{\overline{x:n|}}$ ditambahkan pendapatan bunga selama 1 tahun dari premi $P_{\overline{x:n|}}$ setelah uang pertanggungan dibayarkan kepada yang meninggal maka sisanya merupakan cadangan dari yang masih hidup, yaitu menjadi ${}_tV_{\overline{x:n|}}$. Dengan mensubstitusikan persamaan (4.3) pada persamaan (4.2) maka diperoleh

$$l_{x+t-1}({}_{t-1}V_{\overline{x:n|}} + P_{\overline{x:n|}})(1+i) - d_{x+t-1} = l_{x+t}\;{}_tV_{\overline{x:n|}}$$

kedua ruas dibagi dengan $l_{x+t-1}(1+i)$, maka

$$ {}_{t-1}V_{\overline{x:n|}} + P_{\overline{x:n|}} - vq_{x+t-1} = vp_{x+t-1}\ {}_{t}V_{\overline{x:n|}} $$

sehingga

$$ {}_{t}V_{\overline{x:n|}} = \frac{{}_{t-1}V_{\overline{x:n|}} + P_{\overline{x:n|}} - vq_{x+t-1}}{vp_{x+t-1}}. \tag{4.5} $$

Menurut Futami (1993), hubungan yang menyatakan antara cadangan pada tahun polis tertentu dan cadangan tahun polis yang lain seperti (4.4) disebut *recurrence formula*. Pada *recurrence formula* terdapat

$$ vq_{x+t-1} = \frac{C_{x+t-1}}{D_{x+t-1}} \quad , \quad vp_{x+t-1} = \frac{D_{x+t}}{D_{x+t-1}} $$

dan dengan menggunakan rumus komutasi maka persamaan (4.5) bentuknya dapat berubah menjadi

$$ {}_{t}V_{\overline{x:n|}} = \frac{D_{x+t-1}}{D_{x+t}}\left({}_{t-1}V_{\overline{x:n|}} + P_{\overline{x:n|}} \right) - \frac{C_{x+t-1}}{D_{x+t}}. \tag{4.6} $$

Didefinisikan pula fungsi sebagai berikut

$$ u_x = \frac{D_x}{D_{x+1}} \quad , \quad k_x = \frac{C_x}{D_{x+1}} $$

sehingga persamaan (4.5) dapat diubah bentuknya menjadi

$$ {}_{t}V_{\overline{x:n|}} = \left({}_{t-1}V_{\overline{x:n|}} + P_{\overline{x:n|}} \right) u_{x+t-1} - k_{x+t-1}. \tag{4.7} $$

Dengan menggunakan bentuk ini dimulai pada t=1, ${}_{0}V_{\overline{x:n|}} = 0$, seterusnya menggunakan (4.5) berturut-turut didapatkan ${}_{1}V$, ${}_{2}V$,.... Cara ini dikemukakan oleh D.P Fackler dan disebut *Fackler's Reccurence Formula* dan u_x, k_x disebut *Fackler's Accumulation Factor.*

4.2 Cadangan Prospektif

Rumusan penentuan nilai cadangan prospektif didapat pula dari *recurrence formula* pada persamaan (4.6). Diketahui

$$ {}_{t-1}V_{\overline{x:n|}} = A_{\overline{x+t-1:n-t+1|}} - P_{\overline{x:n|}}\, \ddot{a}_{\overline{x+t-1:\, n-t+1|}}. \qquad (4.8) $$

Dengan mensubstitusikan persamaan (4.8) ke dalam (4.6), maka diperoleh

$$ \begin{aligned} {}_tV_{\overline{x:n|}} &= \frac{D_{x+t-1}}{D_{x+t}} \left(A_{\overline{x+t-1:n-t+1|}} - P_{\overline{x:n|}}\, \ddot{a}_{\overline{x+t-1:\, n-t+1|}} \right. \\ &\quad \left. + P_{\overline{x:n|}} \right) - \frac{C_{x+t-1}}{D_{x+t}} \end{aligned} $$

$$ \begin{aligned} {}_tV_{\overline{x:n|}} &= \frac{D_{x+t-1}}{D_{x+t}} \left(\frac{M_{x+t-1} - M_{x+n+t-1} + D_{x+n+t-1}}{D_{x+t-1}} \right. \\ &\quad \left. - P_{\overline{x:n|}} . \frac{N_{x+t-1} - N_{x+n+t-1}}{D_{x+t-1}} + P_{\overline{x:n|}} \right) - \frac{C_{x+t-1}}{D_{x+t}} \\ &= \frac{M_{x+t-1} - M_{x+n+t-1} + D_{x+n+t-1}}{D_{x+t}} \\ &\quad - P_{\overline{x:n|}} . \frac{N_{x+t-1} - N_{x+n+t-1}}{D_{x+t}} + P_{\overline{x:n|}} . \frac{D_{x+t-1}}{D_{x+t}} \\ &\quad - \frac{C_{x+t-1}}{D_{x+t}} \\ &= \frac{M_{x+t-1} - M_{x+n+t-1} + D_{x+n+t-1} - C_{x+t-1}}{D_{x+t}} \\ &\quad - P_{\overline{x:n|}} \frac{N_{x+t-1} - N_{x+n+t-1} - D_{x+t-1}}{D_{x+t}}. \end{aligned} $$

Berdasarkan persamaan (2.6) maka diperoleh

$$ {}_tV_{\overline{x:n|}} = \frac{M_{x+t} - M_{x+n+t} + D_{x+n+t-1}}{D_{x+t}} - P_{\overline{x:n|}} \frac{N_{x+t} - N_{x+n+t}}{D_{x+t}} $$

$$ {}_tV_{\overline{x:n|}} = A_{\overline{x+t:n-t|}} - P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{x+t:n-t|}}. $$

Sehingga benar bahwa rumus cadangan prospektif pada persamaan (2.15) didapat dari *recurrence formula.*

4.3 Metode *New Jersey*

Penentuan cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* terdapat persyaratan yang harus terpenuhi yaitu polis yang mempunyai premi tahunan bersih lebih kecil dari premi tahunan bersih asuransi seumur hidup dengan 20 kali pembayaran premi dengan santunan dan usia yang sama tetapi premi kotornya melebihi 1,5 $\frac{C_x}{D_x}$.

Metode *New Jersey* menentukan bahwa cadangan akhir tahun pertama adalah nol. Sehingga secara matematis nilai tunai premi pada tahun pertama dapat dituliskan

$$ \alpha^J = \frac{C_x}{D_x}. $$

Simbol J menyatakan metode yang digunakan adalah metode *New Jersey*. Sehingga berdasarkan persamaan (2.16) dan setelah diaplikasikan ke dalam metode *New Jersey*, maka β^J diperoleh sebagai berikut

$$ \alpha^J + \beta^J a_{\overline{x:19|}} = P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{x:20|}} $$

$$ \frac{C_x}{D_x} + \beta^J a_{\overline{x:19|}} = P_{\overline{x:n|}}\ (1 + a_{\overline{x:19|}}) $$

$$ \beta^J a_{\overline{x:19|}} = P_{\overline{x:n|}}\ a_{\overline{x:19|}} + \left(P_{\overline{x:n|}} - \frac{C_x}{D_x}\right) $$

sehingga

$$ \beta^J = P_{\overline{x:n|}} + \frac{P_{\overline{x:n|}} - \frac{C_x}{D_x}}{a_{\overline{x:19|}}}. $$

Berdasarkan rumus cadangan prospektif pada persamaan (2.15), maka dapat disimpulkan bahwa nilai cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* berdasarkan metode prospektif untuk asuransi jiwa *endowment* secara umum adalah

$$ {}_tV_{\overline{x:n|}}^{J} = S\,A_{\overline{x+t:n-t|}} - \beta^J\,\ddot{a}_{\overline{x+t:20-t|}} - P_{\overline{x:n|}}\,(\ddot{a}_{\overline{x+t:n-t|}} - \ddot{a}_{\overline{x+t:20-t|}}) $$

$$ = S\,A_{\overline{x+t:n-t|}} - (\beta^J - P_{\overline{x:n|}})\,\ddot{a}_{\overline{x+t:20-t|}} - P_{\overline{x:n|}}\;\ddot{a}_{\overline{x+t:n-t|}}. $$

Rumus cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* berdasarkan metode prospektif pada persamaan di atas mendapat penyesuaian karena premi yang akan datang terdiri dari dua macam, yaitu β^J sampai tahun ke 20 dan P sisa tahun berikutnya.

4.4 Simulasi Kasus Perhitungan Cadangan Disesuaikan dengan Metode *New Jersey*

Sesuai dengan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini, yaitu bagaimana menentukan besarnya cadangan prospektif pada asuransi jiwa *endowment* menggunakan metode *New Jersey*, maka diberikan contoh kasus untuk menentukan cadangan prospektif asuransi jiwa *endowment* menggunakan metode *New Jersey*.

Sebagai contoh kasus diberikan asumsi sebagai berikut, usia peserta mendaftar asuransi (x) 30 tahun, membeli asuransi jiwa endowment 30 tahun dengan besar santunan (S) yaitu Rp10.000.000,00 dan premi kotornya sebesar Rp 30.000,00. Selanjutnya dihitung nilai cadangan akhir tahun pertama, ke dua, dan seterusnya menggunakan metode *New Jersey* untuk produk asuransi jiwa *endowment* dengan menggunakan Tabel Mortalitas *CSO* 1941 dengan tingkat suku bunga 2,5%.

Langkah awal penyelesaian perhitungan cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* pada contoh kasus di atas yaitu menghitung tunai anuitas berjangka awal ($\ddot{a}_{\overline{x:n|}}$) dan premi tunggal bersih asuransi jiwa *endowment* ($A_{\overline{x:n|}}$) sehingga dapat dihitung nilai premi tahunan bersih asuransi jiwa *endowment* ($P_{\overline{x:n|}}$). Kemudian dihitung nilai premi tahunan bersih asuransi seumur hidup dengan 20 kali pembayaran premi. Selanjutnya membandingkan hasil keduanya untuk menentukan apakah metode *New Jersey* berlaku untuk polis tersebut. Selanjutnya dihitung besar nilai tunai premi disesuaikan pada tahun pertama (α^J). Apabila premi kotornya melebihi 1,5 x (α^J) maka perhitungan dengan metode *New Jersey* dapat digunakan. Kemudian dihitung nilai premi bersih lanjutan disesuaikan (β^J). Terakhir dihitung nilai cadangan disesuaikan dengan menggunakan metode *New Jersey* berdasarkan metode prospektif (${}_tV_{\overline{x:n|}}^{\,J}$) dan memeriksa hasil perhitungan cadangan disesuaikan tersebut dengan menggunakan perhitungan cadangan retrospektif berdasarkan metode *Fackler*.

Penyelesaian:

\

Sebelum menghitung premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih untuk asuransi jiwa *endowment*, terlebih dahulu menentukan nilai D_x, N_x, C_x, dan M_x . Simbol komutasi D_x, N_x, C_x, dan M_x diberikan dalam Tabel Mortalitas *CSO* 1941.

Berdasarkan persamaan (2.12) maka perhitungan premi tunggal bersih untuk usia 30 tahun asuransi jiwa *endowment* 30 tahun adalah sebagai berikut

$$A_{\overline{30:30|}} = \frac{M_{30} - M_{30+30} + D_{30+30}}{D_{30}}$$

$$= \frac{M_{30} - M_{60} + D_{60}}{D_{30}}$$

$$= \frac{182.403{,}495 - 108.543{,}455 + 154.046{,}23}{440.800{,}58}$$

$$= 0{,}517028062.$$

Kemudian dihitung premi tahunan bersih untuk asuransi jiwa *endowment* dengan jumlah santunan (S) Rp 1.000.000,00. Dari Tabel Anuitas Hidup Berjangka *CSO* 1941 dapat dilihat bahwa anuitas awal berjangka untuk usia 30 tahun adalah 19,801850 (Lampiran 2). Sehingga berdasarkan persamaan (2.14) perhitungan premi tahunan bersih adalah sebagai berikut

$$P_{\overline{30:30|}} = 10^6 \frac{A_{\overline{30:30|}}}{\ddot{a}_{\overline{30:30|}}}$$

$$= 10^6 \frac{0{,}517028062}{19{,}801850}$$

$$= 26.110{,}08885.$$

Untuk mengetahui apakah contoh polis di atas memenuhi syarat untuk perhitungan metode *New Jersey* maka dihitung premi tunggal bersih dan premi tahunan bersih untuk asuransi seumur hidup sebesar Rp 1.000.000,00 dengan usia dan tahun yang sama dengan contoh polis.

$$A_{30} = \frac{M_{30}}{D_{30}}$$

$$= \frac{182.403{,}495}{440.800{,}58}$$

$$= 0{,}413800487.$$

$${}_{20}P_{30} = 10^6 \frac{A_{30}}{\ddot{a}_{\overline{30:20|}}}.$$

Substitusikan $A_{30} = 0{,}413800487$ dan $\ddot{a}_{\overline{30:20|}} = 15{,}301234$ ke dalam persamaan di atas. Nilai anuitas berjangka untuk usia 30 tahun dengan 20 kali pembayaran premi didapat dari Tabel Mortalita *CSO* 1941 (Lampiran 2).

$$ {}_{20}P_{30} = 10^6 \frac{0{,}413800487}{15{,}301234} $$

$$ = 27.043{,}60235. $$

Selanjutnya dihitung besar nilai tunai premi disesuaikan pada tahun pertama berdasarkan persamaan (2.17) yaitu

$$ \alpha^J = 10^6 \frac{C_{30}}{D_{30}} $$

$$ = 10^6 \frac{1.531{,}158}{440.800{,}58} $$

$$ = 3.473{,}584359. $$

Setelah diketahui nilai α^J sebesar 3.473,584359 kemudian dihitung nilai 1,5 x 10^6 x $\frac{C_{30}}{D_{30}}$ = 1,5 x 3.473,584359 = 5.210,376539. Maka premi kotor pada contoh polis sebesar Rp 30.000,00 adalah lebih besar dari 1,5 x 10^6 x $\frac{C_{30}}{D_{30}}$.

Dari hasil perhitungan kedua premi tahunan bersih di atas diketahui $P_{\overline{30:30|}} < {}_{20}P_{30}$ dan premi kotor > (1,5 x 10^6 x $\frac{C_{30}}{D_{30}}$), sehingga perhitungan cadangan dengan metode *New Jersey* dapat digunakan.

Setelah diketahui bahwa polis di atas memenuhi syarat untuk digunakannya metode *New Jersey*, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai β^J

$$ a_{\overline{30:19|}} = \frac{N_{30+1} - N_{30+19+1}}{D_{30}} $$

$$ = \frac{N_{31} - N_{50}}{D_{30}} $$

$$a_{\overline{30:19|}} = \frac{11.329.479 - 4.641.302}{460.504}$$

$$= 14{,}30123395.$$

Substitusikan $a_{\overline{30:19|}} = 14{,}30123395$ ke dalam persamaan (2.18) sehingga diperoleh nilai β^J sebagai berikut

$$\beta^J = P + \frac{P - \frac{C_{30}}{D_{30}}}{a_{\overline{30:19|}}}$$

$$= 26.110{,}08885 + \frac{26.110{,}08885 - 3.473{,}584359}{14{,}30123395}$$

$$= 27.692{,}92391.$$

Cadangan disesuaikan pada akhir tahun pertama berdasarkan metode *New Jersey* adalah 0. Dengan berdasarkan persamaan (2.19), maka perhitungan cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* berdasarkan metode prospektif pada tahun kedua adalah sebagai berikut

$${}_2V_{\overline{30:30|}}^{\,J} = 10^6\, A_{\overline{30+2:30-2|}} - (\beta^J - P_{\overline{x:n|}})\, \ddot{a}_{\overline{30+2:20-2|}}$$

$$-P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{30+2:30-2|}}$$

$$= 10^6\, A_{\overline{32:28|}} - (\beta^J - P_{\overline{x:n|}})\, \ddot{a}_{\overline{32:18|}} - P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{32:28|}}.$$

Substitusikan $\beta^J = 27.692{,}92391$ dan $P_{\overline{x:n|}} = 26.110{,}08885$

$${}_2V_{\overline{30:30|}}^{\,J} = 10^6 \text{ x } 0{,}539764159 - (27.692{,}9231 - 26.110{,}08885) \text{ x } 14{,}10654637 - (26.110{,}08885 \text{ x } 18{,}86967025)$$

$$= 539.764{,}159 - (1.582{,}83506) \text{ x } 14{,}10654637 - 492.671{,}8409$$

$${}_{2}V_{\overline{30:30|}}^{J} = 24.747,05763.$$

Sehingga diperoleh nilai cadangan pada tahun kedua sebesar 24.747,05763.

Perhitungan cadangan pada tahun ketiga adalah sebagai berikut

$${}_{3}V_{\overline{30:30|}}^{J} = 10^6\, A_{\overline{30+3:30-3|}} - (\beta^J - P_{\overline{x:n|}})\, \ddot{a}_{\overline{30+3:20-3|}}$$

$$-P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{30+3:30-3|}}$$

$$= 10^6\, A_{\overline{33:27|}} - (\beta^J - P_{\overline{x:n|}})\, \ddot{a}_{\overline{33:17|}} - P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{33:27|}}.$$

Substitusikan $\beta^J = 27.692,92391$ dan $P_{\overline{x:n|}} = 26.110,08885$

$${}_{3}V_{\overline{30:30|}}^{J} = 10^6 \text{ x } 0,551500175 - (27.692,9231 - 26.110,08885) \text{ x } 13,48707771 - (26.110,08885 \text{ x } 18,38849263)$$

$$= 551.500,175 - (1.582,83425) \text{ x } 13,48707771 - 480.125,1764$$

$$= 50.027,19007.$$

Sehingga diperoleh nilai cadangan pada tahun ketiga sebesar 50.027,19007.

Perhitungan cadangan pada tahun keempat adalah sebagai berikut

$${}_{4}V_{\overline{30:30|}}^{J} = 10^6\, A_{\overline{30+4:30-4|}} - (\beta^J - P_{\overline{x:n|}})\, \ddot{a}_{\overline{30+4:20-4|}}$$

$$-P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{30+4:30-4|}}$$

$$= 10^6\, A_{\overline{34:26|}} - (\beta^J - P_{\overline{x:n|}})\, \ddot{a}_{\overline{34:16|}} - P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{34:26|}}.$$

Substitusikan $\beta^J = 27.692,92391$ dan $P_{\overline{x:n|}} = 26.110,08885$

$$ {}_4V_{\overline{30:30|}}^{J} = 10^6 \text{ x } 0{,}563489194 - (27.692{,}9231 - 26.110{,}08885) \text{ x } 12{,}85220831 - (26.110{,}08885 \text{ x } 17{,}89694392) $$

$$ = 563.489{,}194 - (1.582{,}83506) \text{ x } 12{,}85220831 - 467.290{,}7959 $$

$$ = 75.855{,}47219. $$

Sehingga diperoleh nilai cadangan pada tahun keempat sebesar 75.855,47219.

Perhitungan cadangan pada tahun kelima adalah sebagai berikut

$$ {}_5V_{\overline{30:30|}} = 10^6 A_{\overline{30+5:30-5|}} - (\beta^J - P_{\overline{x:n|}})\, \ddot{a}_{\overline{30+5:20-5|}} $$

$$ -P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{30+5:30-5|}} $$

$$ = 10^6 A_{\overline{35:25|}} - (\beta^J - P_{\overline{x:n|}})\, \ddot{a}_{\overline{35:15|}} - P_{\overline{x:n|}}\ \ddot{a}_{\overline{35:25|}}. $$

Substitusikan $\beta^J = 27.692{,}92391$ dan $P_{\overline{x:n|}} = 26.110{,}08885$

$$ {}_5V_{\overline{30:30|}}^{J} = 10^6 \text{ x } 0{,}57573072 - (27.692{,}9231 - 26.110{,}08885) \text{ x } 12{,}20159369 - (26.110{,}08885 \text{ x } 17{,}39504057) $$

$$ = 575.730{,}72 - (1.582{,}83506) \text{ x } 12{,}20159369 - 454.186{,}0548 $$

$$ = 102.231{,}5549. $$

Sehingga diperoleh nilai cadangan pada tahun kelima sebesar 102.231,5549.

Hasil lebih lengkap dengan bantuan program *microsoft excel* untuk perhitungan cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* berdasarkan cadangan prospektif untuk asuransi jiwa *endowment* 30 tahun ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Cadangan Prospektif pada Asuransi Jiwa *Endowment* 30 Tahun Menggunakan Metode *New Jersey*

t	$\ddot{a}_{\overline{x+t:20-t\|}}$	$\ddot{a}_{\overline{x+t:n-t\|}}$	$A_{\overline{x+t:n-t\|}}$	${}_tV_{\overline{x:n\|}}^{J}$
1	14,71114299	19,34075756	0,528274231	0
2	14,10654637	18,86967025	0,539764161	24.747,05763
3	13,48707771	18,38849263	0,551500175	50.027,17907
4	12,85220831	17,89694392	0,563489194	75.855,47236
5	12,20159369	17,39504057	0,575730720	102.231,5552
6	11,53457626	16,88240539	0,588234024	129.175,5875
7	10,85067934	16,35897674	0,601000569	156.691,3975
8	10,14921813	15,82445229	0,614037786	184.795,3924
9	9,429434539	15,27848614	0,627354016	213.506,1454
10	8,690661124	14,72097373	0,640951882	242.830,0666
11	7,931946565	14,15145313	0,654842624	272.791,9624
12	7,152377371	13,56965967	0,669032710	303.406,6562
13	6,350834219	12,97511839	0,683533709	334.699,8917
14	5,526103484	12,36736941	0,698356855	366.696,8307
15	4,676857614	11,74599043	0,713512463	399.420,9147
16	3,801507820	11,11029334	0,729017262	432.909,3562
17	2,898295602	10,45958840	0,744888092	467.199,7853
18	1,965228966	9,793130809	0,761143155	502.333,0057
19	1	9,109891139	0,777807573	538.364,6711
20	0	8,408916705	0,794904477	575.346,9150
21		7,688863645	0,812466741	611.709,8284
22		6,948288452	0,830529564	649.109,1350
23		6,185447451	0,849135466	687.632,8837
24		5,398382815	0,868332146	727.379,8909
25		4,584677804	0,888178597	768.472,2522
26		3,741566516	0,908742331	811.049,6969
27		2,865786074	0,930102815	855.276,8859

Tabel 4.1 Cadangan Prospektif pada Asuransi Jiwa *Endowment* 30 Tahun Menggunakan Metode *New Jersey* (lanjutan)

t	$\ddot{a}_{\overline{x+t:20-t}\|}$	$\ddot{a}_{\overline{x+t:n-t}\|}$	$A_{\overline{x+t:n-t}\|}$	${}_tV_{\overline{x:n}\|}^{J}$
28		1,953453106	0,952354855	901.350,0213
29		1	0,975609791	949.499,7021
30		0	1	1.000.000

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa nilai cadangan akhir tahun pertama bernilai Rp 0,00 dan pada akhir jangka waktu polis, nilai cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* dilihat dari cara perhitungan prospektif adalah sama dengan nilai santunan yang diberikan yaitu sebesar Rp 1.000.000,00.

Untuk memeriksa hasil perhitungan cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* berdasarkan metode prospektif di atas, maka digunakan cara perhitungan berdasarkan cadangan retrospektif yaitu dengan metode *Fackler*, dimana kedua cara memberikan hasil perhitungan cadangan yang hampir sama.

Cadangan disesuaikan pada akhir tahun pertama berdasarkan metode *New Jersey* adalah 0. Berdasarkan persamaan (4.7) dan dengan mengganti premi bersih tahunan ($P_{\overline{x:n}|}$) dengan premi bersih lanjutan disesuaikan yaitu β pada tahun kedua dan berikutnya, maka perhitungan cadangan retrospektif dengan metode *Fackler* untuk tahun kedua dan selanjutnya adalah sebagai berikut

$$
\begin{aligned}
{}_2V_{\overline{30:30}|}^{J} &= \left({}_{2-1}V_{\overline{30:30}|} + \beta^J \right) u_{30+2-1} - k_{30+2-1} \\
&= \left({}_1V_{\overline{30:30}|}^{J} + \beta^J \right) u_{31} - 10^6 k_{31}.
\end{aligned}
$$

Substitusikan ${}_1V_{\overline{30:30}|}^{J} = 0$ dan $\beta^J = 27.692{,}92391$ ke dalam persamaan di atas sehingga diperoleh nilai cadangan akhir tahun kedua sebesar

$$
{}_2V_{\overline{30:30}|}^{J} = (0 + 27.692{,}92391)\,\frac{D_{31}}{D_{32}} - 10^6\,\frac{C_{31}}{D_{32}}
$$

$$ {}_{2}V_{\overline{30:30|}}{}^{J} = 27.692,92391\ \frac{428.518,18}{416.506,91} - 10^{6}\ \frac{1.559,6094}{416.506,91} $$

$$ = 28.491,51076 - 3.744,498261 $$

$$ = 24.747,0125. $$

Selanjutnya dihitung cadangan akhir tahun ketiga sebagai berikut

$$ {}_{3}V_{\overline{30:30|}}{}^{J} = (\ {}_{3-1}V_{\overline{30:30|}} + \beta^{J}\ )\ u_{30+3-1} - k_{30+3-1} $$

$$ = (\ {}_{2}V_{\overline{30:30|}}{}^{J} + \beta^{J}\ )\ u_{32} - 10^{6} k_{32}. $$

Substitusikan ${}_{2}V_{\overline{30:30|}}{}^{J} = 24.747,0125$ dan $\beta^{J} = 27.692,92391$ ke dalam persamaan di atas sehingga diperoleh nilai cadangan akhir tahun ketiga sebesar

$$ {}_{3}V_{\overline{30:30|}}{}^{J} = (24.747,0125 + 27.692,92391)\ \frac{D_{32}}{D_{33}} - 10^{6}\ \frac{C_{32}}{D_{33}} $$

$$ = 52.439,93641\ \frac{416.506,91}{404.755,37} - 10^{6}\ \frac{1.592,8453}{404.755,37} $$

$$ = 53.962,46102 - 3.935,328394 $$

$$ = 49.757,13263. $$

Selanjutnya dihitung cadangan akhir tahun keempat sebagai berikut

$$ {}_{4}V_{\overline{30:30|}}{}^{J} = (\ {}_{4-1}V_{\overline{30:30|}} + \beta^{J}\ )\ u_{30+4-1} - k_{30+4-1} $$

$$ = (\ {}_{3}V_{\overline{30:30|}}{}^{J} + \beta^{J}\ )\ u_{33} - 10^{6} k_{33}. $$

Substitusikan ${}_{3}V_{\overline{30:30|}}{}^{J} = 49.757,13263$ dan $\beta^{J} = 27.692,92391$ ke dalam persamaan di atas sehingga diperoleh nilai cadangan akhir tahun keempat sebesar

$$ {}_{4}V_{\overline{30:30|}}^{J} = (49.757{,}13263 + 27.692{,}92391)\,\frac{D_{33}}{D_{34}} - 10^{6}\,\frac{C_{33}}{D_{34}} $$

$$ = 77.450{,}05654\ \frac{404.755{,}37}{393.256{,}29} - 10^{6}\,\frac{1.626{,}9874}{393.256{,}29} $$

$$ = 79.714{,}7486 - 4.137{,}219013 $$

$$ = 75.577{,}52958. $$

Selanjutnya dihitung cadangan akhir tahun kelima sebagai berikut

$$ {}_{5}V_{\overline{30:30|}}^{J} = (\,{}_{5-1}V_{\overline{30:30|}} + \beta^{J}\,)\,u_{30+5-1} - k_{30+5-1} $$

$$ = (\,{}_{4}V_{\overline{30:30|}}^{J} + \beta^{J}\,)\,u_{34} - 10^{6}k_{34}. $$

Substitusikan ${}_{4}V_{\overline{30:30|}}^{J} = 75.577{,}52958$ dan $\beta^{J} = 27.692{,}92391$ ke dalam persamaan di atas sehingga diperoleh nilai cadangan akhir tahun kelima sebesar

$$ {}_{5}V_{\overline{30:30|}}^{J} = (75.577{,}52958 + 27.692{,}92391)\,\frac{D_{34}}{D_{35}} - 10^{6}\,\frac{C_{34}}{D_{35}} $$

$$ = 103.270{,}4535\ \frac{393.256{,}29}{381.995{,}63} - 10^{6}\,\frac{1.669{,}0508}{381995{,}63} $$

$$ = 106.314{,}7121 - 4.369{,}292916 $$

$$ = 101.945{,}4191. $$

Hasil lebih lengkap dengan bantuan program *microsoft excel* untuk perhitungan cadangan retrospektif akhir tahun ke *t* untuk asuransi jiwa *endowment* 30 tahun dengan metode *Fackler* ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Cadangan Retrospektif Pada Asuransi Jiwa *Endowment* 30 Tahun Menggunakan Metode *Fackler*

t	u_{x+t-1}	k_{x+t-1}	${}_tV^{J}_{\overline{x:n}\rvert}$
1	1,028662495	0,003573146	0
2	1,028838105	0,003744498	24.747,03710
3	1,029033685	0,003935328	50.027,15793
4	1,029240677	0,004137219	75.855,45061
5	1,029478505	0,004369293	102.231,5329
6	1,029726357	0,004611073	129.175,5645
7	1,030006246	0,004884149	156.691,3737
8	1,030306416	0,005176957	184.795,3679
9	1,030627361	0,005490127	213.506,1202
10	1,030989811	0,005843716	242.830,0406
11	1,031373823	0,006218369	272.791,9356
12	1,031799265	0,006633429	303.406,6285
13	1,032256937	0,007079947	334.699,8631
14	1,032755503	0,007566344	366.696,8012
15	1,033307707	0,008105058	399.420,8842
16	1,033901287	0,008684191	432.909,3247
17	1,034548460	0,009315594	467.199,7526
18	1,035259717	0,010009480	502.332,9720
19	1,036023612	0,010754707	538.364,6362
20	1,036871711	0,011582192	575.346,8787
21	1,037785138	0,012473311	611.709,7907
22	1,038784586	0,013448364	649.109,0960
23	1,039870124	0,014507414	687.632,8431
24	1,041064029	0,015672244	727.379,8486
25	1,042355338	0,016932050	768.472,2081
26	1,043766475	0,018308712	811.049,6508
27	1,045309701	0,019814359	855.276,8378

Tabel 4.2 Cadangan Retrospektif Pada Asuransi Jiwa *Endowment* 30 Tahun Menggunakan Metode *Fackler* (lanjutan)

t	u_{x+t-1}	k_{x+t-1}	${}_tV^{J}_{\overline{x:n}\vert}$
28	1,046986647	0,021450372	901.349,9709
29	1,048819280	0,023238343	949.499,6493
30	1,050818121	0,025188448	999.999,9445

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai cadangan akhir tahun pertama bernilai Rp 0,00 dan pada akhir jangka waktu polis, nilai cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* dilihat dari cara perhitungan retrospektif adalah hampir sama dengan nilai santunan yang diberikan yaitu sebesar Rp 999.999,9445.

Dari kedua tabel di atas kemudian dibandingkan hasil nilai perhitungan cadangan dengan cara prospektif dan retrospektif disajikan dalam Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Cadangan Disesuaikan dengan Metode *New Jersey* pada Asuransi Jiwa *Endowment* 30 Tahun

Tahun	**Cadangan Disesuaikan dengan Metode *New Jersey***	
	Prospektif	**Retrospektif**
1	0	0
2	24.747,05763	24.747,03710
3	50.027,17907	50.027,15793
4	75.855,47236	75.855,45061
5	102.231,5552	102.231,5329
6	129.175,5875	129.175,5645
7	156.691,3975	156.691,3737
8	184.795,3924	184.795,3679
9	213.506,1454	213.506,1202
10	242.830,0666	242.830,0406
11	272.791,9624	272.791,9356
12	303.406,6562	303.406,6285

Tabel 4.3 Cadangan Disesuaikan dengan Metode *New Jersey* pada Asuransi Jiwa *Endowment* 30 Tahun (lanjutan)

Tahun	Cadangan Disesuaikan dengan Metode *New Jersey*	
	Prospektif	Retrospektif
4	75.855,47236	75.855,45061
5	102.231,5552	102.231,5329
6	129.175,5875	129.175,5645
7	156.691,3975	156.691,3737
8	184.795,3924	184.795,3679
9	213.506,1454	213.506,1202
10	242.830,0666	242.830,0406
11	272.791,9624	272.791,9356
12	303.406,6562	303.406,6285
13	334.699,8917	334.699,8631
14	366.696,8307	366.696,8012
15	399.420,9147	399.420,8842
16	432.909,3562	432.909,3247
17	467.199,7853	467.199,7526
18	502.333,0057	502.332,9720
19	538.364,6711	538.364,6362
20	575.346,9150	575.346,8787
21	611.709,8284	611.709,7907
22	649.109,1350	649.109,0960
23	687.632,8837	687.632,8431
24	727.379,8909	727.379,8486
25	768.472,2522	768.472,2081
26	811.049,6969	811.049,6508
27	855.276,8859	855.276,8378
28	901.350,0213	901.349,9709
29	949.499,7021	949.499,6493
30	1.000.000	999.999,9445

Pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa cadangan pada akhir tahun ke *t* berdasarkan perhitungan cadangan prospektif dan retrospektif menghasilkan nilai cadangan yang hampir sama dan pada akhir jangka waktu polis, nilai cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* sama dengan nilai santunan yang diberikan yaitu sebesar Rp 1.000.000,00.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Sumber dana tambahan untuk menutup biaya awal tahun dapat diperoleh dengan menyesuaikan cadangan premi, salah satunya dengan menggunakan metode *New Jersey*. Pada contoh kasus yang digunakan untuk asuransi jiwa *endowment* 30 tahun, cadangan pada akhir tahun ke t berdasarkan perhitungan cadangan prospektif dan retrospektif menghasilkan nilai cadangan yang hampir sama dan pada akhir jangka waktu polis, nilai cadangan disesuaikan dengan metode *New Jersey* hampir sama dengan nilai santunan yang diberikan.

5.2 SARAN

Untuk penelitian tentang cadangan disesuaikan selanjutnya dapat dikembangkan dengan jenis asuransi jiwa yang lebih beragam dengan menggunakan metode selain *New Jersey* seperti *Full Preliminary Term*, *Commisioners*, *Ohio*, *Canada*, dan *Illinois*.

DAFTAR PUSTAKA

Bowers, N.L., Gerber, H.U., Hickman, J.C., Jones, D.A., Nesbitt, C.J. 1997. *Actuarial Mathematics*. Illinois: The Society of Actuaries.

Futami, T. 1993. *Matematika Asuransi Jiwa bagian I*, diterjemahkan oleh Gatot Herliyanto, Tokyo, OLICD Center.

Ispriyanti, D., Revani, M.A., dan Yuciana, W. 2012. *Penentuan Cadangan Disesuaikan dengan Metode Illinois pada Asuransi Jiwa Endowmen Semikontinu.* Jurnal Gaussian; 1(1): 154-155. Universitas Diponegoro. Semarang

Larson, R.E. dan Gaumnitz, E.A. 1951. *Life Insurance Mathematics*. New York: John Willey & Sons, Inc.

Novitasari, M., Destriani, dan Satyahadewi, N. 2014. *Penentuan Nilai Cadangan Prospektif pada Asuransi Jiwa seumur Hidup Menggunakan Metode New Jersey*. Buletin Ilmiah Mat Sat dan Terapannya (Bimaster) 3(1): 7-12. FMIPA UNTAN. Pontianak.

Sembiring, R.K. 1986. *Buku Materi Pokok Asuransi I modul 1-5*. Karunika. Jakarta: Universitas Terbuka.

Sembiring, R.K. 1986. *Buku Materi Pokok Asuransi I modul 6-9.* Karunika. Jakarta: Universitas Terbuka.

Lampiran 1. Tabel Komutasi – *CSO* 2,5%

x	Dx	Nx	Cx	Mx
0	1.023.102,00	31.374.229,80	22.538,5366	257.876,8839
1	975.609,76	30.351.127,80	5.491,9691	235.338,3473
2	946.322,43	29.375.518,04	3.822,1152	229.846,3782
3	919.419,28	28.429.195,61	3.032,2168	226.024,2630
4	893.962,20	27.509.776,33	2.607,3702	222.992,0462
5	869.550,88	26.615.814,13	2.341,1360	220.384,6760
6	846.001,18	25.746.263,25	2.154,4803	218.043,5400
7	823.212,53	24.900.262,07	1.983,7445	215.889,0597
8	801.150,42	24.077.049,54	1.805,6425	213.905,3152
9	779.804,53	23.275.899,12	1.613,1747	212.099,6727
10	759.171,73	22.496.094,59	1.458,7451	210.486,4980
11	739.196,60	21.736.922,86	1.377,0655	209.027,7529
12	719.790,36	20.997.726,26	1.348,5565	207.650,6874
13	700.855,94	20.277.935,90	1.353,8821	206.302,1309
14	682.437,28	19.577.049,96	1.378,1693	204.948,2488
15	664.414,29	18.894.612,68	1.393,7300	203.570,0795
16	646.815,33	18.230.198,39	1.382,0812	202.176,3495
17	629.657,27	17.583.383,06	1.382,3537	200.794,2683
18	612.917,42	16.953.725,79	1.375,5355	199.411,9146
19	596.592,68	16.340.808,37	1.379,2123	198.036,3791
20	580.662,42	15.744.215,69	1.376,5331	196.657,1668
21	565.123,40	15.163.553,27	1.383,6196	195.280,6337
22	549.956,28	14.598.429,87	1.389,5416	193.897,0141
23	535.153,17	14.048.473,59	1.399,3275	192.507,4725
24	520.701,32	13.513.320,42	1.407,2700	191.108,1450
25	506.594,02	12.992.619,10	1.423,4649	189.700,8750
26	492.814,61	12.486.025,08	1.437,5192	188.277,4101
27	479.357,22	11.993.210,47	1.454,5491	186.839,8909
28	466.211,03	11.513.853,25	1.478,2003	185.385,3418

x	Dx	Nx	Cx	Mx
29	453.361,83	11.047.642,22	1.503,6464	183.907,1415
30	440.800,58	10.594.280,39	1.531,1580	182.403,4951
31	428.518,18	10.153.479,81	1.559,6094	180.872,3371
32	416.506,91	9.724.961,63	1.592,8453	179.312,7277
33	404.755,37	9.308.454,72	1.626,9874	177.719,8824
34	393.256,29	8.903.699,35	1.669,0508	176.092,8950
35	381.995,63	8.510.443,06	1.710,5610	174.423,8442
36	370.968,10	8.128.447,43	1.759,0801	172.713,2832
37	360.161,02	7.757.479,33	1.809,6928	170.954,2031
38	349.566,90	7.397.318,31	1.862,1345	169.144,5103
39	339.178,75	7.047.751,41	1.922,4869	167.282,3758
40	328.983,61	6.708.572,66	1.983,5110	165.359,8889
41	318.976,11	6.379.589,05	2.050,6947	163.376,3779
42	309.145,51	6.060.612,94	2.120,3381	161.325,6832
43	299.485,04	5.751.467,43	2.194,1367	159.205,3451
44	289.986,39	5.451.982,39	2.274,5951	157.011,2084
45	280.638,95	5.161.996,00	2.357,2099	154.736,6133
46	271.436,89	4.881.357,05	2.444,1542	152.379,4034
47	262.372,33	4.609.920,16	2.536,7650	149.935,2492
48	253.436,24	4.347.547,83	2.630,8594	147.398,4842
49	244.624,00	4.094.111,59	2.732,5292	144.767,6248
50	235.925,04	3.849.487,59	2.835,6221	142.035,0956
51	227.335,15	3.613.562,55	2.943,1374	139.199,4735
52	218.847,25	3.386.227,40	3.053,1772	136.256,3361
53	210.456,33	3.167.380,15	3.168,2229	133.203,1589
54	202.155,03	2.956.923,82	3.283,8121	130.034,9360
55	193.940,61	2.754.768,79	3.401,9131	126.751,1239
56	185.808,43	2.560.828,18	3.522,0901	123.349,2108
57	177.754,43	2.375.019,75	3.641,7835	119.827,1207
58	169.777,17	2.197.265,32	3.761,6968	116.185,3372
59	161.874,57	2.027.488,15	3.880,1854	112.423,6404

x	Dx	Nx	Cx	Mx
60	154.046,23	1.865.613,58	3.996,1999	108.543,4550
61	146.292,80	1.711.567,35	4.107,7080	104.547,2551
62	138.616,97	1.565.274,55	4.216,6760	100.439,5471
63	131.019,40	1.426.657,58	4.315,4138	96.222,8711
64	123.508,39	1.295.638,18	4.407,8312	91.907,4573
65	116.088,15	1.172.129,79	4.489,4497	87.499,6261
66	108.767,29	1.056.041,64	4.558,7282	83.010,1764
67	101.555,70	947.274,35	4.613,1893	78.451,4482
68	94.465,545	845.718,651	4.650,4521	73.838,2589
69	87.511,050	751.253,106	4.670,0143	69.187,8068
70	80.706,625	663.742,056	4.669,2260	64.517,7925
71	74.068,942	583.035,431	4.644,2354	59.848,5665
72	67.618,148	508.966,489	4.595,4281	55.204,3311
73	61.373,498	441.348,341	4.520,6627	50.608,9030
74	55.355,921	379.974,843	4.418,2492	46.088,2403
75	49.587,526	324.618,922	4.288,2869	41.669,9911
76	44.089,787	275.031,396	4.130,2202	37.381,7042
77	38.884,206	239.941,609	3.944,9618	33.251,4840
78	33.990,850	192.057,403	3.733,7258	29.306,5222
79	29.428,077	158.066,553	3.498,6841	25.572,7964
80	25.211,636	128.638,476	3.243,1158	22.074,1123
81	21.353,602	103.426,840	2.970,7368	18.830,9965
82	17.862,047	82.073,238	2.686,4020	15.860,2597
83	14.739,984	64.211,191	2.395,3212	13.173,8577
84	11.985,151	49.471,207	2.103,3561	10.778,5365
85	9.589,4746	37.486,0561	1.816,1946	8.675,1804
86	7.539,3905	27.896,5815	1.540,0394	6.858,9858
87	5.815,4632	20.357,1910	1.280,1454	5.318,9464
88	4.393,4773	14.541,7278	1.041,5646	4.038,8010
89	3.244,7546	10.148,2505	827,6215	2.997,2364
90	2.337,9929	6.903,4959	640,9377	2.169,6149

x	Dx	Nx	Cx	Mx
91	1.640,0309	4.565,5030	482,7730	1.528,6772
92	1.117,2571	2.925,4721	352,7707	1.045,9042
93	737,2363	1.808,2150	249,3391	693,1335
94	469,9158	1.070,9787	170,0888	443,7944
95	288,3657	601,0629	111,4678	273,7056
96	169,8646	312,6972	74,1098	162,2378
97	91,6117	142,8326	49,0019	88,1280
98	40,3755	51,2209	28,5451	39,1261
99	10,8454	10,8454	10,5810	10,5810

Lampiran 2. Anuitas Berjangka – CSO 2,5%

x	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=10	n=15	n=20	n=60-x	n=65-x
20	1,000000	1,973239	2,920358	3,841983	4,738720	8,869069	12,457794	15,560923	23,901327	25,095624
21	1,000000	1,973161	2,920128	3,841522	4,737953	8,865450	12,448796	15,543445	23,531038	24,758175
22	1,000000	1,973083	2,919888	3,841041	4,737139	8,861556	12,439081	15,524538	23,152416	24,413396
23	1,000000	1,972995	2,919629	3,840514	4,736252	8,857313	12,428508	15,503984	22,765183	24,061044
24	1,000000	1,972907	2,919351	3,839950	4,735302	8,852716	12,417040	15,481693	22,369267	23,701093
25	1,000000	1,972800	2,919035	3,839321	4,734242	8,847669	12,404502	15,457394	21,964344	23,333259
26	1,000000	1,972693	2,918710	3,838654	4,733109	8,842225	12,390940	15,431093	21,550521	22,957711
27	1,000000	1,972575	2,918346	3,837912	4,731855	8,836273	12,376152	15,402481	21,127453	22,574148
28	1,000000	1,972439	2,917935	3,837086	4,730473	8,829767	12,360038	15,371377	20,695005	22,182494
29	1,000000	1,972293	2,917494	3,836202	4,728989	8,822734	12,342592	15,337707	20,253202	21,782850
30	1,000000	1,972136	2,917024	3,835251	4,727392	8,815115	12,323678	15,301234	19,801850	21,375087