



UNIVERSITAS INDONESIA

PEMBENTUKAN KURVA *YIELD* OBLIGASI PEMERINTAH
BERBUNGA KUPON TETAP DENGAN MENGGUNAKAN
PERMODELAN NELSON SIEGEL SVENSSONS DAN
CUBIC SPLINE

TESIS

PANDE KETUT RAKA SUSENA HARTANA
0806433432

FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN
JAKARTA
JUNI 2010



UNIVERSITAS INDONESIA

PEMBENTUKAN KURVA *YIELD* OBLIGASI PEMERINTAH
BERBUNGA KUPON TETAP DENGAN MENGGUNAKAN
PERMODELAN NELSON SIEGEL SVENSSONS DAN
CUBIC SPLINE

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Magister Manajemen

PANDE KETUT RAKA SUSENA HARTANA
0806433432

FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN
JAKARTA
JUNI 2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Pande Ketut Raka Susena Hartana

NPM : 0806433432

Tanda Tangan :

Tanggal : 8 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Pande Ketut Raka Susena Hartana
NPM : 0806433432
Program Studi : Magister Manajemen
Judul Tesis : Pembentukan Kurva *Yield* Obligasi
Pemerintah Berbunga Kupon Tetap dengan
Menggunakan Permodelan Nelson Siegel
Svenssons dan *Cubic Spline*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Manajemen pada program studi Magister Manajemen Keuangan, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Eko Rizkianto, SE, MM ()

Penguji : Dr. Rofikoh Rokhim ()

Penguji : Dr. Irwan Adi Ekaputra ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 8 Juli 2010

Kata Pengantar

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan YME - Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas segala kekuatan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan karya akhir yang berjudul :

” Pembentukan Model Kurva *Yield* pada Obligasi Pemerintah Berbunga Kupon Tetap dengan Menggunakan Permodelan Nelson Siegel-Svenssons dan *Cubic Spline*”

dengan baik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat dalam penyelesaian pendidikan program pasca sarjana Magister Manajemen Universitas Indonesia.

Dalam penyusunan thesis ini, banyak pihak – pihak yang telah memberikan dorongan, bantuan serta masukan sehingga pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

- Bapak Prof. Rhenald Kasali, PhD, Ketua Program Studi Magister Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Bapak Eko Rizkianto, SE, MM. yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan karya akhir ini.
- Kepada Direktur, Staf Pengajar dan Staf Administrasi MM-UI untuk semua dedikasi yang telah dicurahkan selama proses pendidikan penulis.
- Kepada Bapak Handy Yuniarto yang telah membantu memberikan masukan dan pencerahan kepada penulis.
- Kepada atasan penulis Bapak Panji Irawan, yang telah memberikan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikannya di MM-UI

- Kepada semua teman-teman yang telah menemani dan membantu penulis selama ini terutama Bapak Abdul Hadie, Bapak Djunaedi, Ira Kartika Lestari, Putu Dian Herlinawaty, Indra Pratama, Dewi Puspasari, Henry Buntoro dan Noor Arovah.
- Kepada Papa dan Mama yang telah membesarkan, mendidik dan mendoakan penulis hingga saat ini. Serta Bapak dan Ibu Mertua yang telah memberikan kepercayaan yang besar kepada penulis untuk mendampingi putrinya tercinta.
- Kepada istriku tercinta, Made Dewi Murti Sari beserta kedua anakku Pande Putu Arthasena Kusuma Wijaya dan Pande Made Kenjioka Kusuma Hartana, atas semangat dan cinta yang telah diberikan kepada penulis.
- Kepada semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Saya menyadari bahwa tesis ini masih memerlukan banyak penyempurnaan. Oleh karena itu segala masukan dan kritik akan sangat dihargai dan diterima secara terbuka. Akhir kata saya ucapkan terima kasih dan semoga tesis ini dapat berguna bagi kita semua.

Jakarta, 22 Juni 2010

Pande Ketut Raka Susena Hartana

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pande Ketut Raka Susena Hartana
NPM : 0806433432
Program Studi : Manajemen Keuangan
Departemen : Magister Manajemen
Fakultas : Ilmu ekonomi
Jenis karya : Tesis

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Pembentukan Kurva *Yield* Obligasi Pemerintah Berbunga Kupon Tetap dengan Menggunakan Permodelan Nelson Siegel Svenssons dan *Cubic Spline*”

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 8 Juli 2010

Yang menyatakan

(Pande Ketut Raka Susena Hartana)

ABSTRAK

Nama : Pande Ketut Raka Susena Hartana

Program Studi : Magister Manajemen

Judul : Pembentukan Kurva *Yield* Obligasi Pemerintah Berbunga Kupon Tetap dengan Menggunakan Permodelan Nelson Siegel Svenssons dan *Cubic Spline*.

Kurva *Yield* merupakan salah satu tools yang biasa digunakan oleh para investor untuk melakukan valuasi harga obligasi, sekaligus sebagai salah satu parameter untuk menentukan timing dalam pembelian obligasi. Pada kondisi pasar obligasi yang kurang likuid seperti di Indonesia, dimana tidak semua harga obligasi dapat ditemukan dan ditransaksikan, dibutuhkan adanya tools yang dapat digunakan untuk melakukan estimasi dan *fitting* terhadap bentuk kurva *yield* yang dapat merepresentasikan harga di pasar obligasi yang sebenarnya. Jenis permodelan *fitting* kurva yang banyak digunakan saat ini adalah Nelson Siegel Svenssons dan *Cubic Spline*. Karya akhir ini membandingkan antara hasil *fitting* kurva *yield* yang diperoleh kedua model pada pasar obligasi pemerintah di Indonesia dengan fokus pengamatan pada uji rata-rata tingkat error yang dihasilkan model, ketahanan (*robustness*) model, dan kemampuan model untuk melakukan peramalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Nelson Siegel Svenssons menunjukkan hasil *fitting* yang lebih baik dibandingkan dengan *Cubic Spline* di pasar obligasi Indonesia.

ABSTRACT

Name : Pande Ketut Raka Susena Hartana

Study Program: Magister Management

Judul : The Yield Curve Construction of Fixed Rate Indonesian Government Bond Using Nelson Siegel Svenssons and Cubic Spline Model.

Investor commonly uses yield curve to calculate the fair value of bonds prices, and also use it as a timing parameter to do investment in Bonds. In a non-liquid market, like Indonesia, where sometimes no bonds prices are quoted nor being transacted, we need some additional tools to help us estimate and fitted the real yield curve that can represent the real market condition. Tools that are commonly used for doing such thing are the curve fitting model, Nelson Siegel Svenssons and Cubic Splines Model. This thesis compares the fitting curve result between the two models, with area focusing on the comparison of average error, robustness, and the model's ability to do forecasting yield curve. In a summary, this thesis finds that the Nelson Siegel Svenssons Model, comparing with Cubic Spline Model, have a better performance to fit the curve and use in Indonesian bonds market.

DAFTAR ISI

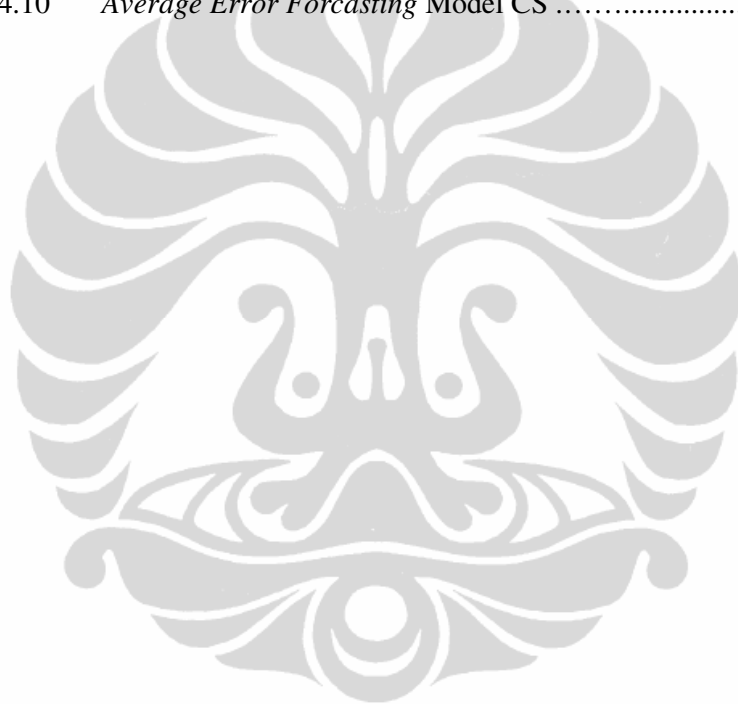
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Perumusan Permasalahan.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
1.5 Sistematika Penelitian.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Obligasi Secara Umum.....	8
2.2 Perhitungan Harga Obligasi	9
2.3 <i>Term Structure of Interest Rate</i> (Kurva Yield).....	10
2.4 Model Penyesuaian Kurva Yield (<i>Curve Fitting</i>).....	13
2.4.1 Model Nelson Siegel Svenssons.....	14
2.4.2 Model McCulloch <i>Cubic Spline</i>	15
BAB 3. METODOLOGI PENULISAN.....	18
3.1 Data Penelitian.....	18
3.2 Metode Pengolahan Data.....	18
3.2.1 Pembentukan Kurva Yield Pasar.....	20
3.2.2 Pembentukan <i>Curve Fitting</i> Model.....	20
3.2.3 Komparasi Model.....	21
3.2.3.1 Uji Beda Rata-Rata Tingkat Kesalahan (<i>Error</i>).....	21
3.2.3.2 Uji Ketahanan (<i>Robustness</i>) Kurva Yield Model.....	22
3.2.3.3 Uji Kemampuan Peramalan (<i>Forecasting</i>) Kurva Yield Model.....	23
3.3 Analisis Lanjutan.....	24
BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Pembentukan Kurva <i>Term Structure of Interest Rate</i>	25
4.2 Hasil Penyesuaian Ulang Kurva Yield (<i>Curve Fitting</i>).....	26
4.2.1 Hasil Penyesuaian Ulang Kurva Model NSS.....	26
4.2.2 Hasil Penyesuaian Ulang Kurva Model CS.....	30
4.3. Komparasi Model NSS dan CS	36
4.3.1 Tingkat Kesalahan (<i>error</i>) Permodelan.....	36
4.3.2 Ketahanan (<i>robustness</i>) Permodelan.....	42
4.3.3 Kemampuan Peramalan Model (<i>Forecasting</i>)	44

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	51



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Komposisi Kepemilikan SUN	2
Tabel 4.1	<i>Outstanding</i> Sekuritas SUN FR per Tahun.....	25
Tabel 4.2	Contoh Perhitungan Model Nelson Siegel Svenssons	27
Tabel 4.3	Nilai Rata-Rata Error Model Nelson Siegel.....	30
Tabel 4.4	Titik Interval Permodelan <i>Cubic Spline</i> per 13 Mei 2005...	32
Tabel 4.5	Nilai Parameter Model <i>Cubic Spline</i>	32
Tabel 4.6	Nilai Rata-Rata Error Model Nelson Siegel	36
Tabel 4.7	Data Pengujian Robustness Model NSS dan CS	43
Tabel 4.8	Rata-Rata Error Pengujian Robustness Model Nelson Siegel Svenssons dan <i>Cubic Spline</i>	43
Tabel 4.9	<i>Average Error Forcasting</i> Model NSS.....	45
Tabel 4.10	<i>Average Error Forcasting</i> Model CS	45



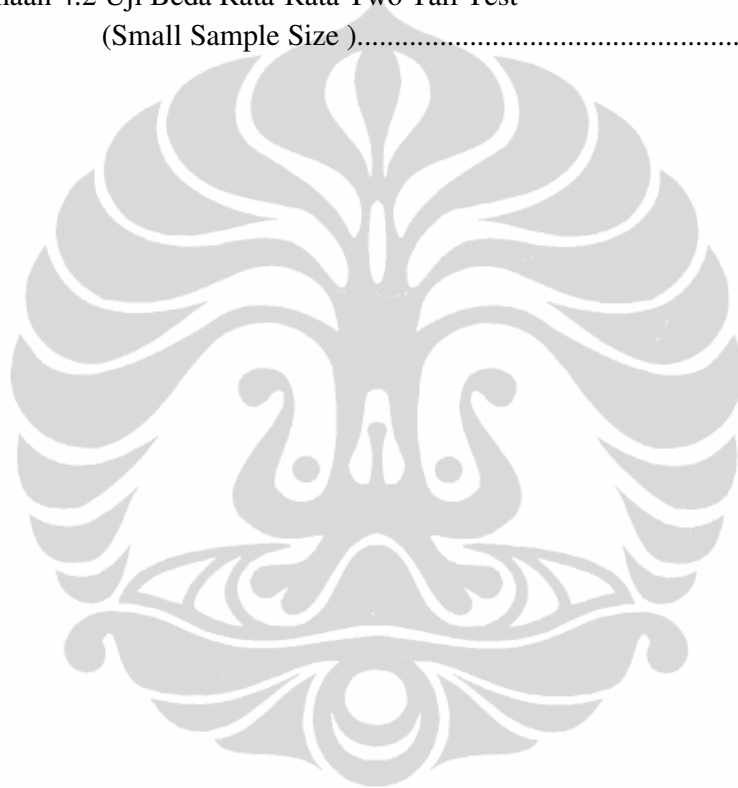
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola Umum Kurva <i>Yield</i>	12
Gambar 3.1	Alur Penelitian Permodelan NSS dan CS.....	19
Gambar 4.1	Perbandingan Kurva <i>Yield</i> Riil dengan Kurva <i>Yield</i> Model Nelson Siegel Svenssons.....	28
Gambar 4.2	Plot Error Model Nelson Siegel Svenssons.....	30
Gambar 4.3	Kurva <i>Yield</i> Riil Obligasi Pemerintah per 13 Mei 2005....	31
Gambar 4.4	Kurva Discount Rate Model <i>Cubic Spline</i> 13 Mei 2005....	35
Gambar 4.5	Perbandingan Kurva <i>Yield</i> Riil dengan Kurva <i>Yield</i> Model <i>Cubic Spline</i>	35
Gambar 4.6	Perbandingan Pergerakan Error Model Kurva <i>Yield</i> Nelson Siegel Svenssons dan <i>Cubic Spline</i>	37
Gambar 4.7	Perbandingan <i>Average WSSE Error</i> Model NSS dan CS...	37
Gambar 4.8	Perbandingan Error per Tahun Model NSS dan CS	39
Gambar 4.9	Pergerakan Harga Pasar Obligasi SUN FR20 dan FR27 ...	40



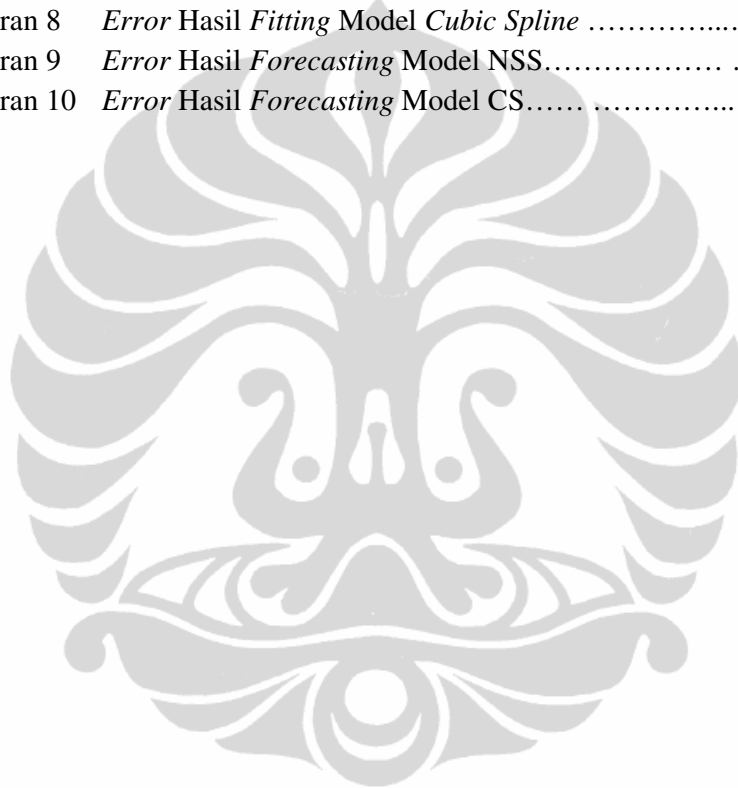
DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 <i>Pricing</i> Obligasi.....	10
Persamaan 2.2 Parameter Model Nelson Siegel Svenssons.....	14
Persamaan 2.3 Interval Polynomial Model <i>Cubic Spline</i>	16
Persamaan 2.4 Polynomial Orde Tiga	16
Persamaan 2.5 Turunan Pertama dan Kedua Persamaan Polynomial Order Tiga.....	16
Persamaan 4.1 Uji Beda Rata-Rata Two Tail Test.....	40
Persamaan 4.2 Uji Beda Rata-Rata Two Tail Test (Small Sample Size).....	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar <i>Outstanding</i> Obligasi SUN FR 2005.....	L1
Lampiran 2	Daftar <i>Outstanding</i> Obligasi SUN FR 2006.....	L2
Lampiran 3	Daftar <i>Outstanding</i> Obligasi SUN FR 2007.....	L3
Lampiran 4	Daftar <i>Outstanding</i> Obligasi SUN FR 2008.....	L4
Lampiran 5	Daftar <i>Outstanding</i> Obligasi SUN FR 2009.....	L5
Lampiran 6	Daftar <i>Outstanding</i> Obligasi SUN FR 2010.....	L6
Lampiran 7	<i>Error</i> Hasil <i>Fitting</i> Model Nelson Siegel Svenssons	L7
Lampiran 8	<i>Error</i> Hasil <i>Fitting</i> Model <i>Cubic Spline</i>	L8
Lampiran 9	<i>Error</i> Hasil <i>Forecasting</i> Model NSS.....	L9
Lampiran 10	<i>Error</i> Hasil <i>Forecasting</i> Model CS.....	L11



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Banyak cara bagi perusahaan untuk dapat mengembangkan usahanya, tentunya hal tersebut haruslah ditunjang dengan dana yang mencukupi. Pasar modal merupakan salah satu tempat bagi pembentukan modal dan akumulasi dana bagi suatu perusahaan. Selain itu pasar modal merupakan salah satu sumber dana bagi pembiayaan pembangunan nasional dan juga penunjang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) (www.fiskal.depkeu.go.id diakses tanggal 7 Juni 2010). Banyak jenis surat berharga (*securities*) dijual dipasar tersebut, salah satu yang diperdagangkan adalah surat utang atau biasa disebut dengan obligasi.

Bagi kalangan masyarakat yang memiliki dana berlebih dan berminat untuk melakukan investasi, hadirnya pasar obligasi di Indonesia menambah deretan alternatif untuk melakukan investasi. Obligasi pemerintah atau Surat Utang Negara (SUN) merupakan salah satu pilihan instrumen yang dapat memberikan *return* yang cukup baik dengan tingkat risiko yang rendah, sehingga cukup diminati oleh para investor dalam dan luar negeri. Dalam melakukan investasi obligasi, akan diperoleh pendapatan berupa bunga (kupon), *reinvestment* bunga kupon dan *capital gain/ loss* yang diperoleh dari pergerakan harga obligasi. *Total return* yang diperoleh tersebut dikenal juga dengan sebutan *yield*. Walaupun dapat dikatakan sebagai *risk free aset*, tidak berarti bahwa SUN merupakan aset yang bebas risiko, dimana masih terdapat risiko atas perubahan-perubahan yang bersumber dari luar ataupun dalam negeri seperti perubahan di bidang politik, ekonomi, moneter, undang-undang atau peraturan. Selain itu kurangnya tingkat likuiditas juga menyebabkan semakin besarnya risiko pergerakan harga yang dialami investor. Dari tabel 1.1 dapat terlihat bahwa sampai dengan bulan Mei 2010, pemerintah telah menerbitkan obligasi pemerintah atau biasa disebut SUN

sebesar Rp609,8 Triliun, 60% dari total utang dalam negeri Indonesia. Dilihat dari komposisi kepemilikannya, investor asing telah mencapai 23,5% dari total surat berharga negara yang telah diterbitkan oleh pemerintah (sumber www.dmo.or.id diakses pada tanggal 7 Juni 2010).

Tabel 1.1
Komposisi Kepemilikan SUN

Kepemilikan SBN yang Dapat Diperdagangkan
per 27 Mei 2010

	Des-2008	Jan-2009	Des-2009	Jan-2010	Feb-2010	Mar-2010	Apr-2010	7-May-10	14-May-10	21-May-10	28-May-10	27-May-10
Bank:	258.75	272.15	254.36	251.54	248.45	237.74	236.04	236.27	237.99	236.18	237.00	237.38
Bank BUMN Rekap	144.72	146.26	144.19	142.39	143.24	141.03	143.98					
Bank Swasta Rekap	81.67	85.26	59.98	59.10	58.73	54.32	55.08					
Bank Non Rekap	45.17	52.85	42.40	45.54	40.12	36.78	32.13					
BPO Rekap	6.50	7.04	6.02	4.69	4.40	3.62	2.53					
Bank Syariah	0.89	0.77	1.77	1.82	1.95	1.99		2.37	2.43	2.52	2.55	2.55
Bank Indonesia*) :	23.01	24.11	22.50	22.09	18.77	18.71	14.34	17.83	17.66	20.47	20.82	20.82
Departemen Keuangan:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non-Banks:	243.93	256.96	304.89	316.51	330.81	336.71	352.90	354.58	351.76	353.02	351.86	351.48
Reksadana	33.11	36.02	45.22	46.96	47.33	44.18	48.75	47.07	47.04	46.49	46.48	47.29
Asuransi	55.83	61.75	72.58	75.68	77.59	78.04	75.31	75.64	75.82	76.90	77.00	77.17
Kasing	87.81	87.15	108.00	115.02	120.81	122.46	148.13	148.36	145.39	146.11	144.89	143.69
Dana Pemian	32.98	34.38	37.50	37.62	38.09	37.24	37.15	37.46	37.45	37.41	37.44	37.58
Sekuritas	0.53	0.62	0.46	0.51	0.38	0.42	0.22	0.27	0.26	0.26	0.26	0.30
Lain-lain	33.87	37.04	41.12	40.73	46.41	44.37	45.55	45.56	45.81	45.78	45.77	45.77
Total	825.89	853.23	881.75	890.15	897.82	883.18	893.28	898.68	899.83	899.66	899.86	899.88

*) Sejak 8 Februari 2008, termasuk transaksi repo SUN kepada Bank Indonesia

Sumber : www.dmo.or.id diakses pada tanggal 7 Juni 2010

Untuk mengantisipasi perubahan harga surat berharga, diperlukan adanya suatu acuan yang dapat digunakan dalam mengambil keputusan investasi surat berharga, salah satu faktor penting yang harus diperhatikan investor sebelum berinvestasi obligasi adalah imbal hasil (*yield*) yang diperoleh dari investasinya. Suatu metode untuk mengetahui hubungan antara imbal hasil (*yield*) yang diperoleh dengan waktu jatuh tempo untuk suatu jenis obligasi tertentu pada waktu tertentu adalah dengan struktur jangka waktu suku bunga (*term structure of interest rate*) yang digambarkan melalui kurva *yield* (*yield curve*). Kurva *yield* dianggap cukup relevan untuk merepresentasikan *expected return* berdasarkan periode jatuh temponya (Steven, 1992).

Terdapat dua pendekatan yang umum digunakan untuk menganalisis pergerakan harga, yaitu analisis fundamental dan analisis teknikal (Taylor and Allen, 1992). Analisis Fundamental pada dasarnya adalah melakukan analisis historis atas kondisi keuangan, sementara itu analisis teknikal

merupakan studi yang dilakukan untuk mempelajari berbagai kekuatan yang berpengaruh dipasar surat berharga dan implikasinya pada harga surat berharga. Analisis teknikal merupakan upaya untuk memperkirakan harga surat berharga di pasar dengan mengamati perubahan harga surat berharga tersebut di pasar diwaktu yang lampau. Analisis teknikal ini tidak terbatas dapat dilakukan pada surat berharga saja, analisis teknikal dapat pula dilakukan untuk memprediksi harga suatu komoditi maupun mata uang asing, bahkan untuk memprediksi harga saham di bursa.

Analisis terhadap pergerakan harga surat berharga mutlak di perlukan oleh investor untuk dapat mengambil keputusan atas langkah yang harus dilakukan, terutama menentukan *timing* untuk melakukan penjualan atau pembelian surat berharga. Kesalahan dalam melakukan interpretasi harga yang terdapat dipasar tersebut dapat menyebabkan hilangnya kesempatan atau bahkan menimbulkan kerugian bagi investor. Salah satu acuan yang umum digunakan investor dalam melakukan analisis pengambilan keputusan investasi surat berharga adalah pergerakan *term structure* atau kurva *yield* yang biasa digunakan oleh para investor dan bank sentral dalam rangka melakukan analisis valuasi surat berharga dan *forecasting* (Pieenar and Choudry, 2006).

Pada pasar surat berharga yang kurang likuid seperti di Indonesia, informasi yang diberikan dari kurva *yield* dapat menjadi bias, karena kurva *yield* yang ada terbentuk hanya dari harga indikasi pasar, tanpa adanya transaksi riil dalam jangka waktu tertentu yang dapat digunakan sebagai dasar pembentukan kurva *yield*. Untuk menghindari hal tersebut, perlu dilakukan adanya penyesuaian ulang terhadap kurva *yield* (*curve fitting*) yang telah terbentuk di pasar (Yunianto, 2005). Mengingat bahwa kurva *yield* tersebut merupakan dasar pengambilan keputusan pada investasi surat berharga, maka diperlukan keakuratan dari metode *curve fitting* yang digunakan menjadi vital. Berbagai pendekatan dapat dilakukan untuk kepentingan tersebut, dan metode yang dipilih dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan penggunaanya.

Secara umum terdapat dua macam teknik *curve fitting*, yaitu metode parametric (Nelson and Siegel, 1987), dimana metode ini mencari keterkaitan dengan menggunakan estimasi parameter tertentu, baik dengan sebaran tertentu maupun dengan sebaran acak. Metode kedua yang umum digunakan adalah metode *spline* (McCulloch, 1971) , dimana metode ini lebih menitikberatkan estimasi *fitting* kurva *yield* dengan menggunakan sejumlah fungsi *spline* pada sejumlah nodes disepanjang nilai waktu jatuh tempo (*time to maturity*) dan nilai *yield* obligasi yang diperoleh di pasar.

Model parametrik yang paling umum digunakan adalah Nelson-Siegel Svenssons (NSS), dimana model ini merupakan sebuah *parsimony model* yang cukup fleksibel untuk memodelkan kurva *yield* dan menggambarkan semua bagian umum yang membentuk kurva tersebut (Svenssons, 1987). Model NSS sendiri menggunakan beberapa parameter yang telah memperhitungkan long *term*, short *term* dan medium *term interest rates* dan menggunakan *decay factor* yang memungkinkan model ini untuk lebih fleksibel dalam melakukan *fitting* pada kurva *yield*. Model yang diperoleh juga merupakan model ekstrapolasi sehingga dapat digunakan untuk menentukan nilai kurva *yield* secara virtual dengan menggunakan pendekatan *forward rates* atau *zero-coupon yield*. Beberapa bank *central* di dunia telah menggunakan pendekatan NSS untuk mengkonstruksikan kurva *yield* negaranya masing-masing antara lain Bank Sentral Belgia, Finlandia, Prancis, Jerman, Italia dan Spanyol. Di Indonesia sendiri *Indonesia Bond Pricing Agency* (IBPA) menggunakan model NSS sebagai salah satu metode untuk menentukan harga wajar obligasi (sumber : www.ibpa.co.id diakses pada tanggal 20 Juni 2010).

Model *spline* yang paling mudah digunakan adalah model *spline least square regression*, namun model ini akan menghasilkan kurva *yield* yang beresilasi tak teratur. Oleh karena itu digunakan model *cubic spline* (CS) yang merupakan fungsi orde tiga dimana setiap observasi yang dilakukan akan dibagi menjadi beberapa *node*, dimana setiap *node point* harus memiliki *slope* dan *curvature* yang serupa pada setiap sisinya (Pieenar and Choudry, 2006). Penggunaan model CS tersebut digunakan untuk

menemukan kurva yang mendekati harga obligasi (*yields*) dengan menggunakan pendekatan *discount factor*. James dan Webber (2000) menyarankan penggunaan metode ini untuk menghasilkan model kurva *yield* yang dapat mendekati keseluruhan bentuk kurva secara hampir sempurna.

1.2 Perumusan Permasalahan

Untuk pasar surat berharga yang likuid, *yield* yang diperoleh dari harga transaksi riil di pasar dapat langsung digunakan untuk membentuk kurva *yield* sebagai acuan bagi investor untuk melakukan transaksi surat berharga. Namun kondisi tersebut tampaknya tidak berlaku untuk pasar surat berharga yang kurang likuid seperti di Indonesia. Hal ini disebabkan karena tidak seluruh surat berharga yang dapat merepresentasikan kurva *yield* memiliki kuotasi harga atau ditransaksikan setiap hari, hal ini menyebabkan pembentukan kurva *yield* tidak dapat secara langsung menggunakan harga transaksi yang ada di pasar. Pada pasar yang tidak likuid diperlukan adanya penyesuaian atas harga dan *yield* dengan menggunakan permodelan dalam rangka memperoleh harga transaksi wajar (*fair value*).

Diantara model penyesuaian kurva *yield* (*curve fitting*) yang ada, ditemukan adanya permasalahan kajian penelitian sebagai berikut :

- Bagaimanakah membentuk permodelan kurva *yield* dengan menggunakan model parametrik (Nelson Siegel Svenssons) dan spline (Cubic Spline)?
- Manakah diantara permodelan kurva *yield* yang dapat memberikan estimasi *fair value* yang cukup mendekati kondisi riil, *robust* dan memiliki kemampuan *forecasting* sehingga cocok untuk digunakan di pasar surat berharga di Indonesia ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama penulisan karya akhir ini adalah untuk memberikan perbandingan antara kinerja permodelan kurva *yield* dengan menggunakan

metode parametric dan metode spline, khususnya pada obligasi pemerintah berbunga kupon tetap. Perbandingan yang dilakukan dititik beratkan pada tingkat error yang dihasilkan oleh kedua metode, *robustness* masing-masing model dan kemampuan peramalan model. Dari hasil perbandingan yang dilakukan tersebut dapat dilihat permodelan mana yang lebih cocok digunakan di pasar surat berharga.

1.4 Ruang Lingkup Penulisan

Ruang lingkup penulisan tesis ini akan dibatasi pada hal-hal berikut :

- a. Surat berharga yang akan dibahas dalam tesis ini dibatasi pada surat berharga pemerintah, dalam hal ini Surat Utang Negara (SUN) yang memiliki tingkat bunga kupon tetap (*fixed rate*). Hal ini disebabkan karena saat ini SUN FR dianggap sebagai instrumen surat berharga yang paling likuid di Indonesia.
- b. Penelitian dilakukan pada periode Januari 2005 sampai dengan April 2010. Data yang digunakan adalah data mingguan harga akhir hari pasar SUN untuk seluruh seri FR baik yang jatuh tempo maupun yang baru diterbitkan pada kurun waktu tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran secara keseluruhan pergerakan harga SUN dari waktu ke waktu
- c. Model *curve fitting* yang akan digunakan dalam penelitian ini terbatas pada model Nelson-Siegel Svenssons (NSS) dan *Cubic Spline*.

1.5 Sistematika Penelitian

Sistem pembahasan yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Bab 1 Pendahuluan

Bab pertama ini menjelaskan latar belakang pemilihan tema tesis, dan perumusan masalah, termasuk tujuan penelitian, dan ruang lingkup pembahasan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab kedua ini membahas tinjauan literatur dari berbagai teori yang digunakan sebagai dasar pembuatan tesis. berisi landasan teori dan penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan teori dan analisis yang mendukung penelitian untuk dapat menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan

Bab 3 Metodologi Penelitian

Metode penelitian membahas tentang gambaran populasi dan sampel yang digunakan dalam studi empiris, pengidentifikasian variabel-variabel penelitian serta penjelasan mengenai cara pengukuran variabel-variabel tersebut. Bab ini juga berisi teknik pemilihan data dan metode analisis data yang digunakan.

Bab 4 Analisis dan Pembahasan

Bab keempat ini merupakan isi pokok dari seluruh penelitian yang menyajikan deskripsi objek penelitian, hasil pengolahan data, analisis atas hasil pengolahan tersebut.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab kelima ini berisi kesimpulan hasil penelitian, keterbatasan penelitian, saran dan implikasi bagi penelitian berikutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Obligasi Secara Umum

Pengertian obligasi secara umum adalah instrumen utang yang dikeluarkan oleh pihak yang berutang dengan janji secara periodik akan membayar sejumlah bunga dan akan membayar pokok pinjaman sesuai dengan jangka waktu yang telah disepakati (Kane and Marcus 2009). Saat ini di pasar surat berharga Indonesia sudah banyak terdapat jenis obligasi yang diperdagangkan, dimana dari obligasi tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan *issuer*-nya (Salim 2002) sebagai berikut :

- Obligasi Pemerintah (*Government Bonds*), merupakan obligasi yang diterbitkan oleh pemerintah pusat dalam rangka pembiayaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Di masing-masing Negara obligasi ini digunakan sebagai acuan tingkat bunga bebas risiko.

Obligasi pemerintah ini merupakan obligasi yang paling likuid diperdagangkan di pasar obligasi Indonesia. Per 30 April 2010, total outstanding obligasi pemerintah telah mencapai Rp 758,73 Triliun, dimana jumlah sebagian besar terdiri dari Surat Utang Negara *Fixed Rate* (SUN FR), *SUN Variable Rate* (SUN VR), Sukuk Negara, *Zero Coupon Bonds*, Surat Perbendaharaan Negara, *Republic of Indonesia Sovereign Bonds* (SUN FR dalam denominasi USD), dan *Samurai Bond* (SUN FR denominasi JPY).

- Obligasi Korporasi (*Corporate Bonds*), merupakan obligasi yang diterbitkan oleh perusahaan dalam rangka menghimpun dana baik sebagai dana operasional ataupun *Capital Expenditure* (CAPEX).
- Obligasi Pemerintah Daerah (*Municipal Bonds*), hampir serupa dengan obligasi pemerintah, *municipal bonds* ini merupakan obligasi yang

diterbitkan oleh pemerintah daerah dalam rangka pembiayaan pembangunan daerah.

Sesuai dengan karakteristik utama obligasi, terdapat adanya pembayaran kupon secara periodik sesuai dengan jadwal pembayaran kupon yang telah ditentukan. Fabozzi (1995) melakukan pengelompokan obligasi berdasarkan jenis kuponnya yaitu :

- Obligasi dengan bunga kupon tetap (*Fixed Rate Bonds*), obligasi dengan jenis kupon ini memberikan bunga kupon yang besarnya selalu sama sejak diterbitkan sampai dengan jatuh tempo instrumen.
- Obligasi dengan tingkat bunga mengambang (*Floating Rate Bonds*), sedikit berbeda dengan obligasi FR, pada obligasi dengan *floating rate* tingkat bunga kupon yang diberikan mengacu kepada suku bunga *benchmark* tertentu, dimana untuk Indonesia acuan yang digunakan umumnya adalah SBI 3 mo. + *credit risk premium*.
- Obligasi tanpa bunga kupon (*zero coupon bonds*), obligasi ini tidak menawarkan tingkat bunga kupon yang diberikan secara *periodic* namun keuntungan yang diberikan adalah melalui *pricing* surat berharga yang umumnya memiliki nilai yang jauh di bawah harga pasar (*deep discount*)

2.2 Perhitungan Nilai Obligasi

Nilai pada instrumen obligasi adalah sama dengan *present value* dari *expected cash flow* instrumen obligasi tersebut. Sehingga dalam menentukan nilai obligasi dibutuhkan adanya estimasi dari *expected cash flow* dan estimasi dari nilai *yield* yang digunakan untuk melakukan *present value* dari *expected cash flow* yang dimiliki. Fabozzi (1995) menyatakan bahwa harga obligasi merupakan penjumlahan *present value* dari dua sumber *cash flow*, yaitu :

1. *Present value* dari pembayaran bunga kupon secara periodik
2. *Present value* dari nilai pokok pada saat jatuh tempo

Secara umum, harga obligasi sesuai dengan Fabozzi (1995) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P = \frac{C}{(1+y)^1} + \frac{C}{(1+y)^2} + \frac{C}{(1+y)^3} + \dots + \frac{C}{(1+y)^n} + \frac{F}{(1+y)^n}$$

atau dapat ditulis:

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{C}{(1+y)^t} + \frac{F}{(1+y)^n} \dots\dots\dots(2.1)$$

- dimana :
- P = Harga dari Obligasi
 - C = Besarnya kupon dalam satu pembayaran periode kupon
 - F = Nilai Par Pokok pada saat jatuh tempo
 - n = Jumlah periode pembayaran bunga sampai jatuh tempo
 - y = Expected *Yield*/ Return
 - t = Periode pembayaran bunga kupon

2.3 Term Structure of Interest rate (Kurva Yield)

Damodaran (2002), *Term Structure of Interest rate* atau yang lebih dikenal dengan sebutan Kurva *Yield (Yield Curve)* adalah sebuah kurva yang menggambarkan hubungan antara periode jatuh tempo obligasi dengan struktur tingkat bunga. Kurva *Yield* merupakan salah satu *tools* yang umum digunakan dalam metode valuasi obligasi, dimana nilai kurva *yield* dapat memberikan gambaran mengenai ekspektasi pasar terhadap pergerakan tingkat suku bunga sesuai dengan kondisi pasar yang terjadi pada waktu tertentu. Kurva *yield* haruslah terbentuk dari kumpulan *yield* yang memiliki tingkat risiko yang sama, atau memiliki *rating* yang sama. Apabila kurva dibentuk menggunakan beberapa instrumen yang memiliki tingkat risiko yang tidak sama maka informasi tingkat bunga yang digunakan menjadi tidak tepat. Bentuk dari kurva *yield* ini akan selalu berubah sesuai dengan terjadinya pergerakan harga di pasar, setiap terjadi perubahan bentuk dari

kurva *yield curve* dapat diinterpretasikan bahwa investor mengekspektasikan akan terjadi perubahan *outlook* perekonomian.

Steven (1992), secara umum terdapat empat pola utama yang dibentuk oleh kurva *yield*, yaitu :

- **Normal Yield Curve**

Pada kondisi normal, kurva *yield* pada umumnya akan berbentuk sesuai Normal *Yield Curve*, dimana kurva tersebut menggambarkan bahwa pada kondisi normal dimana tidak terdapat perubahan signifikan (seperti tingkat inflasi dan tingkat suku bunga) yang terjadi di pasar, investor akan cenderung menginginkan *yield* yang lebih tinggi untuk obligasi dengan tenor jangka panjang dibandingkan *yield* untuk obligasi dengan tenor yang lebih pendek. Dengan kata lain, pasar berekspektasi bahwa obligasi jangka panjang akan memberikan *yield* yang lebih tinggi ketimbang obligasi jangka pendek. Hal ini terjadi karena instrumen obligasi jangka pendek biasanya memiliki risiko ketidakpastian pembayaran yang lebih kecil dibandingkan dengan obligasi jangka panjang, sehingga untuk melakukan investasi pada obligasi jangka panjang investor menginginkan adanya tambahan premium sebagai kompensasi dari risiko yang diambarnya.

- **Flat Yield Curve**

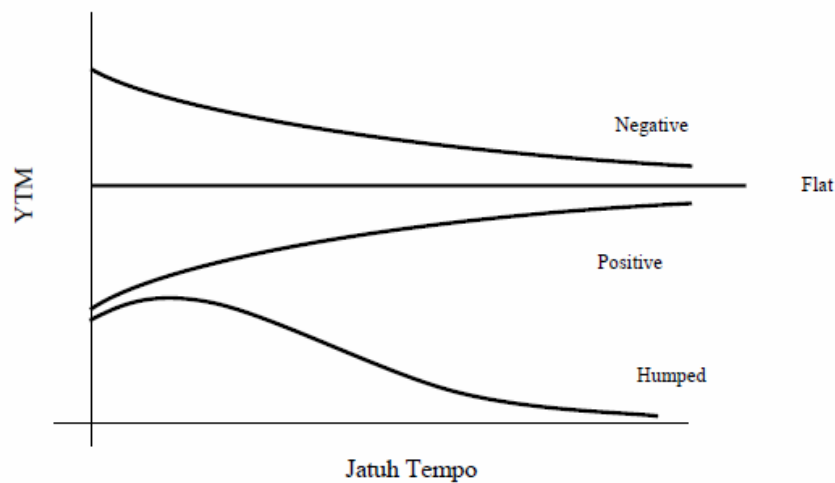
Kurva flat *yield curve* menggambarkan kondisi dimana *yield* yang diinginkan oleh investor untuk melakukan investasi pada obligasi jangka pendek dan obligasi jangka panjang nilainya relatif sama. Kondisi ini biasanya terjadi pada masa transisi dimana terdapat ekspektasi bahwa tingkat suku bunga akan bergerak, entah tingkat suku bunga jangka pendek akan mengalami kenaikan ataukah tingkat suku bunga jangka panjang akan mengalami penurunan. Pada kondisi ini investor biasanya lebih memperhatikan mengenai *credit quality* dari investasi obligasi dibandingkan dengan pemilihan berdasarkan tenor obligasi.

- **Inverted/ Negative Yield Curve**

Merupakan kebalikan dari kurva *yield* normal yang terbentuk dimana *yield* untuk obligasi tenor jangka panjang lebih rendah dibandingkan *yield* untuk obligasi tenor jangka pendek. Kondisi ini umumnya jarang terjadi dimana kurva *yield* ini pada dasarnya menunjukkan ekspektasi bahwa akan terjadi penurunan tingkat suku bunga di masa yang akan datang. Kondisi *yield* seperti ini pernah terjadi di Indonesia pada saat terjadinya krisis moneter tahun 1998, dimana tingkat suku bunga jangka pendek mencapai *level* 64% sementara tingkat suku bunga jangka panjang hanya mencapai *level* 30%.

- **Humped**

Merupakan variasi dari bentuk kurva *yield*, dimana kurva *yield* yang terbentuk sampai dengan tenor tertentu dapat bergerak naik untuk kemudian kembali mengalami penurunan.



Gambar 2.1

Pola Umum Kurva Yield

Sumber : www.investopedia.com diakses pada tanggal 8 Juni 2010

Pada kurva *yield* dikenal beberapa istilah diantaranya :

- *Level*, merupakan tingkat suku bunga terendah dari suatu kurva *yield*

- *Slope*, merupakan selisih antara nilai *yield to maturity* (YTM) tertinggi dikurangi dengan YTM terendah dari kurva *yield*.
- *Curvature*, merupakan tingkat kecembungan dari suatu kurva *yield*.

Secara umum terdapat empat teori umum yang mendasari *yield curve* yaitu (Stevan, 1992):

- *Expectation Hypothesis Theory* yang menyatakan bahwa ekspektasi dari setiap investor mengenai tingkat bunga sama dengan *forward rate*.
- *Liquidity Preference Theory* yang menyatakan bahwa pada baik investor jangka panjang maupun investor jangka pendek menginginkan premium atas risiko untuk memegang obligasi dengan berbagai jatuh tempo sesuai dengan jangka waktu investasinya.
- *Preferred Habitat Theory*, merupakan teori yang menentang pernyataan bahwa *risk premium* harus meningkat secara perlahan sejalan dengan lama jatuh temponya.
- *Market Segmentation Theory*, menyatakan bahwa struktur tingkat bunga untuk obligasi yang jatuh temponya bervariasi dapat disegmentasikan secara sempurna.

2.4 Model Penyesuaian Kurva Yield (*Curve Fitting*)

Telah banyak diketahui bahwa kurva *yield* merupakan salah satu *tools* yang banyak digunakan oleh para pelaku pasar obligasi untuk mengambil keputusan investasi dan juga melakukan valuasi terhadap portofolio surat berharga yang dimiliki. Untuk pasar surat berharga yang kurang likuid seperti Indonesia, terkadang terdapat kesulitan untuk menemukan kurva *yield* yang dapat digunakan sebagai *benchmark*. Oleh karena itu diperlukan adanya permodelan untuk melakukan estimasi pendekatan kurva *yield*, sehingga dapat merepresentasikan *yield* yang mendekati kondisi yang terjadi di pasar.

Model penyesuaian kurva *yield* yang umum digunakan adalah model *parsimonious* dan juga model *spline*. Untuk penyesuaian kurva *yield* dengan model *parsimonious* yang paling umum digunakan oleh para pelaku pasar adalah model Nelson-Siegel Svenssons, sementara untuk model *spline* yang paling banyak digunakan oleh pelaku pasar adalah model *Cubic Spline*.

2.4.1 Model Nelson-Siegel Svenssons

Model Nelson Siegel-Svenssons merupakan model *curve fitting* yang menggunakan metode parametrik dalam melakukan pemodelan kurva *yield* yang mendekati kurva *yield* riil (Diebold and Li, 2005). Disebut sebagai model parametrik karena dalam melakukan *fitting*, akan ditentukan parameter-parameter tertentu yang dianggap dapat merepresentasikan keseluruhan kurva *yield* yang terbentuk.

Model Nelson Siegel – Svenssons sendiri merupakan perbaikan dari persamaan model awal yang dikemukakan Nelson-Siegel pada tahun 1987, namun karena adanya kelemahan hasil yang diperoleh dengan model awal Nelson-Siegel tersebut, dimana model ini kurang dapat melakukan *fitting* untuk *highly non linear yield curve* dan *long end of the term structure*. Terkait dengan hal tersebut, Svenssons melakukan sedikit modifikasi terhadap persamaan Nelson-Siegel awal tersebut, dan berhasil menurunkan tingkat kesalahan yang terbentuk dalam *fitting* dengan menambahkan beberapa variabel pada rumus awal Nelson-Siegel (Svenssons, 1994).

Adapun fungsi permodelan Nelson Siegel yang telah dimodifikasi oleh Svenssons adalah sebagai berikut :

$$r_{i,j}(m, \Theta) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1 - e^{-\left(\frac{m}{\tau_1}\right)}}{\frac{m}{\tau_1}} \right) + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{-\left(\frac{m}{\tau_1}\right)} - e^{-\left(\frac{m}{\tau_1}\right)}}{\frac{m}{\tau_1}} \right) + \beta_3 \left(\frac{1 - e^{-\frac{m}{\tau_2}} - e^{-\frac{m}{\tau_2}}}{\frac{m}{\tau_2}} \right) + \varepsilon_{i,j} \dots\dots(2.2)$$

dengan : m = Durasi obligasi sampai dengan jatuh tempo

$$\Theta = \beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \tau_1 \text{ dan } \tau_2$$

Dengan parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \tau_1$ dan τ_2 yang akan diestimasi akan diperoleh suatu nilai *forward rate*. Dalam jurnalnya Diebold (2006)

melakukan pembahasan bahwa nilai *zero-coupon yield* adalah rata-rata tertimbang dari nilai *forward rate*. Dimana dengan menggunakan *yield curve* atau *forward curve* dapat dilakukan valuasi terhadap harga obligasi.

Nilai β_0 dianggap sebagai *factor level*, dimana nilai β_0 ini berpengaruh pada keseluruhan kurva *yield*. Nilai $(\beta_1 + \beta_2)$ merupakan *slope* dan lebih memberikan pengaruh kepada kurva pada bagian *short tenor* dibandingkan dengan *long end*. Nilai β_3 merupakan *curvature* yang dianggap berpengaruh terhadap bagian 'middle' dari kurva *yield*.

Model Nelson-Siegel Svenssons yang diperoleh juga merupakan model ekstrapolasi, sehingga cukup akurat untuk digunakan menentukan nilai kurva *yield* yang berada di luar data permodelan untuk membentuk kurva *yield*. Beberapa bank sentral telah menggunakan pendekatan Nelson-Siegel Svenssons untuk mengkonstruksikan kurva *yield* antara lain Bank Sentral Belgia, Finlandia, Prancis, Jerman, Italia dan Spanyol. Di Indonesia sendiri *Indonesian Bond Pricing Agency* (IBPA) menggunakan model Nelson-Siegel Svensson sebagai salah satu metode untuk menentukan nilai wajar obligasi.

2.4.2 Model McCulloch Cubic Spline

Cubic Spline merupakan model *curve fitting spline* atau *non parametric polynomial interpolation method*. Dalam melakukan *fitting* kurva, model *cubic spline* menggunakan pendekatan fungsi *discount rate*. Dalam matematik, *spline* merupakan fungsi *piecewise polynomial* yang dibentuk dari gabungan segmen-segmen *polynomial* yang saling berdiri sendiri pada beberapa titik yang tidak terputus, atau biasa disebut dengan *knots*. *Cubic Spline* sendiri dalam melakukan permodelan menggunakan persamaan *polynomial* orde tiga. Piennar dan Choudry (2006) dalam jurnalnya merekomendasikan penggunaan *cubic spline* dalam melakukan *curve fitting* karena dengan metode ini akan dapat diperoleh persamaan model yang cukup akurat dan dapat menghasilkan *zero coupon curve* yang memuaskan pada kebanyakan kondisi.

McCulloch (1971), dalam melakukan *fitting* pada suatu kurva *yield* riil, model *cubic spline* melakukan pendekatan secara interpolasi antara nodes atau tenor points dari data pasar yang diperoleh, dengan menggunakan metode *piecewise interpolation* untuk menghasilkan persamaan model yang cukup fleksibel untuk dapat mendekati kurva *yield* riil. *Tenor points* yang diperoleh dari data harga pasar dibagi ke dalam segmen-segmen individual yang saling terhubung pada suatu titik tertentu, kemudian dari segmen yang diperoleh tersebut akan dicari persamaan *polynomial* orde tiga untuk masing-masing interval yang dapat mendekati bentuk kurva pasar:

$$S(x) = \begin{cases} s_1(x) & \text{if } x_1 \leq x < x_2 \\ s_2(x) & \text{if } x_2 \leq x < x_3 \\ \vdots & \\ s_{n-1}(x) & \text{if } x_{n-1} \leq x < x_n \end{cases} \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan persamaan *polynomial* orde tiga yang digunakan adalah :

$$s_i(x) = a_i(x - x_i)^3 + b_i(x - x_i)^2 + c_i(x - x_i) + d_i \dots\dots\dots(2.4)$$

untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n-1$

dalam menggunakan persamaan tersebut, diperlukan turunan pertama dan kedua dari persamaan umum di atas, sebagai berikut :

$$\begin{aligned} s'_i(x) &= 3a_i(x - x_i)^2 + 2b_i(x - x_i) + c_i \\ s''_i(x) &= 6a_i(x - x_i) + 2b_i \end{aligned} \dots\dots\dots(2.5)$$

dalam menggunakan persamaan tersebut, perlu dipastikan bahwa hasil persamaan tersebut akan menghasilkan kurva *yield* yang tidak terputus, untuk memenuhi kondisi tersebut terdapat empat kriteria yang harus dipenuhi, yaitu :

- Nilai yang dihasilkan oleh persamaan *polynomial* orde tiga tersebut harus sama di setiap titik tenor atau node yang digunakan.

- Nilai turunan pertama (y') dari persamaan *polynomial* orde tiga yang terbentuk sama pada setiap titik tenor atau node yang digunakan.
- Nilai turunan kedua (y'') dari persamaan *polynomial* orde tiga yang terbentuk sama pada setiap titik tenor atau node yang digunakan.
- Nilai turunan kedua pada setiap persamaan *polynomial* orde tiga tidak terputus di sepanjang interval titik tenor yang digunakan.

Nievergilt, Yves (1993), terdapat tiga bentuk umum dari *splines*, yaitu :

- *Natural Splines*, yaitu *splines* yang turunan keduanya (y'') pada titik x_0 dan x_n di set nilainya menjadi "0", dengan kata lain $y_0'' = y_n'' = 0$.
- *Parabolic Runout Spline*, yaitu *spline* yang turunan keduanya (y'') nilai titik $x_0 = x_1$ dan $x_n = x_{n-1}$. Penggunaan bentuk *spline* ini akan menghasilkan kurva yang parabolic pada titik akhirnya, biasa digunakan untuk data periodic dan eksponensial.
- *Cubic Runout Spline*, yaitu *spline* yang turunan keduanya (y'') pada titik x_0 dianggap sama dengan 2 kali nilai turunan kedua pada titik x_2 dikurangi dengan nilai turunan pada titik x_3 . Hal yang sama dilakukan kepada titik x_n .

Metode *cubic spline* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *cubic spline* dengan menggunakan *natural spline*, karena dengan menggunakan metode ini persamaan *spline* yang diperoleh dapat digunakan untuk titik yang berada diluar titik point (*node*) semula.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

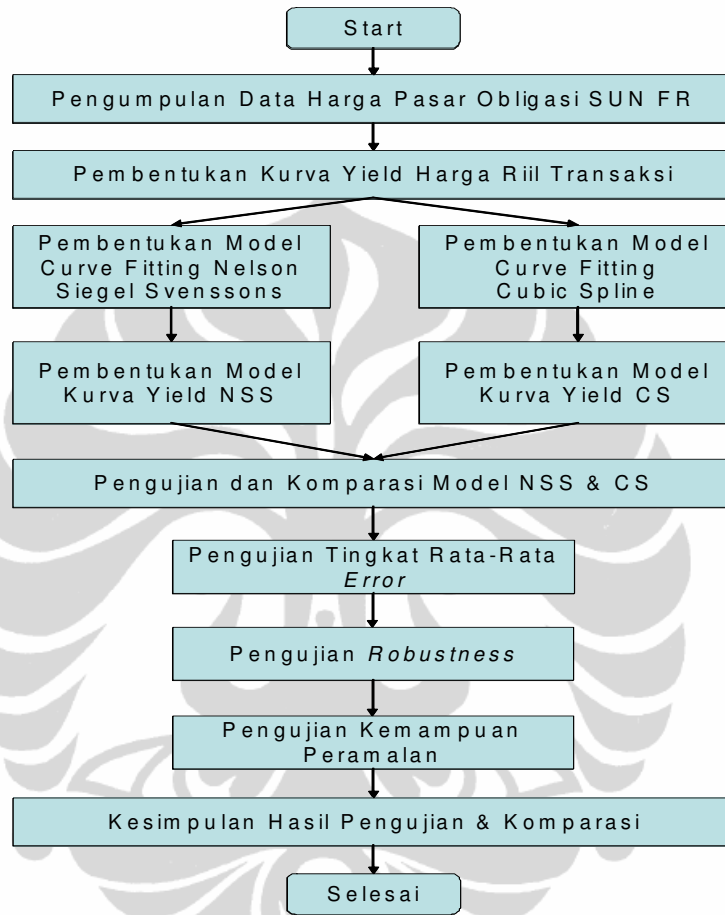
3.1 Data Penelitian

Dalam penelitian ini, obligasi yang akan digunakan adalah data harga obligasi pemerintah berbunga kupon tetap (SUN FR), dimana data yang digunakan adalah harga riil transaksi yang terdapat pada sistem pelaporan *Centralized Trading Platform* – Bursa Efek Indonesia (CTP-BEI) yang merupakan pusat pelaporan transaksi surat berharga di Indonesia. Namun terkait dengan kurang likuidnya pasar surat berharga di Indonesia, dimana tidak seluruh seri SUN FR dapat ditemukan dan ditransaksikan di pasar surat berharga, maka untuk seri SUN FR yang tidak terdapat pada CTP-BEI digunakan harga indikasi pasar yang terdapat pada sarana transaksi *Bloomberg* yaitu menggunakan halaman *Inter Dealer Market Association* (IDMA *page*). IDMA *page* yang terdapat di *Bloomberg* tersebut selama ini juga merupakan referensi bagi investor asing dalam rangka berinvestasi di pasar surat berharga Indonesia khususnya obligasi pemerintah, dimana harga yang terdapat pada halaman ini merupakan harga kuotasi indikasi dari pelaku pasar aktif surat berharga yang tergabung dalam Perhimpunan Pedagang Surat Utang Negara (HIMDASUN), sehingga dianggap cukup dapat merepresentasikan nilai pasar wajar obligasi..

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pergerakan harga SUN FR mingguan dengan tahun pengamatan yang digunakan mulai tanggal 1 Januari 2005 – 30 April 2010. Periode tersebut dipilih karena dianggap hampir dapat merepresentasikan hampir keseluruhan pergerakan harga surat berharga di Indonesia.

3.2 Metode Pengolahan Data

Adapun alur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1

Alur Penelitian Permodelan NSS dan CS

Sumber : data olahan sendiri

Sesuai dengan bagan kerja di atas, penelitian akan dimulai dengan melakukan pengumpulan data harga obligasi SUN FR, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pembentukan kurva *yield* riil. Setelah diperoleh bentuk kurva *yield*, selanjutnya akan dilakukan pembentukan permodelan dengan menggunakan metode umum masing-masing model yang digunakan (NSS dan CS). Dari persamaan permodelan yang diperoleh

akan dilakukan pengujian atas model kurva *yield* yang diperoleh, untuk dapat menarik kesimpulan dalam penelitian ini.

3.2.1 Pembentukan Kurva *Yield* Pasar

Data harga obligasi yang diperoleh baik dari harga transaksi riil di pasar (CTP-BEI) maupun harga indikasi harian pasar (*Bloomberg*), digunakan sebagai pembentuk kurva dasar *yield* yang akan didekati dengan permodelan *curve fitting*. Dimana *yield* dari setiap instrumen SUN FR yang belum jatuh tempo akan dihitung dan diurutkan sesuai dengan durasinya sehingga terbentuk sebuah kurva *yield* riil yang akan digunakan sebagai pembanding permodelan NSS dan CS.

3.2.2 Pembentukan *Curve Fitting* Model

Pada bagian ini akan dibahas mengenai tahap pembentukan permodelan kurva *yield* dengan menggunakan Nelson Siegel Svenssons dan Cubic Spline, dimana untuk setiap seri SUN FR yang digunakan akan dibentuk *cash flow* yang sesuai dengan karakteristik masing-masing seri. Selanjutnya dengan menggunakan persamaan umum masing-masing model akan dicari parameter yang menghasilkan tingkat rata-rata *error* yang paling kecil. Dalam hal ini dilakukan iterasi dengan menggunakan solver excel untuk menemukan nilai *error* yang terkecil pada setiap model dengan menggunakan metode *weighted sum square error* (WSSE).

Parameter yang ditemukan tersebut kemudian diterjemahkan ke dalam *cash flow* untuk memperoleh harga dari masing-masing seri surat berharga dimana dalam model NSS, parameter yang digunakan akan menghasilkan nilai estimasi kurva *spot rate* sementara dalam model CS parameter digunakan untuk menghasilkan estimasi kurva *discount rate*, dimana keduanya digunakan sebagai faktor pendiskonto *cash flow* masing-masing seri. Setelah diperoleh harga masing-masing seri, maka dapat diperoleh *yield* masing-masing seri yang dapat digunakan sebagai pembentuk kurva *yield* model yang akan digunakan sebagai pembanding kurva *yield* riil,

3.2.3 Komparasi Model

Setelah dilakukan perhitungan untuk menentukan parameter dalam rangka pembentukan kurva *yield* model dari masing-masing permodelan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian pada masing-masing model, sebagai berikut :

- Uji beda rata-rata tingkat kesalahan (*error*) kurva *yield*
- Uji ketahanan (*robustness*) kurva *yield* model
- Uji kemampuan peramalan (*forecasting*) kurva *yield* model

3.2.3.1 Uji beda rata-rata tingkat kesalahan (*error*)

Dengan melakukan perbandingan antara kurva *yield* riil yang terbentuk dari harga transaksi dan indikasi pasar obligasi dengan kurva *yield* yang terbentuk dari permodelan NSS atau CS untuk setiap data mingguan harga obligasi yang digunakan, akan diperoleh adanya selisih harga atau *error* kurva *yield* model terhadap kurva *yield* riil. Dari keseluruhan nilai *error* yang diperoleh, secara rata-rata dapat ditentukan manakah diantara kedua model yang digunakan dapat memberikan hasil estimasi model kurva *yield* yang paling mendekati dengan kurva *yield* yang sesungguhnya. Perbandingan model terbaik dengan menggunakan *weighted average sum square error* (WSSE) dari keseluruhan data yang digunakan. Model yang terbukti memberikan nilai WSSE terkecil dapat menjadi rekomendasi model dan merupakan salah satu kesimpulan akhir dari pengujian yang dilakukan.

Selanjutnya dengan menggunakan uji hipotesis *two tail test* akan dilihat apakah terdapat perbedaan nilai yang signifikan antara tingkat *error* yang terjadi pada model NSS dan model CS, dengan hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: rata-rata *error* model NSS = rata-rata *error* model CS

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: rata-rata *error* model NSS \neq rata-rata *error* model CS, $\alpha=5\%$

Uji hipotesis *two tail test* digunakan karena saat ini kita tidak mengetahui secara pasti apakah nilai tingkat *error* yang dihasilkan oleh salah satu model adalah lebih besar dari model yang lainnya.

3.2.3.2 Uji ketahanan (*robustness*) kurva *yield* model

Setelah melakukan pengukuran terhadap tingkat *error* yang terjadi pada permodelan kurva *yield* yang digunakan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran mengenai ketahanan kurva *yield* model yang dibentuk oleh model NSS dan CS, pada kondisi data yang kurang memadai. Pengujian ini dimaksudkan untuk melihat apakah dengan data yang kurang memadai, kurva *yield* yang dibentuk masing-masing model akan mengalami perubahan bentuk yang signifikan dibandingkan dengan model kurva *yield* yang terbentuk pada kondisi data yang memadai.

Untuk pasar obligasi di Indonesia pengujian yang dilakukan tersebut cukup relevan, mengingat bahwa pasar obligasi Indonesia cenderung kurang likuid, dimana tidak semua kuota harga seri-seri SUN FR dapat ditemukan dan ditransaksikan. Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan uji *robustness* dari kurva *yield* model adalah sebagai berikut :

- Pengujian *robustness* yang dilakukan tidak diterapkan pada setiap model data mingguan yang dimiliki. Dari hasil permodelan untuk periode 1 Januari 2005 sampai dengan 30 April 2010, setiap tahunnya hanya akan digunakan satu tanggal data untuk dilakukan pengujian, dalam hal ini merupakan tanggal data yang memberikan tingkat *error* terkecil di tahun berjalan.
- Dari setiap tanggal data yang digunakan, dikeluarkan beberapa data harga SUN FR yang merepresentasikan beberapa titik durasi penting dalam kurva *yield* pada rentang waktu durasi instrumen obligasi yang terdapat di pasar. Adapun untuk titik durasi terendah dan tertinggi tidak termasuk dalam titik data yang dikeluarkan, mengingat bahwa model CS menggunakan metode interpolasi antara dua rentang durasi.

- Dilakukan penyesuaian ulang kurva *yield* (*curve fitting*) pada setiap model untuk memperoleh parameter permodelan yang baru.
- Parameter baru yang diperoleh tersebut digunakan untuk menghitung kembali harga dan *yield* model pada setiap SUN FR yang telah dikeluarkan sebelumnya. Harga ini kemudian diperbandingkan dengan harga dan *yield* model setiap SUN FR sebelum dilakukan pengujian *robustness*.
- Akan dilihat nilai rata-rata *error* yang terjadi setelah pengujian *robustness* untuk menentukan model mana yang cukup *robust* untuk digunakan. Uji hipotesis *two tail test* dilakukan untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara *error* yang dihasilkan oleh kedua model dengan hipotesis :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: rata-rata *error* harga model *robust* NSS = rata-rata *error* harga model *robust* CS

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: rata-rata *error* harga model *robust* NSS \neq rata-rata *error* harga model *robust* CS, $\alpha = 5\%$.

3.2.3.3 Uji kemampuan peramalan (*forecasting*) kurva *yield* model

Pengujian selanjutnya adalah untuk melihat seberapa lama model kurva *yield* yang dihasilkan memiliki kemampuan untuk meramalkan pergerakan kurva *yield* di masa yang akan datang sampai akhirnya memerlukan penyesuaian ulang kembali atas terjadinya pergerakan harga pasar. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian kemampuan *forecasting* adalah sebagai berikut :

- Tanggal data yang akan digunakan sebagai basis untuk melakukan pengujian kemampuan peramalan hanyalah satu tanggal data untuk keseluruhan periode pengamatan (1 Januari 2005 – 30 April 2010), yaitu tanggal data yang memiliki tingkat *error* yang terkecil.
- Parameter permodelan yang diperoleh kedua model pada tanggal tersebut, akan dipergunakan untuk melakukan peramalan kurva *yield*

untuk jangka waktu 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, 1 bulan, 2 bulan, 3 bulan, 6 bulan, 9 bulan dan 1 tahun.

- Rata-rata tingkat *error* yang diperoleh dari pengujian kemampuan *forecasting* tersebut kemudian diperbandingkan dengan nilai rata-rata *error* permodelan yang diperoleh dengan melakukan penyesuaian ulang kurva pada setiap tanggal pengujian.
- Dilakukan pengujian *two tail test* untuk mengetahui apakah nilai rata-rata tingkat *error* dari hasil pengujian kemampuan *forecasting* tersebut berbeda signifikan dengan rata-rata *error* permodelan yang diperoleh dengan melakukan penyesuaian ulang kurva pada setiap tanggal pengujian yang terjadi, untuk menentukan berapa lama kurva yang dapat bertahan tanpa melakukan penyesuaian ulang parameter permodelan.

3.3 Analisis Lanjutan

Setelah diperoleh model terbaik dari proses perbandingan di atas, maka langkah selanjutnya adalah proses analisis lanjutan. Maksud dari analisis lanjutan ini adalah analisis yang bersifat komprehensif yang melibatkan variabel-variabel lain selain data harga obligasi SUN FR yang telah digunakan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menjawab pertanyaan yang merupakan permasalahan yang diangkat sekaligus memberikan interpretasi yang lebih komprehensif.

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembentukan Kurva *Term Structure of Interest rate*

Penelitian pada tesis ini pada dasarnya ingin melakukan pengujian terhadap dua metode *curve fitting*, yaitu Nelson-Siegel Svenssons (NSS) (Svenssons, 1994) dan *Cubic spline* (McCulloch, 1971), dengan menggunakan kurva *yield* yang telah terbentuk dari harga transaksi maupun indikasi harga yang telah terjadi di pasar surat berharga, khususnya Surat Utang Negara (SUN) dengan bunga kupon tetap (*Fixed Rate*). Dalam hal ini periode kurva *yield* yang akan diamati adalah harga untuk seluruh kurva SUN FR yang terbentuk pada kurun waktu 1 Januari 2005 sampai dengan 30 April 2010, dimana periode ini digunakan untuk merepresentasikan keseluruhan harga pasar pembentuk kurva *yield*.

Pemilihan harga obligasi SUN FR yang digunakan sebagai basis pembentukan kurva *yield* awal ditetapkan adalah seluruh seri obligasi SUN FR yang telah di-*issue* dan belum jatuh tempo pada setiap awal tahun pengamatan. Adapun jumlah seri SUN FR (deskripsi terlampir) yang digunakan sebagai dasar pembuatan kurva *yield* setiap periodenya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1

***Outstanding* Sekuritas SUN FR yang digunakan**

No	Tahun	Jumlah SUN FR
1	2005	26 Sekuritas
2	2006	27 Sekuritas
3	2007	34 Sekuritas
4	2008	40 Sekuritas
5	2009	42 Sekuritas
6	2010	43 Sekuritas

Sumber : hasil olahan sendiri

4.2 Hasil Penyesuaian Ulang Kurva Yield (Curve Fitting)

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil penyesuaian ulang yang dilakukan pada kurva *yield* yang dibentuk oleh harga yang telah terbentuk di pasar setiap tahunnya. Penyesuaian ulang kurva *yield* (*curve fitting*) dimulai dengan pembuatan *cash flow* dari masing-masing seri obligasi SUN FR sejak tanggal pengamatan sampai dengan tanggal jatuh tempo sesuai dengan deskripsi bunga kupon dan periode pembayaran kupon masing-masing obligasi SUN FR. Sesuai dengan teori valuasi obligasi, *cash flow* yang telah terbentuk tersebut masing-masing akan di *present value* dengan menggunakan metode permodelan Nelson-Siegel Svenssons dan juga model *Cubic spline* untuk memperoleh harga permodelan obligasi. Harga permodelan ini kemudian akan dibandingkan dengan harga pasar obligasi setelah memperhitungkan besarnya *accrued interest*, untuk melakukan pengukuran besarnya *error* permodelan yang terbentuk dengan menggunakan metode *weighted sum square error* (WSSE). Parameter model yang akan digunakan adalah parameter yang dapat memberikan simpangan *error* terkecil (*best fit*) atas kurva *yield* yang terbentuk dari transaksi sebenarnya di pasar obligasi.

4.2.1 Hasil Penyesuaian Ulang Kurva Model NSS

Permodelan Nelson-Siegel Svenssons pada dasarnya merupakan permodelan *parsimony* yang mencoba merepresentasikan keseluruhan kurva *yield* yang terbentuk ke dalam parameter-parameter. Tujuan utama permodelan ini adalah untuk mencari parameter yang cukup fleksibel untuk dapat menggambarkan bentuk keseluruhan kurva *yield* yang menyerupai kurva *yield* sesungguhnya yang terbentuk dari harga di pasar obligasi.

Dengan menggunakan persamaan umum dari model Nelson-Siegel Svensson,

$$r_{t,j}(m, \Theta) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1 - e^{-\frac{m}{\tau_1}}}{\frac{m}{\tau_1}} \right) + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{-\frac{m}{\tau_1}}}{\frac{m}{\tau_1}} - e^{-\frac{m}{\tau_1}} \right) + \beta_3 \left(\frac{1 - e^{-\frac{m}{\tau_2}}}{\frac{m}{\tau_2}} - e^{-\frac{m}{\tau_2}} \right) + \varepsilon_{t,j}$$

Dengan parameter $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \tau_1$ dan τ_2 yang akan diestimasi akan diperoleh suatu nilai *zero coupon yield (spot rate)*, yang digunakan untuk mencari harga permodelan obligasi dengan melakukan *present value* atas setiap periode *cash flow* masing-masing obligasi.

Sebagai ilustrasi pada salah satu pengolahan data yaitu tanggal 12 Mei 2006, dengan menggunakan Nelson-Siegel Svenssons, diperoleh parameter persamaan yang menghasilkan *error* terkecil sebagai berikut :

$$\beta_0 = 0,11856 ; \beta_1 = 0,00836; \beta_2 = 3,19855; \beta_3 = -3,2328; \tau_1 = 0,94107 \text{ dan } \tau_2 = 0,93968$$

persamaan model yang diperoleh tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai kurva *yield* yang akan digunakan untuk mem-*present value* kan *cash flow* surat berharga seperti contoh berikut :

Tabel 4.2
Contoh Perhitungan Model Nelson Siegel Svenssons

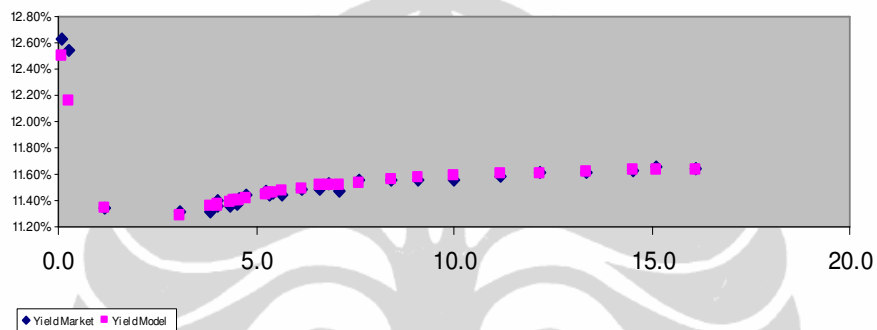
Date	12-May-06					
Seri	FR0005					
Coupon payment dates	Coupon	TTM	Spot Rate p.a	Power	Discount factor	PV
15-Jul-06	6.13	0.175	0.1230277	0.35	0.979323143	6.00
15-Jan-07	6.13	0.675	0.1162019	1.35	0.92659173	5.68
15-Jul-07	106.13	1.175	0.1132436	2.35	0.878595636	93.24
Price Model						104.91

Sumber : hasil olahan sendiri

dari perhitungan yang diperoleh di atas diketahui bahwa dengan model parameter Nelson Siegel Svenssons yang diperoleh tersebut didapatkan harga permodelan untuk obligasi pemerintah SUN FR 0005 yang memiliki bunga kupon 12,25% p.a dengan periode pembayaran kupon *semi-annually*, adalah sebesar 104,91% atau sebanding dengan *yield* sebesar 11,3432% setelah memperhitungkan nilai *accrued interest* kupon. Apabila dibandingkan dengan harga transaksi SUN FR 0005 yang terjadi di pasar, yaitu 104,92% atau *yield* sebesar 11,3395%, dari perbedaan harga yang

diperoleh tersebut nilai *error* yang diperoleh dengan menggunakan metode *weighted sum square error* (WSSE) sebesar $2.56124E-08$. Proses perhitungan tersebut dilakukan terhadap keseluruhan SUN FR untuk mendapatkan model kurva *yield* yang paling mendekati kurva *yield* yang sebenarnya, atau model yang menghasilkan total WSSE *error* terkecil.

Adapun perbandingan kurva *yield* yang dihasilkan antara riil *yield* dengan permodelan ditunjukkan seperti pada gambar berikut.

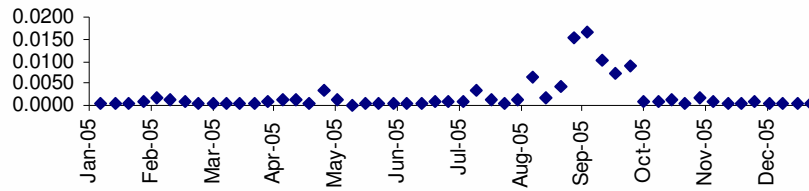


Gambar 4.1
Perbandingan Kurva *Yield* Riil dan
Kurva *Yield* Model Nelson Siegel Svenssons

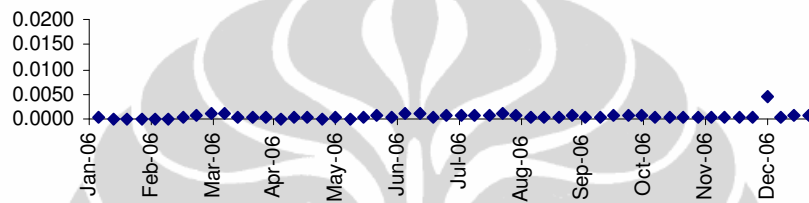
Sumber : hasil olahan sendiri

Adapun nilai WSSE *error* yang diperoleh dari permodelan Nelson-Siegel Svenssons untuk kurun waktu 1 Januari 2005 – 30 April 2010, adalah sebagai berikut :

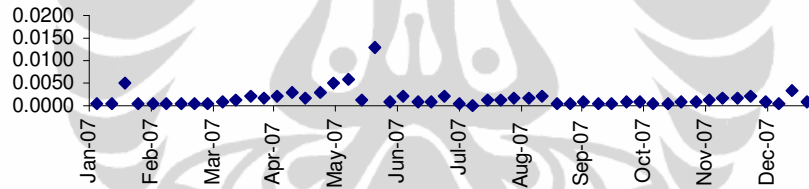
WSSE Error NSS
Tahun 2005



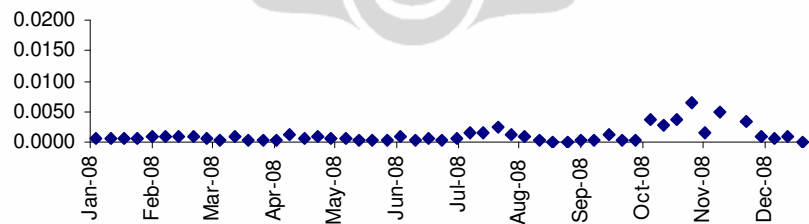
WSSE Error NSS
Tahun 2006

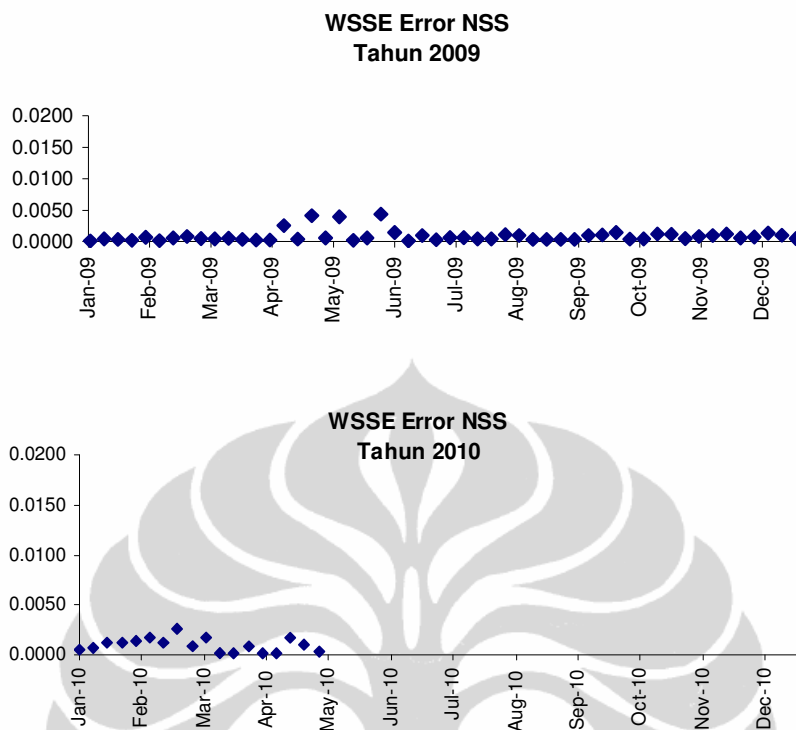


WSSE Error NSS
Tahun 2007



WSSE Error NSS
Tahun 2008





Gambar 4.2

Plot *Error Model Nelson Siegel Svenssons*

Sumber : hasil olahan sendiri
 dari hasil permodelan yang dilakukan dapat terlihat bahwa nilai *error* atas permodelan Nelson-Siegel Svenssons yang terjadi secara rata-rata setiap tahun adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3

Nilai Rata-rata *Error Model Nelson Siegel Svenssons*

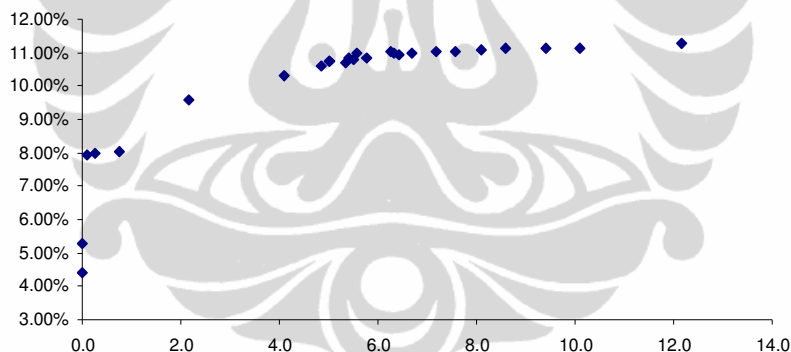
Year	Max	Min	Average
2005	0,01656373	0,00004807	0,00206810
2006	0,00441986	0,00002651	0,00054704
2007	0,01283809	0,00005058	0,00156236
2008	0,01498215	0,00008709	0,00136192
2009	0,00434439	0,00007211	0,00085805
2010	0,00255333	0,00010516	0,00100053
Overall	0,01656373	0,00002651	0,00126143

Sumber : hasil olahan sendiri

4.2.2 Hasil Penyesuaian Ulang Kurva Model *Cubic-Spline*

Berbeda dengan metode NSS, permodelan *cubic-spline* digunakan untuk mendekati kurva *yield* melalui pendekatan *discount rate market*. *Spline* merupakan permodelan yang dibentuk dari interpolasi segmen-segmen *polynomial* orde tiga individual yang saling terhubung pada salah satu points yang dikenal dengan *knots points*. Kurva *yield* yang telah terbentuk dari harga transaksi dan indikasi yang terjadi di pasar dibagi menjadi beberapa *individual node* berdasarkan durasinya, dimana pada masing-masing *node* tersebut akan didekati dengan menggunakan persamaan *polynomial* untuk memperoleh permodelan *cubic spline* yang dapat merepresentasikan masing-masing individual *nodes* tersebut.

Sebagai ilustrasi pada pengolahan data untuk tanggal 13 May 2005, diperoleh kurva *yield* yang terbentuk dari 26 seri instrumen SUN FR sebagai berikut :



Gambar 4.3

Kurva *Yield* Riil Obligasi Pemerintah per 13 Mei 2005

Sumber: CTP-PLTO & Bloomberg

sesuai dengan metode *curve fitting cubic-spline*, kurva tersebut kemudian dibagi menjadi beberapa individual *nodes*, dimana untuk dapat merepresentasikan keseluruhan kurva *yield* di atas maka minimal *nodes* yang terbentuk minimal sebanyak akar dari banyaknya data yang digunakan (\sqrt{n}). Dalam hal ini untuk kurva yang terbentuk pada tanggal 13 Mei

2005 di atas, setelah dilakukan pembulatan, maka akan terbentuk minimal 6 individual *nodes* yang akan di *fit* dengan menggunakan persamaan *polynomial* orde tiga. *Nodes* yang terbentuk adalah :

Tabel 4.4

Titik Interval Permodelan *Cubic spline* per 13 Mei 2005

No	Keterangan	Interval
1	Nodes 0	0.005556 < X < 1.526389
2	Nodes 1	1.526389 < X < 3.047222
3	Nodes 2	3.047222 < X < 4.568056
4	Nodes 3	4.568056 < X < 6.088889
5	Nodes 4	6.088889 < X < 7.609722
6	Nodes 5	7.609722 < X < 9.130556
7	Nodes 6	9.130556 < X < 10.65139
8	Nodes 7	10.65139 < X < 12.17222

sumber : hasil olahan sendiri

Dengan menggunakan *solver* dan pemrograman tambahan dilakukan pengolahan pada data *cashflow* yang dimiliki untuk memperoleh permodelan estimasi kurva *yield* yang menghasilkan *error* terkecil. Dengan nilai *node* sebagai yang telah ditentukan di atas sebagai titik *X*, dari hasil pengolahan dengan *solver* diperoleh nilai *Y* yang menghasilkan *error* terkecil sebagai berikut :

Tabel 4.5

Nilai Parameter Model *Cubic Spline*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Titik X	0.005556	1.526389	3.047222	4.568056	6.088889	7.609722	9.130556	10.65139	12.17222
Titik Y	0.999731	0.876702	0.73382	0.62126	0.511913	0.434447	0.360786	0.314405	0.255035

sumber : hasil olahan sendiri

Dari hasil yang diperoleh tersebut, dengan menggunakan persamaan umum *Natural Cubic spline* dapat dicari nilai *y''* sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_0'' \\ y_1'' \\ y_2'' \\ y_3'' \\ y_4'' \\ y_5'' \\ y_6'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.019854 \\ 0.030323 \\ 0.003213 \\ 0.031881 \\ 0.003805 \\ 0.027281 \\ -0.012989 \end{bmatrix}$$

diperoleh :

$y1'' =$	$y2'' =$	$y3'' =$	$y4'' =$	$y5'' =$	$y6'' =$	$y7'' =$
-0.04563	0.063407	-0.02606	0.060103	-0.02307	0.054996	-0.03323

dari hasil tersebut dapat dicari persamaan untuk setiap interval node yang terbentuk sebagai berikut :

- $J=0$; Interval $0.005556 < x < 1.526389$

$$A = \frac{1.526389 - X}{1.520833} \quad B = \frac{X - 0.005556}{1.520833}$$

$$y = A.y_0 + B.y_1 + C.y_0'' + D.y_1''$$

$$y = 0,65736 (1,526389 - X) + 0,57646 (X - 0,005556) - 0,00761 (B^3 - B)$$

- $J = 1$; Interval $1.526389 < x < 3.047222$

$$A = \frac{3.047222 - X}{1.520833} \quad B = \frac{X - 1.526389}{1.520833}$$

$$y = A.y_1 + B.y_2 + C.y_1'' + D.y_2''$$

$$y = 0,57646 (3,047222 - X) + 0,482512 (X - 1,526389) - 0,00761 (A^3 - A) + 0,010568 (B^3 - B)$$

- $J=2$; Interval $3.047222 < x < 4.568056$

$$A = \frac{4.568056 - X}{1.520833} \quad B = \frac{X - 3.047222}{1.520833}$$

$$y = A.y_2 + B.y_3 + C.y_2'' + D.y_3''$$

$$y = 0,482512 (4,568056 - X) + 0,408500 (X - 3,047222) + 0,010568 (A^3 - A) - 0,004343 (B^3 - B)$$

- $J=3$; Interval $4.568056 < x < 6.088889$

$$A = \frac{6.088889 - X}{1.520833} \quad B = \frac{X - 4.568056}{1.520833}$$

$$y = A.y_3 + B.y_4 + C.y_3'' + D.y_4''$$

$$y = 0,408500 (6,088889 - X) + 0,336601 (X - 4,568056) - 0,004343 (A^3 - A)$$

$$- A) + 0.010017 (B^3 - B)$$

- J=4; Interval $6.088889 < x < 7.609722$

$$A = \frac{7.609722 - X}{1.520833} \quad B = \frac{X - 6.088889}{1.520833}$$

$$y = A.y^4 + B.y^5 + C.y^4 + D.y^5$$

$$y = 0,336601 (7.609722 - X) + 0,285664 (X - 6.088889) + 0.010017 (A^3 -$$

$$A) - 0.003845 (B^3 - B)$$

- J=5; Interval $7.609722 < x < 9.130556$

$$A = \frac{9.130556 - X}{1.520833} \quad B = \frac{X - 7.609722}{1.520833}$$

$$y = A.y^5 + B.y^6 + C.y^5 + D.y^6$$

$$y = 0,285664 (9.130556 - X) + 0,0237229 (X - 7.609722) - 0.003845 (A^3$$

$$- A) + 0.009166 (B^3 - B)$$

- J=6; Interval $9.130556 < x < 10.65139$

$$A = \frac{10.65139 - X}{1.520833} \quad B = \frac{X - 4.568056}{1.520833}$$

$$y = A.y^6 + B.y^7 + C.y^6 + D.y^7$$

$$y = 0,0237229 (10.65139 - X) + 0,206732 (X - 4.568056) + 0.009166 (A^3$$

$$- A) - 0.005539 (B^3 - B)$$

- J=7; Interval $10.65139 < x < 12.17222$

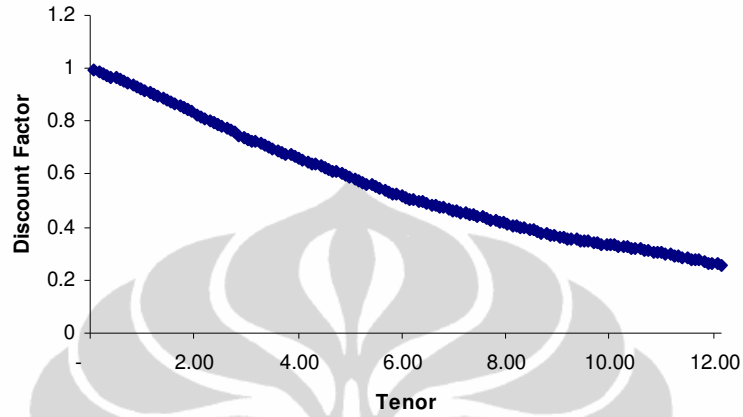
$$A = \frac{12.17222 - X}{1.520833} \quad B = \frac{X - 10.65139}{1.520833}$$

$$y = A.y^7 + B.y^8 + C.y^7 + D.y^8$$

$$y = 0,206732 (12.17222 - X) + 0,336601 (X - 10.65139) + 0.005539 (A^3$$

$$- A)$$

Dari persamaan di atas, diperoleh *discount factor model* yang digunakan untuk mendiskonto nilai *cash flow* dari masing –masing seri obligasi sebagai berikut :

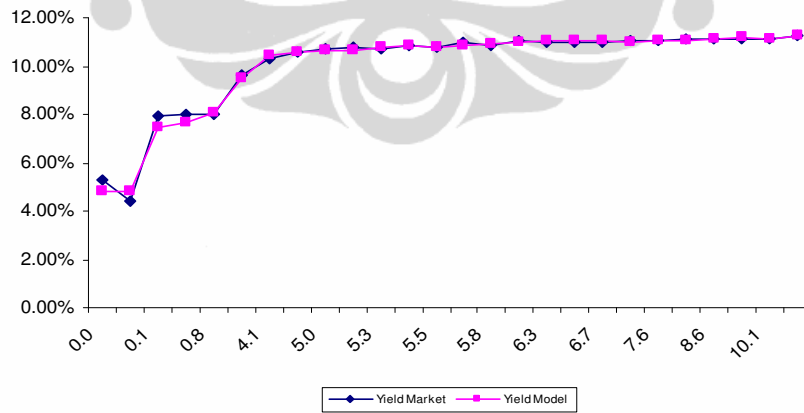


Gambar 4.4

Kurva Discount Rate Model Cubic Spline 13 Mei 2005

Sumber : hasil olahan sendiri

Adapun perbandingan antara kurva *yield* yang terbentuk dari harga transaksi pasar dengan permodelan *cubic-spline* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.5

Perbandingan Kurva Yield Riil dengan Model Kurva Yield Cubic spline

Sumber : hasil olahan sendiri

Adapun nilai *error* yang diperoleh untuk hasil permodelan menggunakan *cubic spline* dari tanggal 1 Jan 2005 sampai dengan 30 April 2010 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6

Rata-rata *Error Model Cubic spline*

Year	Max	Min	Average
2005	0,02354074	0,00000398	0,00235530
2006	0,00441089	0,00007171	0,00206139
2007	0,01216224	0,00002962	0,00144627
2008	0,01641768	0,00014815	0,00271612
2009	0,00547348	0,00015727	0,00195889
2010	0,00316215	0,00028985	0,00139214
Overall	0,02354074	0,00000398	0,00206127

sumber : hasil olahan sendiri

4.3 Komparasi Model Nelson Siegel Svenssons dan *Cubic spline*

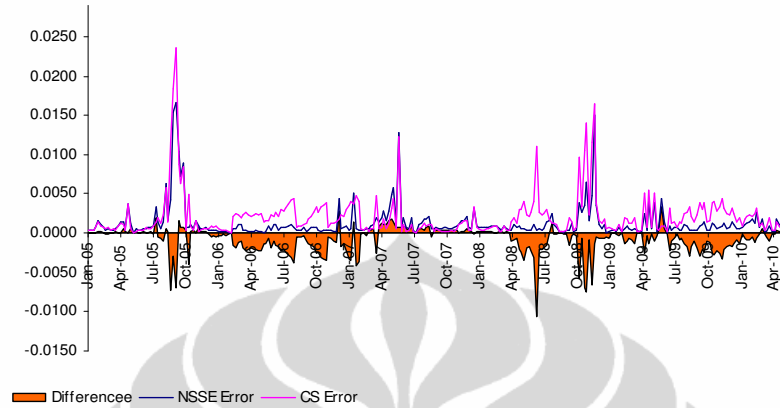
Dengan menggunakan hasil permodelan di atas, akan dilakukan perbandingan terhadap permodelan mana yang sekiranya cocok untuk diterapkan pada kondisi pasar obligasi Indonesia, khususnya pada instrumen Surat Utang Negara (SUN). Adapun metode yang digunakan dalam melakukan perbandingan tersebut mencakup tiga hal utama, yaitu :

- Tingkat kesalahan (*error*) model yang terkecil
- Ketahanan (*robustness*) model yang terbentuk
- Kemampuan model untuk melakukan *forecasting*

4.3.1 Tingkat Kesalahan (*error*) Permodelan

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *error* yang dilakukan untuk periode data 1 Januari 2005 – 30 April 2010, diperoleh bahwa secara keseluruhan nilai *error* yang diperoleh untuk model kurva *yield* dengan menggunakan Nelson Siegel Svenssons berada pada interval 0.0000265 – 0.01656373 dengan nilai rata-rata kesalahan sebesar 0.0012614, sementara untuk model kurva *yield* dengan *Cubic spline* nilai *error* yang diperoleh

berada pada interval 0.00000398 – 0.02354074 dengan nilai rata-rata kesalahan sebesar 0.002061269.

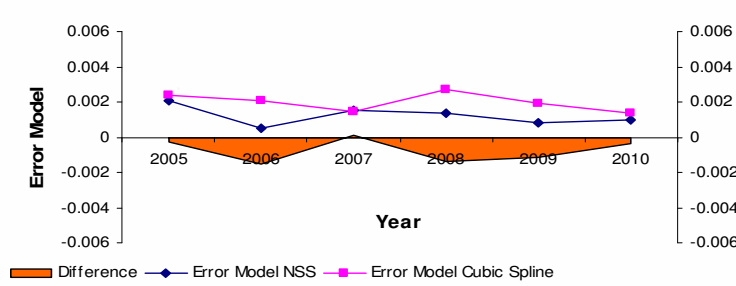


Gambar 4.6

Perbandingan Pergerakan *Error Model Kurva Yield Nelson Siegel dan Cubic Spline*

Sumber : hasil olahan sendiri

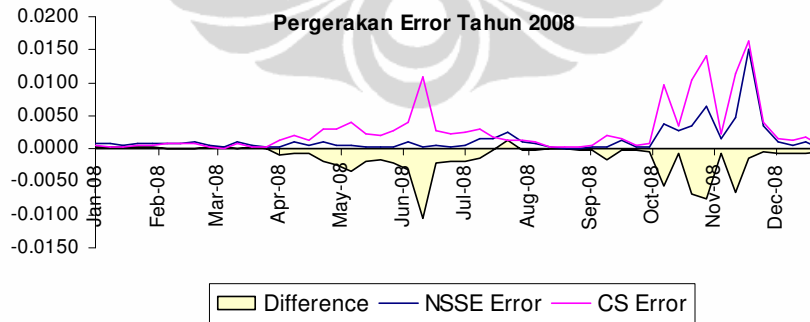
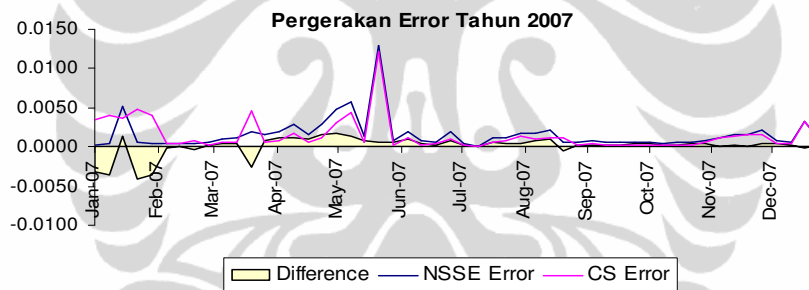
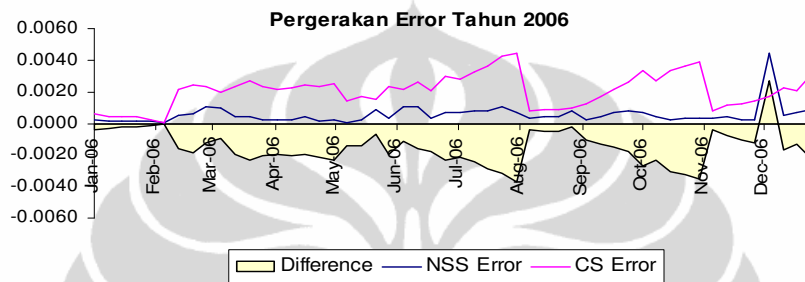
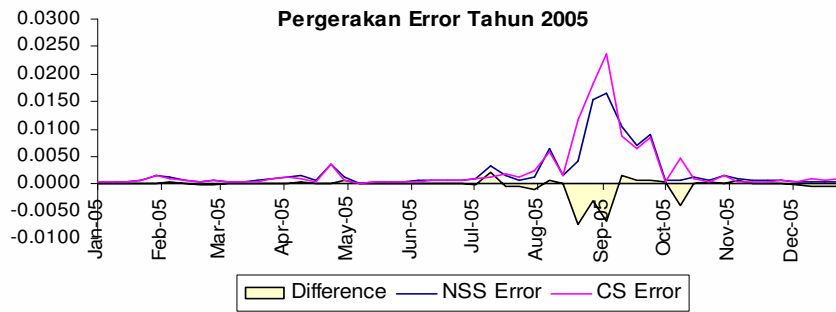
Dengan demikian, apabila dilihat dari nilai rata-rata *error* yang diperoleh tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan model kurva *yield* yang dibentuk dengan menggunakan Nelson Siegel Svenssons memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil dibandingkan dengan model kurva *yield* yang dibentuk dengan menggunakan *Cubic spline*.

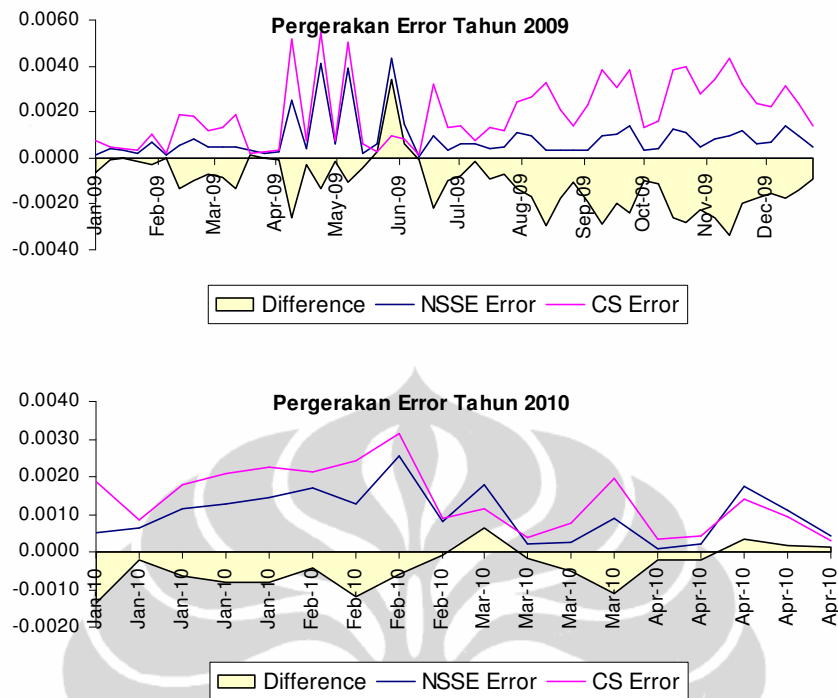


Gambar 4.7

Perbandingan Average WSSE *Error Model NSS dan CS*

Sumber : hasil olahan sendiri





Keterangan : Nilai Difference diperoleh dari selisih antara *error* Nielsen Siegel Svenssons dengan *Cubic spline*

Gambar 4.8

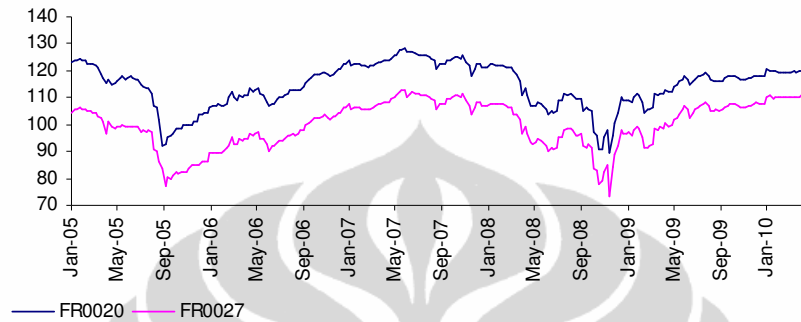
Perbandingan *Error* per Tahun Model NSS dan CS

Sumber: hasil olahan sendiri

Apabila dilakukan pengamatan secara periodik, dapat terlihat bahwa nilai rata-rata *error* per tahun yang diperoleh cukup berfluktuasi. Secara rata-rata per tahun, dapat terlihat bahwa model Nelson-Siegel Svenssons memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil, namun pada tahun 2007 terlihat bahwa nilai rata-rata kesalahan yang dimiliki oleh *Cubic spline* sedikit lebih kecil dibandingkan dengan Nelson Siegel Svenssons.

Yang menarik untuk diamati adalah pola rata-rata *spread error* yang terbentuk antara Nelson Siegel Svenssons dengan *Cubic spline*, dimana *spread error* rata-rata yang terbentuk pada tahun 2006, 2008 dan 2009 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan *spread error* yang terbentuk pada tahun 2005, 2007, dan 2010 yang disebabkan karena meningkatnya

error permodelan *cubic spline*. Apabila melihat pergerakan pasar yang terjadi pada periode tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa *error* kurva *yield* yang dibentuk dari model *cubic spline* akan meningkat pada saat terjadi fluktuasi harga yang cukup tinggi di pasar.



Gambar 4.9
Pergerakan Harga Pasar Obligasi SUN FR 20 dan FR 27

Sumber : Bloomberg

Dengan menggunakan uji beda antara dua rata-rata, yaitu beda antara rata-rata *error* yang terjadi pada model *Cubic spline* dengan Nelson Siegel pada periode 1 Januari 2005 sampai dengan 30 April 2010. Hipotesis yang akan diuji adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 ; \text{rata-rata } error \text{ model CS} = \text{rata-rata } error \text{ model NSS}$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 ; \text{rata-rata } error \text{ model CS} \neq \text{rata-rata } error \text{ model NSS}$$

Dengan demikian uji hipotesis akan merupakan uji dua arah (*two tail test*), yaitu uji pihak kanan. Tingkat signifikansi yang digunakan adalah 5%.

Untuk melakukan uji ini, langkah pertama yang dilakukan adalah mencari nilai *Z* hitung dengan menggunakan persamaan :

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)H_0}{\sigma_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} \dots\dots\dots(4.1)$$

dimana

$$\sigma_{x1-x2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Keterangan :

\bar{x}_1 = Rata-rata *error* model *Cubic spline*

\bar{x}_2 = Rata-rata *error* model Nelson Siegel Svensson

σ_{x1-x2} = Standar Deviasi antar dua kelompok rata-rata

σ_1^2 = Varians dari *error* model *Cubic spline*

n_1 = Banyak data *Cubic spline*

σ_2^2 = Varians dari *error* model Nelson Siegel Svensson

n_2 = Banyak data Nelson Siegel Svensson

dari sub-bab sebelumnya dapat kita lihat bahwa nilai rata-rata *error* model CS adalah 0.002062326241 dan rata-rata *error* model NSS adalah 0.001261431150. Nilai varians *error* CS sebesar 0.002787092 dan varians *error* NSS sebesar 0.002131169 dan total data yang digunakan sebanyak 278 data *error*.

Dengan menggunakan persamaan di atas dapat dicari nilai Z hitung sebagai berikut:

$$Z = \frac{(0.002062326241 - 0.001261431150) - (0)}{\sqrt{\frac{0.002787092}{278} + \frac{0.002131169}{278}}} = 3.806037923886$$

Langkah kedua adalah mencari nilai z tabel, karena uji ini adalah uji *two tail test* dan tingkat signifikansi yang digunakan adalah 5% maka akan dilihat nilai signifikansi 2,5% dari sisi kiri dan kanan kurva dengan menggunakan nilai $Z_{0,025}$ yang diperoleh dari tabel, karena jumlah data yang digunakan sebanyak 278 maka dapat dianggap derajat kebebasannya merupakan distribusi normal. Dari tabel dapat kita peroleh bahwa nilai $z_{0,025}$ adalah 1,96.

Karena nilai Z hitung $> Z$ table ($3,80604 > 1,96$), maka nilai z hitung berada di wilayah penolakan H_0 , sehingga dapat disimpulkan bahwa kita menolak H_0 dan menerima hipotesa H_1 . Dengan kata lain hasil uji hipotesis menghasilkan kesimpulan bahwa nilai rata-rata *error* model CS secara signifikan memiliki nilai yang berbeda dibandingkan dengan nilai rata-rata *error* model NSS.

4.3.2 Ketahanan (*robustness*) permodelan

Selain mengukur mengenai besarnya tingkat *error* yang terjadi, dilakukan juga pengujian atas tingkat ketahanan kurva yang terbentuk. Metode yang digunakan untuk melakukan pengujian atas ketahanan kurva adalah dengan cara mengeluarkan beberapa titik data pengamatan pada kurva, kemudian dengan data tersebut dilakukan penyesuaian ulang terhadap kurva (*curve fitting*) dengan menggunakan model NSS dan CS. Setelah diperoleh parameter kurva *yield* yang baru, titik data pengamatan yang sebelumnya telah dikeluarkan kemudian dievaluasi kembali dengan parameter tersebut untuk mengetahui harga model yang baru. Harga tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai permodelan awal untuk mendapatkan besar perubahan *error* yang terjadi untuk menentukan apakah terjadi perubahan yang signifikan terhadap kurva yang terbentuk antara model NSS dan CS.

Pengujian dilakukan pada setiap periode tahun yang digunakan, dimana untuk setiap periode tahun pengujian dilakukan terhadap tanggal data yang memiliki tingkat kesalahan terkecil untuk masing-masing model. Dari tanggal data tersebut titik data yang dikeluarkan berbeda setiap tahunnya, hal ini terkait dengan adanya perbedaan atas jumlah seri SUN FR yang digunakan setiap tahun dan juga durasi yang terwakili dari masing-masing periode. Adapun tanggal data dan seri SUN FR yang digunakan sebagai dasar pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7

Data Pengujian *Robustness* Model NSS dan CS

2005	2006	2007	2008	2009	2010
Tanggal Data:					
Nelson Siegel Svensson					
13-May-05	12-May-06	13-Jul-07	26-Dec-08	12-Jun-09	2-Apr-10
Cubic Spline					
13-May-05	10-Feb-06	13-Jul-07	7-Mar-08	12-Jun-09	30-Apr-10
Titik Data yang Digunakan					
FR02	FR10	FR16	FR26	FR27	FR27
FR05	FR18	FR27	FR31	FR31	FR31
FR16	FR27	FR36	FR40	FR40	FR37
FR19	FR32	FR39	FR47	FR47	FR52
FR27	FR34	FR42	FR45	FR45	FR45

sumber : hasil olahan sendiri

Setelah dilakukan penyesuaian ulang terhadap model kurva *yield*, diperoleh rata-rata tingkat perbedaan *yield* yang terbentuk antara model sebelum dilakukan pengeluaran titik data dengan model setelah beberapa titik data dikeluarkan, dengan menggunakan metode *sum square error* sebagai berikut :

Tabel 4.8

Rata-rata *Error* Pengujian *Robustness* Model NSS dan CS

No	NSSE	CS
1	0,00085246	0,00345962
2	0,00003863	0,00045851
3	0,00023247	0,00023252
4	0,00003790	0,00013559
5	0,00055895	0,00106709
6	0,00002301	0,00032614
Average	0,000290571	0,00094658

sumber: hasil olahan sendiri

Dari hasil yang diperoleh tersebut, dapat dilihat bahwa secara rata-rata tingkat kesalahan yang terjadi pada model NSS yaitu sebesar 0,000290571 lebih kecil dibandingkan dengan model CS yaitu sebesar 0,00094658. Namun apabila dilakukan uji hipotesis *two tail test* dengan hipotesa :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: rata-rata *error* robust CS = rata-rata *error* robust NSS

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: rata-rata *error* robust CS \neq rata-rata *error* robust NSS

Karena *sample* data yang digunakan kurang dari tiga puluh data, maka digunakan metode pengujian *two tail test* dengan *small sample size* dengan persamaan :

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)H_0}{\sigma_{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}} \dots\dots\dots(4.2)$$

dimana

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

Dengan nilai standar deviasi model robust NSS sebesar 0,000343521 dan standar deviasi model robust CS sebesar 0,001274413, dan dengan derajat keyakinan sebesar 5% ($\alpha = 0,005$), diperoleh hasil *t* hitung sebesar 1,2174. Dari table diperoleh nilai *t* statistik untuk derajat keyakinan 5% dan degree of freedoms sebesar 10 yaitu 2,262, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa *t* hitung < *t* statistik. Dengan demikian maka hipotesa H_0 masih dapat diterima dan tolak hipotesa H_1 , atau rata-rata *error* model robust CS sama dengan rata-rata *error* model robust NS.

4.3.3 Kemampuan Peramalan Model (*Forecasting*)

Pengujian selanjutnya adalah melakukan penilaian atas kemampuan model melakukan *forecasting* kurva *yield*. Dalam pengujian ini sekali lagi digunakan tanggal model baik NSS maupun CS yang telah menghasilkan kurva *yield* dengan tingkat kesalahan terkecil (13 May 2005), untuk melakukan *forecasting* terhadap kurva *yield* di masa yang akan datang, dalam hal ini parameter model digunakan kembali untuk menghasilkan kurva *yield* untuk jangka waktu 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, 1 bulan, 2 bulan, 3 bulan, 6 bulan, 9 bulan dan 1 tahun ke depan. Kurva *yield* yang diperoleh kemudian diperbandingkan dengan kurva *yield* yang terbentuk

dari harga transaksi sebenarnya yang terjadi di pasar untuk melihat besarnya tingkat kesalahan *forecasting* yang terjadi pada setiap model.

Berdasarkan hasil pengujian *forecasting* untuk setiap model diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.9
Average Error Forecasting Model NSS

Average Error	1 Minggu	2 Minggu	3 Minggu	1 Bulan	2 Bulan	3 Bulan	6 Bulan	9 Bulan	1 Tahun
Riil Model NSS	0.00001850	0.00001527	0.00001475	0.00002154	0.00012794	0.00024277	0.00003405	0.00000207	0.00000088
Forecast Model NSS	0.00033990	0.00158441	0.00049322	0.00054473	0.00180950	0.00490876	0.02142275	0.00077783	0.00509777
Z Hitung	1.49289560	1.21219014	1.75295066	1.78664505	3.41034628	7.27033120	8.52532621	3.29242797	1.71148909

Tabel 4.10
Average Error Forecasting Model CS

Average Error	1 Minggu	2 Minggu	3 Minggu	1 Bulan	2 Bulan	3 Bulan	6 Bulan	9 Bulan	1 Tahun
Riil Model NSS	0.00001125	0.00001325	0.00001179	0.00001672	0.00005179	0.00022045	0.00000980	0.00000247	0.00004736
Forecast Model NSS	0.00326624	0.00158441	0.00076249	0.00022693	0.02817609	0.03134476	0.05762911	0.00303295	0.03431848
Z Hitung	1.17723081	1.23877737	1.47897902	1.88613605	7.98215518	13.43903773	23.43227776	8.08831304	13.93106914

sumber : hasil olahan sendiri

Dengan tingkat derajat keyakinan sebesar 5% dan karena sebaran data dianggap sebagai distribusi normal, diperoleh nilai z dari tabel sebesar 1,960. Berdasarkan hasil pengolahan z hitung yang diperoleh pada table di atas, dimana hipotesa adalah :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: rata-rata *error* forecast model = rata-rata *error* riil model

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$: rata-rata *error* forecast model \neq rata-rata *error* riil model

Dari hasil yang diperoleh tersebut diketahui bahwa untuk model NSS hipotesa H_0 masih dapat diterima sampai dengan jangka waktu *forecasting* selama 1 bulan, lebih dari masa tersebut hasil yang diperoleh adalah tolak H_0 . Untuk model *Cubic spline* diperoleh hasil yang serupa, dimana diketahui bahwa untuk hipotesa H_0 masih dapat diterima sampai dengan jangka waktu *forecasting* selama 1 bulan, lebih dari masa tersebut hasil yang diperoleh adalah tolak H_0 .

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model *Cubic spline* dan Nelson Siegel Svenssons relatif akurat untuk melakukan *forecasting* sampai dengan jangka waktu 1 bulan dengan asumsi tidak terjadi fluktuasi harga yang ekstrim akibat adanya kondisi eksternal, sebelum akhirnya memerlukan penyesuaian ulang kurva *yield*.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari keseluruhan pembahasan yang disampaikan pada tesis ini, dapat ditarik kesimpulan berikut :

- Metode Nelson Siegel Svenssons dan Cubic Spline dapat melakukan permodelan kurva *yield* yang mendekati kurva *yield* riil yang terbentuk dari harga transaksi di pasar surat berharga.
- Dalam pengujian yang dilakukan terhadap model Nelson Siegel Svenssons dan Cubic Spline dengan menggunakan pengukuran berdasarkan tingkat *error* yang dihasilkan, ketahanan kurva model (*robustness*) dan kemampuan model untuk melakukan peramalan (*forecasting*), diperoleh hasil sebagai berikut :
 - Tingkat kesalahan (*error*) yang dihasilkan,

Dari hasil pengujian diperoleh kesimpulan bahwa model Nelson Siegel Svenssons dapat memberikan tingkat rata-rata *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan model Cubic Spline untuk periode 1 Januari 2005 – 30 April 2010 yang digunakan, walaupun apabila diamati secara khusus setiap periode tahun, dapat terlihat bahwa Cubic Spline dapat memberikan model kurva *yield* yang lebih mendekati kurva *yield* riil dibandingkan dengan model Nelson Siegel Svenssons. Namun secara keseluruhan model Nelson Siegel Svenssons dapat lebih baik merepresentasikan kurva *yield* di pasar Indonesia khususnya untuk Obligasi Pemerintah berbunga kupon tetap (SUN FR).

Hal ini tampaknya disebabkan oleh karakteristik model NSS yang menggunakan dua parameter *curvature* yang menyebabkan model ini lebih fleksibel dalam mendekati kurva *yield* riil dibandingkan dengan model CS yang mendekati bentuk kurva *yield* dengan menggunakan

interpolasi polynomial orde tiga, sehingga nilai yang terbentuk sangatlah tergantung kepada jumlah titik node yang digunakan.

- Ketahanan (*robustness*) kurva *yield*,

Model kurva *yield* yang *robust* di pasar surat berharga Indonesia cukup penting peranannya, mengingat bahwa kondisi likuiditas di pasar surat berharga Indonesia sendiri sampai saat ini dapat dianggap belum likuid, bahkan pada periode tertentu dapat terjadi kuotasi yang cenderung searah (tidak *two-way price*). Apabila diamati dari sisi *robustness* terlihat bahwa dari metode yang digunakan, model NSS berhasil memberikan tingkat *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan model CS. Namun apabila dilakukan uji hipotesis diketahui bahwa nilai *error* yang dihasilkan oleh kedua model tersebut tidaklah signifikan berbeda satu dengan yang lainnya.

- Kemampuan peramalan model (*forecasting*),

Dari pengujian yang dilakukan diketahui bahwa kedua model memiliki kemampuan untuk melakukan peramalan (*forecasting*) untuk jangka yang sama, dimana dari hasil pengujian yang dilakukan kedua model masih dapat memberikan peramalan yang relatif akurat untuk masa estimasi selama 1 bulan

Kemampuan peramalan tersebut sangatlah tergantung dari karakteristik pasar surat berharga, dimana untuk pasar surat berharga yang likuid dan stabil maka peramalan yang dilakukan dapat akurat untuk jangka waktu yang lebih lama. Namun untuk pasar surat berharga Indonesia yang harganya cukup berfluktuasi, tampaknya memang penyesuaian ulang untuk parameter masing-masing model *curve fitting* mutlak diperlukan.

- Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa dari perbandingan antara model penyesuaian kurva *yield* Nelson Siegel Svenssons dan Cubic Spline, yang lebih cocok untuk digunakan di pasar surat berharga Indonesia khususnya Obligasi Pemerintah (SUN FR)

adalah model Nelson Siegel Svenssons karena dapat memberikan tingkat kesalahan yang relatif lebih kecil dan lebih *robust* untuk digunakan dipasar surat berharga yang kurang likuid.

5.2 Saran

Pengujian yang telah dilakukan ini pada dasarnya masih memiliki keterbatasan-keterbatasan yang masih dapat dikembangkan pada pengujian yang berikutnya, antara lain sebagai berikut :

- Penggunaan model penyesuaian kurva *yield* (*curve fitting*) yang akan digunakan sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi pasar surat berharga masing-masing. Masih terdapat banyak model *curve fitting* yang dapat digunakan untuk melakukan permodelan untuk mendekati kurva *yield* riil dan memungkinkan untuk menghasilkan tingkat kesalahan (*error*) yang lebih kecil dibandingkan dengan model Nelson Siegel Svenssons.
- Meskipun dalam pengujian model yang dilakukan diperoleh nilai *error* yang dihasilkan oleh model Cubic Spline relatif lebih tinggi dibandingkan model Nelson Siegel Svenssons, masih ada kemungkinan untuk memperoleh nilai *error* Cubic Spline yang lebih kecil dengan memperbanyak titik-titik node yang akan diinterpolasi dengan menggunakan persamaan polynomial orde tiga. Dengan memperbanyak titik-titik node tersebut diharapkan dapat setiap node tersebut dapat mendekati kurva *yield* riil secara lebih baik.
- Data historis harga surat berharga yang digunakan saat ini menggunakan data mingguan, ada baiknya apabila harga yang digunakan merupakan data harian agar dapat mencerminkan pergerakan kurva *yield* yang sebenarnya.
- Dalam melihat *yield* obligasi yang terdapat dipasar, sebaiknya terlebih dahulu dilihat mengenai karakteristik pasar yang terkait. Untuk pasar obligasi yang likuid akan lebih baik apabila menggunakan *yield* yang berasal dari hasil transaksi pasar, namun untuk pasar surat berharga yang

kurang likuid sebaiknya dilakukan penyesuaian kurva *yield* terlebih dahulu, hal ini terkait dengan harga yang kemungkinan kurang dapat merepresentasikan kurva *yield* yang dibutuhkan.



DAFTAR PUSTAKA

Bodie, Z., A. Kane, & A.J. Marcus. (2009). *Investments* (8th ed). New York: McGraw-Hill.

Choudry, Moorad (2009), “ The value of introducing structural reform to improve bond market liquidity : experience from the U.K gilt market,” *European Journal of Finance and Banking Research Vol.2*, 2009.

Damodaran, A. (2002), “Investment valuation tools and techniques for determining the value of any asset (2nd ed)”. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Diebold, Francis X and Canlin Li (2005), “Forecasting the term structure of government bond yields,” *Journal of Econometrics* 130 (2006), 21 (Maret), 337-364.

Diebold, Francis X, Canilin Li and Vivian Y. Zue (2008), “ Global yield curve dynamics and interactions : a dynamic nelson-siegel approach,” *Journal of Econometrics* 146 (2008), 351-363

Diebold, Francis X. and Lei Ji (2006), “ A three factor *yield* curve model: non affine structure, systematic risk sources and generalized duration,” *Essay in Memory o Albert And*, Cheltenham, U.K: Edward Elgar, 240, 274.

Fabozzi, Frank J (1995), “*Investment Management*”, New Jersey: Simon Schuster.

J. James and N. Webber (2000), *Interest Rate Modelling*, John Wiley & Sons, Chichester, 2000.

Levin, Richard I and David S. Rubin (1998), “*Statistics for management*”. New Jersey : Prentice Hall International. Inc, Seventh Edition.

Lo, Sherman C., Benjamin B. Peterson and Per K. Enge (2006), “Proving the integrity of the weighted sum square error (WSSE) loran cycle confidence algorithm, ” *Research Stanford University and Peterson Integrated Geopositioning*, 2006.

McCulloch, J.H. (1971), “Measuring the term structure of interest rates”. *Journal of Bussiness*, vol. 44, no. 1, pp. 19-31.

Nievergelt, Yves (1993). *UMAP: Module 718; Splines in Single and Multivariable Calculus*. .Lexington, MA: COMAP

Nelson, Charles R. and Andrew F. Siegel (1987), “Parsimonous modeling of yield curves,” *The Journal of Business*, Vol.60, No.4 (Oct.1987), 473-489

Pienaar, Rod and Moorad Coudhy (2006),” Fitting the term structure of interest rate: the practical implementation of cubic spline methodology”.

Russell, Steven (1992), “Understanding the term structure of interest rates: the expectations theory”. Federal Reserve Bank of St. Louis Review, July-August 1992.

Svensson, L. E. O. (1994). “Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992-1994”, IMF Working Paper, no. WP-94-114.

Salim, Agus (2002), “ Implementasi Teori Penentuan Harga Obligasi Pada Pasar Sekunder Obligasi Berperingkat dan Berpendapatan Tetap di Indonesia”, Tesis Magister Management Universitas Indonesia, 2002.

Taylor, Mark P. and Helen Allen (2002), “ The use of technical analysis in the foreign exchange market “, *Journal of International Money and Finance*, Vol.11, Issue 3, Jne 1992.

Waggoner, D. (1997), “Spline methods for extracting interest rate curves from coupon bond prices”, *Working Paper No. 97-10, Federal Reserve Bank of Atlanta* 1997

Yunianto, H. (2005), “Pemodelan term structure of interest rate di Indonesia”. Tesis Magister Manajemen. Universitas Indonesia.

<http://www.fiskal.depkeu.go.id/webbkf/download/datapokok-ind2010.pdf>

http://www.dmo.or.id/dmodata/5Statistik/6Kepemilikan_SUN_yang_dapat_Diperdagangkan/Kepemilikan_per_27_Mei_2010.pdf

<http://www.investopedia.com/university/advancedbond/advancedbond4.asp>

Daftar Outstanding Obligasi SUN FR 2005

Seri	Jatuh Tempo	Time to Maturity	Annual coupon(%)	Price	YTM
FR02	15-Jun-09	4.4	14.000	115.74	9.56%
FR04	15-Feb-06	1.1	12.125	104.70	7.60%
FR05	15-Jul-07	2.5	12.250	108.60	8.40%
FR08	15-May-05	0.4	16.500	103.16	7.22%
FR09	15-May-05	0.4	10.000	100.74	7.76%
FR10	15-Mar-10	5.2	13.150	113.59	9.74%
FR11	15-May-10	5.4	13.550	114.85	9.90%
FR12	15-May-10	5.4	12.625	111.01	9.92%
FR13	15-Sep-10	5.7	15.425	123.68	9.87%
FR14	15-Nov-10	5.9	15.575	124.04	10.04%
FR15	15-Feb-11	6.1	13.400	114.96	10.06%
FR16	15-Aug-11	6.6	13.450	115.80	10.11%
FR17	15-Jan-12	7.0	13.150	114.85	10.14%
FR18	15-Jul-12	7.5	13.175	115.25	10.22%
FR19	15-Jun-13	8.4	14.250	122.36	10.23%
FR20	15-Dec-13	8.9	14.275	122.96	10.28%
FR21	15-Dec-10	5.9	14.500	119.04	10.15%
FR22	15-Sep-11	6.7	12.000	108.89	10.13%
FR23	15-Dec-12	7.9	11.000	104.52	10.15%
FR24	15-Oct-10	5.8	12.000	108.73	9.97%
FR25	15-Oct-11	6.8	10.000	99.51	10.09%
FR26	15-Oct-14	9.8	11.000	104.26	10.29%

Daftar Outstanding Obligasi SUN FR 2006

Seri	Jatuh Tempo	Time to Maturity	Annual coupon(%)	Price	YTM
FR02	15-Jun-09	3.4	14.000	103.34	12.76%
FR04	15-Feb-06	0.1	12.125	99.92	12.32%
FR05	15-Jul-07	1.5	12.250	99.25	12.80%
FR10	15-Mar-10	4.2	13.150	100.25	13.06%
FR11	15-May-10	4.4	13.550	102.17	12.87%
FR12	15-May-10	4.4	12.625	99.16	12.87%
FR13	15-Sep-10	4.7	15.425	108.53	12.93%
FR14	15-Nov-10	4.9	15.575	109.43	12.89%
FR15	15-Feb-11	5.1	13.400	101.59	12.96%
FR16	15-Aug-11	5.6	13.450	102.28	12.86%
FR17	15-Jan-12	6.0	13.150	100.46	13.03%
FR18	15-Jul-12	6.5	13.175	100.87	12.97%
FR19	15-Jun-13	7.4	14.250	105.87	12.99%
FR20	15-Dec-13	7.9	14.275	106.25	12.98%
FR21	15-Dec-10	4.9	14.500	105.68	12.90%
FR22	15-Sep-11	5.7	12.000	95.61	13.11%
FR23	15-Dec-12	6.9	11.000	91.01	13.00%
FR24	15-Oct-10	4.8	12.000	96.96	12.86%
FR25	15-Oct-11	5.8	10.000	87.88	13.04%
FR26	15-Oct-14	8.8	11.000	89.14	13.11%
FR27	15-Jun-15	9.4	9.500	80.32	13.20%
FR28	15-Jul-17	11.5	10.000	81.39	13.18%
FR30	15-May-16	10.4	10.750	86.00	13.27%
FR31	15-Nov-20	14.9	11.000	84.75	13.38%
FR32	15-Jul-18	12.5	15.000	108.79	13.52%

Daftar Outstanding Obligasi SUN FR 2007

Seri	Jatuh Tempo	Time to Maturity	Annual coupon(%)	Price	YTM
FR02	15-Jun-09	2.4	14.000	112.57	8.21%
FR05	15-Jul-07	0.5	12.250	102.40	7.51%
FR10	15-Mar-10	3.2	13.150	112.50	8.58%
FR11	15-May-10	3.4	13.550	113.70	8.75%
FR12	15-May-10	3.4	12.625	111.19	8.70%
FR13	15-Sep-10	3.7	15.425	120.03	8.93%
FR14	15-Nov-10	3.9	15.575	121.38	8.90%
FR15	15-Feb-11	4.1	13.400	114.32	9.14%
FR16	15-Aug-11	4.6	13.450	115.57	9.22%
FR17	15-Jan-12	5.0	13.150	115.01	9.34%
FR18	15-Jul-12	5.5	13.175	116.17	9.36%
FR19	15-Jun-13	6.4	14.250	122.68	9.47%
FR20	15-Dec-13	6.9	14.275	123.89	9.50%
FR21	15-Dec-10	3.9	14.500	117.73	9.05%
FR22	15-Sep-11	4.7	12.000	110.31	9.23%
FR23	15-Dec-12	5.9	11.000	107.13	9.40%
FR24	15-Oct-10	3.8	12.000	109.41	9.00%
FR25	15-Oct-11	4.8	10.000	102.57	9.31%
FR26	15-Oct-14	7.8	11.000	107.48	9.61%
FR27	15-Jun-15	8.4	9.500	99.27	9.63%
FR28	15-Jul-17	10.5	10.000	101.54	9.76%
FR30	15-May-16	9.4	10.750	106.39	9.69%
FR31	15-Nov-20	13.9	11.000	107.13	10.03%
FR32	15-Jul-18	11.5	15.000	134.90	9.86%
FR33	15-Mar-13	6.2	12.500	114.04	9.45%
FR34	15-Jun-21	14.4	12.800	120.85	10.03%
FR35	15-Jun-22	15.4	12.900	122.07	10.05%
FR36	15-Sep-19	12.7	11.500	110.87	9.97%
FR37	15-Sep-26	19.7	12.000	115.02	10.21%
FR38	15-Aug-18	11.6	11.600	111.71	9.88%
FR39	15-Aug-23	16.6	11.750	113.26	10.09%
FR40	15-Sep-25	18.7	11.000	107.28	10.12%

Daftar Outstanding Obligasi SUN FR 2008

Seri	Jatuh Tempo	Time to Maturity	Annual coupon(%)	Price	YTM
FR02	15-Jun-09	1.4	14.000	107.91	8.09%
FR10	15-Mar-10	2.2	13.150	109.43	8.35%
FR11	15-May-10	2.4	13.550	110.88	8.37%
FR12	15-May-10	2.4	12.625	109.00	8.34%
FR13	15-Sep-10	2.7	15.425	116.58	8.41%
FR14	15-Nov-10	2.9	15.575	117.82	8.43%
FR15	15-Feb-11	3.1	13.400	112.83	8.61%
FR16	15-Aug-11	3.6	13.450	114.54	8.67%
FR17	15-Jan-12	4.0	13.150	113.49	9.08%
FR18	15-Jul-12	4.5	13.175	114.66	9.15%
FR19	15-Jun-13	5.4	14.250	120.42	9.37%
FR20	15-Dec-13	5.9	14.275	121.45	9.47%
FR21	15-Dec-10	2.9	14.500	115.65	8.39%
FR22	15-Sep-11	3.7	12.000	109.40	8.95%
FR23	15-Dec-12	4.9	11.000	107.30	9.13%
FR24	15-Oct-10	2.8	12.000	108.73	8.40%
FR25	15-Oct-11	3.8	10.000	103.28	8.95%
FR26	15-Oct-14	6.8	11.000	107.18	9.53%
FR27	15-Jun-15	7.4	9.500	99.06	9.68%
FR28	15-Jul-17	9.5	10.000	101.43	9.77%
FR30	15-May-16	8.4	10.750	105.40	9.78%
FR31	15-Nov-20	12.9	11.000	104.46	10.36%
FR32	15-Jul-18	10.5	15.000	131.60	10.06%
FR33	15-Mar-13	5.2	12.500	113.23	9.23%
FR34	15-Jun-21	13.4	12.800	116.89	10.43%
FR35	15-Jun-22	14.4	12.900	117.80	10.48%
FR36	15-Sep-19	11.7	11.500	108.29	10.26%
FR37	15-Sep-26	18.7	12.000	112.97	10.41%
FR38	15-Aug-18	10.6	11.600	109.47	10.12%
FR39	15-Aug-23	15.6	11.750	108.06	10.67%
FR40	15-Sep-25	17.7	11.000	103.79	10.52%
FR42	15-Jul-27	19.5	10.250	97.68	10.53%
FR43	15-Jul-22	14.5	10.250	99.04	10.38%
FR44	15-Sep-24	16.7	10.000	96.31	10.47%
FR45	15-May-37	29.4	9.750	91.67	10.68%
FR46	15-Jul-23	15.5	9.500	92.95	10.42%
FR47	15-Feb-28	20.1	10.000	96.19	10.45%
FR48	15-Sep-18	10.7	9.000	92.91	10.09%

Daftar Outstanding Obligasi SUN FR 2009

Seri	Jatuh Tempo	Time to Maturity	Annual coupon(%)	Price	YTM
FR02	15-Jun-09	0.5	14.000	101.23	11.07%
FR10	15-Mar-10	1.2	13.150	102.06	11.23%
FR11	15-May-10	1.4	13.550	102.70	11.33%
FR12	15-May-10	1.4	12.625	101.53	11.36%
FR13	15-Sep-10	1.7	15.425	106.10	11.35%
FR14	15-Nov-10	1.9	15.575	106.88	11.36%
FR15	15-Feb-11	2.1	13.400	103.66	11.39%
FR16	15-Aug-11	2.6	13.450	104.23	11.52%
FR17	15-Jan-12	3.0	13.150	104.06	11.52%
FR18	15-Jul-12	3.5	13.175	104.44	11.60%
FR19	15-Jun-13	4.5	14.250	108.58	11.72%
FR20	15-Dec-13	5.0	14.275	109.07	11.80%
FR21	15-Dec-10	2.0	14.500	105.34	11.37%
FR22	15-Sep-11	2.7	12.000	101.01	11.54%
FR23	15-Dec-12	4.0	11.000	97.72	11.73%
FR24	15-Oct-10	1.8	12.000	100.87	11.42%
FR25	15-Oct-11	2.8	10.000	96.34	11.56%
FR26	15-Oct-14	5.8	11.000	96.70	11.79%
FR27	15-Jun-15	6.5	9.500	89.84	11.79%
FR28	15-Jul-17	8.5	10.000	90.39	11.82%
FR30	15-May-16	7.4	10.750	94.76	11.83%
FR31	15-Nov-20	11.9	11.000	94.75	11.83%
FR32	15-Jul-18	9.5	15.000	117.70	11.85%
FR33	15-Mar-13	4.2	12.500	102.61	11.68%
FR34	15-Jun-21	12.5	12.800	106.29	11.82%
FR35	15-Jun-22	13.5	12.900	107.28	11.80%
FR36	15-Sep-19	10.7	11.500	97.91	11.84%
FR37	15-Sep-26	17.7	12.000	101.02	11.86%
FR38	15-Aug-18	9.6	11.600	98.53	11.85%
FR39	15-Aug-23	14.6	11.750	99.69	11.79%
FR40	15-Sep-25	16.7	11.000	93.93	11.84%
FR42	15-Jul-27	18.5	10.250	87.95	11.87%
FR43	15-Jul-22	13.5	10.250	89.62	11.80%
FR44	15-Sep-24	15.7	10.000	87.14	11.81%
FR45	15-May-37	28.4	9.750	82.55	11.91%
FR46	15-Jul-23	14.5	9.500	85.16	11.64%
FR47	15-Feb-28	19.1	10.000	86.02	11.86%
FR48	15-Sep-18	9.7	9.000	83.87	11.83%
FR49	15-Sep-13	4.7	9.000	90.30	11.74%
FR50	15-Jul-38	29.5	10.500	88.47	11.92%

Daftar Outstanding Obligasi SUN FR 2010

Seri	Jatuh Tempo	Time to Maturity	Annual coupon(%)	Price	YTM
FR10	15-Mar-10	0.2	13.150	101.30	6.41%
FR11	15-May-10	0.4	13.550	102.69	6.00%
FR12	15-May-10	0.4	12.625	102.37	5.98%
FR13	15-Sep-10	0.7	15.425	105.89	6.66%
FR14	15-Nov-10	0.9	15.575	107.12	6.97%
FR15	15-Feb-11	1.1	13.400	106.45	7.28%
FR16	15-Aug-11	1.6	13.450	108.74	7.60%
FR17	15-Jan-12	2.0	13.150	109.76	7.87%
FR18	15-Jul-12	2.5	13.175	111.27	8.16%
FR19	15-Jun-13	3.5	14.250	116.50	8.62%
FR20	15-Dec-13	4.0	14.275	117.86	8.82%
FR21	15-Dec-10	1.0	14.500	106.66	7.13%
FR22	15-Sep-11	1.7	12.000	106.79	7.65%
FR23	15-Dec-12	3.0	11.000	106.61	8.42%
FR24	15-Oct-10	0.8	12.000	103.89	6.80%
FR25	15-Oct-11	1.8	10.000	103.74	7.70%
FR26	15-Oct-14	4.8	11.000	107.59	9.01%
FR27	15-Jun-15	5.5	9.500	101.48	9.15%
FR28	15-Jul-17	7.5	10.000	102.17	9.59%
FR30	15-May-16	6.4	10.750	106.82	9.30%
FR31	15-Nov-20	10.9	11.000	104.67	10.27%
FR32	15-Jul-18	8.5	15.000	129.72	9.78%
FR33	15-Mar-13	3.2	12.500	110.91	8.52%
FR34	15-Jun-21	11.5	12.800	116.66	10.29%
FR35	15-Jun-22	12.5	12.900	117.30	10.39%
FR36	15-Sep-19	9.7	11.500	108.42	10.11%
FR37	15-Sep-26	16.7	12.000	109.76	10.73%
FR38	15-Aug-18	8.6	11.600	109.85	9.87%
FR39	15-Aug-23	13.6	11.750	108.62	10.54%
FR40	15-Sep-25	15.7	11.000	102.03	10.73%
FR42	15-Jul-27	17.5	10.250	95.71	10.80%
FR43	15-Jul-22	12.5	10.250	98.47	10.47%
FR44	15-Sep-24	14.7	10.000	94.79	10.71%
FR45	15-May-37	27.4	9.750	89.06	11.02%
FR46	15-Jul-23	13.5	9.500	92.16	10.60%
FR47	15-Feb-28	18.1	10.000	93.51	10.82%
FR48	15-Sep-18	8.7	9.000	94.48	9.96%
FR49	15-Sep-13	3.7	9.000	100.72	8.76%
FR50	15-Jul-38	28.5	10.500	95.55	11.01%
FR51	15-May-14	4.4	11.250	108.21	8.93%
FR52	15-Aug-30	20.6	10.500	96.91	10.88%

Error Hasil Fitting Model Nelson Siegel Svenssons

Date	WSSE Error	Date	WSSE Error	Date	WSSE Error	Date	WSSE Error	Date	WSSE Error	Date	WSSE Error	Date	WSSE Error
7-Jan-05	0.000408743920	6-Jan-06	0.000198556395	5-Jan-07	0.000279337391	4-Jan-08	0.000707352402	2-Jan-09	0.000103972443	1-Jan-10	0.000491493116		
14-Jan-05	0.000310309602	13-Jan-06	0.000122006889	12-Jan-07	0.000474393817	11-Jan-08	0.000676956026	9-Jan-09	0.000422712932	8-Jan-10	0.000649923425		
21-Jan-05	0.000319485595	20-Jan-06	0.000136713731	19-Jan-07	0.005086381942	18-Jan-08	0.000631861044	16-Jan-09	0.000350417830	15-Jan-10	0.001139271172		
28-Jan-05	0.000656146659	27-Jan-06	0.000160600644	26-Jan-07	0.000523889557	25-Jan-08	0.000754243856	23-Jan-09	0.000201748577	22-Jan-10	0.001285322497		
4-Feb-05	0.001600691796	3-Feb-06	0.000098486469	2-Feb-07	0.000435121437	1-Feb-08	0.000791308873	30-Jan-09	0.000677649566	29-Jan-10	0.001428110560		
11-Feb-05	0.001084008983	10-Feb-06	0.000060002717	9-Feb-07	0.000366444464	8-Feb-08	0.000830636475	6-Feb-09	0.000156911215	5-Feb-10	0.001688967172		
18-Feb-05	0.000749435365	17-Feb-06	0.000470540274	16-Feb-07	0.000411751298	15-Feb-08	0.000854749330	13-Feb-09	0.000552674351	12-Feb-10	0.001261633889		
25-Feb-05	0.000373773652	24-Feb-06	0.000580723702	23-Feb-07	0.000463681768	22-Feb-08	0.000931579222	20-Feb-09	0.000813922718	19-Feb-10	0.002553334218		
4-Mar-05	0.000594715884	3-Mar-06	0.001086418721	2-Mar-07	0.000548593472	29-Feb-08	0.000529704440	27-Feb-09	0.000485970327	26-Feb-10	0.000794817187		
11-Mar-05	0.000381537352	10-Mar-06	0.001007187069	9-Mar-07	0.000898919316	7-Mar-08	0.000375384314	6-Mar-09	0.000450168216	5-Mar-10	0.001790602555		
18-Mar-05	0.000445328314	17-Mar-06	0.000379927192	16-Mar-07	0.001091233564	14-Mar-08	0.000911104795	13-Mar-09	0.000502961989	12-Mar-10	0.000212873471		
25-Mar-05	0.000549664795	24-Mar-06	0.000382635738	23-Mar-07	0.002013795961	21-Mar-08	0.000456752465	20-Mar-09	0.000323447566	19-Mar-10	0.000258116016		
1-Apr-05	0.000911515226	31-Mar-06	0.000259995388	30-Mar-07	0.001470171790	28-Mar-08	0.000328752117	27-Mar-09	0.000226241019	26-Mar-10	0.000882357892		
8-Apr-05	0.001335655880	7-Apr-06	0.000183985698	6-Apr-07	0.001936542000	4-Apr-08	0.000346255928	3-Apr-09	0.000252129082	2-Apr-10	0.000105158526		
15-Apr-05	0.001446640991	14-Apr-06	0.000224370770	13-Apr-07	0.002846106601	11-Apr-08	0.001094254227	10-Apr-09	0.002528621444	9-Apr-10	0.000208397562		
22-Apr-05	0.000536120866	21-Apr-06	0.000391710760	20-Apr-07	0.001637267114	18-Apr-08	0.000635217033	17-Apr-09	0.000402699882	16-Apr-10	0.001725653013		
29-Apr-05	0.003607804421	28-Apr-06	0.000155796472	27-Apr-07	0.002813435847	25-Apr-08	0.000935431644	24-Apr-09	0.004109268877	23-Apr-10	0.001113383016		
6-May-05	0.001188796263	5-May-06	0.000220369739	4-May-07	0.004827353296	2-May-08	0.000472890564	1-May-09	0.000585113501	30-Apr-10	0.000420159369		
13-May-05	0.000048072834	12-May-06	0.000026507054	11-May-07	0.005707048957	9-May-08	0.000470013027	8-May-09	0.003917698263				
20-May-05	0.000462545581	19-May-06	0.000246578755	18-May-07	0.001371358999	16-May-08	0.000315108123	15-May-09	0.000209832694				
27-May-05	0.000381757708	26-May-06	0.000846235740	25-May-07	0.012838094587	23-May-08	0.000374372363	22-May-09	0.000583755948				
3-Jun-05	0.000368762870	2-Jun-06	0.000356444440	1-Jun-07	0.000787796429	30-May-08	0.000354875044	29-May-09	0.004344390943				
10-Jun-05	0.000538572779	9-Jun-06	0.001054520824	8-Jun-07	0.001973875631	6-Jun-08	0.001009838432	5-Jun-09	0.001443971545				
17-Jun-05	0.000569592158	16-Jun-06	0.001011527497	15-Jun-07	0.000732526452	13-Jun-08	0.000379066025	12-Jun-09	0.000072106362				
24-Jun-05	0.000680343336	23-Jun-06	0.000355106473	22-Jun-07	0.000626399063	20-Jun-08	0.000498992287	19-Jun-09	0.000971220012				
1-Jul-05	0.000671156502	30-Jun-06	0.000653686233	29-Jun-07	0.001918061446	27-Jun-08	0.000290562352	26-Jun-09	0.000308589499				
8-Jul-05	0.000832849576	7-Jul-06	0.000686645056	6-Jul-07	0.000427462604	4-Jul-08	0.000567207834	3-Jul-09	0.000644533666				
15-Jul-05	0.003326477879	14-Jul-06	0.000790212900	13-Jul-07	0.000050584144	11-Jul-08	0.001484316924	10-Jul-09	0.000641870583				
22-Jul-05	0.001457263032	21-Jul-06	0.000812268295	20-Jul-07	0.001093824761	18-Jul-08	0.001580431683	17-Jul-09	0.000420856891				
29-Jul-05	0.000578252390	28-Jul-06	0.001080259575	27-Jul-07	0.001181726662	25-Jul-08	0.002386474657	24-Jul-09	0.000444177479				
5-Aug-05	0.001337049649	4-Aug-06	0.000656145304	3-Aug-07	0.001723370210	1-Aug-08	0.001114074105	31-Jul-09	0.001088671738				
12-Aug-05	0.006311901285	11-Aug-06	0.000311717882	10-Aug-07	0.001740076771	8-Aug-08	0.000793445477	7-Aug-09	0.000940189168				
19-Aug-05	0.001622243107	18-Aug-06	0.000375663030	17-Aug-07	0.002069637250	15-Aug-08	0.000181791567	14-Aug-09	0.000318864780				
26-Aug-05	0.004229519809	25-Aug-06	0.000404118937	24-Aug-07	0.000521537727	22-Aug-08	0.000132814488	21-Aug-09	0.000312687622				
2-Sep-05	0.015315949321	1-Sep-06	0.000750581427	31-Aug-07	0.000558440706	29-Aug-08	0.000102156238	28-Aug-09	0.000324335441				
9-Sep-05	0.016563727983	8-Sep-06	0.000262106340	7-Sep-07	0.000776811500	5-Sep-08	0.000328666724	4-Sep-09	0.000347307586				
16-Sep-05	0.010398180441	15-Sep-06	0.000429847812	14-Sep-07	0.000575151107	12-Sep-08	0.000354413620	11-Sep-09	0.000955172104				
23-Sep-05	0.007103749804	22-Sep-06	0.000657613504	21-Sep-07	0.000539691705	19-Sep-08	0.001218255158	18-Sep-09	0.001059985144				
30-Sep-05	0.008980222329	29-Sep-06	0.000795895367	28-Sep-07	0.000665111602	26-Sep-08	0.000268227593	25-Sep-09	0.001412255149				
7-Oct-05	0.000718041226	6-Oct-06	0.000716549696	5-Oct-07	0.000632825117	3-Oct-08	0.000359329090	2-Oct-09	0.000366453272				
14-Oct-05	0.000776302133	13-Oct-06	0.000372710602	12-Oct-07	0.000502984386	10-Oct-08	0.003807777312	9-Oct-09	0.000426811517				
21-Oct-05	0.001087807227	20-Oct-06	0.000252664738	19-Oct-07	0.000609847290	17-Oct-08	0.002693767483	16-Oct-09	0.001218350368				
28-Oct-05	0.000599216414	27-Oct-06	0.000316671771	26-Oct-07	0.000671364011	24-Oct-08	0.003579109570	23-Oct-09	0.001136159730				
4-Nov-05	0.001594290541	3-Nov-06	0.000350603817	2-Nov-07	0.000888567462	31-Oct-08	0.006488534715	30-Oct-09	0.000495856368				
11-Nov-05	0.000919394194	10-Nov-06	0.000342273218	9-Nov-07	0.001109861404	7-Nov-08	0.001562307725	6-Nov-09	0.000793079885				
18-Nov-05	0.000602272285	17-Nov-06	0.000426013497	16-Nov-07	0.001570558675	14-Nov-08	0.004791563209	13-Nov-09	0.000962604456				
25-Nov-05	0.000618943686	24-Nov-06	0.000237473914	23-Nov-07	0.001638075802	21-Nov-08	0.014982151524	20-Nov-09	0.001202422975				
2-Dec-05	0.000730064124	1-Dec-06	0.000247367506	30-Nov-07	0.002099718373	28-Nov-08	0.003479240692	27-Nov-09	0.000590160153				
9-Dec-05	0.000369094747	8-Dec-06	0.004419864364	7-Dec-07	0.000774966216	5-Dec-08	0.001013353541	4-Dec-09	0.000703912235				
16-Dec-05	0.000447470799	15-Dec-06	0.000544191063	14-Dec-07	0.000608255834	12-Dec-08	0.000526603596	11-Dec-09	0.001355079972				
23-Dec-05	0.000360408478	22-Dec-06	0.000701855975	21-Dec-07	0.003219409893	19-Dec-08	0.000979730878	18-Dec-09	0.000989004250				
30-Dec-05	0.000439210192	29-Dec-06	0.000833919095	28-Dec-07	0.000913427803	26-Dec-08	0.000087091856	25-Dec-09	0.000469362231				

Error Hasil Fitting Model Cubic Spline

Date	WSSE Error	Date	WSSE Error	Date	WSSE Error	Date	WSSE Error	Date	WSSE Error	Date	WSSE Error
7-Jan-05	0.000330072740	6-Jan-06	0.000572563246	5-Jan-07	0.003507723284	4-Jan-08	0.000533567102	2-Jan-09	0.000734063101	1-Jan-10	0.001851359461
14-Jan-05	0.000314811485	13-Jan-06	0.000435730998	12-Jan-07	0.003977959260	11-Jan-08	0.000404383660	9-Jan-09	0.000490235347	8-Jan-10	0.000843202028
21-Jan-05	0.000342768819	20-Jan-06	0.000375390279	19-Jan-07	0.003678338616	18-Jan-08	0.000398443528	16-Jan-09	0.000394913903	15-Jan-10	0.001771337000
28-Jan-05	0.000672826345	27-Jan-06	0.000413161797	26-Jan-07	0.004720050118	25-Jan-08	0.000543646482	23-Jan-09	0.000334537370	22-Jan-10	0.002090411437
4-Feb-05	0.001398829047	3-Feb-06	0.000216103593	2-Feb-07	0.004049603983	1-Feb-08	0.000582075448	30-Jan-09	0.001000367019	29-Jan-10	0.002248420058
11-Feb-05	0.000827385940	10-Feb-06	0.000071712794	9-Feb-07	0.000476348528	8-Feb-08	0.000724079581	6-Feb-09	0.000184396175	5-Feb-10	0.002134868367
18-Feb-05	0.000751532913	17-Feb-06	0.002107534408	16-Feb-07	0.000432961828	15-Feb-08	0.000838886327	13-Feb-09	0.001907181282	12-Feb-10	0.002439576534
25-Feb-05	0.000484658779	24-Feb-06	0.002451145786	23-Feb-07	0.000733065849	22-Feb-08	0.000864425022	20-Feb-09	0.001826858067	19-Feb-10	0.003162152052
4-Mar-05	0.000680774267	3-Mar-06	0.002334000378	2-Mar-07	0.000250318830	29-Feb-08	0.000274342004	27-Feb-09	0.001184132399	26-Feb-10	0.000889876407
11-Mar-05	0.000408163461	10-Mar-06	0.001994679769	9-Mar-07	0.000520749499	7-Mar-08	0.000148151669	6-Mar-09	0.001284916311	5-Mar-10	0.001170114723
18-Mar-05	0.000500318508	17-Mar-06	0.002315591246	16-Mar-07	0.000615924104	14-Mar-08	0.000841557288	13-Mar-09	0.001876995230	12-Mar-10	0.000377542463
25-Mar-05	0.000353500683	24-Mar-06	0.002704059366	23-Mar-07	0.004665435376	21-Mar-08	0.000294969176	20-Mar-09	0.000212370409	19-Mar-10	0.000754545995
1-Apr-05	0.000961923201	31-Mar-06	0.002361491126	30-Mar-07	0.000590329364	28-Mar-08	0.000355444734	27-Mar-09	0.000256451587	26-Mar-10	0.001970914737
8-Apr-05	0.001247553898	7-Apr-06	0.002145889288	6-Apr-07	0.000764723511	4-Apr-08	0.001355566906	3-Apr-09	0.000322785814	2-Apr-10	0.000327589393
15-Apr-05	0.000988055932	14-Apr-06	0.002273743402	13-Apr-07	0.001740924527	11-Apr-08	0.001894700494	10-Apr-09	0.005131461989	9-Apr-10	0.000413877419
22-Apr-05	0.000341127079	21-Apr-06	0.002396945866	20-Apr-07	0.000593666819	18-Apr-08	0.001246729517	17-Apr-09	0.000731290026	16-Apr-10	0.001389569282
29-Apr-05	0.003636543516	28-Apr-06	0.002348082088	27-Apr-07	0.001267910589	25-Apr-08	0.002938110673	24-Apr-09	0.005473482126	23-Apr-10	0.000933357792
6-May-05	0.000613078630	5-May-06	0.002540287104	4-May-07	0.003124197924	2-May-08	0.002928765586	1-May-09	0.000755155890	30-Apr-10	0.000289852189
13-May-05	0.000003983229	12-May-06	0.001420934111	11-May-07	0.004318992904	9-May-08	0.003992204069	8-May-09	0.005013892304		
20-May-05	0.000270025557	19-May-06	0.001659541383	18-May-07	0.000593102877	16-May-08	0.002275060748	15-May-09	0.000610468184		
27-May-05	0.000331373435	26-May-06	0.001503475845	25-May-07	0.012162242940	23-May-08	0.002033403307	22-May-09	0.000293792019		
3-Jun-05	0.000294718652	2-Jun-06	0.002344601058	1-Jun-07	0.000140750356	30-May-08	0.002625162910	29-May-09	0.000962309151		
10-Jun-05	0.000418010277	9-Jun-06	0.002164845426	8-Jun-07	0.001083015313	6-Jun-08	0.004095713648	5-Jun-09	0.000823576211		
17-Jun-05	0.000629713094	16-Jun-06	0.002621531809	15-Jun-07	0.000258613915	13-Jun-08	0.010973780877	12-Jun-09	0.000157268249		
24-Jun-05	0.000613775956	23-Jun-06	0.002105357267	22-Jun-07	0.000345385386	20-Jun-08	0.002629291185	19-Jun-09	0.003187180500		
1-Jul-05	0.000522763196	30-Jun-06	0.002950393662	29-Jun-07	0.001053956385	27-Jun-08	0.002341395305	26-Jun-09	0.001307307233		
8-Jul-05	0.000921043438	7-Jul-06	0.002835874487	6-Jul-07	0.000264175530	4-Jul-08	0.002462132904	3-Jul-09	0.001405133077		
15-Jul-05	0.001346524463	14-Jul-06	0.003207136507	13-Jul-07	0.000029615432	11-Jul-08	0.003006580906	10-Jul-09	0.000770549043		
22-Jul-05	0.001923974728	21-Jul-06	0.003659955360	20-Jul-07	0.000556458801	18-Jul-08	0.001717142479	17-Jul-09	0.001328578784		
29-Jul-05	0.001213143066	28-Jul-06	0.004266822552	27-Jul-07	0.000702288107	25-Jul-08	0.001226401558	24-Jul-09	0.001190221922		
5-Aug-05	0.002350623459	4-Aug-06	0.004410888274	3-Aug-07	0.001312679412	1-Aug-08	0.001243979080	31-Jul-09	0.002445129009		
12-Aug-05	0.005731751072	11-Aug-06	0.000768558530	10-Aug-07	0.000971461533	8-Aug-08	0.001029856849	7-Aug-09	0.002626822193		
19-Aug-05	0.001418924696	18-Aug-06	0.000857101017	17-Aug-07	0.001112947911	15-Aug-08	0.000246152423	14-Aug-09	0.003295314962		
26-Aug-05	0.011501711139	25-Aug-06	0.000887556803	24-Aug-07	0.001094792789	22-Aug-08	0.000176172524	21-Aug-09	0.002073822547		
2-Sep-05	0.018313306000	1-Sep-06	0.000999835799	31-Aug-07	0.000271134105	29-Aug-08	0.000261225494	28-Aug-09	0.001408680652		
9-Sep-05	0.023540743035	8-Sep-06	0.001281022236	7-Sep-07	0.000458448465	5-Sep-08	0.000417499734	4-Sep-09	0.002282967713		
16-Sep-05	0.008783719266	15-Sep-06	0.001734830600	14-Sep-07	0.000295603409	12-Sep-08	0.001921847127	11-Sep-09	0.003840255034		
23-Sep-05	0.006372405392	22-Sep-06	0.002139851152	21-Sep-07	0.000226545962	19-Sep-08	0.001495771890	18-Sep-09	0.003060576311		
30-Sep-05	0.008342576123	29-Sep-06	0.002604514018	28-Sep-07	0.000246100695	26-Sep-08	0.000407096178	25-Sep-09	0.003811024141		
7-Oct-05	0.000358714291	6-Oct-06	0.003378840131	5-Oct-07	0.000220054800	3-Oct-08	0.000709926429	2-Oct-09	0.001330405242		
14-Oct-05	0.004818850736	13-Oct-06	0.002717225018	12-Oct-07	0.000201288660	10-Oct-08	0.009560233600	9-Oct-09	0.001592084133		
21-Oct-05	0.000924345453	20-Oct-06	0.003364937595	19-Oct-07	0.000304584792	17-Oct-08	0.003385864521	16-Oct-09	0.003804448264		
28-Oct-05	0.000307603983	27-Oct-06	0.003580671151	26-Oct-07	0.000261279655	24-Oct-08	0.010476864211	23-Oct-09	0.003946966365		
4-Nov-05	0.001538813380	3-Nov-06	0.003909946997	2-Nov-07	0.000543603676	31-Oct-08	0.014058327438	30-Oct-09	0.002778347395		
11-Nov-05	0.000264529345	10-Nov-06	0.000772405441	9-Nov-07	0.001103849909	7-Nov-08	0.002353553275	6-Nov-09	0.003387653372		
18-Nov-05	0.000388373452	17-Nov-06	0.001162348314	16-Nov-07	0.001293780714	14-Nov-08	0.011491341435	13-Nov-09	0.004324093866		
25-Nov-05	0.000492113346	24-Nov-06	0.001281542307	23-Nov-07	0.001507458413	21-Nov-08	0.016417679882	20-Nov-09	0.003196650178		
2-Dec-05	0.000597912292	1-Dec-06	0.001460681562	30-Nov-07	0.001635171315	28-Nov-08	0.003930442497	27-Nov-09	0.002382583937		
9-Dec-05	0.000456618875	8-Dec-06	0.001697017618	7-Dec-07	0.000394959152	5-Dec-08	0.001614473418	4-Dec-09	0.002253169485		
16-Dec-05	0.000934657059	15-Dec-06	0.002253981386	14-Dec-07	0.000408699034	12-Dec-08	0.001215717258	11-Dec-09	0.003100181707		
23-Dec-05	0.000717385105	22-Dec-06	0.002071156396	21-Dec-07	0.003345881530	19-Dec-08	0.001697765530	18-Dec-09	0.002380228763		
30-Dec-05	0.000924042314	29-Dec-06	0.003058588453	28-Dec-07	0.000776837616	26-Dec-08	0.000580479158	25-Dec-09	0.001388905106		

Error Hasil Forecasting Nelson Siegel Svenssons

1 minggu		2 Minggu		3 Minggu		1 Bulan		2 Bulan	
Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error
7.21475E-05	0.004801686	4.95204E-05	0.03166509	1.26302E-07	0.005208344	1.1028E-08	0.005414996	3.63635E-06	0.00830935
2.24446E-05	0.002482314	8.53665E-05	0.004383461	5.54265E-05	0.003608407	9.97541E-05	0.003586395	0.000269443	0.005830795
6.15045E-05	0.000291074	3.71812E-05	2.02765E-05	4.94588E-05	0.000111824	5.62217E-05	6.88674E-05	2.18409E-05	0.002086557
4.56582E-05	0.000489441	1.25151E-06	0.002310244	0.000112824	0.002963653	0.000157198	0.003806293	0.000331349	0.009747177
2.11358E-05	1.17849E-06	2.97009E-05	0.00081346	9.326E-07	4.16976E-05	1.55915E-05	0.000242859	7.35279E-05	0.003340076
1.9201E-05	0.00010691	4.26102E-05	9.42414E-06	3.06897E-05	6.23682E-05	4.71217E-05	6.59975E-05	2.02953E-05	0.001837731
1.74688E-05	1.35064E-06	4.99589E-06	0.000106372	7.02338E-07	8.36344E-06	9.7095E-07	4.92208E-06	1.20839E-07	0.001433693
1.71068E-05	1.05699E-06	6.22531E-06	2.71807E-05	6.25425E-07	8.10057E-06	1.72338E-05	2.98309E-05	5.79185E-08	0.001325176
2.04312E-06	3.42666E-05	3.64803E-06	1.21053E-05	1.35515E-06	6.28203E-06	2.71098E-06	6.74939E-06	5.35517E-05	0.00105177
2.34341E-06	5.18447E-06	9.64193E-07	1.87662E-05	3.54773E-06	8.5513E-06	2.12619E-05	3.0531E-05	1.40391E-07	0.001450257
6.40376E-07	3.17353E-06	5.68104E-08	3.55534E-07	5.49617E-07	1.618E-06	2.39684E-08	1.1909E-06	4.60245E-07	0.001181026
8.40524E-06	3.31239E-06	1.06671E-05	1.33037E-06	2.44163E-05	2.79384E-05	2.95422E-05	2.22813E-05	0.000102952	0.000496075
7.58167E-06	8.17573E-06	1.45249E-06	5.66048E-06	1.51215E-06	4.4213E-06	1.23068E-05	8.15559E-06	4.59616E-07	0.000753424
7.92689E-06	4.88199E-06	1.73731E-06	1.29981E-10	8.42388E-07	4.70931E-06	4.63507E-06	2.18471E-06	1.47491E-06	0.000695408
2.2929E-06	8.87817E-07	2.97724E-06	1.11693E-05	1.90965E-07	2.29449E-06	9.52757E-06	3.15205E-06	0.000176035	0.001162309
1.58423E-08	1.8068E-09	1.02982E-05	5.6364E-06	2.56168E-08	3.82056E-07	1.52987E-06	5.66261E-07	0.000168177	0.000912785
5.23829E-05	1.42612E-05	4.9076E-05	8.98971E-05	4.35824E-05	3.2139E-05	1.6191E-05	8.91851E-06	2.79765E-07	0.001261979
1.67228E-05	1.15757E-05	7.15518E-06	8.77799E-08	1.45702E-05	1.79868E-05	8.24287E-06	4.47192E-06	3.75354E-05	0.000543159
4.95068E-05	3.69049E-05	1.58179E-05	3.60154E-06	2.54282E-06	1.66324E-07	1.49917E-06	4.70583E-06	1.51991E-05	0.00055724
8.07472E-06	4.19513E-07	3.63274E-06	2.58962E-05	2.78797E-06	2.14786E-07	1.6957E-05	8.58169E-06	0.000441586	0.00016052
1.24357E-05	1.44725E-05	8.63152E-06	3.05124E-05	1.18061E-05	8.83323E-06	7.51285E-06	1.27389E-05	1.31558E-06	0.00060286
8.16984E-07	7.14177E-06	1.79531E-07	2.623E-06	9.27285E-07	7.75664E-08	1.93671E-06	3.45605E-06	2.43739E-05	0.000159501
2.76728E-06	3.02242E-05	4.79714E-06	1.13844E-06	1.98821E-06	1.99019E-05	2.15462E-06	3.83104E-05	3.19959E-05	5.78097E-05
3.03766E-06	0.000126825	1.4205E-06	3.33536E-06	5.29188E-06	0.000161534	6.58085E-06	0.000171305	0.00133768	0.001940069
8.88397E-06	2.08283E-05	2.3939E-06	6.26235E-05	2.0405E-06	2.06913E-05	1.85702E-06	7.07527E-05	0.000169249	0.000117543
								4.37423E-05	3.27566E-05

Error Hasil Forecasting Nelson Siegel Svenssons (Lanjutan)

3 Bulan		6 Bulan		9 Bulan		1 Tahun	
Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error
1.95561E-05	0.009625239	2.5669E-07	0.046866144	2.34645E-06	0.004008505	5.14286E-08	0.0636532
7.28212E-05	0.00838881	8.31312E-05	0.05437322	1.57089E-05	0.004277787	6.82255E-08	0.056551607
2.5706E-05	0.005138683	2.68225E-07	0.019322094	8.05488E-07	0.000403185	1.63775E-06	0.002132156
2.2889E-05	0.011034787	8.18493E-05	0.060414245	2.57751E-05	0.004344277	2.56124E-08	0.0140536
2.56392E-06	0.006916902	1.03052E-09	0.031829727	2.34641E-06	0.001274945	3.75819E-06	0.001024599
6.70757E-05	0.006714276	1.58878E-07	0.016427125	1.04753E-07	0.000368629	3.83502E-08	0.001179742
4.43729E-05	0.006292202	7.04066E-10	0.018519603	1.70537E-06	0.000321766	1.64531E-06	0.001181814
0.000160293	0.006869922	4.27845E-09	0.01722702	5.45186E-07	0.00031807	1.80654E-06	0.001088896
0.000178268	0.008429003	2.68783E-08	0.019501813	2.45504E-06	0.000374289	9.21898E-07	0.001303057
4.42182E-05	0.00692311	6.27435E-06	0.02258338	1.24442E-06	0.000377879	1.72687E-06	0.000992883
0.001443658	0.001089009	1.04854E-06	0.017655057	1.10304E-09	0.000378662	9.31148E-07	0.000908114
1.15687E-05	0.004414739	6.99243E-07	0.017510394	6.04258E-08	0.000394104	1.10902E-06	0.00075012
0.000104163	0.005537452	4.1236E-07	0.018117555	9.07084E-08	0.000356671	3.72215E-09	0.000787166
0.001256922	0.00068869	1.04678E-08	0.018290705	2.47704E-07	0.000375906	5.14387E-06	0.000710971
0.000451083	0.007089939	1.67386E-05	0.01987906	2.00027E-07	0.00040679	1.59077E-06	0.000872338
0.00058537	0.007233066	1.91753E-05	0.019985696	2.10511E-10	0.000437922	5.64087E-08	0.001102287
0.000281275	0.007980709	1.63331E-05	0.020914005	3.93475E-08	0.0003729	8.29775E-09	0.000703975
0.000327185	0.002117405	6.09859E-06	0.015995823	2.11577E-06	0.000389454	4.36132E-07	0.000567632
3.79683E-05	0.00369577	2.1997E-06	0.015532659	4.4747E-07	0.000326473	1.20962E-07	0.00079847
0.000639704	0.001741916	3.77943E-05	0.013293991	8.0595E-07	0.000359054	4.43377E-08	0.000536705
1.88823E-05	0.003817373	8.71823E-08	0.012427883	1.1473E-07	0.000281458	4.94553E-08	0.000416863
0.00024581	0.003922087	5.95049E-05	0.011772725	2.556E-07	0.000349125	6.31731E-07	0.000273271
4.19892E-05	0.000947715	1.91942E-05	0.012917213	1.54274E-08	0.000263957	4.25635E-07	8.49628E-05
1.96476E-05	0.000484109	5.47343E-06	0.011353058	1.30558E-07	0.000250143	1.03824E-06	0.000223586
0.000202094	0.00047351	1.99378E-06	0.013306097	9.56063E-08	0.000289159	6.83612E-08	2.67931E-05
6.81709E-06	6.13018E-05	0.000240098	0.006732804	7.65194E-07	0.000173511	9.95407E-07	0.000139687
		0.000320561	0.02566518	4.23111E-08	0.000410146	3.62313E-07	0.000697377
				1.53598E-06	0.000429617	1.45233E-06	3.58703E-05
				1.49989E-09	0.000242778	1.33151E-07	0.000135123
						2.25576E-07	1.5388E-07

Error Hasil Forecasting Cubic Spline

1 minggu		2 Minggu		3 Minggu		1 Bulan		2 Bulan	
Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error
7.958E-07	0.066268679	4.95568E-06	0.03166509	6.87503E-06	0.012300806	1E-05	0.001100561	4.13612E-05	0.107269244
8.86E-06	0.008938965	7.95185E-05	0.004383461	0.000105448	0.002813648	0.000171	0.000646941	0.000573048	0.034446598
6.94E-05	6.0037E-07	3.89771E-05	2.02765E-05	1.3374E-05	6.63115E-07	1.67E-05	1.80617E-07	4.20816E-05	0.031264739
1.979E-09	0.002031597	2.82635E-05	0.002310244	5.02134E-05	0.003093499	8.47E-05	0.002550028	6.18412E-05	0.038150659
2.038E-05	0.000668222	8.0713E-06	0.00081346	1.7772E-06	0.000544083	2.09E-06	0.000728675	0.000165821	0.036067037
3.983E-06	1.41318E-05	6.78131E-06	9.42414E-06	2.96259E-06	8.90707E-07	1.96E-06	4.53143E-06	5.18831E-06	0.031202132
3.312E-05	0.000119311	2.91367E-05	0.000106372	4.36679E-06	1.64883E-05	1.21E-05	3.9525E-06	2.17665E-07	0.029361039
3.262E-05	0.00011151	4.30254E-07	2.71807E-05	4.3101E-06	1.4623E-05	5.82E-08	2.0267E-06	2.05749E-07	0.027424381
5.249E-06	7.21571E-06	1.03792E-06	1.21053E-05	1.06197E-07	3.17127E-07	8.1E-08	6.19685E-06	8.40065E-06	0.032176157
2.606E-07	1.35789E-05	3.14138E-07	1.87662E-05	4.93493E-06	4.87583E-06	1.77E-05	5.83659E-05	3.15418E-05	0.033613669
6.937E-06	3.84255E-08	3.46459E-06	3.55534E-07	7.08056E-06	1.67626E-05	3.29E-06	4.2432E-05	5.05756E-05	0.030024283
2.28E-07	6.40355E-10	4.84484E-09	1.33037E-06	2.86053E-06	1.18084E-06	2.56E-06	1.70402E-05	1.22971E-05	0.025455943
7.963E-06	2.10057E-05	7.73143E-06	5.66048E-06	1.01401E-06	1.58668E-05	1.19E-07	3.14351E-05	1.87469E-06	0.023659515
3.424E-06	4.32692E-06	4.32506E-08	1.29981E-10	7.7031E-07	3.62376E-06	1.01E-06	2.37583E-05	9.23155E-06	0.022294345
9.333E-06	2.89954E-07	1.34039E-05	1.11693E-05	3.11145E-06	5.6588E-06	7.81E-06	1.97295E-05	4.97242E-06	0.026340763
1.513E-08	2.16914E-06	5.06682E-06	5.6364E-06	5.60382E-08	2.59042E-05	2.25E-07	7.61208E-05	1.1208E-05	0.025794499
2.148E-05	7.54777E-05	3.58246E-05	8.98971E-05	3.26404E-05	2.69445E-05	1.42E-05	1.4594E-07	3.65774E-05	0.030318067
1.857E-06	1.0706E-06	9.80442E-08	8.77799E-08	5.40984E-07	5.08689E-06	7.21E-07	4.36594E-05	1.65956E-07	0.022668194
4.565E-07	2.97568E-05	9.92245E-07	3.60154E-06	8.61204E-08	1.12116E-05	1.19E-06	4.97102E-05	1.93189E-05	0.017678889
2.352E-06	2.47581E-05	4.87732E-06	2.58962E-05	3.24889E-06	2.39295E-06	2.68E-05	2.45885E-06	0.000248531	0.019824961
3.074E-05	4.53803E-05	2.96787E-05	3.05124E-05	3.89299E-05	8.86531E-05	3.85E-05	0.000142431	1.26721E-05	0.01930588
8.474E-06	9.35281E-06	1.07151E-05	2.623E-06	1.70482E-07	1.37372E-05	2.57E-07	4.80959E-05	6.53441E-07	0.016514417
2.107E-06	1.7045E-07	7.39553E-06	1.13844E-06	4.87859E-06	1.73669E-06	1.01E-06	2.06103E-05	6.2027E-06	0.012777702
1.543E-10	2.12168E-06	9.29249E-07	3.33536E-06	2.79194E-07	3.06331E-05	1.65E-06	5.3763E-05	1.0704E-07	0.004438584
		1.36614E-05	6.26235E-05	4.68324E-06	2.29542E-05	2.07E-06	3.42769E-07	2.42904E-06	0.016172004
								1.74461E-12	0.018334709

Error Hasil Forecasting Cubic Spline (Lanjutan)

3 Bulan		6 Bulan		9 Bulan		1 Tahun	
Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error	Riil Error	Forecast Error
0.000141059	0.009689884	2.39824E-06	0.048944337	3.47723E-06	0.004612642	7.31311E-05	0.070178496
0.000214987	0.014145813	5.78492E-06	0.066000912	3.70368E-05	0.0054652	0.000857431	0.078012419
0.000408201	0.036461283	5.1571E-07	0.060010758	4.96808E-07	0.002545571	6.40157E-05	0.039626833
5.06317E-05	0.024098901	6.55757E-05	0.072094779	3.2729E-10	0.012283549	0.000353959	0.053432689
0.000586764	0.03899214	2.52445E-05	0.076349984	2.17401E-05	0.003799309	2.82714E-06	0.030563609
3.85278E-07	0.042219226	9.03749E-07	0.053042689	1.27347E-06	0.00247607	9.90419E-07	0.034264595
4.06315E-06	0.041172356	1.01325E-06	0.060201337	1.01812E-11	0.002340855	6.94943E-06	0.032666052
6.55269E-05	0.041080424	9.27115E-07	0.056174329	3.35815E-07	0.002245508	2.83352E-07	0.035012043
0.000207858	0.052324555	1.29342E-07	0.06394284	5.00506E-07	0.00280609	7.73136E-06	0.03968393
0.00010553	0.04772743	3.42407E-06	0.073354675	3.33123E-07	0.0027829	8.88077E-06	0.032331382
0.000971304	0.026160921	8.32374E-08	0.058334088	1.65051E-08	0.002684766	8.68764E-07	0.032947315
3.30436E-05	0.038157032	6.02992E-06	0.058176188	2.68835E-07	0.002777834	6.04164E-06	0.032473207
0.000284562	0.037359271	6.55856E-09	0.058377497	5.43315E-07	0.002459969	4.05054E-06	0.032792698
0.001153883	0.019782829	1.20124E-06	0.057285564	1.91241E-07	0.002452431	6.37353E-06	0.033959944
9.95333E-05	0.042238916	4.45974E-07	0.061916336	4.54647E-07	0.002586627	6.31459E-06	0.034433777
5.12881E-05	0.043721113	1.24115E-06	0.063189188	4.9654E-09	0.002669924	4.56525E-06	0.035864226
0.000461166	0.047887965	9.66648E-06	0.067503977	3.67144E-08	0.002629758	7.15095E-08	0.028561026
9.13452E-05	0.027233328	1.08732E-06	0.051934406	4.14428E-07	0.002549256	3.7457E-06	0.026343056
4.52508E-06	0.026863866	1.4631E-05	0.04716667	1.24093E-08	0.002023563	3.77121E-06	0.027415971
0.000527996	0.025895899	4.26137E-05	0.04630868	2.68387E-06	0.002370317	2.12893E-07	0.023630389
0.000147157	0.028693781	2.16696E-06	0.041221075	2.27102E-07	0.001993829	3.63757E-06	0.021911542
3.92749E-07	0.030268177	3.59653E-05	0.040675723	3.41167E-07	0.002133769	2.56838E-07	0.019716311
9.63069E-05	0.01725155	3.47853E-05	0.042263239	2.66784E-11	0.001742927	6.45935E-07	0.020518119
2.4065E-07	0.017273422	7.14541E-06	0.043203173	4.87601E-08	0.001870056	1.57292E-06	0.024156298
2.39973E-05	0.017458798	3.88684E-07	0.047204404	4.22867E-07	0.002068408	7.51063E-08	0.027583949
4.24598E-09	0.02080491	1.34359E-08	0.04452728	8.39866E-08	0.002414391	1.49036E-06	0.038905093
		1.1409E-06	0.096581801	2.86194E-08	0.003557425	3.30838E-08	0.028668459
				7.03248E-07	0.002523447	5.36777E-07	0.034673576
				3.59444E-08	0.003089025	6.15271E-08	0.03327009
						4.09115E-07	0.02595718