

ISSN : 2337-9057



PROSIDING

PERIODE DESEMBER 2012

**SEMINAR HASIL PENELITIAN
SAINS, EDUKASI DAN TEKNOLOGI INFORMASI
15 DESEMBER 2012**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2012**



DAFTAR ISI

Kelompok Matematika	Halaman
PERBANDINGAN SEGIEMPAT LAMBERT PADA GEOMETRI EUCLID DAN NON-EUCLID Anggun Novita Sari, Muslim Ansori dan Agus Sutrisno	1-6
Ruang Topologi T_0, T_1, T_2, T_3, T_4 Anwar Sidik, Muslim Ansori dan Amanto	7-14
PENERAPAN GRAF DEBRUIJN PADA KONSTRUKSI GRAF EULERIAN Fazrie Mulia , Wamiliana , dan Fitriani	15-21
REPRESENTASI OPERATOR HILBERT SCHMIDT PADA RUANG BARISAN Herlisa Anggraini , Muslim Ansori, Amanto	22-27
ANALISIS APROKSIMASI FUNGSI DENGAN METODE MINIMUM NORM PADA RUANG HILBERT $C[a, b]$ (STUDI KASUS : FUNGSI POLINOM DAN FUNGSI RASIONAL) Ida Safitri, Amanto, dan Agus Sutrisno	28-33
Algoritma Untuk Mencari Grup Automorfisma Pada Graf Circulant Vebriyan Agung , Ahmad Faisol, Amanto	34-37
KEISOMORFISMAAN GEOMETRI AFFIN Pratiwi Handayani, Muslim Ansori, Dorrah Aziz	38-41
METODE PENGUKURAN SUDUT MES SEBAGAI KEBIJAKAN PENENTUAN 1 SYAWAL Mardiyah Hayati , Tiryono, dan Dorrah	42-44
KE-ISOMORFISMAAN GEOMETRI INSIDENSI Marlina , Muslim Ansori dan Dorrah Aziz	45-47
TRANSFORMASI MATRIKS PADA RUANG BARISAN \mathbb{R}^p Nur Rohmah, Muslim Ansori dan Amanto	48-53
KAJIAN ANALITIK GEOMETRI PADA GERAK MEKANIK POLISI TIDUR (POLDUR) UNTUK PENGGERAK DINAMO Nurul Hidayah Marfiatin, Tiryono Ruby dan Agus Sutrisno	54-56
<i>INTEGRAL RIEMANN FUNGSI BERNILAI VEKTOR</i> Pita Rini, Dorrah Aziz, dan Amanto	57-63
ISOMORFISME BENTUK-BENTUK GRAF <i>WRAPPED BUTTERFLY NETWORKS</i> DAN <i>GRAF CYCLIC-CUBES</i> Ririn Septiana, Wamiliana, dan Fitriani	64-71
Ring Armendariz Tri Handono, Ahmad Faisol dan Fitriani	72-77
PERKALIAN DAN AKAR KUADRAT UNTUK OPERATOR <i>SELF-ADJOINT</i> Yuli Kartika, Muslim Ansori, Fitriani	78-81

Kelompok Statistika

APROKSIMASI DISTRIBUSI <i>T-STUDENT</i> TERHADAP <i>GENERALIZED LAMBDA DISTRIBUTION</i> (GLD) BERDASARKAN EMPAT MOMEN PERTAMANYA Eflin Marsinta Uli, Warsono, dan Widiarti	82-85
ANALISIS CADANGAN ASURANSI DENGAN METODE ZILLMER DAN NEW JERSEY Eva fitrilia, Rudi Ruswandi, dan Widiarti	86-93
PENDEKATAN DISTRIBUSI GAMMA TERHADAP <i>GENERALIZED LAMBDA DISTRIBUTION</i> (GLD) BERDASARKAN EMPAT MOMEN PERTAMANYA Jihan Trimita Sari T, Warsono, dan Widiarti	94-97
PERBANDINGAN ANALISIS RAGAM KLASIFIKASI SATU ARAH METODE KONVENSIONAL DENGAN METODE ANOM Latusiania Oktamia, Netti Herawati, Eri Setiawan	98-103
PENDUGAAN PARAMETER MODEL POISSON-GAMMA MENGGUNAKAN ALGORITMA EM (<i>EXPECTATION MAXIMIZATION</i>) Nurashri Partasiwi, Dian Kurniasari dan Widiarti	104-109
KAJIAN CADANGAN ASURANSI DENGAN METODE ZILLMER DAN METODE KANADA Roza Zelvia, Rudi Ruswandi dan Widiarti	110-115
ANALISIS KOMPONEN RAGAM DATA HILANG PADA RANCANGAN <i>CROSS-OVER</i> Sorta Sundry H. S, Mustofa Usman dan Dian Kurniasari	116-121
PENDEKATAN DISTRIBUSI GOMPERTZ PADA CADANGAN ASURANSI JIWA UNTUK METODE ZILLMER DAN ILLINOIS Mahfuz Hudori, Rudi Ruswandi dan Widiarti	122-126
KAJIAN RELATIF BIAS METODE <i>ONE-STAGE</i> DAN <i>TWO-STAGE CLUSTER SAMPLING</i> Rohman, Dian Kurniasari dan Widiarti	127-130
PERBANDINGAN UJI HOMOGENITAS RAGAM KLASIFIKASI SATU ARAH METODE KONVENSIONAL DENGAN METODE ANOMV Tika Wahyuni, Netti Herawati dan Eri Setiawan	131-136
PENDEKATAN DISTRIBUSI KHI-KUADRAT TERHADAP <i>GENERALIZED LAMBDA DISTRIBUTION</i> (GLD) BERDASARKAN EMPAT MOMEN PERTAMANYA Tiyas Yulita, Warsono dan Dian Kurniasari	137-140

Kelompok Kimia

TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT DENGAN METANOL DAN KATALIS HETEROGEN BERBASIS SILIKA SEKAM PADI ($MgO-SiO_2$) Evi Rawati Sijabat, Wasinton Simanjuntak dan Kamisah D. Pandiangan	141-147
EFEK PENAMBAHAN SENYAWA EKSTRAK DAUN BELIMBING SEBAGAI INHIBITOR KERAK KALSIUM KARBONAT ($CaCO_3$) DENGAN METODE <i>UNSEEDED EXPERIMENT</i> Miftasani, Suharso dan Buhani	148-153
EFEK PENAMBAHAN SENYAWA EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH SEBAGAI INHIBITOR KERAK KALSIUM KARBONAT ($CaCO_3$) DENGAN METODE <i>SEEDED EXPERIMENT</i> Putri Febriani Puspita, Suharso dan Buhani	154-160

IDENTIFIKASI SENYAWA AKTIF DARI KULIT BUAH ASAM KERANJI (<i>Dalium indum</i>) SEBAGAI INHIBITORKOROSIBAJA LUNAK Dewi Kartika Sari, Ilim Wasinton dan Simanjuntak	161-168
TransesterifikasiMinyakSawitdenganMetanoldanKatalisHeterogenBerbasis SilikaSekamPadi(TiO_2/SiO_2) Wanti Simanjuntak, Kamisah D. Pandiangan dan Wasinton Simanjuntak	169-175
UJI PENDAHULUAN HIDROLISIS ONGGOK UNTUK MENGHASILKAN GULA REDUKSI DENGAN BANTUAN ULTRASONIKASI SEBAGAI PRAPERLAKUAN Juwita Ratna Sari dan Wasinton Simanjuntak	176-182
STUDI FORMULASI PATI SORGUM-GELATIN DAN KONSENTRASI <i>PLASTICIZER</i> DALAM SINTESA BIOPLASTIK SERTA UJI <i>BIODEGRADABLE</i> DENGAN METODE FISIK Yesti Harryzona dan Yuli Darni	183-190
Kelompok Fisika	
Pengaruh Variasi Suhu Pemanasan Dengan Pendinginan Secara Lambat Terhadap Uji <i>Bending</i> Dan Struktur Mikro Pada Baja Pegas Daun AISI 5140 Adelina S.E Sianturi, Ediman Ginting dan Pulung Karo-Karo	191-195
PengaruhKadar $CaCO_3$ terhadapPembentukanFaseBahanSuperkonduktorBSCCO-2212 denganDopingPb (BPSCCO-2212) Ameilda Larasati, Suprihatin dan Ediman GintingSuka	196-201
Variasi Kadar $CaCO_3$ dalamPembentukanFaseBahanSuperkonduktor BSCCO-2223 dengan Doping Pb (BPSCCO-2223) Fitri Afriani, Suprihatin dan Ediman Ginting Suka	202-207
Sintesis Bahan Superkonduktor BSCCO-2223 Tanpa Doping Pb Pada Berbagai Kadar $CaCO_3$ Heni Handayani, Suprihatin dan Ediman Ginting Suka	208-212
Pengaruh Variasi Waktu Penarikan dalam Pembuatan Lapisan Tipis TiO_2 dengan Metode Pelapisan Celup Dian Yulia Sari dan Posman Manurung	213-218
Pengaruh Suhu Sintering terhadap Karakteristik Struktur dan Mikrostruktur Komposit Aluminosilikat $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ Berbahan Dasar Silika Sekam Padi Fissilla Venia Wiranti dan Simon Sembiring	219-225
Sintesisdan KarakterisasiTitaniaSilikadenganMetode Sol Gel Revy Susi Maryanti dan Posman Manurung	226-230
Uji Fotokatalis Bahan TiO_2 yang ditambahdengan SiO_2 padaZatWarnaMetilenBiru Violina Sitorus dan Posman Manurung	231- 236
KARAKTERISTIK STRUKTUR DAN MIKROSTRUKTUR KOMPOSIT $B_2O_3-SiO_2$ BERBASIS SILIKA SEKAM PADI DENGAN VARIASI SUHU KALSINASI Nur Hasanah, Suprihatin, dan Simon Sembiring	237-241
RANCANG BANGUN DAN ANALISIS ALAT UKUR MASSA JENIS ZAT CAIR BERBASIS MIKROKONTROLER ATMega8535 Prawoto, Arif Surtono, dan Gurum Ahmad Pauzi	242-247

ANALISIS BAWAH PERMUKAAN KELURAHAN TRIKORA KABUPATEN NGADA NTT MENGUNAKAN METODE GPR (<i>Ground Penetrating Radar</i>) DAN GEOLISTRIK R. Wulandari, Rustadi dan A. Zaenudin	248-250
Analisis Fungsionalitas Na ₂ CO ₃ Berbasis CO ₂ Hasil Pembakara Tempurung Kelapa RizkySastia Ningrum, Simon Sembiring dan	251-256

PENDEKATAN DISTRIBUSI GOMPERTZ PADA CADANGAN ASURANSI JIWA UNTUK METODE ZILLMER DAN ILLINOIS

Mahfuz Hudori¹, Drs. Rudi Ruswandi, M.Si.², Widiarti, M.Si.².

Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia¹
Dosen Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia²

ABSTRAK

Laju mortalita merupakan bagian dari yang mempengaruhi besarnya premi yang akan dibayarkan oleh nasabah kepada perusahaan asuransi jiwa. Oleh karena itu, perusahaan asuransi jiwa perlu memperkirakan laju mortalita nasabahnya serta jumlah premi yang akan diterima pada waktu tertentu untuk menjamin pembayaran santunan. Untuk memperkirakan dan menghitung laju mortalita yang terjadi serta fungsi *survival*-nya, perusahaan asuransi jiwa dapat menggunakan pendekatan distribusi Gompertz. Sedangkan untuk mengukur kewajiban perusahaan asuransi atas polis yang dikelolanya tersebut, digunakan metode Zillmer dan Illinois. Pada penelitian ini digunakan *Life Table for the Total Population United States*, Tahun 1979-1981, dan diperoleh nilai koefisien Gompertz-nya, yaitu $c = 1.059$, dan $B = 0.001$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Cadangan Zillmer dan Illinois pada asuransi jiwa seumur hidup, endowment murni dan dwiguna akan menghasilkan nilai cadangan yang sama besarnya apabila persentase biaya yang digunakan pada cadangan Zillmer untuk masing-masing asuransi jiwa tersebut bernilai 12.557 %, 3.86512 %, dan 3.5885 %. Metode Zillmer dapat diterapkan pada semua jenis asuransi jiwa, sedangkan metode Illinois hanya dapat digunakan pada asuransi jiwa seumur hidup dengan pembayaran kurang dari 20 kali, endowment murni dan Dwiguna.

Kata kunci : Gompertz, Asuransi Jiwa, Premi Asuransi Jiwa, Cadangan Asuransi Jiwa, Metode Zillmer dan Illinois

I. PENDAHULUAN

Di dalam asuransi jiwa terdapat suatu perjanjian tertulis (polis asuransi) antara pihak tertanggung (nasabah) dan penanggung (perusahaan asuransi). Dari polis asuransi tersebut, terdapat kontrak yang menyatakan bahwa tertanggung akan melakukan sejumlah pembayaran tertentu secara teratur kepada pihak perusahaan asuransi sebagai imbalan persetujuan penanggung untuk membayar benefit atau santunan yang telah disepakati dalam polis asuransi jika orang yang ditanggung meninggal dunia.

Besarnya premi yang disajikan perusahaan asuransi jiwa kepada masyarakat dipengaruhi oleh laju mortalita nasabah (peluang meninggal nasabah, tingkat suku bunga yang digunakan dan lamanya polis asuransi jiwa).

Pada awal tahun polis asuransi ditanda tangani, perusahaan asuransi mengeluarkan banyak biaya untuk operasional perusahaan, seperti biaya administrasi polis, pembayaran komisi agen, dan sebagainya. Sehingga Premi yang disajikan oleh perusahaan asuransi jiwa kepada masyarakat adalah

gross premium (premi kotor) yang terdiri dari premi netto (premi bersih) dan biaya.

Oleh karena itu, penting bagi perusahaan asuransi untuk mendapatkan sebuah perkiraan laju mortalita nasabah serta jumlah premi yang akan diterima pada waktu tertentu guna menjamin pembayaran santunan apabila terjadi klaim dalam selang waktu yang telah ditentukan, dan distribusi Gompertz dapat digunakan untuk memperkirakan serta menghitung besarnya laju mortalita yang terjadi beserta fungsi *survival*-nya. Untuk mengukur kewajiban perusahaan asuransi (membayarkan santunan kepada ahli waris nasabah) atas polis yang dikelolanya, maka perusahaan asuransi jiwa dapat menggunakan konsep perhitungan cadangan asuransi jiwa. Diantara metode yang dapat digunakan untuk menghitung besarnya cadangan asuransi jiwa yaitu metode Zillmer dan Illinois.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Fungsi Kelangsungan Hidup (*Survival Function*)

Misalkan (x) adalah seseorang yang berusia x tahun pada saat polis asuransi ditanda tangani sedangkan jarak waktu antara (x) sampai meninggal dunia (X) akan disebut sisa umur bagi (x) , sehingga terdapat peubah acak $T(x)$, yaitu $T(x) = X-x$ untuk $x \geq 0$, dengan $T(x)$ dinyatakan sebagai peubah acak dari sisa umur bagi (x) .

Fungsi distribusi dari $T(x)$ dinyatakan dengan $F_{T(x)}(t)$ atau diringkas simbolnya menjadi $F(t)$ dan didefinisikan [1] :

$$F(t) = P(T(x) \leq t), \quad t \geq 0$$

$F(t)$ menyatakan (x) akan meninggal dalam t tahun. Dan dapat dituliskan kembali sebagai berikut :

$$F(t) = 1 - S(t), \quad t \geq 0$$

2.2 Distribusi Gompertz

Survival distribution function untuk distribusi Gompertz didefinisikan [3] :

$$\begin{aligned} s(x) &= \exp \left[- \int_0^x \mu(x) dx \right] \\ &= \exp \left[- \frac{B}{\ln c} (c^x - 1) \right] \end{aligned}$$

dan *Force of Mortality*-nya sebagai berikut :

$$\mu(x) = Bc^x, \quad \text{dengan } B > 0, c > 1, x \geq 0.$$

2.3 Asuransi Jiwa

Asuransi jiwa adalah usaha kerjasama atau koperasi dari sejumlah orang yang sepakat memikul kesulitan keuangan bila terjadi musibah terhadap salah seorang anggotanya [4].

2.3.1 Jenis-jenis Asuransi Jiwa

Adapun jenis-jenis jiwa asuransi yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

- Asuransi Jiwa Berjangka (*Term Life Insurance*)
- Asuransi Jiwa *Endowment* Murni (*Pure Life Endowment Insurance*)
- Asuransi Jiwa Dwiguna
- Asuransi Jiwa Seumur Hidup (*Whole Life Insurance*)

2.4 Anuitas Hidup Kontinu (*Continuous Life Annuity*)

Anuitas didefinisikan sebagai suatu rangkaian pembayaran dengan jumlah tertentu dalam selang dan periode waktu tertentu [4].

Nilai sekarang (*Present Value*) dari pembayaran anuitas hidup kontinu dinotasikan dengan peubah acak Y , yaitu : $Y = \bar{a}_T$, dengan $T \geq 0$, maka diperoleh :

$$\bar{a}_T = \frac{1 - v^T}{\delta}$$

Actuarial Present Value (APV) dari anuitas tersebut adalah :

$$\bar{a}_x = E[Y] = E[\bar{a}_T] = \int_0^{\infty} \bar{a}_T \cdot f(t) dt$$

2.5 Premi Asuransi Jiwa

2.5.1 Premi Tunggal Asuransi Jiwa

- Premi tunggal dari asuransi jiwa berjangka n tahun

$$\bar{A}'_{x:\overline{n}|} = \int_0^n v^t \cdot f(t) dt$$

- Premi tunggal dari asuransi jiwa *endowment* murni n tahun

$$\bar{A}_{x:\overline{n}|} = \int_n^{\infty} v^n \cdot f(t) dt$$

- Premi tunggal dari asuransi jiwa dwiguna n tahun

$$\bar{A}_{x:\overline{n}|} = \int_0^n v^t \cdot f(t) dt + \int_n^{\infty} v^n \cdot f(t) dt$$

- Premi tunggal dari asuransi jiwa seumur hidup

$$\bar{A}_x = \int_0^{\infty} v^t \cdot f(t) dt$$

2.5.2 Premi Tahunan / Premi Bersih Datar

Berdasarkan Prinsip Ekuivalen, diperoleh :

$$E[L] = E[B \cdot v^T - \bar{P}\bar{a}_T] = 0$$

$$B \cdot E[v^T] - \bar{P} \cdot E[\bar{a}_T] = 0$$

$$\bar{P} = \frac{B \cdot E[v^T]}{E[\bar{a}_T]} \quad (2.5.1)$$

dengan B adalah besarnya santunan. Berdasarkan (2.5.1), maka akan diperoleh nilai premi bersih datar dari produk atau jenis asuransi jiwa yang digunakan.

2.6 Cadangan Asuransi Jiwa

Cadangan dalam asuransi jiwa merupakan liabilitas (kewajiban) perusahaan terhadap pemegang polis yang berupa sejumlah dana yang harus disiapkan oleh perusahaan asuransi untuk membayar klaim yang akan terjadi di kemudian hari atas polis-polis yang diterbitkan perusahaan asuransi [5]. Untuk mengetahui dana cadangan yang terkumpul, dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu :

2.6.1 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 lampau, untuk tiap pemegang polis [2].

2.6.2 Prospektif

Perhitungan cadangan secara prospektif yaitu perhitungan cadangan berdasarkan nilai sekarang dari semua pengeluaran di waktu yang akan datang dikurangi dengan nilai sekarang total pendapatan di waktu yang akan datang, untuk tiap pemegang polis [2].

Selain itu, perhitungan cadangan asuransi dapat dilakukan dengan berdasarkan fungsi kerugian serta menggunakan prinsip ekuivalen yang mempunyai syarat :

$$E[L] = 0$$

Berdasarkan prinsip ekuivalen, maka diperoleh :

$${}_tV_x = E[{}_tL] = E[{}_tV^T] - \bar{P}E[\bar{a}_T] \quad (2.6.1)$$

Darin persamaan (2.6.1) diperoleh beberapa konsep perhitungan Cadangan *Netto* asuransi sesuai dengan produk atau jenis asuransi jiwa yang digunakan, yaitu :

- a. Cadangan Asuransi Jiwa Berjangka n -tahun

$${}_t\bar{V}(\bar{A}'_{x:\overline{n}|}) = \bar{A}'_{x+t:\overline{n-t}|} - P(\bar{A}'_{x:\overline{n}|}) \cdot \bar{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

- b. Cadangan Asuransi Jiwa *Endowment* Murni n tahun

$${}_t\bar{V}(\bar{A}_{x:\overline{n}|}) = \bar{A}_{x+t:\overline{n-t}|} - P(\bar{A}_{x:\overline{n}|}) \cdot \bar{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

- c. Cadangan Asuransi Jiwa Dwiguna n tahun

$${}_t\bar{V}(\bar{A}_{x:\overline{n}|}) = \bar{A}_{x+t:\overline{n-t}|} - P(\bar{A}_{x:\overline{n}|}) \cdot \bar{a}_{x+t:\overline{n-t}|}$$

- d. Cadangan Asuransi Jiwa Seumur Hidup

$${}_t\bar{V}(\bar{A}_x) = \bar{A}_{x+t} - P(\bar{A}_x) \cdot \bar{a}_{x+t}$$

2.7 Cadangan Asuransi Jiwa yang Disesuaikan

2.7.1 Metode Zillmer

Metode Zillmer merupakan metode perhitungan yang umumnya digunakan di Eropa dan Indonesia. Metode Zillmer ini ditemukan oleh Dr. August Zillmer (1831-1893). Di dalam metode Zillmer, perhitungan nilai cadangan asuransinya melibatkan premi kotor dan premi bersih dan beberapa macam biaya. Premi kotor yang merupakan gabungan

antara premi bersih dan biaya [5]. Adapun premi Zillmer tersebut adalah :

$$\bar{P}^z = \bar{P} + p$$

dengan :

\bar{P}^z : Premi cadangan Zillmer

\bar{P} : Premi bersih datar Asuransi Jiwa (Seumur Hidup, Berjangka, *Endowment* Murni, dan Dwiguna)

p : Biaya yang dikeluarkan perusahaan asuransi pertahunnya

Berdasarkan persamaan (2.6.1), maka diperoleh rumus cadangan asuransi dengan menggunakan metode zillmer sebagai berikut:

$${}_t\bar{V}^z = \bar{A}_{x+t} - \bar{P}^z \cdot \bar{a}_{x+t} \quad (2.7.1)$$

Persamaan (2.7.1) merupakan bentuk cadangan Zillmer untuk asuransi jiwa seumur hidup dalam bentuk prospektif. Untuk perhitungan jenis asuransi jiwa lainnya dapat menyesuaikan.

2.7.2 Metode Illinois

Polis asuransi jiwa dikelompokkan menjadi dua kelompok sebagai berikut [5] :

- Polis asuransi yang mempunyai nilai premi tahunan (premi bersih datar) yang dibayarkan oleh tertanggung lebih besar dari nilai premi tahunan (premi bersih datar) asuransi seumur hidup dengan jangka pembayaran premi 20 tahun pada usia dan santunan yang sama.
- Polis asuransi lainnya yang tidak terdapat pada point (a)

Untuk semua polis dalam kelompok (a) digunakan metode Illinois, sedangkan untuk kelompok (b) tetap menggunakan metode berjangka permulaan penuh.

Dalam metode Illinois, terdapat beberapa nilai premi yakni α_1 (premi untuk tahun pertama), β_1 (premi untuk k-1 tahun berikutnya), dan \bar{P} (premi bersih datar untuk setelah k tahun). Selanjutnya nilai α_1 dan β_1 untuk cadangan Illinois dapat dihitung sebagaimana berikut :

$$\alpha_1 + \beta_1 \bar{a}_{x:\overline{k-1}|} = \bar{P} \bar{a}_{x:\overline{k}|} \quad (2.7.2)$$

Berdasarkan persamaa (2.7.2), maka α_1 dan β_1 dapat dinyatakan seperti berikut :

$$\beta_1 = \bar{P} + \frac{{}_{k-1}\bar{P}(\bar{A}_{x+1}) - \bar{A}'_{x:\overline{1}|}}{\bar{a}_{x:\overline{k}|}}$$

$$\alpha_1 = \beta_1 - \left({}_{k-1}\bar{P}(\bar{A}_{x+1}) - \bar{A}'_{x:\overline{1}|} \right)$$

dengan \bar{P} adalah nilai premi tahunan (premi bersih datar) dari asuransi jiwa yang digunakan (asuransi jiwa seumur hidup, berjangka n tahun, *endowment* murni n tahun dan *dwiguna* n tahun).

Berdasarkan perumusan premi tersebut, perhitungan cadangan yang disesuaikan dengan menggunakan metode Illinois didefinisikan sebagai berikut :

$${}_t\bar{V}^I = {}_t\bar{V}(\bar{A}_x) - (\beta_I - \bar{P}(\bar{A}_x))\bar{a}_{x+t:k-t} \quad (2.7.3)$$

dengan :

- $k = \min(n, 20)$
- n : Jangka Waktu Asuransi Jiwa
- t : Periode pembayaran premi dengan $t = 0, 1, \dots, n$

Persamaan (2.7.3) merupakan rumus perhitungan cadangan asuransi jiwa seumur hidup yang disesuaikan dengan metode Illinois

III. METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Menentukan nilai koefisien Gompertz dan asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian
2. Menentukan nilai anuitas dan premi tunggal asuransi jiwa
3. Menentukan premi bersih datar asuransi jiwa
4. Menghitung nilai cadangan netto asuransi jiwa
5. Menentukan premi cadangan Zillmer dan Illinois
6. Menghitung nilai cadangan Zillmer dan Illinois

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- a. Produk asuransi jiwa yang digunakan adalah Asuransi Jiwa Seumur Hidup, Asuransi Jiwa Berjangka, Asuransi Jiwa *Endowment* Murni, dan Asuransi Jiwa *Dwiguna*
- b. Umur nasabah 25 tahun
- c. Periode asuransi dibatasi 10 tahun dan benefit yang digunakan sebesar 10.000
- d. Bunga yang digunakan adalah konstan yaitu 6 % = 0,06. Sehingga *force of interest*-nya atau $\delta = 0.0582689$
- e. Menggunakan *Life Table for the Total Population United States*, tahun 1979 – 1981, dengan pendekatan distribusi Gompertz.

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil penelitian ini sebagaimana tabel (3.1), (3.2), (3.3), dan (3.4) berikut :

Tabel 3.1 Nilai Cadangan Zillmer dan Illinois Asuransi Jiwa Seumur Hidup 10 kali pembayaran

t	Cadangan Netto	Cadangan Zillmer	Cadangan Illinois
0	0	-81.203	-203.9331546
1	181.732066	106.5966693	-6.962914176
2	372.6444976	303.9497225	200.1244898
3	573.285637	511.4309189	417.9437432
4	784.2564412	729.6702633	647.168754
5	1006.183905	959.3261006	888.5052489
6	1239.784217	1201.148927	1142.75558
7	1485.797138	1455.915995	1410.753657
8	1745.058203	1724.503613	1693.437421
9	2018.46866	2007.858093	1991.82129
10	2307	2307	2307

Tabel 3.2 Nilai Cadangan Zillmer dan Illinois Asuransi Jiwa *Dwiguna* 10 tahun

t	Cadangan Netto	Cadangan Zillmer	Cadangan Illinois
0	0	-284.14895	-203.9331546
1	747.1592489	484.2423113	546.3139011
2	1540.249123	1299.869479	1345.265008
3	2382.517418	2166.072789	2196.50299
4	3277.556045	3086.545798	3103.988212
5	4229.215011	4065.248212	4071.976389
6	5241.722451	5106.528224	5105.142972
7	6319.684968	6215.123617	6208.587941
8	7468.143307	7396.217822	7387.893206
9	8692.627762	8655.49882	8649.189923
10	9999.19	9999.19	9999.19

Tabel 3.3 Nilai Cadangan Zillmer dan Illinois Asuransi Jiwa *Endowment* Murni 10 tahun

t	Cadangan Netto	Cadangan Zillmer	Cadangan Illinois
0	0	-203.8743	-203.9331546
1	735.0088813	546.3683581	546.3139011
2	1517.785016	1345.314797	1345.265008
3	2351.844884	2196.547822	2196.50299
4	3241.075899	3104.027775	3103.988212
5	4189.655045	4072.010351	4071.976389
6	5202.171609	5105.170974	5105.142972
7	6283.631422	6208.609598	6208.587941
8	7439.513988	7387.908104	7387.893206
9	8675.837294	8649.197614	8649.189923
10	9999.19	9999.19	9999.19

Tabel 3.4 Nilai Cadangan Zillmer dan Illinois Asuransi Jiwa Berjangka 10 tahun

t	Cadangan Netto	Cadangan Zillmer	Cadangan Illinois
0	0	-20.33645	-203.9331546
1	12.15036759	-6.666514033	-176.5446126
2	22.46410646	5.26021178	-150.0559014
3	30.67253441	15.18166113	-124.6693594
4	36.48014612	22.80960343	-100.6075411
5	39.55996604	27.82491434	-78.11869039
6	39.5508426	29.87503473	-57.47779429
7	36.05354628	28.57012359	-38.98993455
8	28.62931868	23.48163461	-22.99146325
9	16.7904687	14.13316213	-9.856901448
10	0	0	0

Hasil perhitungan pada tabel (3.1) sampai dengan tabel (3.4) tersebut menggunakan pendekatan distribusi Gompertz dengan nilai $c = 1.059$, dan $B = 0.001$ serta persentase biaya pada cadangan Zillmer sebesar 5% dari premi tunggal asuransi jiwa yang digunakan. Dari perhitungan tersebut, diketahui bahwa nilai cadangan Zillmer dan Illinois pada semua jenis asuransi jiwa asuransi jiwa yang digunakan (seumur hidup, berjangka, endowment murni dan dwiguna) bernilai negatif. Cadangan yang bernilai bernilai negatif ini dikarenakan perusahaan asuransi harus mengeluarkan biaya untuk membayar komisi agen yang telah berhasil menjual produk asuransi kepada masyarakat atau biaya operasional lainnya yang dikeluarkan oleh perusahaan asuransi. Melalui simulasi yang dilakukan, diperoleh informasi bahwa nilai cadangan Zillmer dan Illinois pada asuransi jiwa seumur hidup, endowment murni dan dwiguna berturut-turut dikatakan sama apabila persentase biaya yang digunakan pada cadangan Zillmer untuk masing-masing asuransi tersebut bernilai 12.557 %, 3.86512 %, dan 3.5885 %.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- a. Cadangan Zillmer dan Illinois pada asuransi jiwa seumur hidup, endowment murni dan dwiguna akan menghasilkan nilai cadangan yang sama besarnya apabila persentase biaya yang digunakan pada cadangan Zillmer untuk masing-masing asuransi jiwa tersebut bernilai 12.557 %, 3.86512 %, dan 3.5885 %.
- b. Perhitungan cadangan asuransi Jiwa dengan metode Zillmer dapat diterapkan pada semua jenis asuransi jiwa. Sedangkan metode Illinois hanya dapat

digunakan pada asuransi jiwa seumur hidup dengan pembayaran kurang dari 20 kali, endowment murni dan Dwiguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowers, Newton L. 1997. *Actuarial Mathematics*. The Society of Actuaries
- [2] Futami, Takasi. 1993. *Matematika Asuransi Jiwa Bagian I*. Oriental Life Insurance Cultural Development Centre, Inc. Tokyo, Japan.
- [3] London, Dick. 1997. *Survival Models and Their Estimation*. Third Edition. Actex Publication
- [4] Sembiring, R.K. 1986. *Asuransi I Modul 1-5*. Jakarta : Karunika Jakarta
- [5] Sembiring, R.K. 1986. *Asuransi I Modul 6-9*. Jakarta : Karunika Jakarta