

ANALISIS PREMI DAN CADANGAN PREMI MODEL MULTIPLE STATE DISKRIT DENGAN SIMULASI MONTE CARLO

Dion Krisnadi¹, Felia², Samuel Lukas³, Petrus Widjaja⁴

^{1,3}Program Studi Informatika, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

^{2,4}Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

E-mail: ¹dion.krisnadi@uph.edu, ²felia@gmail.com, ³samuel.lukas@uph.edu, ⁴petrus.widjaja@uph.edu

Abstract – There are five types of insurance, whole-life, term, endowment, pure dual purpose, and deferred. To ensure the insurer can fulfill the promised benefits, premium and reserve must be calculated. The effect of four variables, interest rates and its deviations, contract period, and benefits, on premiums and reserves was analyzed using discrete multiple state model with Monte Carlo simulation. High interest rate causes premium to decrease and reserve to get closer to zero. Large deviation makes premium and reserve to differ more than the ones without deviations. Large benefits increase premium and move reserve further from zero. Changes in contract period have different effects according to insurance type. Using sensitivity analysis, the variable with the most influence in whole-life is interest rates, while the one for pure and deferred is contract period. Meanwhile, the most influencing variables in term and endowment can be interest rates or contract periods, depending on insured's status.

Keywords: Premium, reserve premium, multiple state, Monte Carlo

Abstrak – Terdapat lima jenis asuransi, yaitu asuransi seumur hidup, berjangka, dwiguna, dwiguna murni, dan tangguhan. Perhitungan premi serta cadangan (premi) dibutuhkan untuk memastikan penanggung dapat memberikan manfaat yang dijanjikan. Pengaruh dari empat variabel, yaitu suku bunga dan nilai deviasi, masa kontrak, serta manfaat, terhadap premi dan cadangan dianalisis menggunakan model multiple state diskrit dengan simulasi Monte Carlo. Tingginya suku bunga membuat nilai premi menurun dan cadangan semakin mendekati nol. Besarnya deviasi suku bunga mengakibatkan premi dan cadangan menjauh dari hasil perhitungan tanpa deviasi. Besarnya manfaat asuransi membuat premi meningkat dan cadangan semakin menjauhi nol. Sementara itu, perubahan masa kontrak memberi pengaruh yang berbeda sesuai dengan jenis asuransinya. Dengan analisis sensitivitas, suku bunga memiliki pengaruh terbesar pada asuransi seumur hidup, sementara variabel paling berpengaruh pada dwiguna murni dan tangguhan adalah masa kontrak. Di sisi lain, variabel paling berpengaruh pada berjangka dan dwiguna adalah suku bunga atau masa kontrak, tergantung dari status tertanggung.

Kata Kunci: Premi, cadangan premi, multiple state, Monte Carlo

PENDAHULUAN

Asuransi adalah perjanjian antara dua pihak. Pihak pertama disebut pemegang polis atau pihak tertanggung, sedangkan pihak kedua disebut sebagai pihak penanggung. Pemegang polis memiliki kewajiban untuk membayar premi. Pihak penanggung memberikan jaminan perlindungan kepada pemegang polis apabila terjadi sesuatu yang menimpa pemegang polis atau barang miliknya sesuai dengan perjanjian yang dibuat [1]. Oleh karena itu, pihak penanggung harus melakukan perhitungan nilai premi yang sesuai dengan perlindungan yang ditawarkan kepada calon pemegang polis. Setelah kontrak dibuat, pihak penanggung juga perlu menghitung cadangan premi yang harus disediakan agar dapat memenuhi tanggung jawab dalam membayar manfaat yang dijanjikan.

Terdapat lima jenis asuransi dengan periode pembayaran premi dan nilai manfaat asuransi yang berbeda, yaitu asuransi seumur hidup, berjangka, dwiguna murni,

dwiguna, dan tangguhan [2]. Dalam perhitungan premi dan manfaat asuransi, terdapat beberapa variabel yang dapat mempengaruhi perhitungan, seperti suku bunga dan nilai deviasi, masa kontrak, dan manfaat asuransi. Tujuan dari penelitian adalah untuk menghitung dan menganalisis nilai premi dan cadangan premi dengan model *multiple state* diskrit dengan simulasi Monte Carlo. Dalam penelitian ini diasumsikan tidak ada inflasi, peluang transisi antar status konstan, dan jumlah status tidak lebih dari lima.

DATA

Data yang digunakan untuk perhitungan adalah data tertanggung, data asuransi dan manfaat, data peluang status transisi asuransi dan lamanya waktu untuk menghitung cadangan premi. Data tertanggung terdiri dari umur tertanggung, jumlah status yang mungkin terjadi, suku bunga dan nilai deviasi, jenis asuransi, serta masa kontrak. Data status menyatakan keadaan dimana

ada atau tidaknya pembayaran premi jika tertanggung ada pada status tersebut. Data asuransi dan manfaat terdiri dari status pemberian manfaat, pembayaran premi yang berisi ya atau tidak, nilai manfaat yang dibayarkan ke pemegang polis, keberulangan yang berisi ya atau tidak, nilai manfaat berkala dan jangka waktu nilai manfaat berkala diberikan.

Data keberulangan berguna untuk menyatakan apakah terdapat pengulangan dalam pemberian manfaat asuransi. Jika ya, maka manfaat asuransi akan dibayarkan setiap kali tertanggung berpindah ke status tersebut. Jika tidak, maka manfaat asuransi hanya dibayarkan saat perpindahan pertama ke status tersebut. Jika manfaat asuransi berupa anuitas, maka nilai yang dimasukkan adalah nilai yang dibayarkan setiap tahunnya selama jangka waktu yang tertera dalam kolom "Jangka Waktu". Jangka waktu -1 berarti manfaat asuransi dibayarkan selama pihak tertanggung berada pada status tersebut. Data peluang transisi status asuransi diperlukan karena model *multiple state* memungkinkan adanya transisi yang reversibel ataupun ireversibel [3]. Namun demikian, total peluang dari satu *state* berpindah ke seluruh *state* lainnya yang mungkin adalah 1.

Jika pengguna memasukkan deviasi lebih dari 0%, maka nilai suku bunga setiap tahunnya akan diacak sesuai dengan suku bunga dan deviasi yang diberikan. Deviasi suku bunga diterapkan menggunakan distribusi seragam.

SIMULASI MONTE CARLO

Simulasi Monte Carlo adalah simulasi yang digunakan untuk memperkirakan nilai harapan dari suatu peubah acak X , $E(X)$, dengan mencari nilai rata-rata dari hasil sejumlah percobaan yang saling bebas dan memiliki distribusi yang sama dengan peubah acak tersebut, X [4]. Semakin banyak percobaan yang dilakukan maka hasil dari simulasi Monte Carlo akan semakin akurat. Simulasi pada makalah ini dilakukan dengan membangkitkan n sampel data. Langkah simulasi dilakukan dengan 7 langkah proses berikut.

1. Melakukan perancangan asuransi dan manfaat asuransi.
2. Melakukan perhitungan peluang transisi status asuransi tertanggung dan nilai probabilitas kumulatifnya.
3. Membangkitkan bilangan acak untuk n sampel data dari waktu t_0 sampai t_∞ .
4. Menentukan status setiap sampel dari waktu t_0 sampai t_∞ .
5. Menentukan tabel satuan premi untuk setiap sampel dari waktu t_0 sampai t_∞ .
6. Menentukan tabel manfaat asuransi untuk setiap sampel dari waktu t_0 sampai t_∞ .
7. Menghitung nilai premi dan nilai cadangan premi.

Tabel 1. memperlihatkan contoh rancangan asuransi dwiguna dan manfaat asuransinya. Rancangan terdiri dari lima status dengan dua jenis manfaat yaitu *insurance benefit* atau manfaat ketika terjadi transisi (perpindahan status), dan *annuity benefit* atau manfaat

berkala. Tabel 1 juga memperlihatkan hubungan antara pembayaran premi dan status pihak tertanggung. Setiap produk asuransi membutuhkan data rancangan manfaat untuk 5 status seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Table 2 adalah contoh asumsi peluang terjadinya perubahan antar status pihak tertanggung dan probabilitas kumulatifnya. Table 3. adalah contoh bilangan acak antara 0 sampai dengan 1 untuk 10.000 pihak tertanggung dari waktu 0 sampai 99. Penentuan status sampel ke- j dari status x pada waktu t_{k-1} ke status y pada waktu t_k , $k = 1, 2, \dots, 99$, diperlihatkan pada Tabel 4. Hal ini dilihat dari perbandingan hasil bilangan acak yang dihasilkan pada Tabel 3 untuk sampel ke- j pada waktu t_k dengan probabilitas kumulatif antar status pada Tabel 2. Oleh karena asumsi pihak penanggung bahwa pihak tertanggung dalam keadaan sehat saat awal pembuatan polis, maka status $t_0 = 0$ pada nilai pada semua sampel adalah 0. Pada saat t_0 adalah saat di mana pemegang polis mulai membayar premi awal.

Status sampel ke- j pada waktu t_k , dengan diketahui j berada pada status x pada t_{k-1} , dilambangkan dengan $S(j, t_k)$, di mana $S(j, t_0) = 0$. Probabilitas kumulatif dari status x ke status y dilambangkan dengan $P(x, y)$. Bilangan acak seperti yang dihasilkan pada Tabel 3 dari sampel ke- j pada waktu t_k dilambangkan dengan $R(j, t_k)$ maka Tabel 4 diperoleh dengan perumusan (1).

Pada Tabel 2, probabilitas kumulatif dari status 0 ke status 0 adalah 0,70 maka $P(0,0) = 0,70$ artinya apabila bilangan random kurang dari 0,7 maka status 0 tidak berpindah ke status 1. Pada Tabel 3, $R(1,1) = 0,246$ maka nilai $S(1,1) = 0$ karena $0 < R(1,1) \leq 0,7$. $S(1,2) = 2$ dikarenakan pada nilai $R(1,2) = 0,938$ berada di antara $P(0,1)$ dan $P(0,2)$. Contoh lainnya adalah untuk penentuan nilai $S(2,2)$, yakni $n = 2$ dan $t_k = 2$. Status pada t_{k-1} atau $S(2,1)$ bernilai 1, maka $x = 1$. Bandingkan nilai $R(2,2) = 0,814$ dengan baris kedua pada Tabel 2, yakni saat $x = 1$. Oleh karena, $R(2,2)$ terletak pada interval $(0,77, 1]$ maka $S(2,2) = 4$.

Apabila suku bunga ditetapkan sebesar $i\%$ dan deviasi sebesar $s\%$, maka suku bunga ditentukan dengan distribusi seragam $((i - s)\%, (i + s)\%)$. Dari suku bunga ini dibuat tabel satuan premi untuk setiap sampel dari waktu t_0 sampai t_∞ . Tabel 5. memperlihatkan tabel premi satuan dua desimal dengan suku bunga 5% tanpa deviasi pada waktu 0. Pembayaran premi sebesar 1 satuan yang dilakukan oleh pemegang polis hanya apabila pihak tertanggung berada pada status 0, seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 6 memperlihatkan tabel manfaat untuk setiap sampel dari waktu t_0 sampai t_∞ . Manfaat yang diberikan dihitung pada waktu 0 dengan nilai manfaat yang diberikan pada Tabel 1 bersesuaian dengan status pihak tertanggung pada Tabel 4.

Sebagai contoh, sampel 1 pada t_2 berstatus 2 yang berarti pemegang polis akan menerima manfaat transisi sebesar 100.000 dan juga manfaat berkala sebesar 15000 sehingga total benefitnya 115000 pada tahun

Tabel 1. Contoh rancangan asuransi dwiguna dan manfaat asuransinya.

Kode Status	Status	Premi	Insurance Benefit		Annuity Benefit	
			Nilai	Berulang	Nilai	Jangka Waktu
0	Sehat	Ya	0	Tidak	0	0
1	Penyakit 1	Tidak	100.000	Ya	0	0
2	Penyakit 2	Tidak	100.000	Ya	15.000	3
3	Penyakit 3	Tidak	100.000	Tidak	15.000	-1
4	Meninggal	Tidak	5.000.000	Tidak	0	0
Asuransi Dwiguna			1.000.000	-	-	-

Tabel 2. Contoh peluang transisi status asuransi

Status	Probabilitas transisi antar status					Probabilitas kumulatif antar status				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
0	0,70	0,16	0,08	0,05	0,01	0,70	0,86	0,94	0,99	1
1	0,55	0,14	0,04	0,04	0,23	0,55	0,69	0,73	0,77	1
2	0,14	0,05	0,42	0,12	0,27	0,14	0,19	0,61	0,73	1
3	0	0	0	0,58	0,42	0	0	0	0,58	1
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Tabel 3. Contoh bilangan acak untuk $n = 10.000$ dari $t_0 = 0, t_\infty = 99$.

Pihak Tertanggung	Waktu					
	0	1	2	3	...	99
1	0,928	0,246	0,938	0,501	...	0,523
2	0,379	0,795	0,814	0,664	...	0,824
3	0,613	0,405	0,513	0,779	...	0,395
.
10.000	0,624	0,571	0,643	0,144	...	0,538

Tabel 4. Status setiap sampel dari waktu t_0 sampai t_∞ .

Pihak Tertanggung	Waktu					
	0	1	2	3	...	99
1	0	0	2	2	...	4
2	0	1	4	4	...	4
3	0	0	0	1	...	4
.
10.000	0	0	0	0	...	4

Tabel 5. Tabel premi satuan untuk $i = 5\%$

Pihak Tertanggung	Nilai π , di waktu 0				
	1	2	3	.	Total
1	0,95	0	0	.	1,95
2	0	0	0	.	1
3	0,95	0,91	0	.	2,86
.
10.000	0,95	0,91	0,86	.	4,55
Rata-rata	0,67	0,54	0,43	.	4,36

$$S(j, t_k) = \begin{cases} 0 & R(j, t_k) \in (0, P(S(j, t_{k-1}), 0)] \\ y & R(j, t_k) \in (P(S(j, t_{k-1}), y - 1), P(S(j, t_{k-1}), y)] \end{cases} \quad \forall j \in \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad \dots(1)$$

kedua. Dengan diskon faktor 5% maka saat $t = 0$ manfaat pemegang polis tersebut bernilai $(115000)(1.05)^{-2} = 104308$. Pada tahun ketiga, karena pihak tertanggung tetap pada status 2 maka hanya mendapat manfaat berkala sebesar 15.000 dan yakni senilai $(15000)(1.05)^{-3} = 12958$ pada waktu $t = 0$. Demikian pula untuk sampel $n = 2$ di tahun kedua ia memsuki status 4, sehingga hanya mendapat manfaat perpindahan status sebesar 5.000.000 yang senilai $(5.000.000)(1.05)^{-2} = 4.535.147$ saat $t = 0$. Dengan demikian, jika manfaat sampel ke- j pada waktu t_k ditulis $B(j, t_k)$, maka total seluruh benefit untuk sampel ke- j pada saat t_T dilambangkan dengan $B(j, t_T)$ dinyatakan dalam (2). Premi satuan sampel ke- j pada t_k dilambangkan dengan $\pi(j, t_k)$ maka total seluruh premi satuan sampel ke- j saat t_T dilambangkan dengan $\pi(j, t_T)$ dinyatakan dalam (3). Total seluruh manfaat

dan premi satuan saat t_T hasil simulasi dilambangkan dengan $B(t_T)$ dan $P(t_T)$ dalam (4) dan (5)

$$B(j, t_T) = \sum_{k=T+1}^{\infty} B(j, t_k)(1+i)^{-k+T} \quad \dots(2)$$

$$\pi(j, t_T) = \sum_{k=T+1}^{\infty} \pi(j, t_k)(1+i)^{-k+T} \quad \dots(3)$$

$$B(t_T) = \sum_{j=1}^n B(j, t_T) \quad \dots(4)$$

$$\pi(t_T) = \sum_{j=1}^n \pi(j, t_T) \quad \dots(5)$$

Untuk menghitung premi hasil simulasi dari suatu produk dilakukan dengan menggunakan persamaan (6).

$$\pi = \frac{B(t_0)}{\pi(t_0)} \quad \dots(6)$$

Sedangkan persamaan (7) menunjukkan nilai cadangan premi di saat t_T pada status y .

$${}_T V^{(y)} = \frac{\sum_{j=1}^n [B(j, t_T) - \pi \times \pi(j, t_T)] 1_{\{S(j, t_T)=y\}}}{\sum_{j=1}^n 1_{\{S(j, t_T)=y\}}} \dots(7)$$

Persamaan (8) menunjukkan total cadangan premi di saat t_T .

$$\begin{aligned} {}_T V &= \sum_{\forall y} \frac{\sum_{j=1}^n 1_{\{S(j, t_T)=y\}}}{n} {}_T V^{(y)} \\ &= \sum_{\forall y} \frac{\sum_{j=1}^n [B(j, t_T) - \pi \times \pi(j, t_T)] 1_{\{S(j, t_T)=y\}}}{n} \\ &= \frac{\sum_{j=1}^n [B(j, t_T) - \pi \times \pi(j, t_T)]}{n} \\ {}_T V &= \frac{B(t_T) - \pi \times \pi(t_T)}{n} \dots(8) \end{aligned}$$

Cadangan premi pada waktu $t = t_1$ dilihat dari tahun $t = t_0$ dihitung dari menghitung rata-rata selisih total benefit dari tahun pertama dengan total premi dari tahun pertama. Jika ingin melihat nilai cadangan premi pada

saat t_T di waktu 0, maka nilai ${}_T V$ perlu dievaluasi saat $t = 0$ dengan cara ${}_T V(1 + i)^{-T}$.

ANALISIS SISTEM

Simulasi dilakukan berulang-ulang untuk setiap jenis asuransi dan peluang transisi status asuransi. Pengulangan juga dilakukan dengan berbagai suku bunga, deviasinya, dan masa kontrak asuransi. Hasil analisis pengaruh kenaikan suku bunga terhadap premi dan cadangan Premi diperlihatkan pada Tabel 7. Kenaikan suku bunga mengakibatkan nilai premi menurun untuk semua jenis asuransi. Cadangan premi saat $t = 5$, ${}_5 V^{(y)}$, ketika $y = \{0,1,2,3\}$ cenderung mendekati 0, sehingga cadangan premi yang bernilai positif akan menjadi semakin kecil dan yang bernilai negatif semakin besar. Hal ini berarti semakin tingginya suku bunga akan memudahkan pihak penanggung untuk mendapatkan pengembalian investasi. Namun cadangan premi saat $t = 5$ dan $y = 4$, ${}_5 V^{(4)}$, bernilai tetap.

Tabel 7 : Pengaruh Kenaikan Suku Bunga terhadap Premi dan Cadangan Premi

Jenis Asuransi	Premi	Cadangan Premi saat $t = 5$				
		Status 0	Status 1	Status 2	Status 3	Status 4
Seumur Hidup	turun	naik	turun	turun	turun	tetap
Berjangka	turun	naik	turun	turun	turun	tetap
Dwiguna	turun	naik	turun	turun	turun	tetap
Dwiguna Murni	turun	turun	naik	naik	0	0
Tanggungan	turun	naik	turun	turun	turun	0

Tabel 8 : Pengaruh Bertambah Lamanya Masa Kontrak terhadap Premi dan Cadangan Premi

Jenis Asuransi	Premi	Cadangan Premi saat $t = 5$				
		Status 0	Status 1=	Status 2	Status 3	Status 4
Berjangka	naik	naik	naik	naik	naik	tetap
Dwiguna	naik	naik	naik	naik	naik	tetap
Dwiguna Murni	turun	turun	naik	0	0	0
Tanggungan	naik/turun	naik/turun	naik/turun	turun	0	0

Tabel 9 : Pengaruh Kenaikan Insurance Benefit status 2 terhadap Premi dan Cadangan Premi

Jenis Asuransi	Premi	Cadangan Premi saat $t = 5$				
		Status 0	Status 1	Status 2	Status 3	Status 4
Seumur Hidup	naik	naik	naik	naik	tetap	tetap
Berjangka	naik	turun	naik	naik	tetap	tetap
Dwiguna	naik	turun	naik	naik	tetap	tetap
Dwiguna Murni	naik	naik	turun	turun	0	0
Tanggungan	naik	turun	naik	turun	tetap	0

Hal ini karena dalam skenario yang digunakan, status 4 adalah keadaan dimana pihak tertanggung meninggal atau disebut *absorbing state*, dalam status ini hanya terdapat manfaat perpindahan status (*insurance benefit*) yang dibayarkan satu kali yakni pada saat itu juga. Oleh karena itu, cadangan premi pada status ini tidak dipengaruhi suku bunga.

Untuk variabel deviasi suku bunga mengikuti distribusi seragam, maka semakin besar deviasinya mengakibatkan selisih nilai premi antara dengan dan tanpa deviasi suku bunga cenderung semakin besar.

Deviasi suku bunga juga memberikan dampak yang sama kepada nilai cadangan premi. Walaupun demikian, tidak terdapat pola yang jelas pada pengaruh deviasi suku bunga terhadap nilai premi dan cadangan premi. Hasil analisis pengaruh bertambah lamanya masa kontrak terhadap premi dan cadangan premi terdapat pada Tabel 8.

Pengaruh masa kontrak tidak dapat dilakukan untuk asuransi seumur hidup karena asuransi tersebut memiliki jangka waktu yang tidak terbatas. Analisis hanya dilakukan untuk keempat jenis asuransi lainnya.

Untuk asuransi tanggungan, bertambah lamanya masa kontrak dapat membuat nilai premi bertambah atau berkurang, sesuai dengan persentase berkurangnya nilai harapan dari premi bernilai 1 dan nilai harapan dari manfaat. Jika persentase berkurangnya nilai harapan premi lebih banyak daripada manfaat, maka nilai premi akan meningkat karena semakin sedikit kesempatan untuk membayar premi. Oleh karena itu, nilai premi akan semakin besar untuk menutupi nilai manfaat yang diberikan. Cadangan premi juga mengalami perubahan yang berbeda-beda sesuai dengan jenis asuransinya.

Hasil analisis pengaruh kenaikan manfaat perpindahan status atau *insurance benefit* pada status 2 terhadap premi dan cadangan premi terdapat pada Tabel 9. Nilai premi semua asuransi akan bertambah agar sesuai dengan nilai manfaat yang ditawarkan. Selain itu, bertambahnya nilai manfaat juga menyebabkan nilai cadangan premi cenderung menjauhi 0, sehingga cadangan premi yang bernilai positif akan semakin besar, sedangkan yang bernilai negatif akan semakin kecil. Namun demikian, karena manfaat yang bertambah pada analisis ini adalah manfaat pada status 2, maka nilai cadangan premi saat $t = 5$ ketika $y = \{3,4\}$, atau dinyatakan dengan ${}_5V^{(3)}$ dan ${}_5V^{(4)}$, untuk semua jenis asuransi tidak mengalami perubahan. Hal ini dikarenakan peluang transisi dari status 3 atau 4 ke status 2 bernilai nol, yang telah dinyatakan pada Tabel 2. Dengan demikian, perubahan nilai manfaat transisi Status 2 tidak berpengaruh pada cadangan premi pada status 3 dan 4.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan, kenaikan suku bunga membuat nilai premi dan cadangan premi cenderung mendekati nol, sedangkan semakin besar manfaat membuat premi dan cadangan premi cenderung menjauhi nol. Sementara itu, bertambah lamanya masa kontrak memberi pengaruh yang berbeda-beda sesuai dengan jenis asuransi. Sedangkan kenaikan deviasi suku bunga membuat selisih nilai dengan dan tanpa deviasi semakin besar.

Penelitian dapat dikembangkan dengan penggunaan peluang transisi antar status dan suku bunga yang dapat berubah mengikuti berbagai faktor, misalnya usia tertanggung dan inflasi, pajak, komisi agen, biaya perawatan, dan biaya-biaya lainnya. Penggunaan skema pembayaran premi dapat dibuat lebih variatif, seperti setiap 6 bulan, 3 bulan, ataupun premi tunggal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa. Kamus Besar Bahasa Indonesia. Accessed: 2019-10-06
- [2] L. Johnny and N. Andrew, ACTEX Study Manual for SOA Exam MLC Fall 2016 Edition Volume I. ACTEX Publications, Incorporated, 2016

- [3] L. Johnny and N. Andrew ACTEX, Study Manual for SOA Exam MLC Fall 2016 Edition Volume II. ACTEX Publications, Incorporated, 2016
- [4] R. Korn, E. Korn, and G. Kraisandt. Monte Carlo Methods and Models in Finance and Insurance. Chapman and Hall/CRC Financial Mathematics Series. CRC Press, 2010