



UNIVERSITAS INDONESIA

ESTIMASI KURVA *YIELD* DI INDONESIA DENGAN  
MENGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI DAN EMPIRIS

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister  
Manajemen

Ronny Tanijaya  
0806433716

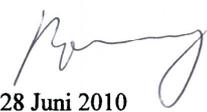
FAKULTAS EKONOMI  
PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN  
KEKHUSUSAN MANAJEMEN KEUANGAN  
JAKARTA  
JUNI 2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Ronny Tanijaya

NPM : 0806433716

Tanda Tangan : 

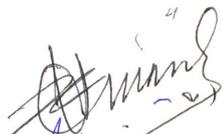
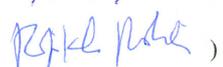
Tanggal : 28 Juni 2010

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Ronny Tanijaya  
NPM : 0806433716  
Program Studi : Magister Manajemen  
Judul Tesis : Estimasi Kurva *Yield* di Indonesia Dengan  
Menggunakan Pendekatan Regresi dan Empiris

**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 : Prof. Dr. Adler H. Manurung (  )  
Penguji : Dr. Dewi Hanggraeni (  )  
Penguji : Dr. Rofikoh Rokhim (  )

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 09 Juli 2010

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Penulisan tesis ini dimaksudkan untuk menambah wawasan, baik bagi penulis maupun pembaca tesis ini. Tesis ini juga disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar akademik Master Manajemen di Universitas Indonesia.

Penulis sangat menyadari bahwa banyak pihak yang telah terlibat dan memberikan bantuan dalam penyusunan tesis ini, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang tersebut di bawah ini :

1. Bapak Prof. Rhenald Kasali, PhD selaku Ketua Program Magister Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia
2. Universitas Indonesia, yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk menempuh pendidikan di Magister Manajemen Universitas Indonesia selama 2 tahun ini.
3. Kedua orang tua saya atas seluruh pengorbanan yang begitu besar dan juga doa sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan pendidikan di Magister Manajemen Universitas Indonesia selama 2 tahun ini.
4. Bapak Prof. Dr. Adler H. Manurung, S.E., M.E., M.Com.,S.H. selaku dosen pembimbing, yang telah menyediakan waktu, tenaga, mencurahkan perhatian dan pengetahuan dalam proses penyusunan tesis ini.
5. Dr. Dewi Hanggraeni & Dr. Rofikoh Rokhim selaku dewan penguji karya akhir.
6. Felicia Irminda, yang selama masa perkuliahan di MM-UI, baik dari awal masa perkuliahan sampai dengan akhir penyusunan tesis selalu memberikan perhatiannya, doa, dan dukungan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan tesis ini dengan baik.
7. Adik saya Yurika Tanijaya, beserta anggota keluarga lainnya Darwin Yulianto, Christina, Melita Ayudia, Asnawi Coa, Dwidia, dan yang

lainnya atas doa dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama menjalani perkuliahan di MM-UI.

8. Bapak Desmon Silitonga dan Bapak Handi Yuniarto atas bantuannya untuk membantu penulis dalam memperoleh pengembangan metode penelitian dan penulisan tesis ini.
9. Rekan-rekan di FBI (Finansial Bisnis Informasi) antara lain Bapak Agus, Nathan, Gaga, dan teman-teman lainnya yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan wawasan luas kepada penulis selama proses penulisan tesis ini.
10. Bapak Gregorius S. Uyanto, Ak., MBA., CMA. yang telah memberikan banyak masukan kepada penulis dari tahap awal pemilihan topik tesis sampai diskusi mengenai proses pembuatan sampai hasil akhir dari tesis ini.
11. Teman saya Abraham Juneman yang telah memberikan bantuan dalam rangka memberikan makalah-makalah yang berguna untuk proses penyelesaian tesis ini.
12. Seluruh Dosen Pengajar kelas H081 dan KS081 MM-UI yang telah membentuk wawasan, pengetahuan dan *compentency* bagi penulis pada bidang Manajemen Keuangan.
13. Staf Adpen, Staf Perpustakaan, Staf Lab. Komputer, Staf Keamanan MM-UI yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan.
14. Anggota kelompok belajar tetap saya selama di perkuliahan antara lain Taufik Satria, Tri Kartika, Rangga, dan Rafika yang secara langsung maupun tidak langsung berperan dalam proses perkuliahan dan telah membantu serta memberikan dukungan dalam berdiskusi, mengerjakan tugas dan persiapan menghadapi ujian selama proses perkuliahan.
15. Teman-teman kelas H081 dan KS081 MM-UI antara lain Soni, Rizma, Coco, Toni, Riska, Yola, Santi, Daisy, Reny, Tita, Ari, Novi, Ipoel, Ocep, Rini, Pradi, Pak Rudhi, Chandra, Tulus, Tina, Vera, Yoyo, Bu Mimi dan teman-teman lainnya yang secara tidak langsung telah memberikan wawasan luas kepada penulis selama perkuliahan dan telah membantu

serta memberikan dukungan dalam berdiskusi dan mengerjakan tugas selama proses perkuliahan.

16. Keluarga besar PT. ISM Bogasari yang telah memberikan kesempatan dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan tesis ini.

Selain itu juga disampaikan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses perkuliahan sampai dengan selesai. Penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Akhir kata, penulis memohon maaf apabila ada kesalahan dalam perkataan maupun sikap selama perkuliahan dan penyusunan tesis ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu Manajemen Keuangan.

Jakarta, 28 Juni 2010

Ronny Tanijaya

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

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

Nama : Ronny Tanijaya  
NPM : 0806433716  
Program Studi : Magister Manajemen  
Departemen : Manajemen  
Fakultas : Ekonomi  
Jenis karya : Tesis

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 :

“Estimasi Kurva *Yield* di Indonesia Dengan Menggunakan Pendekatan Regresi dan Empiris”

beserta 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 : 28 Juni 2010

Yang menyatakan

(Ronny Tanijaya)

## ABSTRAK

Nama : Ronny Tanijaya

Program Studi : Manajemen Keuangan

Judul : Estimasi Kurva *Yield* di Indonesia Dengan Menggunakan Pendekatan Regresi dan Empiris

Penelitian ini ditujukan untuk melakukan estimasi terhadap kurva *yield* di Indonesia dengan menggunakan obligasi pemerintah Indonesia. Dalam melakukan proses untuk pembentukan akan menggunakan lima metode yaitu *Bradley Crane*, *The Super Bell*, *McCulloch Cubic Spline*, *Nelson Siegel*, dan *Nelson Siegel Svensson*. Setelah terbentuk kurva dari masing-masing metode ini nantinya akan dilakukan pengujian dengan 3 tahapan untuk menentukan metode yang terbaik. Tahapan pertama adalah uji *error* dengan menggunakan pendekatan *Mean Absolute Yield Error (MAYE)* dan *Root Mean Square Error Yield (RMSEY)*. Tahapan kedua adalah melakukan pengujian *robust* dengan mengeluarkan data sebanyak 10% dan 20%. Tahapan pengujian yang terakhir adalah dengan melakukan *forecasting*.

Kata kunci :

Estimasi Kurva *Yield*, *Yield Curve*, *Bradley Crane*, *The Super Bell*, *McCulloch Cubic Spline*, *Nelson Siegel*, *Nelson Siegel Svensson*, Obligasi, Valuasi, *MAYE*, *RMSEY*.

## ABSTRACT

Nama : Ronny Tanijaya

Program Studi : Manajemen Keuangan

Judul : Estimating Indonesian Yield Curve With Regression and Empirical Approaches

This study is to estimate Indonesia yield curve using five methods from the Indonesian Government Bonds. The yield curve is running by five methods Bradley Crane, The Super Bell, McCulloch Cubic Spline, Nelson Siegel, and Nelson Siegel Svensson. After construct the yield curve from each method, the next process is testing each method using 3 phases to pick the best method. First phase is error testing by Mean Absolute Yield Error (MAYE) and Root Mean Square Error Yield (RMSEY). Second phase is robusting test by removing 10% and 20% data. Last phase is forecasting.

Kata kunci :

Estimating Yield Curve, Yield Curve, Bradley Crane, The Super Bell, McCulloch Cubic Spline, Nelson Siegel, Nelson Siegel Svensson, Bond, Valuation, MAYE, RMSEY.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 <i>Yield Curve</i> .....	8
2.1.1 Pengertian <i>Yield Curve</i> .....	8
2.1.2 Teori <i>Yield Curve</i> .....	9
2.1.3 Pendekatan Pembentukan <i>Yield Curve</i> .....	10
2.1.3.1 Metode <i>Bradley Crane</i> .....	11
2.1.3.2 Metode <i>The Super Bell</i> .....	11
2.1.3.3 Metode <i>McCulloch Cubic Spline</i> .....	12
2.1.3.4 Metode <i>Nelson Siegel</i> .....	13
2.1.3.5 Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> .....	14
2.2 Teori Obligasi.....	15
2.2.1 Pengertian Obligasi.....	15
2.2.2 Jenis-Jenis Obligasi.....	15
2.2.3 Pemeringkatan Obligasi.....	16
2.2.4 Risiko Dalam Obligasi.....	16
2.2.5 Perhitungan Harga Obligasi.....	18
2.2.6 Tingkat Bunga Dasar dan <i>Risk Premium</i> .....	18
2.2.7 Teorema Harga Obligasi.....	19
2.3 Konsep Dalam <i>Yield Curve</i> .....	20
2.3.1 Nilai Waktu Uang.....	20
2.3.2 <i>Discount Factor</i> .....	21
2.3.3 Penelitian-Penelitian Sebelumnya di Indonesia.....	22
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Ruang Lingkup Penelitian.....	23

3.1.1	Pembatasan Sampel Obligasi dan Data Pendukung.....	23
3.1.2	Pembatasan Metode Pembentukan <i>Yield Curve</i> .....	24
3.1.2	Pembatasan Metode Pengujian Hasil Pembentukan Kurva...	24
3.2	Pengumpulan Data.....	26
3.3	Alur Pengolahan Data.....	26
3.4	Metode-Metode Pembentukan <i>Yield curve</i> .....	28
3.4.1	Metode <i>Bradley Crane</i> .....	28
3.4.2	Metode <i>The Super Bell</i> .....	29
3.4.3	Metode <i>McCulloch Cubic Spline</i> .....	30
3.4.4	Metode <i>Nelson Siegel</i> .....	32
3.4.5	Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> .....	33
3.5	Metode Pengujian Hasil Pembentukan Kurva.....	36
3.5.1	Pengujian <i>Error</i> .....	36
3.5.2	Pengujian Robus.....	37
3.5.3	Pengujian Kemampuan <i>Forecast</i> .....	39
3.5.3.1	Pengujian Kemampuan <i>Forecast</i> Tahap 1.....	40
3.5.3.1	Pengujian Kemampuan <i>Forecast</i> Tahap 2.....	40
<b>BAB 4.</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
4.1	Pembentukan <i>Yield Curve</i> .....	42
4.1.1	Metode <i>Bradley-Crane</i> .....	42
4.1.2	Metode <i>The Super Bell</i> .....	45
4.1.3	Metode <i>McCulloch Cubic Spline</i> .....	49
4.1.4	Metode <i>Nelson Siegel</i> .....	55
4.1.5	Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> .....	59
4.2	Metode Pengujian Hasil Pembentukan Kurva.....	62
4.2.1	Pengujian <i>Error</i> .....	62
4.2.2	Pengujian Robus.....	65
4.2.2.1	Pengujian Robus 10%.....	66
4.2.2.2	Pengujian Robus 20%.....	70
4.2.3	Metode Pengujian Kemampuan <i>Forecast</i> .....	75
4.2.3.1	Metode Pengujian Kemampuan <i>Forecast</i> Tahap 1....	75
4.2.3.2	Metode Pengujian Kemampuan <i>Forecast</i> Tahap 2....	78
<b>BAB 5.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>84</b>
5.1	Kesimpulan.....	84
5.2	Saran.....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>87</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Estimasi Nilai $\beta_0$ , $\beta_1$ , dan $\beta_2$ .....	43
Tabel 4.2	Nilai YTM Pemodelan Periode 31 Oktober 2007.....	44
Tabel 4.3	Estimasi Nilai $\beta_0$ , $\beta_1$ , $\beta_2$ , $\beta_3$ , $\beta_4$ , $\beta_5$ , $\beta_6$ dan $\beta_7$ .....	46
Tabel 4.4	Nilai YTM Pemodelan Periode 31 Oktober 2007.....	47
Tabel 4.5	Pembagian Knot Periode 31 Oktober 2007.....	49
Tabel 4.6	<i>Accrued Interest</i> Kupon Periode 31 Oktober 2007.....	50
Tabel 4.7	<i>Cash flow</i> FR 10 Metode <i>McCulloch</i> Periode 31 Oktober 2007.....	51
Tabel 4.8	Perbandingan Harga Aktual dan Harga Model Metode <i>McCulloch Cubic Spline</i> Periode 31 Oktober 2007.....	52
Tabel 4.9	Nilai Estimasi <i>Discount Factor</i> Metode <i>McCulloch</i> .....	53
Tabel 4.10	<i>Cash flow</i> FR 10 Metode <i>Nelson Siegel</i> Periode 31 Oktober 2007.....	55
Tabel 4.11	Perbandingan Harga <i>Yield</i> aktual dan <i>Yield</i> Model Metode <i>Nelson Siegel</i> Periode 31 Oktober 2007.....	56
Tabel 4.12	Nilai Estimasi $\beta_0$ , $\beta_1$ , dan $\beta_2$ , dan $\tau_1$ Metode <i>Nelson Siegel</i> ....	57
Tabel 4.13	<i>Cash flow</i> FR 10 Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> Periode 31 Oktober 2007.....	59
Tabel 4.14	Perbandingan Harga <i>Yield</i> aktual dan <i>Yield</i> Model Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> Periode 31 Oktober 2007.....	60
Tabel 4.15	Nilai Estimasi $\beta_0$ , $\beta_1$ , $\beta_2$ , $\beta_2$ , $\tau_1$ , dan $\tau_2$ Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> .....	61
Tabel 4.16	Rata-rata <i>MAYE &amp; RMSYE</i> Semua Metode (dalam ribuan)..	63
Tabel 4.17	Sebaran Jangka Waktu Jatuh Tempo Obligasi Periode 31 Oktober 2007.....	65
Tabel 4.18	Robus 10% Metode <i>Bradley Crane</i> (dalam ribuan).....	67
Tabel 4.19	Robus 10% Metode <i>Super Bell</i> (dalam ribuan).....	67
Tabel 4.20	Robus 10% Metode <i>McCulloch Cubic Spline</i> (dalam ribuan).....	68
Tabel 4.21	Robus 10% Metode <i>Nelson Siegel</i> (dalam ribuan).....	68
Tabel 4.22	Robus 10% Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> (dalam ribuan)..	68
Tabel 4.23	Rekap Nilai Rata-Rata Robus 10% Seluruh Metode (dalam ribuan).....	69
Tabel 4.24	Robus 20% Metode <i>Bradley Crane</i> (dalam ribuan).....	71
Tabel 4.25	Robus 20% Metode <i>The Super Bell</i> (dalam ribuan).....	71
Tabel 4.26	Robus 20% Metode <i>McCulloch Cubic Spline</i> (dalam ribuan).....	72
Tabel 4.27	Robus 20% Metode <i>Nelson Siegel</i> (dalam ribuan).....	72
Tabel 4.28	Robus 20% Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> (dalam ribuan)..	72
Tabel 4.29	Rekap Nilai Rata-Rata Robus 20% Seluruh Metode (dalam ribuan).....	73
Tabel 4.30	Rekap Robus 10% & 20% Seluruh Metode (nilai rata-rata)..	74
Tabel 4.31	Rekap Uji <i>Forecast</i> Periode 31 Oktober 2007 (dalam ratusan).....	76
Tabel 4.32	Rekap Uji <i>Forecast</i> Periode 1 September 2008 (dalam ratusan).....	76

Tabel 4.33	Rata-Rata Perubahan <i>MAYE</i> & <i>RMSYE</i> Terhadap Periode Awal.....	77
Tabel 4.34	Rekap <i>MAYE</i> & <i>RMSYE Forecast</i> Metode <i>The Super Bell</i> (dalam ratusan).....	78
Tabel 4.35	Rekap <i>MAYE</i> & <i>RMSYE Forecast</i> Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> (dalam ratusan).....	78
Tabel 5.1	Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Sebelumnya.....	84



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Jenis-jenis Yield Curve.....	2
Gambar 1.2	Urutan Metodologi Penelitian.....	6
Gambar 2.1	Jenis-jenis <i>Yield Curve</i> .....	8
Gambar 2.2	Grafik <i>Discount Factor</i> .....	21
Gambar 3.1	Alur Pengolahan Data.....	27
Gambar 3.2	Alur Proses Metode <i>McCulloch Cubic Spline</i> .....	31
Gambar 3.3	Alur Proses Metode <i>Nelson Siegel</i> .....	33
Gambar 3.4	Alur Proses Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> .....	35
Gambar 3.5	Alur Proses Pengujian Robus.....	39
Gambar 3.6	Alur Proses Pengujian <i>Forecasting</i> Tahap 1.....	40
Gambar 3.7	Alur Proses Pengujian <i>Forecasting</i> Tahap 2.....	41
Gambar 4.1	<i>Yield curve</i> per 31 Oktober 2007 (Metode <i>Bradley Crane</i> )...45	45
Gambar 4.2	<i>Yield curve</i> per 31 Oktober 2007 (Metode <i>The Super Bell</i> )...49	49
Gambar 4.3	<i>Yield curve</i> per 31 Oktober 2007 (Metode <i>McCulloch Cubic Spline</i> ).....	55
Gambar 4.4	<i>Yield curve</i> per 31 Oktober 2007 (Metode <i>Nelson Siegel</i> )... 58	58
Gambar 4.5	<i>Yield curve</i> per 31 Oktober 2007 (Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> ).....	62
Gambar 4.6	Nilai Rata-Rata dari <i>MAYE</i> .....	63
Gambar 4.7	Nilai Rata-Rata dari <i>RMSYE</i> .....	64
Gambar 4.8	Pergerakan Nilai Rata-Rata dari <i>MAYE</i> Setiap Periode.....	64
Gambar 4.9	Rekap <i>MAYE</i> Seluruh Metode Untuk Pengujian Robus 10%.....	69
Gambar 4.10	Rekap <i>RMSYE</i> Seluruh Metode Untuk Pengujian Robus 10%.....	70
Gambar 4.11	Rekap <i>MAYE</i> Seluruh Metode Untuk Pengujian Robus 20%.....	73
Gambar 4.12	Rekap <i>RMSYE</i> Seluruh Metode Untuk Pengujian Robus 20%.....	74
Gambar 4.13	Bentuk <i>Yield curve</i> Metode <i>The Super Bells</i> dan <i>Nelson Siegel Svensson</i> Memakai Data 1 Minggu.....	77
Gambar 4.14	Bentuk <i>Yield curve</i> Metode <i>The Super Bell</i> Periode September 2009.....	79
Gambar 4.15	Bentuk <i>Yield curve</i> Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> Periode September 2009.....	80
Gambar 4.16	Bentuk <i>Yield curve</i> Metode <i>The Super Bell</i> Periode Oktober 2009.....	80
Gambar 4.17	Bentuk <i>Yield curve</i> Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> Periode Oktober 2009.....	81
Gambar 4.18	Bentuk <i>Yield curve</i> Metode <i>The Super Bell</i> Periode November 2009.....	81

Gambar 4.19	Bentuk <i>Yield curve</i> Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> Periode November 2009.....	82
Gambar 4.20	Bentuk <i>Yield curve</i> Metode <i>The Super Bell</i> Periode Desember 2009.....	82
Gambar 4.21	Bentuk <i>Yield curve</i> Metode <i>Nelson Siegel Svensson</i> Periode Desember 2009.....	83

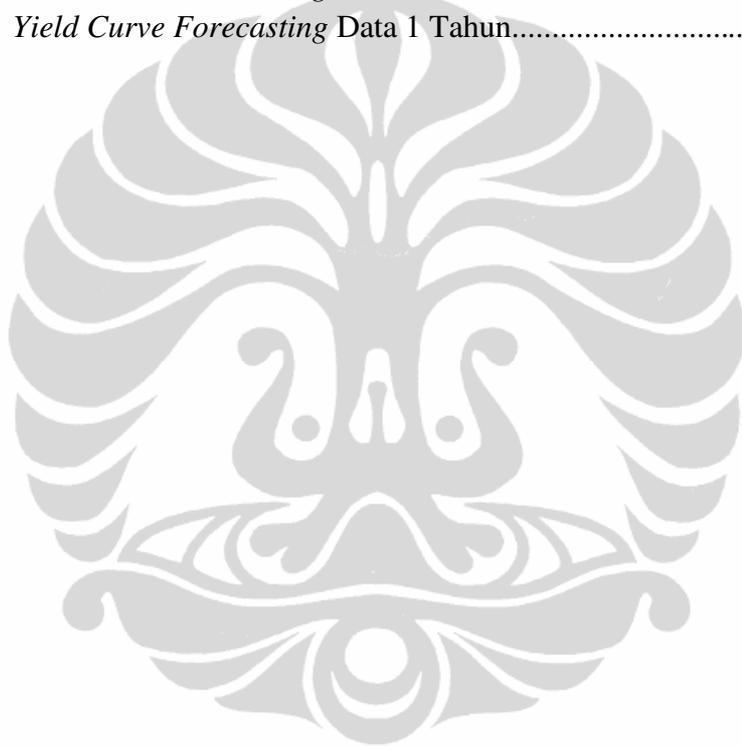


## DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 Formulasi <i>Bradley Crane</i> .....	11
Persamaan 2.2 Formulasi <i>The Super Bell</i> .....	11
Persamaan 2.3 <i>Knot Point</i> .....	12
Persamaan 2.4 <i>Discount Function</i> .....	12
Persamaan 2.5 Formulasi <i>McCulloch Cubic Spline</i> .....	13
Persamaan 2.6 <i>Forward Rate Nelson Siegel</i> .....	13
Persamaan 2.7 <i>Implied Forward Rate</i> .....	13
Persamaan 2.8 <i>Spot Rate</i> .....	13
Persamaan 2.9 <i>Spot Rate Nelson Siegel</i> .....	14
Persamaan 2.10 <i>Forward Rate Nelson Siegel Svensson</i> .....	14
Persamaan 2.11 <i>Spot Rate Nelson Siegel Svensson</i> .....	14
Persamaan 2.12 Harga Obligasi.....	18
Persamaan 2.13 <i>Future Value</i> .....	20
Persamaan 2.14 <i>Discount Function</i> .....	22
Persamaan 3.1 Formulasi <i>Bradley Crane</i> .....	28
Persamaan 3.2 Formulasi <i>Ln Yield Bradly Crane</i> .....	28
Persamaan 3.3 Formulasi <i>Yield Bradly Crane</i> .....	28
Persamaan 3.4 Formulasi <i>The Super Bell</i> .....	29
Persamaan 3.5 Formulasi <i>Knot Point</i> .....	30
Persamaan 3.6 Formulasi <i>Sum Square Error</i> .....	30
Persamaan 3.7 <i>Log Likelihood</i> .....	32
Persamaan 3.8 <i>MAYE</i> .....	36
Persamaan 3.9 <i>RMSYE</i> .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Yield Curve Robus 10% &amp; 20% Metode McCulloch.....</i>	89
Lampiran 2	<i>Yield Curve Robus 10% &amp; 20% Metode Nelson Siegel Svensson.....</i>	90
Lampiran 3	<i>Yield Curve Robus 10% &amp; 20% Metode Nelson Siegel.....</i>	91
Lampiran 4	<i>Yield Curve Robus 10% &amp; 20% Metode Bradley Crane.....</i>	92
Lampiran 5	<i>Yield Curve Robus 10% &amp; 20% Metode The Super Bell.....</i>	93
Lampiran 6	<i>Yield Curve Forecasting Data 1 Bulan.....</i>	94
Lampiran 7	<i>Yield Curve Forecasting Data 3 Bulan.....</i>	95
Lampiran 8	<i>Yield Curve Forecasting Data 6 Bulan.....</i>	96
Lampiran 9	<i>Yield Curve Forecasting Data 1 Tahun.....</i>	97



# BAB 1

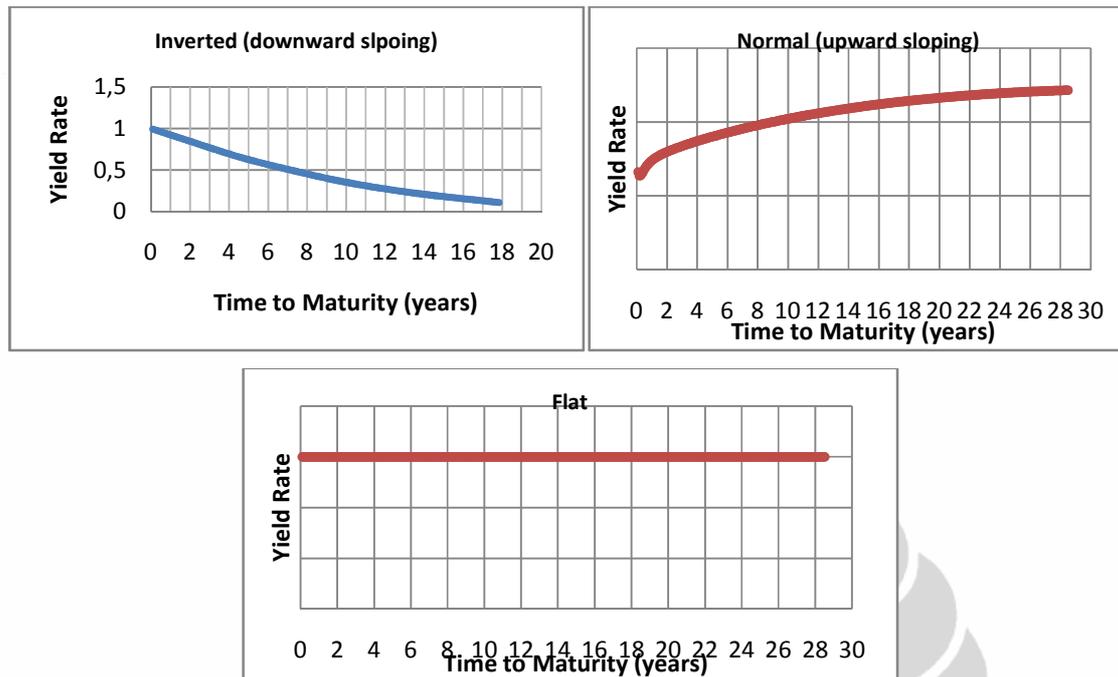
## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kegiatan untuk melakukan penetapan harga dan valuasi dari suatu objek investasi sangat sering sekali dilakukan oleh berbagai kalangan, baik akademisi maupun praktisi. Objek yang dilakukan untuk divaluasipun sangat beragam (Damodaran, 2002), mulai dari saham perusahaan, hutang, obligasi baik pemerintah maupun swasta, dan lain sebagainya.

Untuk melakukan suatu valuasi tersebut kita memerlukan suatu nilai diskonto yang tepat bagi setiap objek yang akan kita lakukan valuasi. Nilai diskonto itu sering kali diambil dari *BI Rate* (Manurung, 2010) yang sebenarnya hanya nilai estimasi jangka pendek (karena *BI Rate* tersebut akan dapat berubah setiap bulan) sehingga kurang tepat untuk dijadikan acuan nilai diskonto untuk objek investasi jangka panjang. Nilai diskonto yang lebih tepat seharusnya diambil dari sebuah *yield curve* yang dimana dalam kurva tersebut sudah terdiri dari investasi jangka panjang maupun investasi jangka pendek.

*Yield curve* (Damodaran, 2002) adalah sebuah kurva yang menghubungkan antara jangka waktu investasi dibandingkan dengan *yield/imbalance* hasil yang didapatkan. Bila dihubungkan dengan ilmu makro ekonomi (Miles, 2005), maka *yield curve* dari instrumen yang bebas risiko (contoh di Indonesia adalah *IGSYC*) juga dapat menggambarkan kondisi ekonomi dari suatu negara dimasa yang akan datang berdasarkan bentuknya. Bentuk dari *yield curve* ini ada 3 jenis (Fabozzi, 2005) yaitu *positive sloped*, *negative sloped*, dan *flat curve*.



**Gambar 1.1 Jenis-jenis yield curve**

Sumber: Peneliti (FR 10 – 52 Periode 31 Oktober 2007)

Untuk *positive sloped* menunjukkan bahwa perkembangan ekonomi dimasa yang akan datang akan membaik sehingga inflasi suatu negara akan meningkat hal itu menyebabkan permintaan tingkat hasil yang lebih tinggi dimasa yang akan datang (Miles, 2005). Untuk *negative sloped* sebaliknya menunjukkan keadaan ekonomi dimasa yang akan datang akan memburuk oleh sebab itulah maka investor mau menerima tingkat hasil yang lebih rendah untuk instrumen investasinya yang bebas risiko ini (Miles, 2005). Kondisi Indonesia sendiri dimasa yang akan datang masih memiliki prospek yang baik, hal ini ditunjukkan dengan *yield curve* yang positif.

Penelitian ini akan mencoba untuk membahas bagaimana membentuk *yield curve* dari obligasi-obligasi yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia. Dimana pembentukan dari *yield curve* ini terbagi menjadi 3 metode (Stander, 2005) yaitu metode regresi (*Bradley Crane & The Super Bell*), metode empiris (*McCulloch Cubic Spline, Nelson Siegel, & Nelson Siegel Svensson*) dan metode *equilibrium* (*Vasisek*). Diharapkan dengan penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak untuk menentukan pemilihan metode yang tepat

dalam rangka pembentukan *yield curve* di Indonesia. Dan tidak tertutup kemungkinan untuk terus melakukan perbaikan sesuai dengan perkembangan ilmu yang terjadi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Begitu banyaknya metode yang ada untuk membentuk *yield curve* memerlukan suatu penelitian mengenai metode manakah yang tepat untuk membuat *yield curve* yang diinginkan sesuai dengan kondisi-kondisi ekonomi yang berbeda-beda disetiap negara.

Perbedaan hasil metode-metode ini yang mendasari penelitian. Benang merah permasalahan kajian penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membentuk pemodelan dari *yield curve* di Indonesia dengan menggunakan dua pendekatan (Stander, 2005) yaitu metode regresi (*Bradley Crane & The Super Bell*) dan metode empiris (*McCulloch Cubic Spline, Nelson Siegel, & Nelson Siegel Svensson*).
2. Bagaimana tingkat keberhasilan dari masing-masing metode tersebut. Tingkat keberhasilan nantinya dibagi menjadi tiga pengujian yaitu dilihat dari besarnya *error* yang dihasilkan antara model yang dihasilkan dengan masing-masing metode dan data aktual yang ada, *robust test* dan kemampuan untuk *forecasting*.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kinerja dua jenis pendekatan pembentukan *yield curve* yang nantinya akan dibentuk menggunakan data-data obligasi pemerintah dengan imbal hasil tetap (FR10 – FR52). Dimana dari kedua pendekatan tersebut akan dibagi-bagi lagi menjadi beberapa metode yang masing-masing mewakili kedua pendekatan tersebut. *Yield curve* yang dibentuk dari setiap metode nantinya dapat dilakukan perbandingan untuk menentukan metode yang paling tepat dalam pembentukan *yield curve* di Indonesia. Dimana ukuran tingkat keberhasilan adalah dengan melihat *error* yang dihasilkan antara model setiap metode dibandingkan dengan data aktual di pasar.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan nantinya dapat dijadikan alat bantu baik untuk akademisi maupun praktisi dalam rangka pembentukan *yield curve* guna menunjang tujuannya masing-masing. Disamping itu dapat pula melakukan pengembangan atas hasil penelitian ini sehingga nantinya didapatkan penyempurnaan dari metode-metode yang telah dibahas pada tesis ini guna untuk menemukan metode baru yang lebih baik menghasilkan pemodelan *yield curve*.

#### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian kali ini akan dibatasi pada:

- a. Menggunakan dua pendekatan dalam pembentukan *yield curve* (Stander, 2005) yaitu metode regresi dan metode empiris. Dari pendekatan regresi akan dipakai metode *Bradley Crane* dan metode *The Super Bell*. Sedangkan dari pendekatan empiris akan dipakai tiga metode yaitu metode *McCulloch Cubic Spline*, metode *Nelson Siegel*, dan metode *Nelson Siegel Svensson*.
- b. Data yang digunakan berasal dari harga penutupan data obligasi pemerintah (FR10 – FR52) periode 2007 – 2009. Pemilihan data sebanyak 2 tahun terakhir ini ditujukan untuk menggambarkan kondisi perkembangan terakhir di Indonesia. Harga obligasi yang dipakai merupakan harga penutupan harian dari masing-masing obligasi sehingga pada saat pengolahan data nantinya akan ditambahkan *accrued interest* untuk membentuk *clean price*.
- c. Tahapan pengujian dibagi menjadi tiga bagian yaitu pengujian tingkat *error* dari masing-masing metode, pengujian robus dari masing-masing metode dan yang terakhir akan dilakukan pengujian *forecast* dari dua metode yang dianggap paling baik di pengujian *error* dan robus.

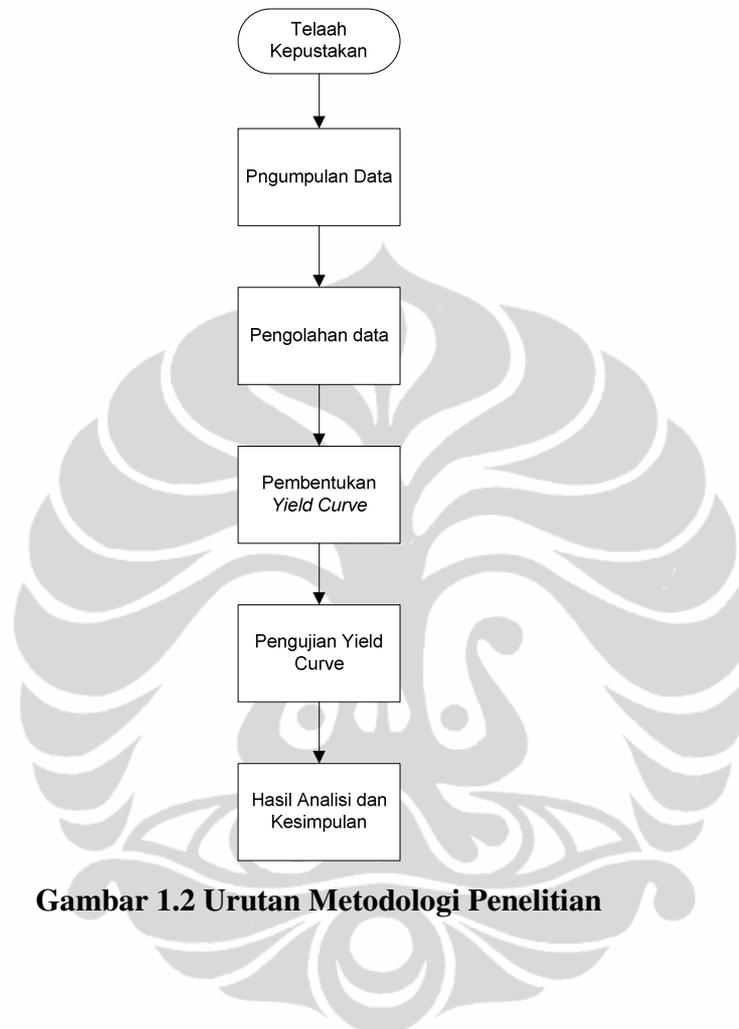
## 1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian kali ini akan berfokus kepada pembentukan *yield curve* dari kelima metode yang telah dipaparkan di atas. Setelah dilakukan pembentukan maka langkah selanjutnya adalah melakukan tahapan pengujian. Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah tinjauan pustaka setelah itu dilakukan pengumpulan data-data yang dibutuhkan. Berikut ini adalah data-data yang harus dikumpulkan beserta dengan sumbernya:

- a) Data harian harga *gross price* penutupan obligasi pemerintah dari FR 10 – FR 52 periode 1 Januari 2007 – 31 Desember 2009. Data ini didapatkan dari *Bloomberg*.
- b) Data tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) untuk periode 1 bulan dan 3 bulan. Data ini diambil secara mingguan dari periode 1 Januari 2007 hingga 31 Desember 2009. Data ini didapatkan dari situs [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id) yang merupakan situs resmi Bank Indonesia. Data SBI ini digunakan sebagai obligasi pemerintah yang tenornya paling pendek yaitu 1 bulan dan 3 bulan.
- c) Data pendukung lainnya berupa suku bunga kupon masing-masing obligasi pemerintah dan tanggal jatuh tempo dari obligasi pemerintah. Data ini didapatkan pada surat kabar Bisnis Indonesia. Data ini digunakan untuk melakukan pembentukan *yield curve*. Suku bunga kupon akan berdampak kepada *yield* dari masing-masing obligasi sedangkan untuk tanggal jatuh tempo obligasi akan digunakan mengukur *time to maturity* dari obligasi tersebut.
- d) Data obligasi yang telah dikumpulkan dilakukan penyusunan *cash flow* dari awal sampai berakhirnya periode masa berlakunya obligasi. Data harga obligasi yang digunakan dalam perhitungan adalah *clean price* untuk memperhitungkan hal ini perlu dilakukan penambahan *accrued interest* kemasing-masing obligasi.

Langkah selanjutnya adalah melakukan pemilahan setelah dilakukan tinjauan pustaka dan pengumpulan data. Data-data dipilah menjadi dua, yaitu tinjauan pustaka akan disajikan di Bab 2, data obyek kajian pada Bab 4. Kemudian dari data-data yang sudah dilakukan pengolahan tersebut dilakukan tahapan analisa yang akan disajikan pada Bab 4. Hasil analisa akan tersebut kemudian akan dirumuskan menjadi kesimpulan dan saran yang akan disajikan di Bab 5. Sedangkan untuk detail dari metodologi penelitian akan

disajikan di Bab 3. Secara grafis langkah-langkah secara garis besar penelitian kali ini dapat diringkas menjadi gambar di bawah ini:



**Gambar 1.2 Urutan Metodologi Penelitian**

Sumber : Peneliti

## 1.6 Sistematika Penulisan

Secara garis besar kajian pada tesis ini akan dipilah menjadi 5 bab, masing-masing adalah: Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Analisis dan Pembahasan, serta Kesimpulan dan Saran. Intisari dari kelima bab tersebut dapat dijelaskan secara ringkas sebagai berikut:

## Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan permasalahan, metodologi penelitian serta sistematika pembahasan.

## Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Bab ini memaparkan mengenai pengertian dari *yield curve*, pendekatan-pendekatan yang ada dalam pembentukan *yield curve*, metode-metode dalam pembuatan *yield curve*, juga pengenalan instrumen obligasi dan pengenalan teori-teori pendukung lainnya.

## Bab 3 : Metodologi Penelitian

Bab ini akan membahas mengenai ruang lingkup penelitian, pengumpulan data, alur proses pengumpulan data, metode-metode yang digunakan dalam penelitian, dan metode yang digunakan dalam melakukan pengujian.

## Bab 4 : Analisis dan Pembahasan

Bab ini akan mengkaji hasil perhitungan dari masing-masing metode beserta hasil dari tahapan-tahapan pengujian yang dilakukan pada penelitian kali ini. Yang meliputi pengujian *error*, pengujian *robust*, dan pengujian kemampuan *forecast* dari masing-masing metode.

## Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan uraian ringkas yang berasal dari hasil-hasil yang didapat dari analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya. Juga terdapat saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya.

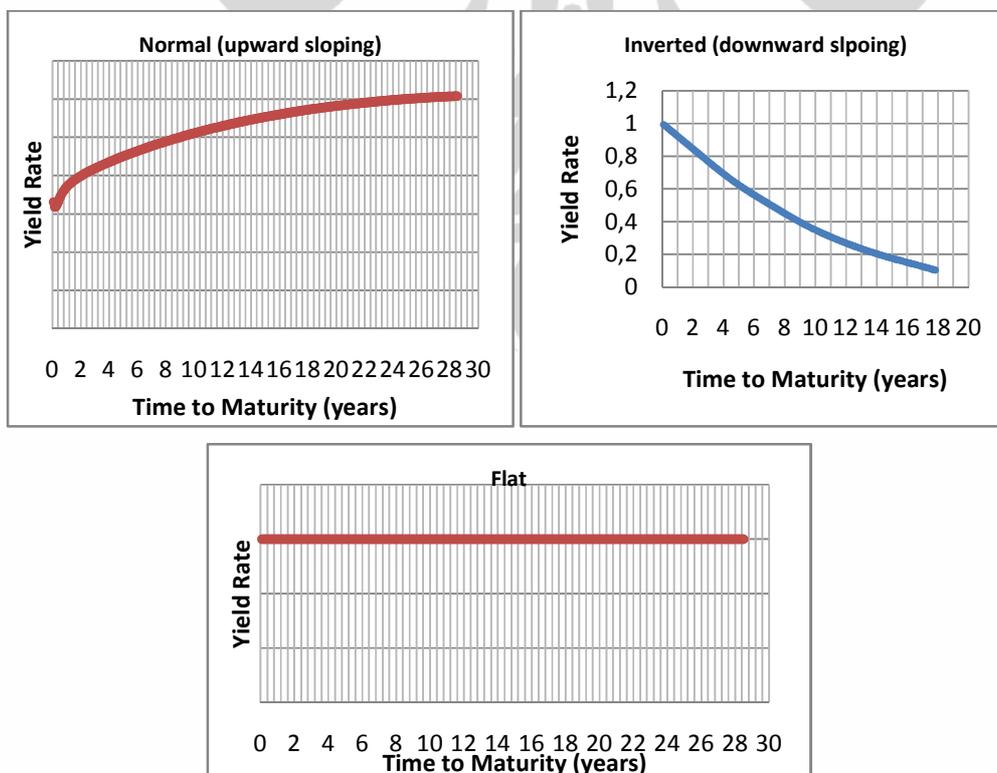
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Yield Curve

##### 2.1.1 Pengertian Yield Curve

*Yield curve* (Damodaran, 2002) adalah sebuah kurva yang menggambarkan hubungan antara periode jatuh tempo obligasi dengan struktur tingkat bunga. *Yield curve* umumnya digunakan pada saat penentuan harga dan melakukan valuasi atas suatu asset (bagunan, saham, obligasi, dll). Saat digunakan untuk penentuan harga *yield curve* digunakan untuk menentukan tingkat suku bunga yang sesuai untuk mengkalkulasi harga suatu asset. Saat digunakan seringkali *yield curve* ini bersifat subjektif dimana pemakai dapat menambahkan *spread* kedalam *yield curve* untuk merefleksikan berbagai kondisi (Damodaran, 2002) seperti biaya transaksi, *credit risks*, dll.



**Gambar 2.1** Jenis-jenis *yield curve*

Sumber : Peneliti (FR 10 – 52 Periode 31 Oktober 2007)

Pada gambar 2.1 merupakan jenis-jenis dari *yield curve* dimana terdapat tiga jenis (Fabozzi, 2005) yaitu normal (*upward sloping*), *inverted* (downward sloping), dan *flat*.

### 2.1.2 Teori *Yield Curve*

Untuk teori yang mendasari dari *yield curve* ini terdapat empat teori yang terkenal (Manurung, 2008) yaitu pertama, *Expectation Hypothesis Theory* (Damodaran, 2002) yang menyatakan bahwa ekspektasi dari setiap investor mengenai tingkat bunga sama dengan *forward rate*. Dalam teori ini, investor jangka pendek maupun investor jangka panjang akan tidak ada perbedaannya antara memegang obligasi jangka pendek ataupun panjang karena tingkat bunga yang diharapkan sama dengan *forward rate*.

Teori kedua adalah *Liquidity Preference Theory* (Damodaran, 2002) yang mengatakan bahwa investor jangka pendek biasanya lebih menyukai untuk memegang obligasi jangka panjang hanya jika *forward rate* lebih besar dari tingkat bunga yang diharapkan oleh investor (kecuali suku bunga jangka pendek). Sebaliknya investor jangka panjang akan memegang obligasi jangka pendek hanya bila *forward rate* lebih kecil dari tingkat bunga yang diharapkan oleh investor. Singkatnya pada teori ini baik investor jangka panjang maupun investor jangka pendek menginginkan *premium* untuk memegang obligasi dengan berbagai jatuh tempo sesuai dengan horizon investasinya.

Teori ketiga, *Preferred Habitat Theory* (Damodaran, 2002) yang menentang pernyataan bahwa *risk premium* harus meningkat secara perlahan sejalan dengan lama jatuh temponya. Teori ini menyatakan bahwa *risk premium* harus meningkat sesuai lama jatuh temponya hanya bila seluruh investor memiliki keinginan untuk melikuidasi seluruh investasinya dalam jangka pendek dimana seluruh peminjam/emiten ragu untuk meminjam dalam jangka panjang.

Teori keempat, *Market Segmentation Theory* (Damodaran, 2002) yang mengatakan bahwa struktur tingkat bunga untuk obligasi yang jatuh temponya bervariasi dapat disegmentasikan secara sempurna. Teori ini mengartikan bahwa investor memiliki

preferensi terhadap suatu obligasi karena ekspektasi tingkat pengembalian obligasi itu sendiri. Satu investor suka dengan obligasi yang jatuh temponya lebih pendek karena risiko tingkat bunga lebih kecil. Sedangkan ada juga investor yang menyukai obligasi yang jangka panjang karena ingin mendapatkan *premium* yang besar.

### 2.1.3 Pendekatan Pembentukan *Yield Curve*

Pendekatan untuk melakukan pembentukan model dari *yield curve* secara garis besar terbagi menjadi 3 metode (Stander, 2005) yaitu regresi, pendekatan empiris, dan pendekatan ekuilibrium. Pembentukan melalui regresi merupakan cara yang paling sederhana untuk melakukan pemodelan *yield curve*. Pendekatan ini memplotkan *yield to maturity* dengan *term to maturity* dari serangkaian obligasi. Kelemahan mendasar dari pendekatan ini adalah efek dari kupon obligasi yang tidak dimasukkan kedalam pemodelan. Kupon ini memiliki peran yang penting juga karena obligasi dengan waktu jatuh tempo yang sama dapat memiliki *yield to maturity* yang berbeda dipengaruhi oleh kupon yang berbeda. Contoh-contoh metode yang menggunakan pendekatan ini yang akan dibahas di belakang adalah metode *Bradley-Crane & metode The Super-Bell*.

Pendekatan yang kedua adalah dengan pendekatan empiris dalam pembentukan *yield curve*. Pendekatan ini sudah memakai atau memperhitungkan imbal hasil dari kupon. Pendekatan empiris ini pada prakteknya paling banyak digunakan. Contoh-contoh metode yang menggunakan pendekatan ini yang akan dibahas di belakang adalah metode *McCulloch Cubic Spline*, Metode *Nelson and Siegel & Metode Nelson Siegel Svensson*.

Pendekatan terakhir dalam metode pembentukan *yield curve* dikenal dengan nama *dynamic asset pricing approach*. Pendekatan ini melihat secara dinamis kedua hal yaitu bentuk dari struktur waktu dan evolusinya terhadap waktu. Contoh-contoh model yang adalah metode *Vasicek*.

### 2.1.3.1 Metode *Bradley-Crane*

Formulasi dari metode ini adalah sebagai berikut (McEnally, 1987):

$$\ln (1+r_i) = \beta_0 + \beta_1.t_i + \beta_2.\ln (t_i) \dots\dots\dots(2.1)$$

$r_i$  = *yield to maturity* dari obligasi  $i$

$t_i$  = *term to maturity* dari obligasi  $i$  (dalam tahun)

$\beta$  = parameter regresi yang akan diestimasi

Metode ini adalah metode yang paling sederhana dari pembentukan sebuah *yield curve* sehingga memiliki berbagai keterbatasan dalam pembentukannya dimana tidak memperhitungkan unsur kupon obligasi dan juga model ini tidak dapat mengakomodir bentuk-bentuk yang bervariasi dari serangkaian obligasi.

### 2.1.3.2 Metode *The Super-Bell*

Metode ini diciptakan oleh *Bell Canada Limited* pada tahun 1960. Merupakan metode dengan pendekatan regresi yang memiliki formula seperti di bawah ini (*Bolder and Streliski*, 1999):

$$r_i = \beta_0 + \beta_1 t_i + \beta_2 t_i^2 + \beta_3 t_i^3 + \beta_4 \sqrt{t_i} + \beta_5 \ln(t_i) + \beta_6 C_i + \beta_7 C_i t_i \dots\dots\dots(2.2)$$

$r_i$  = *yield to maturity* dari obligasi  $i$

$t_i$  = *term to maturity* dari obligasi  $i$  (dalam tahun)

$C_i$  = besarnya *rate* kupon dari obligasi  $i$

$\beta$  = parameter yang akan dicari melalui teknik regresi

Metode *The Super-Bell* merupakan pengembangan dari Metode *Bradley-Crane* dimana pada metode ini sudah memasukkan kupon obligasi kedalam metodenya. Tujuannya

adalah metode ini akan lebih dapat membentuk kurva yang representatif dari serangkaian obligasi.

### 2.1.3.3 Metode *McCulloch Cubic Spline*

Metode ini diperkenalkan oleh McCulloch (1971) untuk pembentukan *yield curve*. Model ini membagi struktur tingkat bunga menjadi beberapa segmen dengan menggunakan sejumlah titik yang dinamakan *knot points* (Manurung, 2008). Untuk menentukan jumlah *knot point* dapat dicari dengan rumus

$$Knot = \sqrt{N} \dots\dots\dots(2.3)$$

$N$  = jumlah obligasi yang dipakai untuk membentuk *yield curve*

Langkah selanjutnya, fungsi yang berbeda dari kelompok yang sama dicocokkan ke segmen struktur tingkat bunga tersebut. Langkah berikutnya dilakukan penghalusan dari setiap titik ke titik berikutnya agar terbentuk *yield curve* yang diinginkan. Cara melakukan optimalisasi dari metode ini adalah dengan melakukan predisksi dari fungsi diskonto untuk masing-masing periode. Perumusan untuk fungsi diskonto ini dapat dituliskan seperti di bawah ini (McCulloch, 1971):

$$d(m) = 1 + \sum_{j=1}^k a_j f_j(m) \dots\dots\dots(2.4)$$

$d(m)$  = besarnya *discount* pada suatu periode.

$a_j$  = variabel yang akan diestimasi dengan meminimalkan *error* dari model.

$f_j(m)$  = fungsi *polynomial* dari setiap periode

Kontinuitas dan kehalusan pada setiap *knot point* ditunjukkan persyaratan dari fungsi *polynomial* dilanjtkan berdasarkan formula di bawah ini (McCulloch, 1975; Anderson et al, 1997):

$$f_j(m) \begin{cases} 0 & \text{for } m < K_{j-1} \\ \frac{(m-K_{j-1})^3}{6(K_j-K_{j-1})} & \text{for } K_{j-1} \leq m < K_j \\ \frac{c^2}{6} + \frac{ce+e^2}{2} + \frac{e^3}{6(K_{j+1}-K_j)} & \text{for } K_j \leq m < K_{j+1} \\ (K_{j+1}-K_{j-1}) \left[ \frac{2K_{j+1}-K_j-K_{j-1}}{6} + \frac{m-K_{j+1}}{2} \right] & \text{for } K_{j+1} \leq m \end{cases} \dots(2.5)$$

**2.1.3.4 Metode Nelson Siegel**

Model ini awal ditemukannya oleh Charles Nelson dan Andrew Siegel di Washington pada tahun 1987. Yang akan diestimasi dari metode Nelson Siegel adalah *forward rate* dari serangkaian data. Formulasi dari *forward rate Nelson Siegel* adalah sebagai berikut (Anderson *et al*, 1997):

$$p(m) = \beta_0 + \beta_1 + \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right) + \beta_2 \frac{m}{\tau_1} \exp\left(-\frac{m}{\tau_1}\right) \dots\dots\dots(2.6)$$

- $p(m)$  = *forward rate* dari model
- $\beta$  = parameter yang akan dicari untuk pembentukan model
- $\tau$  = *term to maturity*
- $m$  = periode dari model

Dengan dihubungkan dengan persamaan *implied forward rate* seperti di bawah ini:

$$\rho(m) = -\frac{\delta'(m)}{\delta(m)} \dots\dots\dots(2.7)$$

- $\delta(m)$  = fungsi diskonto
- $\rho(m)$  = *implied forward rate*

Maka *spot rate* dapat dituliskan persamaannya seperti di bawah ini:

$$\eta(m) = \frac{1}{m} \int_0^m \rho(\mu) d\mu \dots\dots\dots(2.8)$$

Atas dasar kedua persamaan ini maka *spot rate* dari persamaan 2.6 dapat dituliskan seperti di bawah ini (Alper, 2004):

$$\eta(m) = \beta_0 + \beta_1 \left( \frac{1 - \text{EXP} \left( -\frac{m}{\tau} \right)}{\frac{m}{\tau}} \right) - \beta_2 \left( \frac{1 - \text{Exp} \left( -\frac{m}{\tau} \right)}{\frac{m}{\tau}} - \text{Exp} \left( -\frac{m}{\tau} \right) \right) \dots\dots\dots(2.9)$$

$p(m)$  = *forward rate* dari model

$\beta$  = parameter yang akan dicari untuk pembentukan model

$\tau$  = *term to maturity*

$m$  = periode dari model

### 2.1.3.5 Metode Nelson Siegel Svensson

Pada tahun 1994 Lars E. O. Svensson melakukan penambahan pada metode Nelson Siegel dimana dimasukkan unsur  $\beta_3$  &  $\tau_2$  kedalam perumusannya. Penambahan ini dimaksudkan untuk meningkatkan fleksibilitas dan kecocokan. Formulasi ini dinamakan sebagai *Nelson Siegle Svensson*. Formulasi dari *forward rate Nelson Siegel Svensson* adalah sebagai berikut seperti di bawah ini (Svensson, 1994):

$$p(m) = \beta_0 + \beta_1 + \exp \left( -\frac{m}{\tau_1} \right) + \beta_2 \left[ \frac{m}{\tau_1} \exp \left( -\frac{m}{\tau_1} \right) \right] + \beta_3 \left[ \frac{m}{\tau_2} \exp \left( -\frac{m}{\tau_2} \right) \right] \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan dihubungkan dengan persamaan *implied forward rate* (2.7), maka formulasi untuk *spot rate* akan dapat dituliskan seperti di bawah ini (Svensson, 1994):

$$\eta(m) = \beta_0 + \beta_1 \left( \frac{1 - \exp \left( -\frac{m}{\tau_1} \right)}{\frac{m}{\tau_1}} \right) - \beta_2 \left( \frac{1 - \text{Exp} \left( -\frac{m}{\tau_1} \right)}{\frac{m}{\tau_1}} - \exp \left( -\frac{m}{\tau_1} \right) \right) + \beta_3 \left( \frac{1 - \text{Exp} \left( -\frac{m}{\tau_2} \right)}{\frac{m}{\tau_2}} - \exp \left( -\frac{m}{\tau_2} \right) \right) \dots\dots\dots(2.11)$$

## 2.2 Teori Obligasi

### 2.2.1 Pengertian Obligasi

Obligasi adalah salah satu instrumen investasi yang diterbitkan oleh pihak penerbit obligasi yang kemudian berjanji untuk melakukan pembayaran yang spesifik berdasarkan jangka waktu yang sudah ditetapkan di awal (Bodie *et al*, 2009). Pembayaran yang dilakukan tiap periode tergantung dari perjanjian awal obligasi tersebut diterbitkan. Dapat dibayarkan kupon setiap periodenya lalu saat akhir periode obligasi baru kemudian dibayarkan pokoknya atau bisa juga tidak dibayarkan kupon, pembayaran hanya dilakukan saat masa obligasi tersebut berakhir. Untuk lebih jelasnya mengenai jenis-jenis obligasi akan dijelaskan pada subbab 2.2.2.

### 2.2.2 Jenis-Jenis Obligasi

Bila dikelompokkan berdasarkan kupon obligasi, jenis dari obligasi terbagi menjadi dua (Manurung, 2008) yaitu obligasi dengan kupon tetap (*fixed coupon*) dan obligasi dengan kupon mengambang (*floating coupon*). Obligasi dengan kupon tetap adalah obligasi yang dari awal sampai akhir waktu obligasi tersebut memiliki persentase kupon yang tetap. Sedangkan untuk obligasi dengan kupon mengambang adalah obligasi yang kuponnya ditentukan dengan tingkat bunga tertentu dan berubah-ubah setiap waktu sesuai dengan perkembangan tingkat suku bunga patokannya. Biasanya kupon obligasi ini akan ditentukan setiap 6 bulan sekali dan patokannya adalah berdasarkan rata-rata tingkat suku bunga dari deposito di beberapa bank ditambahkan dengan premi dari obligasi tersebut yang besarnya tergantung dari rating dari obligasi tersebut.

Jenis obligasi lainnya adalah obligasi yang tidak membayarkan kupon (*zero coupon bond*). Jenis obligasi ini mulai dari awal diterbitkan sampai akhir berlakunya tidak membayarkan kupon. Untuk menarik minat dari investor harga awal dari obligasi ini diberikan *discount* yang sesuai dengan harga pasar. Sehingga investor akan membeli jenis obligasi ini dengan harga yang lebih murah dari harga parnya dan pada saat akhir jatuh

tempo investor akan mendapatkan pengembalian dananya pada harga *par*. Biasanya investor yang tertarik akan jenis obligasi ini adalah institusi pengelola dana pensiun.

Pengelompokan lainnya adalah berdasarkan lembaga yang menerbitkan obligasi. Pada pengelompokan ini obligasi dibagi menjadi dua jenis (Manurung, 2008) yaitu obligasi pemerintah (pemerintah pusat dan pemerintah daerah) dan obligasi perusahaan (perusahaan swasta dan perusahaan pemerintah pusat maupun pemerintah daerah).

### 2.2.3 Pemeringkatan *Rating* Obligasi

Tingkat premi yang ditambahkan ke total kupon obligasi berdasarkan pemeringkatan ini dimana semakin baik *rating* dari perusahaan maka premi yang diberikan dapat semakin kecil. Selain dari *rating* perusahaan tersebut juga ikut dilihat *country risk premium* (Damodaran, 2002) dari negara asal perusahaan yang menerbitkan obligasi.

### 2.2.4 Risiko Dalam Obligasi

Dalam setiap pilihan investasi pastilah ditemukan unsur risiko yang akan berbanding lurus dengan ekspektasi dari tingkat hasil yang ingin didapatkan. Hal ini sering diungkapkan dengan *high risk high return, low risk low return, no risk no return*. Dalam instrumen obligasi risiko-risiko yang ditemui adalah sebagai berikut (Manurung, 2008):

- a) *Interest-rate risk* yaitu risiko yang timbul akibat pergerakan suku bunga di pasar yang akan berpengaruh terhadap meningkatnya atau menurunnya harga dari suatu obligasi. Jenis risiko ini sering kali dikenal dengan sebutan *market risk*. Hal ini pulalah yang menjadi risiko utama yang dihadapi oleh investor obligasi.
- b) *Default risk* yaitu risiko yang dihadapi oleh investor dikarenakan penerbit dari obligasi tersebut tidak dapat memenuhi janjinya untuk membayarkan baik kupon maupun pokok dari obligasi yang diterbitkan. Atas pertimbangan inilah maka diberikan peringkat terhadap masing-masing obligasi seperti yang telah diuraikan pada bagian 2.2.3.

- c) *Liquidity risk* yaitu risiko yang dihadapi investor ketika investor tersebut ingin mencairkan atau menjual obligasi tersebut di pasar sebelum batas akhir jatuh tempo obligasi tersebut berakhir. Tingkat likuiditas ini dapat dilihat dengan besarnya transaksi jual atau beli dari suatu obligasi di pasar.
- d) *Reinvestment risk* yaitu risiko yang harus dihadapi investor pemegang obligasi yang mendapatkan kupon. Saat menerima kupon tersebut maka pemilik obligasi dihadapkan dengan risiko tidak dapat melakukan *reinvestment* untuk mendapatkan tingkat bunga yang sama dengan kupon.
- e) *Call risk* yaitu risiko yang dihadapi hanya untuk pemegang obligasi yang memberikan hak kepada penerbit obligasi membeli (*call*) atas obligasi tersebut. Hal ini dilakukan oleh penerbit saat suku bunga di pasar turun di bawah dari kupon obligasi yang diterbitkan.
- f) *Inflation risk* yaitu risiko yang dihadapi oleh investor berkenaan dengan inflasi yang terjadi disuatu periode. Inflasi ini akan merubah kemampuan nilai dari uang untuk melakukan pembelian. Biasanya dengan meningkatnya nilai inflasi ini akan menyebabkan suku bunga ikut merangkak naik sehingga akan berdampak pada penurunan harga dari obligasi yang dibeli investor.
- g) *Exchange risk* yaitu risiko yang dihadapi oleh investor akibat perubahan nilai tukar uang dari suatu periode. Risiko ini dihadapi oleh investor yang mengambil obligasi yang berdenominasi valuta asing.

Dari berbagai risiko yang telah dijelaskan di atas dapat dilihat bahwa setiap obligasi yang dipengang oleh investor memiliki risiko yang unsur risiko yang dikandungnya berbeda-beda tergantung dari jenis obligasi yang diambil. Bahkan obligasi pemerintah atau negara yang boleh dikatakan paling amanpun tidak terlepas dari risiko. Pada obligasi pemerintah atau negara risiko yang hilang hanya *default risk* saja.

### 2.2.5 Perhitungan Harga Obligasi

Harga dari obligasi merupakan *present value* dari kupon ditambahkan dengan pokok obligasi tersebut. *Discount factor* yang digunakan inilah yang dinamakan *yield* dari obligasi. Rumus untuk harga obligasi adalah (Fabozzi, 2005):

$$P_o = \sum_{t=i}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} + \frac{M_n}{(1+r)^n} \dots\dots\dots(2.12)$$

- $P_o$  = Harga Obligasi  
 $C$  = Besaran nilai kupon dari obligasi  
 $M_n$  = Pokok dari obligasi  
 $r$  = tingkat *yield* dari obligasi

### 2.2.6 Tingkat Bunga Dasar dan *Risk Premium*

Untuk melakukan penetapan tingkat bunga dasar jangka pendek dapat memakai acuan SBI 3 bulan maupun 6 bulan. Dimana SBI ini dikategorikan sebagai surat hutang yang risiko *default* tidak ada.

Untuk *risk premium* merupakan *spread* tambahan yang diinginkan oleh investor sebagai kompensasi dari risiko tambahan yang terdapat dari obligasi tersebut. Contohnya adalah bila suatu perusahaan ingin menerbitkan obligasi maka investor akan meminta *risk premium* tergantung dari *rating* obligasi perusahaan tersebut. Hal ini dilakukan oleh investor karena dengan memegang obligasi suatu perusahaan maka investor akan mendapatkan risiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan memegang obligasi yang diterbitkan oleh pemerintah atau negara. Unsur risiko tambahannya yang paling utama adalah *default risk*.

### 2.2.7 Teorema Harga Obligasi

Ada lima teorema dari harga obligasi yaitu (Sharpe, 1990):

- a) Jika harga obligasi di pasar naik, maka *yield* dari obligasi ini harus turun nilainya; demikian pula sebaliknya, jika harga obligasi di pasar turun, maka *yield* dari obligasi ini akan naik. Contoh: obligasi A jangka waktunya 5 tahun *par value* 1000 dengan kupon 80 maka *yield*nya adalah 8%. Saat harga obligasi naik menjadi 1100 maka *yield* turun menjadi 5.76%
- b) Jika *yield* obligasi tidak berubah selama jangka waktu berlakunya obligasi tersebut, maka nilai diskon atau *premium* akan menurun saat jangka waktu jatuh tempo obligasi semakin bertambah pendek. Contoh obligasi B memiliki jangka waktu 5 tahun *par value* 1000 dengan kupon 60. Memiliki harga pasar obligasi 883,31 yang mengartikan *yield*nya sebesar 9%. Setelah satu tahun jika *yield* masih tetap sama maka harga jual obligasi tersebut akan menjadi 902,81. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya diskon berkurang dari 116,69 menjadi hanya 97,19.
- c) Jika *yield* obligasi tidak berubah selama jangka waktu berlakunya obligasi tersebut, maka besarnya nilai diskon atau *premium* akan menurun pada sebuah *rate* yang bertambah sejalan dengan umur dari obligasi tersebut semakin pendek. Contoh: obligasi B kembali jika setelah dua tahun jika masih tetap mempunyai *yield* sebesar 9%, maka obligasi tersebut akan dijual pada harga 924,06. Maka diskonnya akan menurun menjadi 75,94. Saat ini nilai perubahan diskon dari lima tahun menjadi empat tahun besarnya 19,5 (116,69 – 97,19). Secara persentase nilai tersebut besarnya 19,5% dari harga *par*. Sedangkan besarnya perubahan dari diskon empat tahun menjadi tiga tahun lebih besar, yaitu sebesar 21,25 (97,19 – 75,94). Secara persentasenya nilai tersebut besarnya 21,25% dari harga *par*.
- d) Penurunan *yield* dari sebuah obligasi akan meningkatkan harga yang secara jumlahnya lebih besar daripada bila harga obligasi turun. Hal ini akan muncul jika ada besarnya kenaikan pada *yield* obligasi sama. Contoh: sebuah obligasi C memiliki jangka waktu lima tahun, kupon 7%. Saat dijual pada harga *par* maka besar *yield* 7%. Jika *yield* meningkat 1% menjadi 8%, maka harga obligasi menjadi 960,07 (berubah 39,93). Bila nilai *yield* turun 1% menjadi 6%, maka

- harganya akan menjadi 1042,12 (berubah 42,12), yang perubahannya lebih besar daripada 39,93 yang memiliki asosiasi dengan kenaikan 1% dari *yield* obligasi. Pendekatan ini seringkali disebut dengan *convexity*.
- e) Persentase perubahan pada harga obligasi yang disebabkan oleh perubahan *yield* obligasi akan lebih kecil jika besarnya bunga kupon lebih tinggi. Teorema ini tidak berlaku untuk obligasi dengan jangka waktu satu tahun atau untuk obligasi yang tidak memiliki jangka waktu jatuh tempo atau sering disebut *consols*. Contoh: bandingkan antara obligasi D dengan C. Obligasi D memiliki kupon 9%, yang 2% lebih besar dari obligasi C. Obligasi D memiliki jangka waktu yang sama yaitu 5 tahun dan *yield* 7%. Maka harga obligasi D menjadi 1082. Jika *yield* pada kedua obligasi naik menjadi 8%, maka harga kedua obligasi ini akan menjadi obligasi C 960,07 dan obligasi D 1039,93. Hal ini merepresentasikan penurunan harga pada obligasi C 39,93 (1000 – 960,07) atau 3,993%. Sedangkan untuk obligasi D penurunannya 42,07 (1082 – 1039,93) atau 3,889%. Dari sini dapat terlihat bahwa dikarenakan obligasi D memiliki bunga kupon yang lebih tinggi, maka persentase perubahan harganya akan semakin kecil.

## 2.3 Konsep Dalam *Yield Curve*

### 2.3.1 Nilai Waktu Uang

Nilai waktu uang ada dua jenis yaitu nilai waktu uang saat ini dan nilai waktu uang dimasa yang akan datang. Perbedaan kedua jenis ini terletak pada kompensasi atas waktu yang terjadi. Untuk nilai waktu uang dimasa yang akan datang (*future value*) dapat dihitung dengan rumus (Bodie, 2009):

$$FV_n = PV_0 + (1 + r)^n \dots\dots\dots(2.13)$$

- $n$  = Periode investasi  
 $FV_n$  = *Future Value* pada saat periode ke- $n$   
 $PV_0$  = nilai saat ini  
 $r$  = tingkat bunga yang diharapkan

### 2.3.2 Discount Factor

*Discount factor* menunjukkan harga saat waktu  $t$  dari sebuah *zero coupon bond* yang pada saat berakhirnya jangka waktu obligasi *zero coupon* tersebut akan melakukan pembayaran sebesar 1 (pokoknya). Kurva yang menggambarkan hubungan antara *discount factor* dengan *term to maturity* dinamakan dengan *discount factor curve*. Di bawah ini adalah contoh dari *discount factor curve*



**Gambar 2.2 Grafik Discount Factor**

Sumber : Peneliti

*Discount factor* ini tujuannya untuk mengkalkulasi *present value* dari suatu investasi. Contohnya bila seorang investor ingin mengkalkulasi investasi yang akan dimilikinya dimasa yang akan datang besar nilainya berapa dimasa sekarang. Untuk melakukan hal ini maka investor dapat mendiskon seluruh *cash flow* dimasa yang akan datang dengan *discount factor* yang tepat sehingga nantinya akan diketahui serangkaian *cash flow* tersebut berapa nilainya saat ini. Formulasi dari *discount factor* untuk *continuously compounded rate* adalah sebagai berikut (Alper, 2004):

$$df_m = e^{-i.m} \dots\dots\dots(2.14)$$

$i$  = besarnya bunga *spot rate*

$m$  = jangka waktu jatuh tempo obligasi (tahun)

### 2.3.3 Penelitian-Penelitian Sebelumnya Di Indonesia

Berikut ini akan dipaparkan mengenai penelitian untuk mengestimasi *yield curve* di Indonesia yang pernah dilakukan. Yuniarto (2005) meneliti dengan menggunakan metode *McCulloch Cubic Spline* dan metode *Nelson Siegel*. Data yang dipakai berasal dari obligasi yang dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia periode 2001-2003. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode *McCulloch Cubic Spline* lebih unggul dibandingkan dengan metode *Nelson Siegel*. Dasar dari pemilihan *McCulloch Cubic Spline* sebagai metode yang lebih unggul adalah dikarenakan nilai *RMSYE* dan *MAYE* yang lebih kecil.

Silitonga (2009) meneliti dengan menggunakan dua metode yaitu *McCulloch Cubic Spline* dan *Nelson Siegel*. Data yang digunakan adalah obligasi yang dikeluarkan pemerintah Indonesia periode 2005-2007. Hasil yang didapatkan adalah sama dengan penelitian yang sebelumnya yaitu metode *McCulloch Cubic Spline* memiliki performa yang lebih baik dari pada metode *Nelson Siegel*. Dasar dari pemilihan *McCulloch Cubic Spline* sebagai metode yang lebih unggul adalah dikarenakan nilai *RMSYE* dan *MAYE* yang lebih kecil.

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Ruang Lingkup Penelitian

Terdapat banyak sekali metode dalam melakukan pemodelan *yield curve* yang secara garis besar telah dijelaskan di bab 2 terdiri menjadi tiga kelompok besar (Stander, 2005) yaitu pendekatan regresi, pendekatan empiris, dan pendekatan ekuilibrium. Ruang lingkup dari penelitian kali ini akan melakukan pembahasan pendekatan regresi dan pendekatan empiris. Untuk pendekatan regresi metode yang akan diteliti adalah metode *Bradley-Crane* dan metode *The Super Bell*. Sedangkan untuk pendekatan empiris metode-metode yang akan diteliti adalah *McCulloch Cubic Spline*, *Nelson Siegel* dan *Nelson Siegel Svensson*.

Dari kelima metode di atas akan dilakukan pembentukan *yield curve* berdasarkan data dari obligasi pemerintah periode 2007 – 2009. Setelah ini akan dilakukan pengujian terhadap masing-masing metode untuk nantinya ditentukan metode mana yang paling terbaik untuk diterapkan di Indonesia.

Ruang lingkup penelitian kali ini adalah:

- a) Pembatasan sampel obligasi dan data pendukung lainnya.
- b) Pembatasan metode pembentukan *yield curve* yang diteliti.
- c) Pembatasan metode pengujian hasil pembentukan kurva masing-masing model.

#### 3.1.1 Pembatasan Sampel Obligasi dan Data Pendukung

Obligasi yang dikeluarkan oleh pemerintah bila dikelompokkan berdasarkan jenis suku bunga kuponnya maka obligasi pemerintah ini terbagi menjadi dua jenis yaitu obligasi dengan tingkat bunga kupon yang tetap (*fix*) dan obligasi dengan tingkat bunga kupon yang tidak tetap (variabel). Pada penelitian kali ini sampel obligasi yang dipakai adalah obligasi dengan tingkat bunga yang tetap saja (dengan kode awal FR). Hal ini

Universitas Indonesia

dikarenakan untuk mendapatkan data jenis obligasi yang memakai tingkat bunga kupon yang tidak tetap, likuiditas di pasar sangat rendah sekali sehingga sulit untuk mendapatkan data.

Untuk periode pengamatan pada penelitian kali ini dimulai dari tanggal 1 Januari 2007 – 31 Desember 2009. Periode penelitian ini dipilih agar hasil penelitian merupakan data teraktual, sehingga benar-benar dapat merepresentasikan kondisi pasar yang ada. Data yang diamati meliputi data pergerakan suku bunga SBI ([www.bi.go.id](http://www.bi.go.id)), harga *gross price* dari masing-masing obligasi pemerintah yang belum jatuh tempo (diambil dari *Bloomberg*), tingkat bunga kupon obligasi (Bisnis Indonesia), dan tanggal jatuh tempo obligasi (*Bloomberg*). Untuk harga yang nantinya dipakai dalam penelitian adalah harga penutupan dari obligasi, sedangkan untuk suku bunga SBI digunakan untuk tingkat bunga jangka pendek (jatuh tempo di bawah 6 bulan).

### **3.1.2 Pembatasan Metode Pembentukan *Yield Curve***

Dari ketiga pendekatan dalam pembentukan *yield curve* yang ada maka pada penelitian kali akan membahas pendekatan regresi dan pendekatan empiris. Dari masing-masing pendekatan tersebut akan dilakukan penelitian terhadap beberapa metode sehingga nantinya pada tahapan selanjutnya akan dilakukan pengujian untuk menentukan metode yang terbaik.

Dari pendekatan regresi akan dilakukan penelitian terhadap dua metode yaitu metode *Bradley Crane* dan metode *The Super Bell*. Sedangkan dari pendekatan empiris akan dilakukan penelitian terhadap tiga metode yaitu metode *McCulloch Cubic Spline*, *Nelson Siegel*, dan *Nelson Siegel Svensson* (Stander, 2005).

### **3.1.3 Pembatasan Metode Pengujian Hasil Pembentukan Kurva**

Untuk metode pengujian ini secara garis besar dibagi menjadi tiga tahapan. Pengujian tahap pertama adalah dengan melakukan pengecekan *error yield* hasil dari pemodelan

masing-masing metode dibandingkan dengan data *yield* yang didapatkan dari data di pasar. Metode yang menghasilkan selisih *error yield* hasil pemodelan dengan *yield* yang berlaku di pasar yang terkecil akan dinyatakan sebagai metode yang paling baik.

Tahap pengujian kedua adalah dengan melakukan *robust test* terhadap masing-masing metode. Dalam *robust test* ini dibagi menjadi dua tahapan. Tahapan pertama dinamakan *robust test 10%* dan tahapan kedua dinamakan *robust test 20%*. Pemilihan nama ini berdasarkan kepada jumlah data yang dikeluarkan saat melakukan pemodelan yaitu tahap pertama jumlah data yang dikeluarkan dalam pemodelan berjumlah 10% dan ditahapan kedua jumlah data yang dikeluarkan sebanyak 20%. Setelah dilakukan pengeluaran data selanjutnya metode pembentukan *yield curve* dijalankan seperti biasa lalu data yang dikeluarkan dari model dilakukan pengujian apakah dengan model yang dibentuk tanpa kehadiran data-data yang dikeluarkan metode pemodelan masih tetap dapat mengakomodir.

Tahapan terakhir dari pengujian kelima metode ini adalah dengan melakukan *forecasting*. Hanya dua metode terbaik saja yang akan masuk untuk pengujian ditahapan ini. Untuk penilaian dua metode yang dikategorikan sebagai dua terbaik berdasarkan hasil dari pengujian tahap pertama dan kedua. Pada tahapan ini dilakukan *forecasting* dengan dua metode. Pada metode pertama menggunakan hasil pemodelan disatu metode lalu selanjutnya diuji ketahanannya dengan memakai data pada tanggal yang berbeda yaitu data 1 minggu ke depan, 1 bulan ke depan, 3 bulan ke depan, 6 bulan ke depan dan 1 tahun ke depan. Untuk metode pengujian kedua pada tahapan ini adalah dengan memperpanjang jangka waktu estimasi setiap hasil pemodelan. Hasil pemodelan yang terbentuk dari obligasi yang jangka waktu jatuh temponya di bawah dua puluh tahun akan diuji dengan data obligasi yang jatuh temponya di atas dua puluh tahun. Apakah hasil pemodelan yang ada dapat mengestimasi keadaan tersebut.

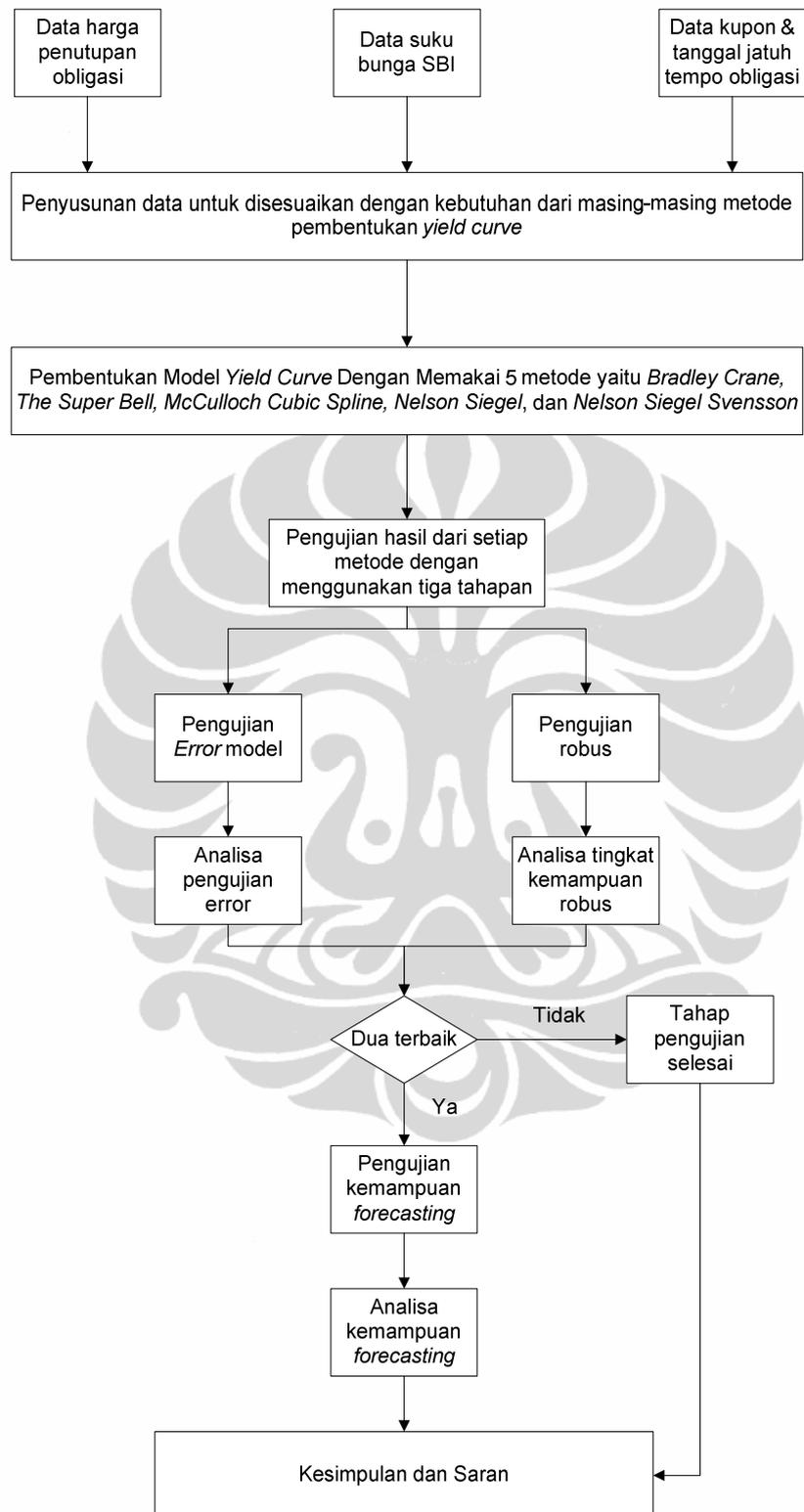
### 3.2 Pengumpulan Data

Metodologi pembentukan dan evaluasi *yield curve* adalah metode pengukuran *error yield* setiap tahap pengujian. Untuk itu, diperlukan data-data pendukung sebagai berikut:

- a) Data harian harga penutupan obligasi pemerintah dari FR 10 – FR 52 periode 1 Januari 2007 – 31 Desember 2009. Data ini didapatkan dari *Bloomberg*.
- b) Data tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) untuk periode 1 bulan dan 3 bulan. Data ini diambil secara mingguan dari periode 1 Januari 2007 hingga 31 Desember 2009. Data ini didapatkan dari situs [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id) yang merupakan situs resmi Bank Indonesia. Data SBI ini digunakan sebagai obligasi pemerintah yang tenornya paling pendek yaitu 1 bulan dan 3 bulan.
- c) Data pendukung lainnya berupa suku bunga kupon masing-masing obligasi pemerintah dan tanggal jatuh tempo dari obligasi pemerintah. Data ini didapatkan pada surat kabar Bisnis Indonesia. Data ini digunakan untuk melakukan pembentukan *yield curve*. Suku bunga kupon akan berdampak kepada *yield* dari masing-masing obligasi sedangkan untuk tanggal jatuh tempo obligasi akan digunakan mengukur *time to maturity* dari obligasi tersebut.

### 3.3 Alur Pengolahan Data

Alur pengolahan data-data yang telah dikumpulkan melalui sumber-sumber di atas dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 3.1 Alur Pengolahan Data**

Sumber : Peneliti

### 3.4 Metode-Metode Pembentukan *Yield curve*

#### 3.4.1 Metode *Bradley Crane*

Metode *Bradley Crane* adalah metode pembentukan *yield curve* yang paling sederhana dimana saat melakukan pembentukan cukup melakukan regresi untuk mendapatkan estimasi dari nilai  $\beta$ . Nilai  $\beta$  inilah yang nantinya akan digunakan sebagai acuan dari pembentukan model *yield curve*. Seperti yang telah dituliskan pada bab 2 maka metode *Bradley Crane* ini dapat dituliskan kembali seperti di bawah ini (Stander, 2005):

$$\ln(1+r_i) = \beta_0 + \beta_1.t_i + \beta_2.\ln(t_i) \dots\dots\dots(3.1)$$

$r_i$  = *yield to maturity* dari obligasi  $i$

$t_i$  = *term to maturity* dari obligasi  $i$  (dalam tahun)

$\beta$  = parameter regresi yang akan diestimasi

Data-data yang telah terkumpul maka disusun seperti persamaan 3.1. Setelah itu dilakukan proses regresi untuk masing-masing periode yang telah ditetapkan. Setelah dilakukan proses regresi dengan menggunakan *excel* maka nilai-nilai dari  $\beta$  akan diketahui sehingga nantinya akan membentuk suatu model pada periode tersebut.

Dari model yang terbentuk nantinya akan dimasukkan kembali data-data yang ada sehingga akan diketahui besarnya nilai (Stander, 2005)

$$\ln(1+r_i) \dots\dots\dots(3.2)$$

Nilai dari persamaan 3.2 belumlah selesai karena yang dibutuhkan untuk pembentukan *yield curve* adalah *term to maturity* dari obligasi dan *yield to maturity* dari obligasi. Untuk itulah perlu dilakukan perhitungan kembali untuk mengetahui nilai  $r_i$  yaitu dengan persamaan:

$$\text{Exp} [\ln(1+r_i)] - 1 \dots\dots\dots(3.3)$$

Melalui langkah tersebut nantinya dapat diketahui nilai *yield to maturity* sehingga proses pembentukan *yield curve* sudah dapat dilakukan. Langkah terakhir adalah proses pengujian hasil yang diperoleh dari model dengan data pasar yang akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

### 3.4.2 Metode *The Super Bell*

Metode *The Super Bell* ini masih sama dengan metode *Bradley Crane* yang menggunakan pendekatan regresi. Metode ini merupakan kelanjutan dari metode *Bradley Crane* dimana pada metode ini sudah memasukkan unsur kupon obligasi. Adapun rumusan dari metode ini adalah seperti di bawah ini (Stander, 2005):

$$r_i = \beta_0 + \beta_1 t_i + \beta_2 t_i^2 + \beta_3 t_i^3 + \beta_4 \sqrt{t_i} + \beta_5 \ln(t_i) + \beta_6 C_i + \beta_7 C_i t_i \dots\dots\dots(3.4)$$

$r_i$  = *yield to maturity* dari obligasi  $i$

$t_i$  = *term to maturity* dari obligasi  $i$  (dalam tahun)

$C_i$  = besarnya *rate* kupon dari obligasi  $i$

$\beta$  = parameter yang akan dicari melalui teknik regresi

Data-data yang telah terkumpul maka disusun seperti persamaan 3.4. Setelah itu dilakukan proses regresi untuk masing-masing periode yang telah ditetapkan. Setelah dilakukan proses regresi dengan menggunakan *excel* maka nilai-nilai dari  $\beta$  akan diketahui sehingga nantinya akan membentuk suatu model pada periode tersebut.

Berbeda dengan metode *Bradley Crane* yang membutuhkan proses selanjutnya, hasil yang didapatkan dari persamaan 3.4 sudah dapat langsung diimplementasikan untuk pembentukan *yield curve* karena dalam metode ini hasil yang didapatkan dari pemodelan sudah merupakan *yield to maturity* tidak seperti pada metode *Bradley Crane* yang masih berupa  $\ln$  dari *yield to maturity* ditambah 1. Langkah terakhir adalah proses pengujian hasil yang diperoleh dari model dengan data pasar yang akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

### 3.4.3 Metode McCulloch Cubic Spline

Metode *McCulloch Cubic Spline* adalah metode pembentukan *yield curve* berdasarkan pendekatan empiris. Langkah awal dari model ini membagi struktur tingkat bunga menjadi beberapa segmen dengan menggunakan sejumlah titik yang dinamakan *knot points* (McCulloch, 1971).

$$Knot = \sqrt{N} \dots\dots\dots(3.5)$$

Setelah *knot point* ini terbentuk maka dari jangka waktu obligasi yang akan dimasukkan dalam pemodelan disusun untuk kemudian ditentukan nilai minimum dan maksimum dari jangka waktu obligasi (untuk nilai minimum jangka waktu obligasi akan dipakai tingkat bunga SBI 1 bulan dan 3 bulan). Dari nilai minimum dan maksimum tersebut lalu dilakukan pencarian untuk besarnya penambahan jangka waktu dari setiap *knot point* yang ada. Sehingga nantinya setiap jangka waktu yang di titik-titik *knot point* ini akan memiliki nilai *discount factor* yang akan dihasilkan dengan *solver*.

Dalam pembentukan model pengolahan data, maka setiap obligasi dibuatkan *cash flow* sampai obligasi tersebut jatuh tempo. Nilai *cash flow* ini akan menentukan harga akhir masing-masing obligasi. Dalam penentuan harga akhir obligasi maka *cash flow* ini akan dihubungkan dengan *discount factor* yang besaran nilainya tergantung berada di *knot* mana obligasi tersebut berada. Untuk harga obligasi aktual dalam mencarinya perlu dilakukan penghitungan *accrued interest* kupon dari masing-masing obligasi.

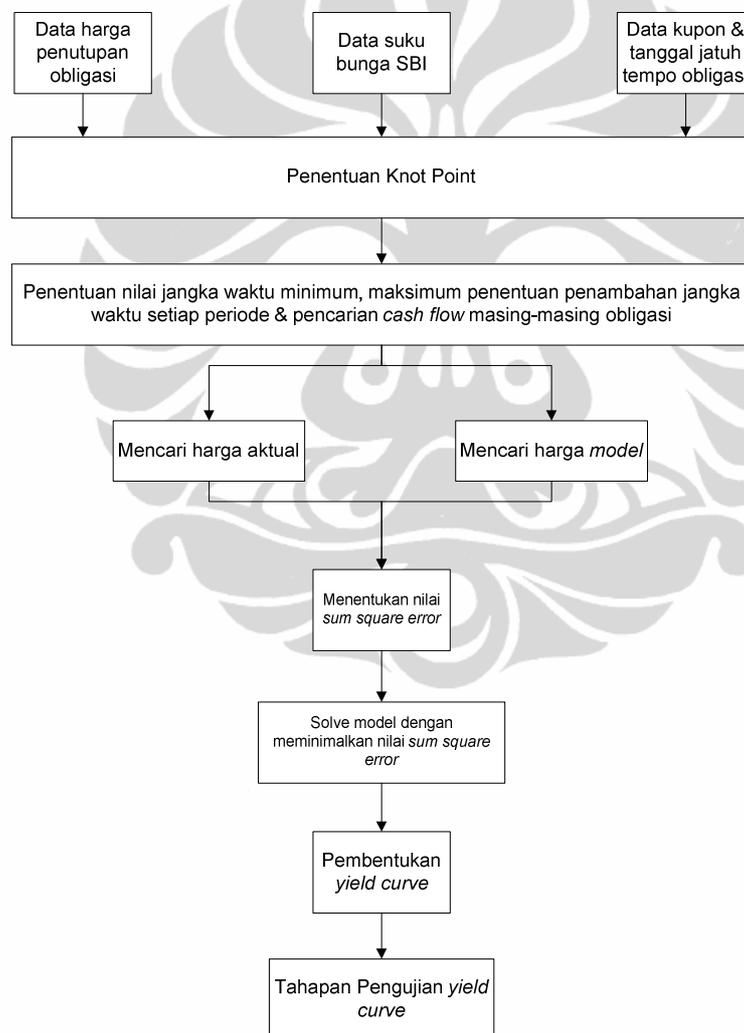
Setelah diketahui harga aktual obligasi dan harga yang didapatkan dari hasil pemodelan, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari nilai dari *sum square error* dari kedua harga ini. Formulasi untuk mencari nilai *sum square error* adalah sebagai berikut:

$$sum\ square\ error = \sum(\bar{Y} - Y)^2 \dots\dots\dots(3.6)$$

$\bar{Y}$  = harga obligasi yang dibentuk oleh model

$Y$  = *yield* aktual

Untuk melakukan penghalusan terhadap kurva yang dibentuk oleh model maka digunakan bantuan *solver* untuk memaksimalkan *sum square error* yang telah diestimasi saat awal. Setelah langkah tersebut dijalankan maka *yield* model yang didapat sudah merupakan *yield* yang paling dekat dengan *yield* aktual. Dari *yield* model ini kemudian dihubungkan dengan jangka waktu jatuh tempo dari obligasi di *yield* tersebut maka akan terbentuklah *yield curve* dengan metode *McCulloch Cubic Spline*. Untuk ringkasan metode pembentukan *yield curve* dengan metode *McCulloch Cubic Spline* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 3.2 Alur Proses Metode *McCulloch Cubic Spline***

Sumber : Peneliti

### 3.4.4 Metode Nelson Siegel

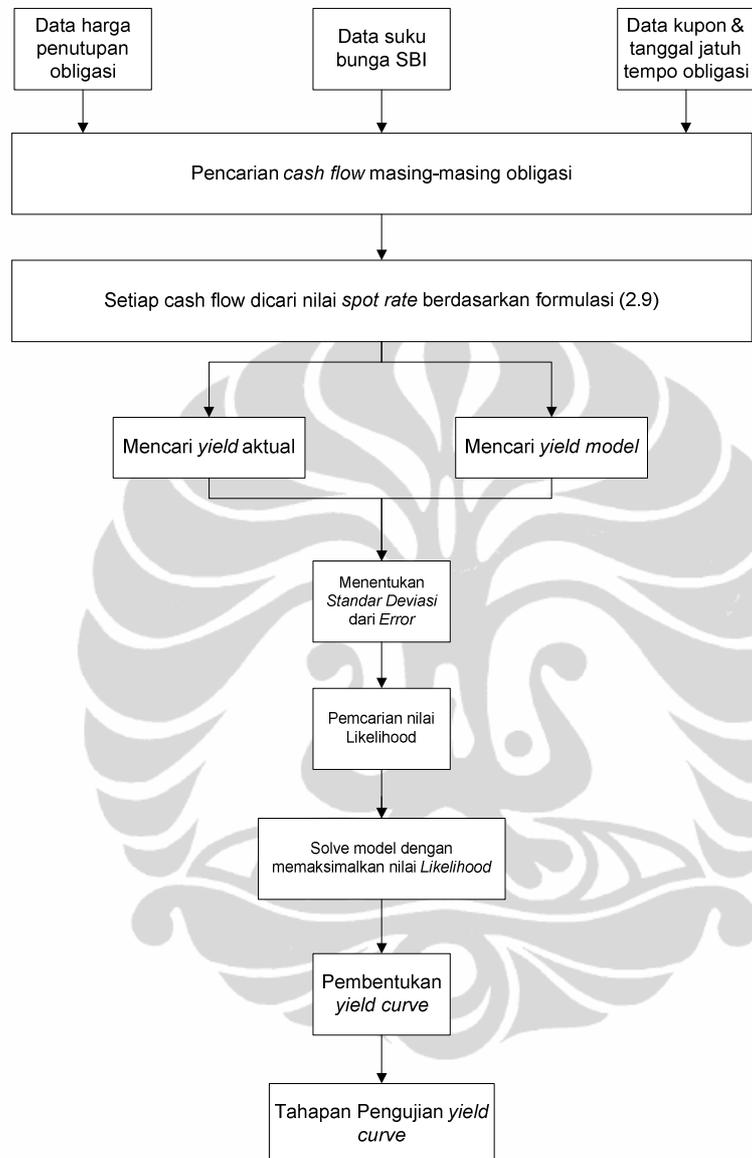
Tahapan awal dalam pembentukan *yield curve* melalui metode *Nelson Seigel* adalah melakukan pencarian *cash flow* dari masing-masing obligasi. Dari *cash flow* ini dilakukan pencarian *spot rate* dengan menggunakan persamaan 2.9. Dimana formulasi nilai *spot rate* ini akan terhubung dengan nilai  $\beta$  dan  $\tau$  yang akan dilakukan pencarian oleh *solver* untuk menghasilkan suatu model yang paling optimal. Rangkaian *cash flow* ini bila dijumlahkan akan menghasilkan harga dari obligasi yang dibentuk oleh model.

Setelah harga masing-masing obligasi diketahui maka dapat dilakukan pencarian nilai *yield* dari masing-masing obligasi selesai dibuat maka dapat dilakukan pencarian nilai *yield* aktual dan *yield* model dari masing-masing obligasi. Dari nilai kedua *yield* ini dilakukan pencarian nilai *log likelihood* berdasarkan formulasi di bawah ini (Yuniarto, 2005):

$$\log L = -N \log(2\pi\sigma^2) - 0.5 \sum_{i=1}^N \frac{(Y_i^{NS} - Y_i)^2}{\sigma^2} \dots\dots\dots(3.7)$$

- $Y_i^{NS}$  = *yield* yang didapatkan dari model *Nelson Siegel*  
 $Y_i$  = *yield* aktual masing-masing obligasi  
 $\sigma^2$  = standar deviasi dari selisih *error yield* model dan *yield* aktual

Untuk melakukan penghalusan terhadap kurva yang dibentuk oleh model maka digunakan bantuan *solver* untuk memaksimalkan nilai *log likelihood* yang telah diestimasi saat awal. Setelah langkah tersebut dijalankan maka *yield* model yang didapat sudah merupakan *yield* yang paling dekat dengan *yield* aktual. Dari *yield* model ini kemudian dihubungkan dengan jangka waktu jatuh tempo dari obligasi pada *yield* tersebut maka akan terbentuklah *yield curve* dengan metode *Nelson Siegel*. Untuk ringkasan metode pembentukan *yield curve* dengan metode *Nelson Siegel* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 3.3 Alur Proses Metode Nelson Siegel**

Sumber : Peneliti

### 3.4.5 Metode Nelson Siegel Svensson

Tahapan awal dalam pembentukan *yield curve* melalui metode *Nelson Siegel Svensson* adalah melakukan pencarian *cash flow* dari masing-masing obligasi. Dari *cash flow* ini

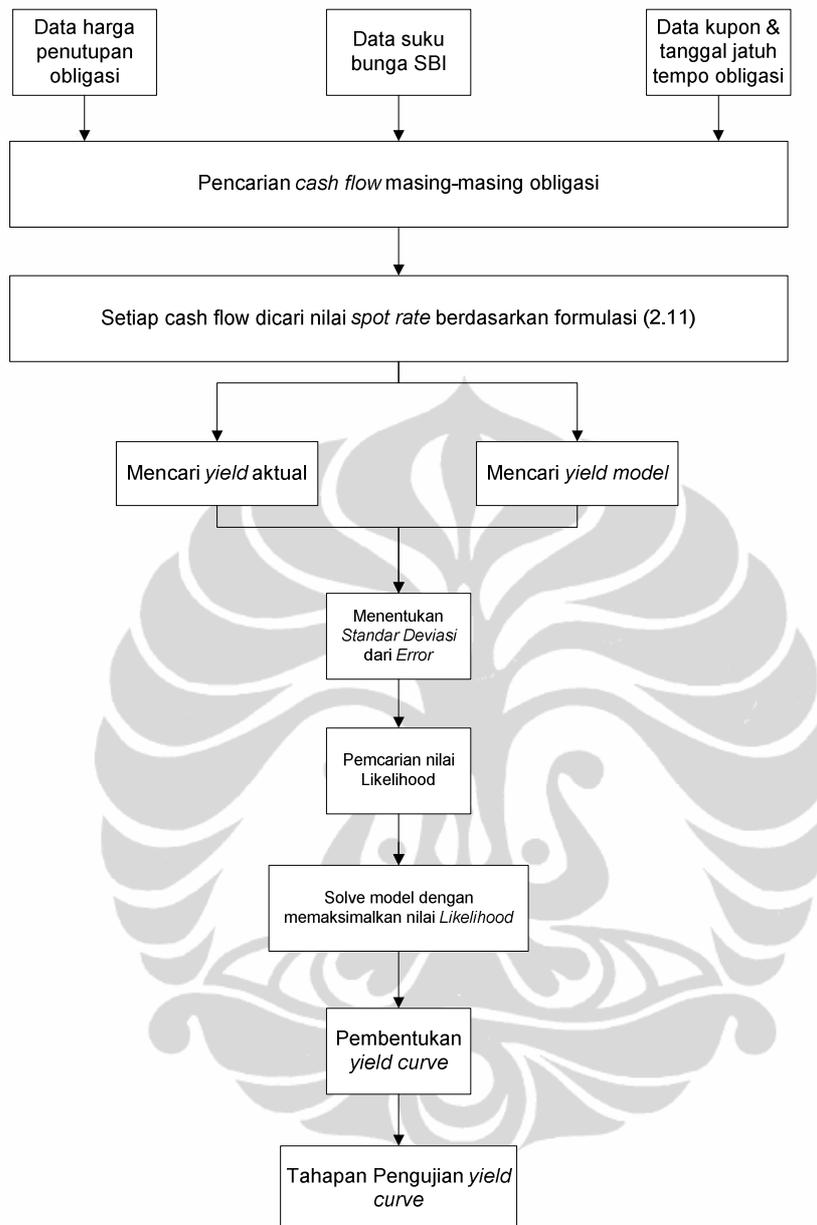
dilakukan pencarian *spot rate* dengan menggunakan persamaan 2.11. Dimana formulasi nilai *spot rate* ini akan terhubung dengan nilai  $\beta$  dan  $\tau$  yang akan dilakukan pencarian oleh *solver* untuk menghasilkan suatu model yang paling optimal.

Setelah *cash flow* dari masing-masing obligasi selesai dibuat maka dapat dilakukan pencarian nilai *yield* aktual dan *yield* model dari masing-masing obligasi. Dari nilai kedua *yield* ini dilakukan pencarian nilai *log likelihood* berdasarkan formulasi di bawah ini (Yuniarto, 2005):

$$\log L = -N \log(2\pi\sigma^2) - 0.5 \sum_{i=1}^N \frac{(Y_i^{NS} - Y_i)^2}{\sigma^2} \dots\dots\dots(3.7)$$

- $Y_i^{NS}$  = *yield* yang didapatkan dari model *Nelson Siegel*  
 $Y_i$  = *yield* aktual masing-masing obligasi  
 $\sigma^2$  = standar deviasi dari selisih *error yield* model dan *yield* aktual

Untuk melakukan penghalusan terhadap kurva yang dibentuk oleh model maka digunakan bantuan *solver* untuk memaksimalkan nilai *log likelihood* yang telah diestimasi saat awal. Setelah langkah tersebut dijalankan maka *yield* model yang didapat sudah merupakan *yield* yang paling dekat dengan *yield* aktual. Dari *yield* model ini kemudian dihubungkan dengan jangka waktu jatuh tempo dari obligasi di *yield* tersebut maka akan terbentuklah *yield curve* dengan metode *Nelson Siegel Svensson*. Untuk ringkasan metode pembentukan *yield curve* dengan metode *Nelson Siegel Svensson* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



**Gambar 3.4 Alur Proses Metode Nelson Siegel Svensson**

Sumber : Peneliti

### 3.5 Metode Pengujian Hasil Pembentukan Kurva

#### 3.5.1 Pengujian *Error*

Setelah kurva dari keseluruhan metode sudah terbentuk, maka akan dilanjutkan ke tahapan berikutnya yaitu untuk melakukan pengujian yang hasilnya dapat menunjukkan metode yang terbaik untuk diterapkan pada obligasi pemerintah di Indonesia.

Pengujian *error* yang dilakukan adalah dengan menggunakan dua ukuran yaitu melalui pengukuran besarnya *Mean Absolute Yield Error (MAYE)* dan *Root Mean Square Yield Error (RMSYE)* (Alper, 2004). Untuk pengukuran *MAYE* dapat dicari dengan menggunakan formulasi seperti di bawah ini:

$$MAYE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\epsilon_i| \dots\dots\dots(3.8)$$

$N$  = jumlah sample obligasi yang masuk kedalam pembentukan kurva

$\epsilon_i$  = selisih antara *yield* yang dihasilkan oleh model dengan *yield* aktual

Langkah untuk pengukuran dari *MAYE* ini diterapkan untuk keseluruhan metode dan keseluruhan periode yang akan dilakukan penelitian. Untuk hasil akhirnya akan didapatkan rata-rata dari nilai *MAYE* setiap metode. Nilai inilah yang nantinya akan dibandingkan sebagai acuan untuk penentuan metode yang terbaik. Semakin kecil nilai *MAYE* maka dapat dikatakan metode tersebut memiliki performa yang semakin baik dikarenakan besarnya *error* yang dihasilkan dengan kondisi aktual semakin kecil. Pertimbangan digunakan *MAYE* adalah untuk menghilangkan unsur kesalahan bila digunakan pengukuran yang lain. Dalam pengukuran *MAYE* selisih dari *error yield* diabsolute terlebih dahulu. Hal inilah yang digunakan untuk menghilangkan kesalahan perhitungan *error*, karena bila selisih *error yield* ini tidak diberikan absolut maka akan berpotensi untuk memunculkan efek saling menghilangkan antar *error yield* yang bernilai negatif dengan *error yield* yang bernilai positif.

Pengukuran kedua dalam pengujian *error* adalah dengan menggunakan *Root Mean Square Yield Error (RMSYE)*. Untuk pengukuran *RMSYE* dapat dicari dengan menggunakan formulasi seperti di bawah ini (Alper, 2004):

$$RMSYE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2} \dots\dots\dots(3.9)$$

$N$  = jumlah sample obligasi yang masuk kedalam pembentukan kurva

$\varepsilon_i$  = selisih antara *yield* yang dihasilkan oleh model dengan *yield* aktual

Langkah untuk pengukuran dari *RMSYE* ini diterapkan untuk keseluruhan metode dan keseluruhan periode yang akan dilakukan penelitian. Untuk hasil akhirnya akan didapatkan rata-rata dari nilai *RMSYE* setiap metode. Nilai inilah yang nantinya akan dibandingkan sebagai acuan untuk penentuan metode yang terbaik. Semakin kecil nilai *RMSYE* maka dapat dikatakan metode tersebut memiliki performa yang semakin baik dikarenakan besarnya *error* yang dihasilkan dengan kondisi aktual semakin kecil. Pertimbangan digunakan *RMSYE* adalah untuk menghilangkan unsur kesalahan bila digunakan pengukuran yang lain. Dalam pengukuran *RMSYE* selisih dari *error yield* dikuadratkan terlebih dahulu. Hal inilah yang digunakan untuk menghilangkan kesalahan perhitungan *error*, karena bila selisih *error yield* ini tidak diberikan dikuadratkan maka akan berpotensi untuk memunculkan efek saling menghilangkan antar *error yield* yang bernilai negatif dengan *error yield* yang bernilai positif.

### 3.5.2 Pengujian *Robust*

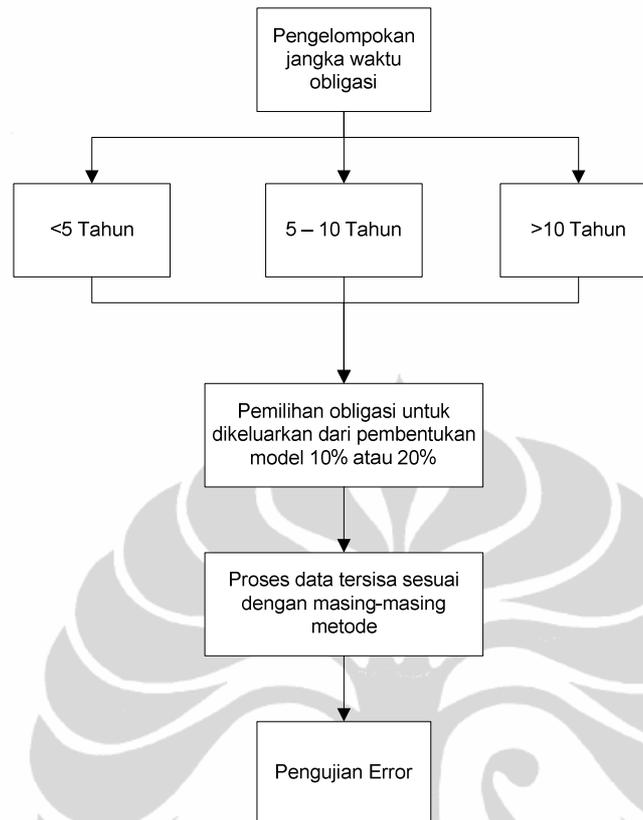
Pengujian *robust* adalah tahapan pengujian yang kedua. Pengujian ini dimaksudkan untuk melakukan pengukuran apakah model yang dihasilkan oleh masing-masing metode dapat representatif untuk diterapkan secara global.

Pengujian *robust* ini dilakukan menjadi dua bagian yaitu pengujian *robust* dengan mengeluarkan data sebesar 10% dari setiap metode dan pengujian *robust* dengan mengeluarkan 20% data dari setiap model.

Langkah awal yang dilakukan adalah mengelompokkan data-data obligasi berdasarkan masa jatuh temponya yaitu obligasi yang jatuh tempo di bawah 5 tahun, obligasi yang jatuh tempo di antara 5 sampai 10 tahun, dan yang terakhir adalah obligasi yang jatuh tempo di atas 10 tahun. Dari ketiga kelompok ini kemudian dipilih obligasi-obligasi yang akan dikeluarkan dalam pembentukan model.

Banyaknya obligasi yang dipilih untuk dikeluarkan ini tergantung tahapan pengujian. Jika sedang melakukan pengujian robus 10% maka banyaknya obligasi yang dikeluarkan adalah 10%. Demikian pula jika sedang melakukan pengujian robus 20% maka banyaknya obligasi yang dikeluarkan adalah 20%. Untuk obligasi yang dikeluarkan dalam tahapan pembentukan model juga dilakukan pemilihan agar mewakili ketiga kelompok tersebut sehingga pengujian dapat lebih akurat.

Setelah dilakukan pemilihan obligasi yang akan dikeluarkan dalam pembentukan model, maka serangkaian data obligasi yang tidak dikeluarkan dilakukan pengolahan data sesuai dengan langkah-langkah dari masing-masing metode. Model yang terbentuk ini nantinya digunakan untuk mengkalkulasi data-data yang telah dikeluarkan sebelumnya. Setelah didapatkan hasil perhitungan dengan menggunakan model tersebut maka dilakukan pengukuran *error* kembali dengan metode *MAYE* dan *RMSYE*, sehingga dapat ditentukan metode mana yang menghasilkan *error* yang paling kecil dalam tahapan pengujian robus ini. Tahapan-tahapan pada proses kedua ini secara ringkasnya dapat dilihat melalui alur proses di bawah ini:



**Gambar 3.5 Alur Proses Pengujian Robus**

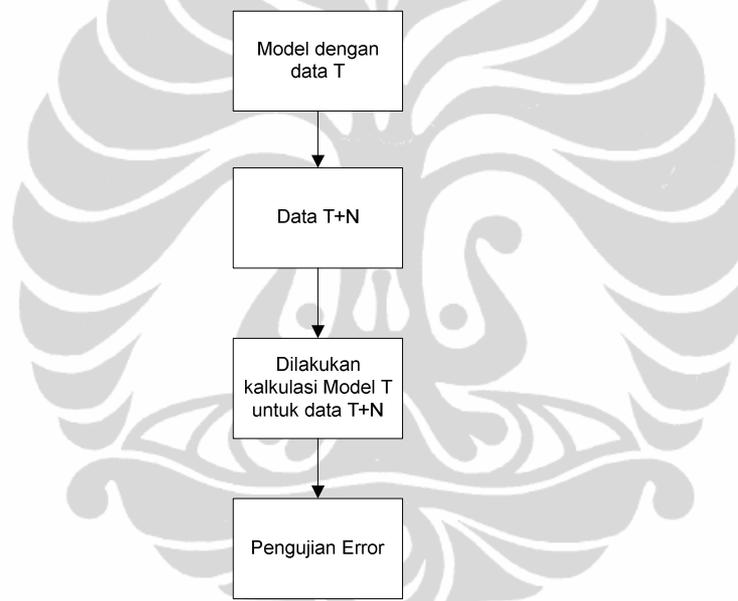
Sumber : Peneliti

### 3.5.3 Pengujian Kemampuan *Forecast*

Dalam tahapan pengujian *forecasting* digunakan dua tahapan yaitu memakai model yang telah dibentuk disuatu periode kemudian model yang sudah terbentuk itu dipakai untuk menghitung data-data obligasi di periode yang berbeda dan memakai model yang sudah terbentuk disuatu periode kemudian model tersebut digunakan untuk mengkalkulasi obligasi yang diluar pembentukan model pada periode yang sama. Metode yang diuji pada tahapan ini hanyalah metode yang memiliki peringkat dua terbaik pada saat uji *error* dan uji *robust*.

### 3.5.3.1 Pengujian Kemampuan *Forecast* Tahap 1

Langkah yang dilakukan pada tahapan ini adalah dengan menggunakan model yang sudah terbentuk pada periode  $T$  lalu kemudian model tersebut dipakai sebagai model untuk data-data periode yang akan datang. Pada penelitian kali ini periode yang dipakai untuk pengujian *forecast* adalah 1 minggu, 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun. Setelah data-data di periode yang akan datang dimasukkan maka dilakukan kalkulasi *MAYE* dan *RMSYE* untuk mendapatkan kesimpulan metode manakah yang memiliki kemampuan *forecasting* yang paling baik. Untuk ringkasan lebih jelasnya dapat dilihat pada alur proses di bawah ini:



**Gambar 3.6 Alur Proses Pengujian *Forecasting* Tahap 1**

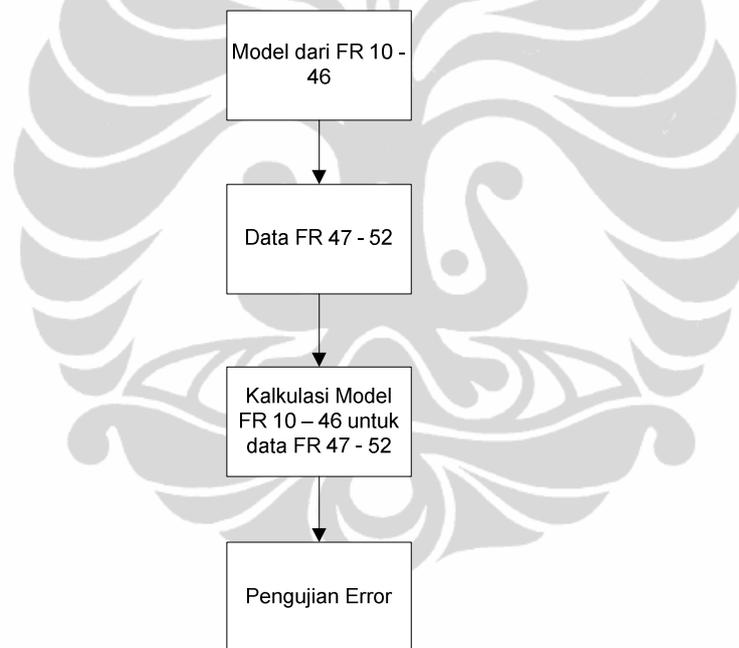
Sumber : Peneliti

### 3.5.3.1 Pengujian Kemampuan *Forecast* Tahap 2

Pengujian pada tahap ini memiliki kesamaan dengan metode pengujian *robust test*. Perbedaannya adalah pada tahap pengujian ini data obligasi yang digunakan terdapat data obligasi yang karakteristik jangka waktu jatuh tempo yang tidak dimiliki obligasi lainnya dalam model. Pada tahapan *robust test* jangka waktu obligasi yang dipakai maksimal memiliki masa jatuh tempo kurang dari 20 tahun. Tahapan pengujian kali ini adalah

dengan cara memakai model yang terbentuk dari obligasi-obligasi yang masa berlakunya di bawah 20 tahun untuk obligasi yang masa berlakunya di atas 20 tahun.

Periode yang digunakan pada pengujian tahap 2 adalah periode yang sama antara model yang terbentuk dengan obligasi baru yang akan dilakukan pengujian (tidak seperti pengujian *forecasting* tahap 1 yang menggunakan periode yang berbeda). Setelah data-data obligasi FR 47 – FR 52 dimasukkan maka dilakukan kalkulasi *MAYE* dan *RMSYE* untuk mendapatkan kesimpulan metode manakah yang memiliki kemampuan *forecasting* yang paling baik. Untuk ringkasan lebih jelasnya dapat dilihat pada alur proses di bawah ini:



**Gambar 3.7 Alur Proses Pengujian *Forecasting* Tahap 2**

Sumber : Peneliti

## BAB 4

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pembentukan *Yield Curve*

Untuk proses ini maka diperlukan beberapa data yaitu harga penutupan dari obligasi negara, suku bunga SBI setiap periode (untuk melakukan estimasi jangka yang paling pendek), besaran kupon masing-masing obligasi, tanggal jatuh tempo masing-masing obligasi. Untuk data suku bunga SBI didapat melalui website [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id) sedangkan data-data yang lainnya didapatkan melalui *bloomberg*. Untuk harga obligasi yang didapatkan dari *bloomberg* merupakan harga penutupan.

Setelah data di atas diperoleh maka dapat memulai untuk membentuk *yield curve* dengan metode-metode yang telah dijelaskan pada bab 3 yaitu metode *Bradley Crane*, *The Super Bell*, *McCulloch Cubic Spline*, *Nelson Siegel*, dan *Nelson Siegel Svensson* (Stander, 2005).

##### 4.1.1 Metode *Bradley-Crane*

Untuk melakukan pembentukan kurva melalui metode *Bradley Crane* (Stander, 2005) menggunakan metode regresi untuk mengestimasi nilai  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ , dan  $\beta_2$ . Nilai-nilai ini didapatkan melalui proses regresi pada excel. Hasil dari proses ini nantinya akan menghasilkan estimasi terhadap nilai  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ , dan  $\beta_2$  yang paling maksimal sehingga nantinya model yang terbentuk merupakan model yang paling mendekati data yang dipakai untuk pembentukan model. Hasil dari regresi yang dilakukan adalah seperti di bawah ini:

Tabel 4.1 Estimasi Nilai  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ , dan  $\beta_2$ 

Date	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$
31-Okt-07	0,070418666	0,000450026	0,006171626
08-Nop-07	0,065899834	(0,000158954)	0,012232483
03-Des-07	0,076622551	0,000241648	0,007525815
01-Jan-08	0,070100290	(0,000358264)	0,012699105
01-Feb-08	0,066148829	(0,000105367)	0,013003309
03-Mar-08	0,070521495	(0,000351184)	0,013227269
01-Apr-08	0,081805594	(0,000544973)	0,014122551
01-Mei-08	0,099487283	(0,000931711)	0,013574828
02-Jun-08	0,103892810	(0,000952252)	0,011658446
01-Jul-08	0,109797319	(0,000417247)	0,008893869
01-Agust-08	0,101170639	0,000657497	0,001713365
01-Sep-08	0,104056401	(0,000039965)	0,004681267
01-Okt-08	0,112140896	(0,000467992)	0,007274066
03-Nop-08	0,147424632	(0,000091999)	0,004799602
01-Des-08	0,132134407	(0,000938808)	0,009007605
01-Jan-09	0,106126160	(0,000199689)	0,003694952
02-Feb-09	0,096437272	0,000597630	0,004141153
02-Mar-09	0,105731955	0,000257651	0,010375554
01-Apr-09	0,090504518	(0,000043262)	0,011438436
01-Mei-09	0,084621435	0,000044470	0,011702611
01-Jun-09	0,076473705	0,000730826	0,006134719
01-Jul-09	0,074701206	0,000750226	0,009667246
03-Agust-09	0,071580568	0,001139945	0,005758878
01-Sep-09	0,073701484	0,000095753	0,011273434
01-Okt-09	0,071418746	0,000511444	0,007989320
02-Nop-09	0,072224575	(0,000373443)	0,012723662
01-Des-09	0,068445578	0,000645104	0,009512860

Sumber : Peneliti

Tabel 4.1 merupakan keseluruhan data dari hasil regresi yang telah dilakukan. Koefisien-koefisien ini akan membentuk model untuk mengestimasi *yield* dari suatu obligasi. Setelah mendapatkan pemodelan maka langkah selanjutnya dalam pembentukan *yield curve* yaitu model tersebut dijadikan persamaan global untuk seluruh obligasi dalam rangka melakukan pencarian *yield to maturity* dari masing-masing periode obligasi. Hasil yang didapatkan untuk periode 31 Oktober 2007 adalah sebagai berikut:

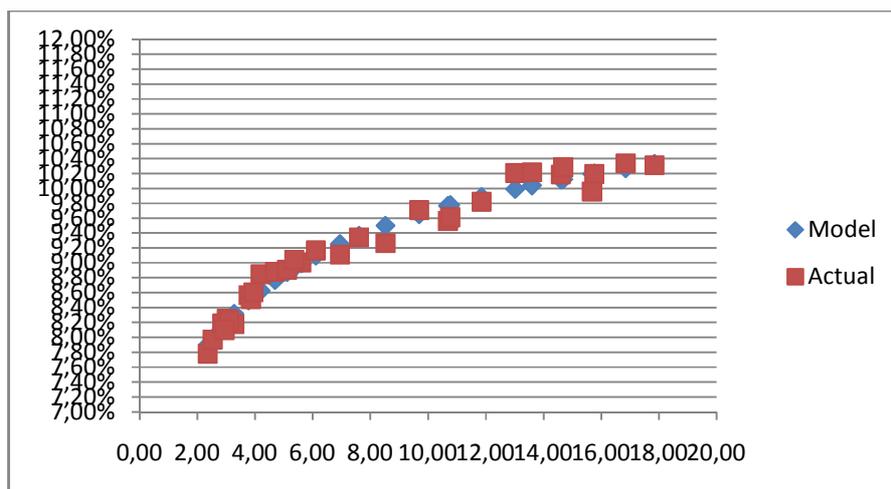
Tabel 4.2 Nilai *YTM* Pemodelan Periode 31 Oktober 2007

Obligasi	TTM	Model	Actual
FR10	2,35	7,60%	7,49%
FR12	2,52	7,68%	7,67%
FR13	2,85	7,83%	7,87%
FR14	3,02	7,89%	7,93%
FR15	3,27	7,99%	7,86%
FR16	3,77	8,15%	8,22%
FR17	4,19	8,27%	8,48%
FR18	4,69	8,40%	8,51%
FR19	5,60	8,61%	8,62%
FR20	6,10	8,71%	8,77%
FR21	3,10	7,93%	7,90%
FR22	3,85	8,18%	8,17%
FR23	5,10	8,50%	8,53%
FR24	2,94	7,86%	7,79%
FR25	3,94	8,20%	8,26%
FR26	6,94	8,85%	8,72%
FR27	7,60	8,95%	8,93%
FR28	9,69	9,21%	9,26%
FR30	8,52	9,08%	8,86%
FR31	13,02	9,52%	9,71%
FR32	10,69	9,32%	9,13%
FR33	5,35	8,56%	8,66%
FR34	13,60	9,57%	9,72%
FR35	14,60	9,64%	9,70%
FR36	11,85	9,43%	9,37%
FR38	10,77	9,33%	9,18%
FR39	15,77	9,71%	9,70%
FR40	17,85	9,83%	9,81%
FR43	14,69	9,64%	9,79%
FR44	16,85	9,78%	9,83%
FR46	15,69	9,71%	9,49%

Sumber : Peneliti

Dari data pada tabel 4.2 inilah kemudian dibentuk grafik *yield curve*. Dari tabel 4.2 dapat dilihat terjadinya perbedaan *yield* untuk *term to maturity* yang berbeda. Untuk *term to maturity* yang terpendek adalah 2.35 tahun besarnya *yield* 7.6%. Untuk *term to maturity* yang terpanjang adalah 17.85 tahun besarnya *yield* 9.83%. Setiap periode akan berbeda

hasilnya oleh sebab itu perlu dilakukan langkah seperti pada tabel 4.2 berulang-ulang sebanyak jumlah periode yang akan dilakukan pengamatan. Pada penelitian kali ini periode yang akan diamati jumlahnya 27 periode yang lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.1. Grafik hasil dari pembentukan *yield curve* berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat di bawah ini:



**Gambar 4.1** *Yield curve* per 31 Oktober 2007 (Metode *Bradley Crane*)

Sumber : Peneliti

#### 4.1.2 Metode *The Super Bell*

Untuk melakukan pembentukan kurva melalui metode *The Super Bell* (Stander, 2005) menggunakan metode regresi untuk mengestimasi nilai  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ,  $\beta_4$ ,  $\beta_5$ ,  $\beta_6$  dan  $\beta_7$ . Nilai-nilai ini didapatkan melalui proses regresi pada excel. Hasil dari proses ini nantinya akan menghasilkan estimasi terhadap nilai  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ,  $\beta_4$ ,  $\beta_5$ ,  $\beta_6$  dan  $\beta_7$  yang paling maksimal sehingga nantinya model yang terbentuk merupakan model yang paling mendekati data yang dipakai untuk pembentukan model. Hasil dari regresi yang dilakukan adalah seperti di bawah ini:

Tabel 4.3 Estimasi Nilai  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$  dan  $\beta_7$ 

Date	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$	$\beta_7$
31-Okt-07	0,56260	0,09875	(0,00167)	0,00002	(0,62003)	0,28231	0,01396	(0,00109)
08-Nop-07	(0,21120)	(0,07456)	0,00210	(0,00004)	0,34927	(0,09712)	0,00560	0,00011
03-Des-07	1,43520	0,27933	(0,00531)	0,00007	(1,69037)	0,72693	(0,08944)	0,01089
01-Jan-08	0,35916	0,05516	(0,00088)	0,00001	(0,35800)	0,17489	(0,01299)	(0,00099)
01-Feb-08	(0,44481)	(0,12490)	0,00310	(0,00005)	0,65109	(0,22692)	(0,02412)	0,00277
03-Mar-08	(0,53084)	(0,14025)	0,00340	(0,00006)	0,76951	(0,29432)	0,00474	(0,00074)
01-Apr-08	0,09994	0,00955	(0,00025)	0,00000	(0,02263)	0,00617	0,06783	(0,00705)
01-Mei-08	(0,07005)	(0,03967)	0,00074	(0,00001)	0,21883	(0,06949)	(0,01313)	(0,00092)
02-Jun-08	(0,02544)	(0,04316)	0,00123	(0,00002)	0,17981	(0,03682)	(0,05768)	0,00557
01-Jul-08	(0,10663)	(0,06334)	0,00179	(0,00003)	0,28624	(0,07789)	(0,03034)	0,00339
01-Agust-08	0,30851	0,03966	(0,00053)	0,00000	(0,25705)	0,12045	0,03644	(0,00715)
01-Sep-08	0,33050	0,05354	(0,00132)	0,00002	(0,27854)	0,10710	0,00708	(0,00149)
01-Okt-08	0,35488	0,04926	(0,00100)	0,00001	(0,29066)	0,12590	(0,01783)	0,00065
03-Nop-08	0,46376	0,08186	(0,00250)	0,00005	(0,38601)	0,13117	(0,01461)	0,00676
01-Des-08	0,78539	0,15366	(0,00358)	0,00006	(0,82754)	0,32428	0,13600	(0,01344)
01-Jan-09	(0,10747)	(0,05617)	0,00150	(0,00003)	0,27583	(0,09002)	0,00211	(0,00002)
02-Feb-09	(0,03356)	(0,03944)	0,00140	(0,00003)	0,17382	(0,04807)	0,00349	(0,00069)
02-Mar-09	0,13327	0,00667	(0,00016)	0,00000	(0,02552)	0,01745	(0,01218)	(0,00135)
01-Apr-09	0,07091	(0,00159)	(0,00010)	0,00000	0,02728	(0,00470)	(0,00296)	0,00152
01-Mei-09	0,00588	(0,01340)	0,00012	0,00000	0,09650	(0,02978)	0,00951	(0,00207)

Tabel 4.3 (lanjutan)

Date	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$	$\beta_7$
01-Jun-09	0,03277	(0,00960)	0,00027	(0,00000)	0,05337	(0,01131)	0,02817	(0,00184)
01-Jul-09	(0,11500)	(0,05785)	0,00203	(0,00004)	0,24707	(0,05919)	0,01316	(0,00185)
03-Agust-09	(0,08261)	(0,04989)	0,00186	(0,00004)	0,20607	(0,04925)	(0,00504)	0,00028
01-Sep-09	(0,11568)	(0,05892)	0,00206	(0,00005)	0,24815	(0,05800)	0,00087	(0,00048)
01-Okt-09	(0,00755)	(0,02627)	0,00101	(0,00002)	0,10582	(0,01895)	0,00826	0,00015
02-Nop-09	0,01443	(0,02145)	0,00082	(0,00002)	0,07931	(0,00520)	0,00910	(0,00078)
01-Des-09	(0,05859)	(0,03694)	0,00129	(0,00003)	0,16138	(0,03470)	0,02065	(0,00176)

Sumber : Peneliti

Setelah mendapatkan pemodelan maka langkah selanjutnya dalam pembentukan *yield curve* yaitu model tersebut dijadikan persamaan global untuk seluruh obligasi dalam rangka melakukan pencarian *yield to maturity* dari masing-masing periode obligasi. Hasil yang didapatkan untuk periode 31 Oktober 2007 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Nilai YTM Pemodelan Periode 31 Oktober 2007

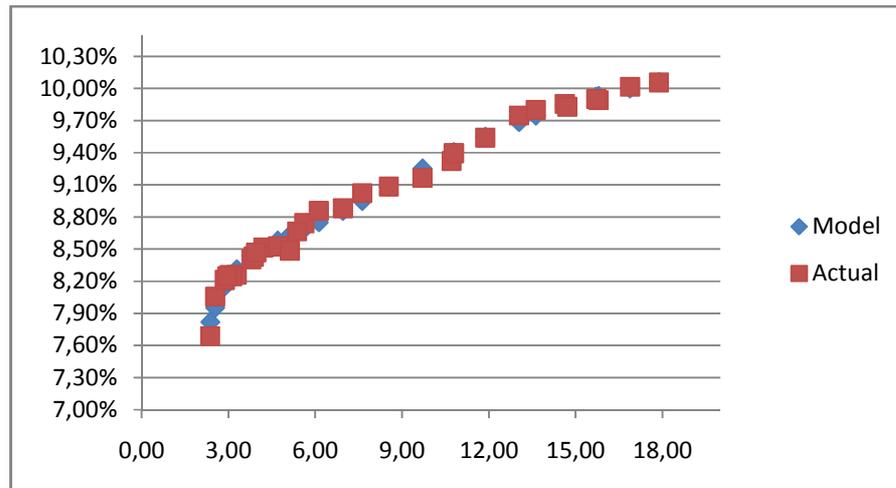
Obligasi	TTM	Model	Aktual
FR10	2,38	7,82%	7,69%
FR12	2,54	7,95%	8,06%
FR13	2,88	8,15%	8,21%
FR14	3,04	8,22%	8,26%
FR15	3,29	8,31%	8,26%
FR16	3,79	8,44%	8,41%
FR17	4,21	8,51%	8,52%
FR18	4,71	8,58%	8,53%
FR19	5,63	8,69%	8,74%
FR20	6,13	8,75%	8,86%
FR21	3,13	8,26%	8,25%
FR22	3,88	8,45%	8,43%
FR23	5,13	8,63%	8,49%

Tabel 4.4 (lanjutan)

Obligasi	TTM	Model	Aktual
FR24	2,96	8,19%	8,25%
FR25	3,96	8,47%	8,47%
FR26	6,96	8,86%	8,88%
FR27	7,63	8,95%	9,03%
FR28	9,71	9,25%	9,17%
FR30	8,54	9,08%	9,09%
FR31	13,04	9,69%	9,75%
FR32	10,71	9,40%	9,32%
FR33	5,38	8,66%	8,67%
FR34	13,63	9,75%	9,80%
FR35	14,63	9,84%	9,86%
FR36	11,88	9,55%	9,54%
FR38	10,79	9,41%	9,40%
FR39	15,79	9,93%	9,89%
FR40	17,88	10,06%	10,06%
FR43	14,71	9,85%	9,83%
FR44	16,88	10,00%	10,02%
FR46	15,71	9,92%	9,90%

Sumber : Peneliti

Dari data pada tabel 4.4 inilah kemudian dibentuk grafik *yield curve*. Untuk *term to maturity* yang terpendek adalah 2.38 tahun besarnya *yield* 7.82%. Untuk *term to maturity* yang terpanjang adalah 17.88 tahun besarnya *yield* 10.06%. Setiap periode akan berbeda hasilnya oleh sebab itu perlu dilakukan langkah seperti pada tabel 4.4 berulang-ulang sebanyak jumlah periode yang akan dilakukan pengamatan. Pada penelitian kali ini periode yang akan diamati jumlahnya 27 periode yang lengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.1. Grafik hasil dari pembentukan *yield curve* berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat di bawah ini:



**Gambar 4.2 Yield curve per 31 Oktober 2007 (Metode The Super Bell)**

Sumber : Peneliti

#### 4.1.3 Metode McCulloch Cubic Spline

Jumlah obligasi yang dipakai dalam penelitian totalnya adalah 33 jenis. Dimana dalam penentuan jumlah *knot* memakai persamaan 3.5 maka akan didapat nilai 5.7 yang bila dibulatkan menjadi 6. *Knot* ini yang digunakan untuk membagi jangka waktu serangkaian obligasi tersebut. Ditambahkan dengan 1 jangka waktu jatuh tempo minimum dan 1 jangka waktu jatuh tempo maksimum maka total keseluruhan pembagian *knot* untuk melakukan estimasi adalah 8 buah. Di bawah ini adalah tabel dari pembagian *knot* tersebut:

**Tabel 4.5 Pembagian Knot Periode 31 Oktober 2007**

Maturity	Disc. Factor
0,04	99,61%
2,59	81,39%
5,14	64,37%
7,68	50,19%
10,23	38,41%
12,78	27,42%
15,33	20,60%
17,88	14,71%

Sumber : Peneliti

Langkah selanjutnya adalah dengan menghitung *cash flow* dari masing-masing obligasi sehingga dapat ditentukan harga aktualnya yang pada akhirnya dari harga aktual tersebut dapat diketahui *yield* aktual dari masing-masing obligasi (McCulloch, 1975). Untuk menghitung harga aktual dari obligasi maka perlu dilakukan perhitungan bunga *accrued interest* dari masing-masing obligasi. Tahapan penghitungan *accrued interest* setiap obligasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 4.6 Accrued Interest Kupon Periode 31 Oktober 2007**

<b>Bond Name</b>	<b>Maturity Date</b>	<b>TTM</b>	<b>Annual Coupon (%)</b>	<b>Last Coupon Payment</b>	<b>Fraksi waktu</b>	<b>Acc Int</b>
FR0002	15-Jun-09	1,63	14,000	15 Juni 2007	0,377777778	5,29
FR0010	15-Mar-10	2,38	13,150	15 September 2007	0,127777778	1,68
FR0012	15-Mei-10	2,54	12,625	15 Mei 2007	0,461111111	5,82
FR0013	15-Sep-10	2,88	15,425	15 September 2007	0,127777778	1,97
FR0014	15-Nop-10	3,04	15,575	15 Mei 2007	0,461111111	7,18
FR0015	15-Feb-11	3,29	13,400	15 Agustus 2007	0,211111111	2,83
FR0016	15-Agust-11	3,79	13,450	15 Agustus 2007	0,211111111	2,84
FR0017	15-Jan-12	4,21	13,150	15 Juli 2007	0,294444444	3,87
FR0018	15-Jul-12	4,71	13,175	15 Juli 2007	0,294444444	3,88
FR0019	15-Jun-13	5,63	14,250	15 Juni 2007	0,377777778	5,38
FR0020	15-Des-13	6,13	14,275	15 Juni 2007	0,377777778	5,39
FR0021	15-Des-10	3,13	14,500	15 Juni 2007	0,377777778	5,48
FR0022	15-Sep-11	3,88	12,000	15 September 2007	0,127777778	1,53
FR0023	15-Des-12	5,13	11,000	15 Juni 2007	0,377777778	4,16
FR0024	15-Okt-10	2,96	12,000	15 Oktober 2007	0,044444444	0,53
FR0025	15-Okt-11	3,96	10,000	15 Oktober 2007	0,044444444	0,44
FR0026	15-Okt-14	6,96	11,000	15 Oktober 2007	0,044444444	0,49
FR0027	15-Jun-15	7,63	9,500	15 Juni 2007	0,377777778	3,59
FR0028	15-Jul-17	9,71	10,000	15 Juli 2007	0,294444444	2,94
FR0030	15-Mei-16	8,54	10,750	15 Mei 2007	0,461111111	4,96
FR0031	15-Nop-20	13,04	11,000	15 Mei 2007	0,461111111	5,07
FR0032	15-Jul-18	10,71	15,000	15 Juli 2007	0,294444444	4,42
FR0033	15-Mar-13	5,38	12,500	15 September 2007	0,127777778	1,60
FR0034	15-Jun-21	13,63	12,800	15 Juni 2007	0,377777778	4,84
FR0035	15-Jun-22	14,63	12,900	15 Juni 2007	0,377777778	4,87
FR0036	15-Sep-19	11,88	11,500	15 September 2007	0,127777778	1,47
FR0037	15-Sep-26	18,88	12,000	15 September 2007	0,127777778	1,53

Tabel 4.6 (lanjutan)

<i>Bond Name</i>	<i>Maturity Date</i>	<i>TTM</i>	<i>Annual Coupon (%)</i>	<i>Last Coupon Payment</i>	<i>Fraksi waktu</i>	<i>Acc Int</i>
FR0038	15-Agust-18	10,79	11,600	15 Agustus 2007	0,2111111111	2,45
FR0039	15-Agust-23	15,79	11,750	15 Agustus 2007	0,2111111111	2,48
FR0040	15-Sep-25	17,88	11,000	15 September 2007	0,1277777778	1,41
FR0042	15-Jul-27	19,71	10,250	15 Juli 2007	0,2944444444	3,02
FR0043	15-Jul-22	14,71	10,250	15 Juli 2007	0,2944444444	3,02
FR0044	15-Sep-24	16,88	10,000	15 September 2007	0,1277777778	1,28
FR0046	15-Jul-23	15,71	9,500	15 Juli 2007	0,2944444444	2,80

Sumber : Peneliti

Dari serangkaian *accrued interest* dari kupon, maka nilai pada kolom *Acc Int* tabel 4.6 dijadikan sebagai penambah harga obligasi yang didapatkan dari harga penutupan periode tersebut. Hasil penambahan ini akan terbentuk suatu harga baru yang nantinya akan dibandingkan dengan harga obligasi yang dihasilkan oleh model. Untuk menghitung harga obligasi dari model maka masing-masing obligasi dibuatkan *cash flow* dari awal periode yang telah ditetapkan sampai periode obligasi berakhir waktunya. Nilai dari *cash flow* ini di *present value* dengan cara mengalikannya dengan nilai *discount factor* yang terhubung dengan nilai *discount factor* pada tabel 4.5. Di bawah ini adalah contoh dari *cash flow* dari FR 10 mulai dari pembagian kupon sampai tanggal jatuh tempo dari obligasi tersebut yang ditandai dengan pengembalian pokok:

Tabel 4.7 *Cash flow* FR 10 Metode *McCulloch* Periode 31 Oktober 2007

**Settlement Date** 31-Okt-07

FR 10

<i>Coupon payment dates</i>	<i>Coupon</i>	<i>TTM</i>	<i>Discount factor</i>	<i>PV</i>
15 Maret 2008	6,58	0,375	97%	6,391218
15 September 2008	6,58	0,875	94%	6,154232
15 Maret 2009	6,58	1,375	90%	5,918088
15 September 2009	6,58	1,875	86%	5,683291
15 Maret 2010	106,58	2,375	83%	88,34535
			<b>Harga</b>	112,4922

Sumber : Peneliti

Hal ini dilakukan untuk keseluruhan sampel obligasi sehingga nantinya didapatkan serangkaian harga aktual dari masing-masing obligasi. Dari serangkaian harga obligasi ini akan dibandingkan dengan harga obligasi yang dihasilkan oleh model. Ringkasan perbandingan harga obligasi yang dihasilkan oleh model dengan harga obligasi aktual adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.8 Perbandingan Harga Aktual dan Harga Model Metode *McCulloch Cubic Spline* Periode 31 Oktober 2007**

<i>Bonds</i>	<i>Coupon</i>	<i>Price</i>	<i>Grossprice</i>	<i>Price_model</i>	<i>Error Model</i>
SBI 1 Bulan	8,25	99,36	99,36	99,35	0,00
SBI 3 Bulan	7,83	98,02	98,02	97,90	0,01
FR0010	13,150	111,62	113,30	112,49218	0,65
FR0012	12,625	110,29	116,11	116,04939	0,00
FR0013	15,425	118,10	120,07	120,22867	0,03
FR0014	15,575	119,30	126,48	126,67037	0,04
FR0015	13,400	114,51	117,34	117,34569	0,00
FR0016	13,450	116,04	118,88	119,00908	0,02
FR0017	13,150	116,06	119,93	120,14003	0,04
FR0018	13,175	117,68	121,56	121,40582	0,02
FR0019	14,250	124,02	129,41	129,55955	0,02
FR0020	14,275	125,14	130,54	130,94051	0,16
FR0021	14,500	116,88	122,36	122,44881	0,01
FR0022	12,000	111,57	113,10	113,21761	0,01
FR0023	11,000	110,24	114,40	113,67637	0,52
FR0024	12,000	109,66	110,19	110,36676	0,03
FR0025	10,000	105,04	105,49	105,6453	0,02
FR0026	11,000	110,80	111,29	111,1072	0,03
FR0027	9,500	102,56	106,14	106,25982	0,01
FR0028	10,000	105,26	108,20	107,90976	0,09
FR0030	10,750	109,73	114,69	114,75205	0,00
FR0031	11,000	109,11	114,18	114,04656	0,02
FR0032	15,000	137,89	142,31	142,49884	0,04
FR0033	12,500	116,16	117,76	117,67547	0,01
FR0034	12,800	122,26	127,10	127,37791	0,08
FR0035	12,900	123,27	128,15	128,57577	0,19
FR0036	11,500	113,70	115,17	114,90267	0,07
FR0038	11,600	114,70	117,15	117,39376	0,06
FR0039	11,750	114,66	117,14	117,23895	0,01

**Tabel 4.8 (lanjutan)**

<b>Bonds</b>	<b>Coupon</b>	<b>Price</b>	<b>Grossprice</b>	<b>Price_model</b>	<b>Error Model</b>
FR0040	11,000	107,72	109,12	109,05803	0,00
FR0043	10,250	103,18	106,20	105,85714	0,12
FR0044	10,000	99,84	101,12	101,27789	0,03
FR0046	9,500	96,79	99,59	99,362072	0,05

Sumber : Peneliti

Kolom *error model* pada tabel 4.7 merupakan selisih kuadrat dari harga obligasi yang dibentuk oleh model dengan harga obligasi aktual. Kolom *error model* ini dijumlahkan untuk menghasilkan nilai *sum square error*.

Langkah terakhir adalah dengan bantuan *solver* dilakukan estimasi terhadap nilai *discount factor* (tabel 4.5) dengan meminimalkan nilai *sum square error*. Tabel di bawah ini adalah hasil dari estimasi terhadap nilai *discount factor* seluruh periode:

**Tabel 4.9 Nilai Estimasi *Discount Factor* Metode *McCulloch***

<b>Date</b>	<b><math>\alpha_1</math></b>	<b><math>\alpha_2</math></b>	<b><math>\alpha_3</math></b>	<b><math>\alpha_4</math></b>	<b><math>\alpha_5</math></b>	<b><math>\alpha_6</math></b>	<b><math>\alpha_7</math></b>	<b><math>\alpha_8</math></b>
31-Okt-07	0,996111	0,813865	0,643744	0,501894	0,384062	0,274222	0,206017	0,147116
08-Nop-07	0,997916	0,816708	0,631996	0,491672	0,373467	0,256405	0,198636	0,143222
03-Des-07	0,997700	0,799775	0,620075	0,482470	0,346273	0,255197	0,186795	0,133500
01-Jan-08	0,997021	0,806890	0,624236	0,476145	0,357819	0,265806	0,192706	0,146786
01-Feb-08	0,996605	0,815738	0,629234	0,487048	0,361506	0,251897	0,190223	0,138687
03-Mar-08	0,997068	0,806668	0,629609	0,478774	0,356767	0,240674	0,178459	0,138561
01-Apr-08	0,997276	0,782238	0,594489	0,434364	0,314397	0,213947	0,155020	0,108651
01-Mei-08	0,997973	0,752001	0,542782	0,388474	0,284812	0,206068	0,144465	0,098498
02-Jun-08	0,998146	0,748076	0,541082	0,397243	0,288392	0,210004	0,150754	0,108879

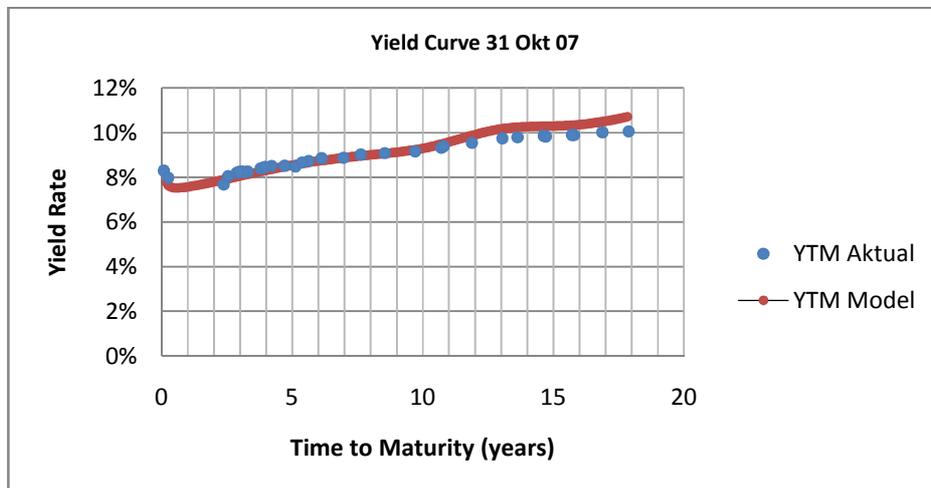
Tabel 4.9 (lanjutan)

Date	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$	$\alpha_6$	$\alpha_7$	$\alpha_8$
01-Jul-08	0,997346	0,739708	0,531070	0,385794	0,275228	0,192517	0,132273	0,091689
01-Agust-08	0,996307	0,765425	0,578371	0,439639	0,319880	0,231034	0,156221	0,100550
01-Sep-08	0,996574	0,758833	0,570497	0,421368	0,311558	0,230224	0,167695	0,120211
01-Okt-08	0,996949	0,741039	0,541774	0,394109	0,286058	0,205713	0,148155	0,105955
03-Nop-08	0,997576	0,678714	0,459692	0,309460	0,188748	0,141047	0,088107	0,048093
01-Des-08	0,997951	0,703226	0,491818	0,344976	0,236849	0,167768	0,117930	0,078611
01-Jan-09	0,995174	0,762108	0,575667	0,437468	0,328964	0,246619	0,184815	0,140313
02-Feb-09	0,996016	0,777955	0,592962	0,446068	0,328383	0,226294	0,164610	0,125476
02-Mar-09	0,998023	0,752044	0,543316	0,378442	0,260970	0,179385	0,113084	0,080517
01-Apr-09	0,997195	0,783230	0,586145	0,432181	0,303362	0,222968	0,159174	0,116133
01-Mei-09	0,997482	0,795806	0,601565	0,442304	0,325689	0,238423	0,167380	0,124554
01-Jun-09	0,997303	0,818133	0,645228	0,506881	0,381352	0,282525	0,205231	0,143890
01-Jul-09	0,998826	0,815440	0,635171	0,489619	0,357833	0,254462	0,171856	0,120975
03-Agust-09	0,998610	0,827582	0,661175	0,524764	0,393661	0,284743	0,198478	0,140121
01-Sep-09	0,998785	0,820605	0,640946	0,506891	0,379301	0,280317	0,202287	0,161319
01-Okt-09	0,998469	0,829343	0,660492	0,531089	0,402658	0,300556	0,220884	0,169139
02-Nop-09	0,999668	0,825042	0,650207	0,517158	0,395321	0,299864	0,226888	0,172205
01-Des-09	0,998759	0,835197	0,660806	0,523000	0,393923	0,292990	0,217725	0,167603

Sumber : Peneliti

Setelah proses ini selesai maka akan didapatkan nilai *error* yang paling minimal dari keseluruhan data obligasi. Langkah selanjutnya adalah melakukan pembentukan *yield*

*curve*. Grafik hasil dari pembentukan *yield curve* berdasarkan metode *McCulloch Cubic Spline* untuk periode 31 Oktober 2007 dapat dilihat di bawah ini:



**Gambar 4.3** *Yield curve per 31 Oktober 2007 (Metode McCulloch Cubic Spline)*

Sumber : Peneliti

#### 4.1.4 Metode Nelson Siegel

Langkah awal yang dilakukan adalah mencari besarnya *cash flow* masing-masing dari obligasi (Stander, 2005). Di bawah ini adalah contoh dari *cash flow* dari FR 10 mulai dari pembagian kupon sampai tanggal jatuh tempo dari obligasi tersebut yang ditandai dengan pengembalian pokok:

**Tabel 4.10** *Cash flow FR 10 Metode Nelson Siegel Periode 31 Oktober 2007*

**Settlement Date** 31-Okt-07

<i>Coupon payment dates</i>	<i>Coupon</i>	<i>TTM</i>	<i>spot rates for these maturities</i>	<i>Discount factor</i>	<i>PV</i>
15 Maret 2008	6,58	0,375	0,079726	97%	6,381335
15 September 2008	6,58	0,875	0,079063	93%	6,135517
15 Maret 2009	6,58	1,375	0,078877	90%	5,899211
15 September 2009	6,58	1,875	0,079064	86%	5,669096
15 Maret 2010	106,58	2,375	0,079539	83%	88,22975
				<b>Harga</b>	<b>112,3149</b>

Sumber : Peneliti

Kolom *spot rate* pada tabel 4.9 dimasukkan formula 2.9 yang koefisien  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , dan  $\tau_1$  terhubung pada koefisien yang akan dilakukan estimasi oleh *solver*. Dari nilai *spot rate* ini kemudian dilakukan perhitungan *discount factornya* dengan menggunakan formula 2.14. setelah itu akan dapat dicari besarnya *cash flow* masing-masing periode yang bila dijumlahkan besarnya merupakan harga obligasi yang dihasilkan oleh model.

Dari harga obligasi ini dapat dilakukan perhitungan untuk mencari *yield* dari model. *Yield* dari model ini akan dibandingkan dengan *yield* aktual. Ringkasan perbandingan *yield* obligasi yang dihasilkan oleh model dengan *yield* obligasi aktual adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.11 Perbandingan Harga *Yield* aktual dan *Yield* Model Metode *Nelson Siegel* Periode 31 Oktober 2007**

<b>Bonds</b>	<b>Settlement date</b>	<b>Coupon</b>	<b>Price</b>	<b>Grossprice</b>	<b>Price_model</b>	<b>Yield</b>	<b>Yield_Model</b>
SBI 1 Bulan	31-Okt-07	8,25	99,36	99,36	99,37	8,25%	8,04%
SBI 3 Bulan	31-Okt-07	7,83	98,02	98,02	97,97	7,83%	8,00%
FR0010	31-Okt-07	13,150	111,62	113,30	112,3149	7,69%	8,12%
FR0012	31-Okt-07	12,625	110,29	116,11	115,9187	8,06%	8,14%
FR0013	31-Okt-07	15,425	118,10	120,07	120,1609	8,21%	8,18%
FR0014	31-Okt-07	15,575	119,30	126,48	126,6502	8,26%	8,20%
FR0015	31-Okt-07	13,400	114,51	117,34	117,3925	8,26%	8,24%
FR0016	31-Okt-07	13,450	116,04	118,88	119,1696	8,41%	8,33%
FR0017	31-Okt-07	13,150	116,06	119,93	120,3786	8,52%	8,40%
FR0018	31-Okt-07	13,175	117,68	121,56	121,7032	8,53%	8,49%
FR0019	31-Okt-07	14,250	124,02	129,41	129,8432	8,74%	8,66%
FR0020	31-Okt-07	14,275	125,14	130,54	131,1433	8,86%	8,75%
FR0021	31-Okt-07	14,500	116,88	122,36	122,4518	8,25%	8,22%
FR0022	31-Okt-07	12,000	111,57	113,10	113,3999	8,43%	8,34%
FR0023	31-Okt-07	11,000	110,24	114,40	113,9886	8,49%	8,58%
FR0024	31-Okt-07	12,000	109,66	110,19	110,338	8,25%	8,19%
FR0025	31-Okt-07	10,000	105,04	105,49	105,8502	8,47%	8,36%
FR0026	31-Okt-07	11,000	110,80	111,29	111,0678	8,88%	8,92%
FR0027	31-Okt-07	9,500	102,56	106,14	105,9655	9,03%	9,06%
FR0028	31-Okt-07	10,000	105,26	108,20	106,8962	9,17%	9,37%
FR0030	31-Okt-07	10,750	109,73	114,69	114,0542	9,09%	9,19%
FR0031	31-Okt-07	11,000	109,11	114,18	114,5322	9,75%	9,70%
FR0032	31-Okt-07	15,000	137,89	142,31	141,6047	9,32%	9,41%

Tabel 4.11 (lanjutan)

<b>Bonds</b>	<b>Settlement date</b>	<b>Coupon</b>	<b>Price</b>	<b>Grossprice</b>	<b>Price_model</b>	<b>Yield</b>	<b>Yield_Model</b>
FR0033	31-Okt-07	12,500	116,16	117,76	117,9763	8,67%	8,62%
FR0034	31-Okt-07	12,800	122,26	127,10	127,8457	9,80%	9,71%
FR0035	31-Okt-07	12,900	123,27	128,15	128,8119	9,86%	9,78%
FR0036	31-Okt-07	11,500	113,70	115,17	114,8303	9,54%	9,59%
FR0038	31-Okt-07	11,600	114,70	117,15	116,6137	9,40%	9,47%
FR0039	31-Okt-07	11,750	114,66	117,14	117,253	9,89%	9,88%
FR0040	31-Okt-07	11,000	107,72	109,12	109,6436	10,06%	10,00%
FR0043	31-Okt-07	10,250	103,18	106,20	106,0869	9,83%	9,85%
FR0044	31-Okt-07	10,000	99,84	101,12	101,4374	10,02%	9,98%
FR0046	31-Okt-07	9,500	96,79	99,59	99,39456	9,90%	9,93%

Sumber : Peneliti

Dari *yield* model dan *yield* aktual dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *log likelihood* memakai formula 3.7. Nilai *log likelihood* inilah yang akan dimaksimalkan untuk menghasilkan estimasi nilai optimal dari koefisien  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , dan  $\tau_1$ . Hasil-hasil dari koefisien yang terbentuk setiap periode dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.12 Nilai Estimasi  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , dan  $\tau_1$  Metode Nelson Siegel

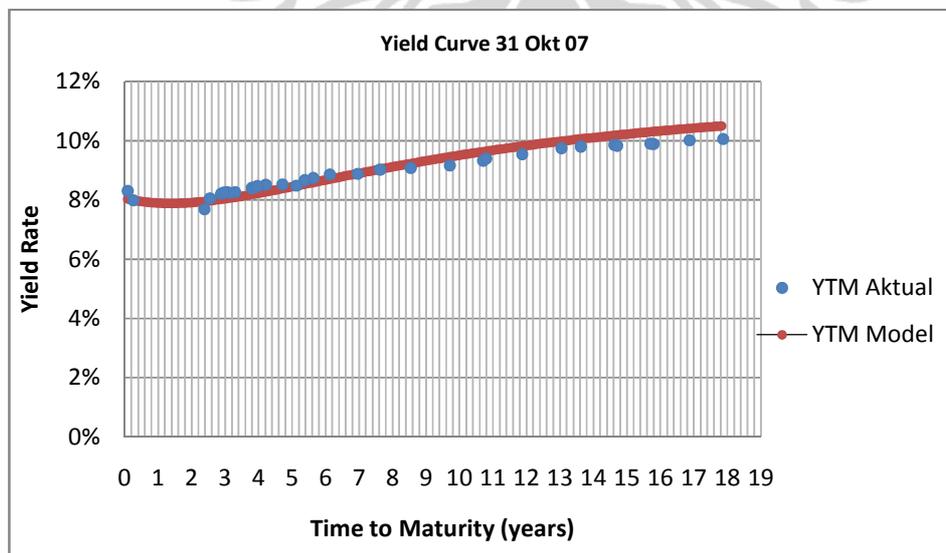
<b>Date</b>	<b><math>\beta_0</math></b>	<b><math>\beta_1</math></b>	<b><math>\beta_2</math></b>	<b><math>\tau_1</math></b>
31-Okt-07	0,120882267	(0,040270669)	(0,057121728)	2,937882824
08-Nop-07	0,150279856	(0,072134271)	(0,063139470)	5,651861280
03-Des-07	0,139706995	(0,057216835)	(0,039407198)	5,285862595
01-Jan-08	0,113953650	(0,034072299)	(0,050323015)	1,398662533
01-Feb-08	0,120091529	(0,039918286)	(0,066371267)	1,650447194
03-Mar-08	0,140210746	(0,055356013)	(0,071257466)	3,195148909
01-Apr-08	0,146593208	(0,051833616)	(0,060632592)	2,916425103
01-Mei-08	0,138926507	(0,050271668)	0,018466859	2,802901153
02-Jun-08	0,127617750	(0,048595968)	0,037334714	1,360850797
01-Jul-08	0,136073178	(0,051673717)	0,000010235	0,734389051
01-Agust-08	0,228503121	(0,121373149)	(0,122179222)	11,499879726
01-Sep-08	0,129640819	(0,023130563)	0,004321384	5,984285939
01-Okt-08	-	0,111367106	0,237019461	17,880000000
03-Nop-08	0,167453326	(0,068855977)	0,031152758	0,533614931
01-Des-08	0,151209430	(0,036773046)	(0,054567282)	0,197707735
01-Jan-09	0,117874760	0,017913167	(0,106274645)	0,144061633
02-Feb-09	0,164748305	(0,066219532)	(0,030683371)	7,564419580

Tabel 4.12 (lanjutan)

Date	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\tau_1$
02-Mar-09	0,154065241	(0,063055138)	(0,000003187)	1,795464808
01-Apr-09	0,140207825	(0,056391245)	(0,000019156)	2,698172019
01-Mei-09	0,138165089	(0,060253544)	(0,000042374)	2,925097785
01-Jun-09	0,134551585	(0,060572716)	(0,000071926)	5,789927597
01-Jul-09	0,148187951	(0,078119579)	(0,000027033)	4,958269738
03-Agust-09	0,156748026	(0,087695020)	(0,000015759)	8,526393363
01-Sep-09	0,122176774	(0,057598364)	(0,000010442)	2,437398646
01-Okt-09	0,119254926	(0,054007268)	(0,000012907)	3,283313352
02-Nop-09	0,112927893	(0,052511822)	(0,000010612)	1,723159907
01-Des-09	0,127828170	(0,066642732)	(0,000073016)	3,535053021

Sumber : Peneliti

Setelah proses ini selesai maka akan didapatkan nilai *error* yang paling minimal dari keseluruhan data obligasi. Koefisien dari  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , dan  $\tau_1$  sudah merupakan yang paling optimal untuk menghasilkan *yield curve* berdasarkan metode *Nelson Siegel*. Langkah terakhir adalah melakukan pembentukan *yield curve*. Grafik hasil dari pembentukan *yield curve* berdasarkan metode *Nelson Siegel* untuk periode 31 Oktober 2007 dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 4.4 *Yield curve* per 31 Oktober 2007 (Metode *Nelson Siegel*)

Sumber : Peneliti

#### 4.1.5 Metode Nelson Siegel Svensson

Langkah awal yang dilakukan adalah mencari besarnya *cash flow* masing-masing dari obligasi. Di bawah ini adalah contoh dari *cash flow* dari FR 10 mulai dari pembagian kupon sampai tanggal jatuh tempo dari obligasi tersebut yang ditandai dengan pengembalian pokok:

**Tabel 4.13 Cash flow FR 10 Metode Nelson Siegel Svensson Periode 31 Oktober 2007**

Settlement Date		31-Okt-07			
Coupon payment dates	Coupon	TTM	spot rates for these maturities	Discount factor	PV
15 Maret 2008	6,58	0,375	0,077161797	97%	6,387474
15 September 2008	6,58	0,875	0,074684906	94%	6,159067
15 Maret 2009	6,58	1,375	0,075104705	90%	5,92989
15 September 2009	6,58	1,875	0,076558314	87%	5,695792
15 Maret 2010	106,58	2,375	0,078274613	83%	88,49506
<b>Harga</b>					<b>112,6673</b>

Sumber : Peneliti

Kolom *spot rate* pada tabel 4.13 dimasukkan formula 2.11 yang koefisien  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau_1$ , dan  $\tau_2$  terhubung pada koefisien yang akan dilakukan estimasi oleh *solver*. Dari nilai *spot rate* ini kemudian dilakukan perhitungan *discount factornya* dengan menggunakan formula 2.14. setelah itu akan dapat dicari besarnya *cash flow* masing-masing periode yang bila dijumlahkan besarnya merupakan harga obligasi yang dihasilkan oleh model.

Dari harga obligasi ini dapat dilakukan perhitungan untuk mencari *yield* dari model. *Yield* dari model ini akan dibandingkan dengan *yield* aktual. Ringkasan perbandingan *yield* obligasi yang dihasilkan oleh model dengan *yield* obligasi aktual adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.14 Perbandingan Harga *Yield* aktual dan *Yield* Model Metode *Nelson Siegel Svensson* Periode 31 Oktober 2007**

<i>Bonds</i>	<i>Settlement date</i>	<i>Coupon</i>	<i>Price</i>	<i>Grossprice</i>	<i>Price_model</i>	<i>Yield</i>	<i>Yield_Model</i>
SBI 1 Bulan	31-Okt-07	8,25	99,36	99,36	99,37	8,25%	8,15%
SBI 3 Bulan	31-Okt-07	7,83	98,02	98,02	97,94	7,83%	7,87%
FR0010	31-Okt-07	13,150	111,62	113,30	112,6673	7,69%	7,96%
FR0012	31-Okt-07	12,625	110,29	116,11	116,2076	8,06%	8,02%
FR0013	31-Okt-07	15,425	118,10	120,07	120,3496	8,21%	8,11%
FR0014	31-Okt-07	15,575	119,30	126,48	126,7775	8,26%	8,16%
FR0015	31-Okt-07	13,400	114,51	117,34	117,4131	8,26%	8,24%
FR0016	31-Okt-07	13,450	116,04	118,88	119,0329	8,41%	8,36%
FR0017	31-Okt-07	13,150	116,06	119,93	120,137	8,52%	8,46%
FR0018	31-Okt-07	13,175	117,68	121,56	121,3764	8,53%	8,57%
FR0019	31-Okt-07	14,250	124,02	129,41	129,4597	8,74%	8,73%
FR0020	31-Okt-07	14,275	125,14	130,54	130,7726	8,86%	8,82%
FR0021	31-Okt-07	14,500	116,88	122,36	122,5395	8,25%	8,19%
FR0022	31-Okt-07	12,000	111,57	113,10	113,2315	8,43%	8,39%
FR0023	31-Okt-07	11,000	110,24	114,40	113,6172	8,49%	8,67%
FR0024	31-Okt-07	12,000	109,66	110,19	110,4679	8,25%	8,15%
FR0025	31-Okt-07	10,000	105,04	105,49	105,6483	8,47%	8,42%
FR0026	31-Okt-07	11,000	110,80	111,29	110,7829	8,88%	8,98%
FR0027	31-Okt-07	9,500	102,56	106,14	105,7767	9,03%	9,09%
FR0028	31-Okt-07	10,000	105,26	108,20	107,0015	9,17%	9,35%
FR0030	31-Okt-07	10,750	109,73	114,69	113,996	9,09%	9,20%
FR0031	31-Okt-07	11,000	109,11	114,18	114,8111	9,75%	9,67%
FR0032	31-Okt-07	15,000	137,89	142,31	141,8018	9,32%	9,38%
FR0033	31-Okt-07	12,500	116,16	117,76	117,5972	8,67%	8,70%
FR0034	31-Okt-07	12,800	122,26	127,10	128,1141	9,80%	9,68%
FR0035	31-Okt-07	12,900	123,27	128,15	129,0204	9,86%	9,76%
FR0036	31-Okt-07	11,500	113,70	115,17	115,1043	9,54%	9,55%
FR0038	31-Okt-07	11,600	114,70	117,15	116,8251	9,40%	9,44%
FR0039	31-Okt-07	11,750	114,66	117,14	117,3395	9,89%	9,87%
FR0040	31-Okt-07	11,000	107,72	109,12	109,4404	10,06%	10,02%
FR0043	31-Okt-07	10,250	103,18	106,20	106,2713	9,83%	9,82%
FR0044	31-Okt-07	10,000	99,84	101,12	101,3747	10,02%	9,99%
FR0046	31-Okt-07	9,500	96,79	99,59	99,47443	9,90%	9,92%

Sumber : Peneliti

Dari *yield* model dan *yield* aktual dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai *log likelihood* memakai formula 3.7. Nilai *log likelihood* inilah yang akan dimaksimalkan

untuk menghasilkan estimasi nilai optimal dari koefisien  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_2, \tau_1$ , dan  $\tau_2$ . Hasil-hasil dari koefisien yang terbentuk setiap periode dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

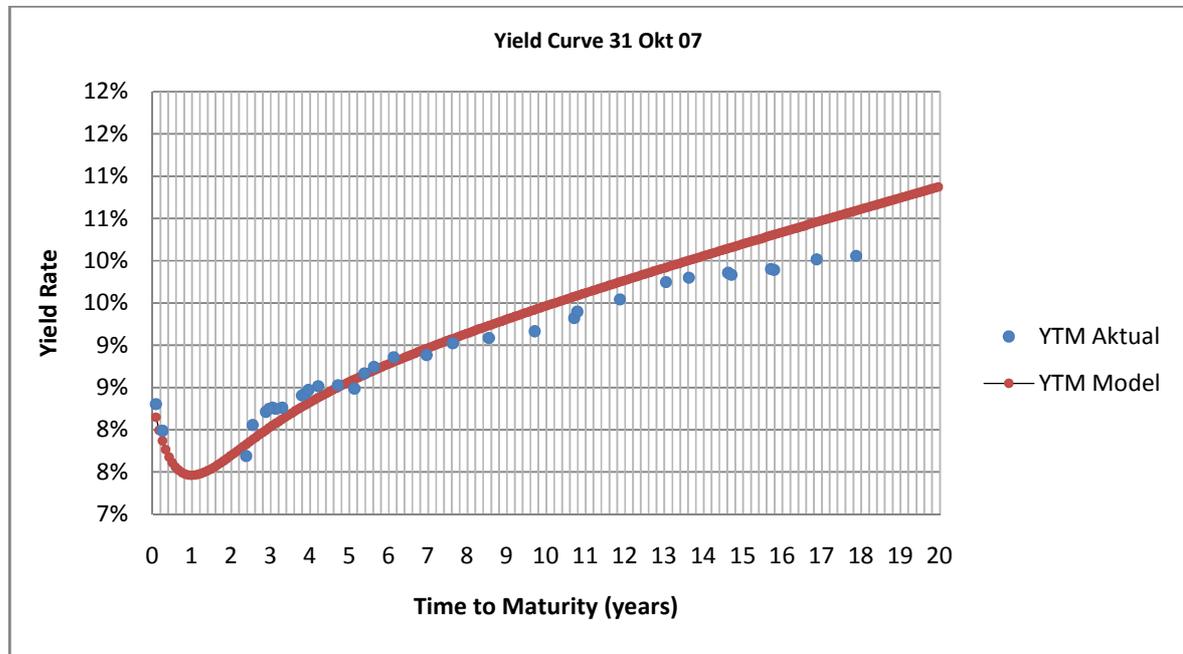
**Tabel 4.15 Nilai Estimasi  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_2, \tau_1$ , dan  $\tau_2$  Metode Nelson Siegel Svensson**

<i>Date</i>	$\beta_0$	$\beta_1$	$\tau_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\tau_2$
31-Okt-07	0,491813	(0,408459)	146,915118	0,000000	(0,034319)	0,663600
08-Nop-07	0,498781	(0,410981)	146,947428	0,000000	(0,061283)	0,529919
03-Des-07	0,516596	(0,428049)	146,948007	0,022071	(0,046650)	0,309336
01-Jan-08	-	0,088385	146,539190	0,546117	(0,056777)	0,376597
01-Feb-08	0,000002	0,085731	146,915939	0,651729	(0,051104)	0,522926
03-Mar-08	0,000001	0,079824	147,269251	0,825426	(0,004981)	0,607178
01-Apr-08	0,000001	0,092721	145,257146	0,807229	(0,049610)	0,080477
01-Mei-08	0,000001	0,116556	147,936831	0,479746	(0,139502)	0,088277
02-Jun-08	0,000000	0,120090	148,014436	0,337767	(0,139075)	0,085850
01-Jul-08	0,030189	0,092345	145,285855	0,416028	(0,126726)	0,073336
01-Agust-08	0,461833	(0,357126)	131,128244	0,000000	(0,041941)	0,047531
01-Sep-08	0,341902	(0,230780)	131,129694	0,000000	(0,063393)	0,062453
01-Okt-08	0,200381	(0,071991)	131,187029	0,000000	(0,181044)	0,092291
03-Nop-08	0,019231	0,144254	130,434966	0,000444	(0,198810)	0,076521
01-Des-08	0,204617	(0,056642)	129,966843	0,000000	(0,131984)	0,085483
01-Jan-09	0,015410	0,091662	17,249850	0,161303	0,008470	0,141863
02-Feb-09	0,147887	(0,051302)	17,591223	0,052887	0,009424	0,166600
02-Mar-09	-	0,115046	106,920854	0,770609	(0,099044)	0,072072
01-Apr-09	0,000000	0,090126	14,864289	0,277978	(0,032050)	0,050353
01-Mei-09	0,003525	0,079064	13,885898	0,273872	(0,022719)	0,043344
01-Jun-09	0,000773	0,080398	115,515913	0,674588	(0,033589)	0,120175
01-Jul-09	-	0,083379	115,726858	0,849909	(0,057097)	0,161392
03-Agust-09	0,380588	(0,315724)	113,041941	0,509220	0,027421	1,549620
01-Sep-09	0,000001	0,076441	16,234429	0,253171	(0,045027)	0,129094
01-Okt-09	0,000001	0,075389	28,467593	0,279954	(0,042590)	0,115848
02-Nop-09	0,000001	0,080164	16,916822	0,223149	(0,067300)	0,156645
01-Des-09	0,000007	0,071498	17,604875	0,264543	(0,035515)	0,227806

Sumber : Peneliti

Setelah proses ini selesai maka akan didapatkan nilai *error* yang paling minimal dari keseluruhan data obligasi. Koefisien dari  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_2, \tau_1$ , dan  $\tau_2$  sudah merupakan yang paling optimal untuk menghasilkan *yield curve* berdasarkan metode Nelson Siegel Svensson. Langkah terakhir adalah melakukan pembentukan *yield curve*. Grafik hasil dari

pembentukan *yield curve* berdasarkan metode *Nelson Siegel Svensson* untuk periode 31 Oktober 2007 dapat dilihat di bawah ini:



**Gambar 4.5** *Yield curve* per 31 Oktober 2007 (Metode *Nelson Siegel Svensson*)

Sumber : Peneliti

## 4.2. Metode Pengujian Hasil Pembentukan Kurva

### 4.2.1 Pengujian *Error*

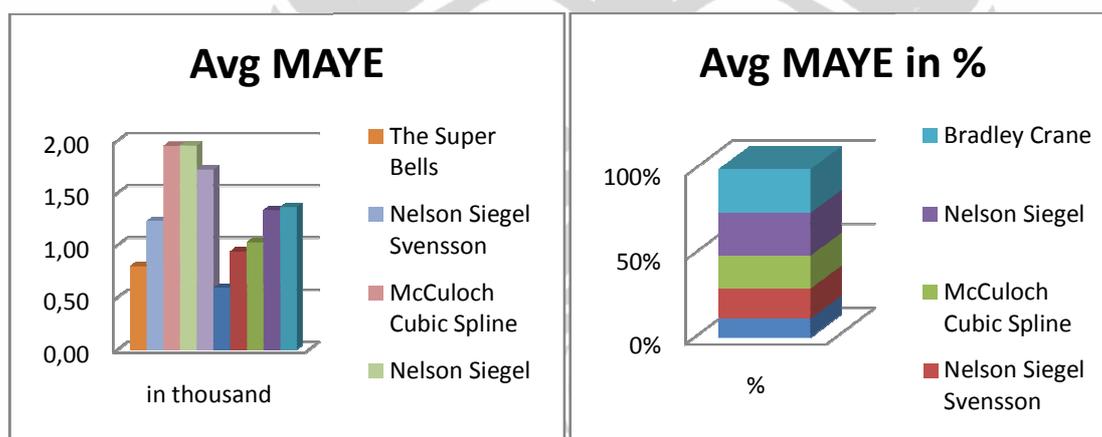
Dari hasil pembentukan kurva masing-masing metode, maka untuk tahapan berikutnya akan dilakukan pengujian untuk menentukan metode manakah yang paling baik untuk diterapkan di Indonesia. Pengujian *error* ini dibagi menjadi dua tahapan yaitu pengukuran besarnya *Mean Absolute Yield Error (MAYE)* dan pengukuran besarnya *Root Mean Square Yield Error (RMSYE)*. Hasil dari kedua pengukuran ini dapat dilihat melalui tabel di bawah ini:

**Tabel 4.16 Rata-rata *MAYE* & *RMSYE* Semua Metode (dalam ribuan)**

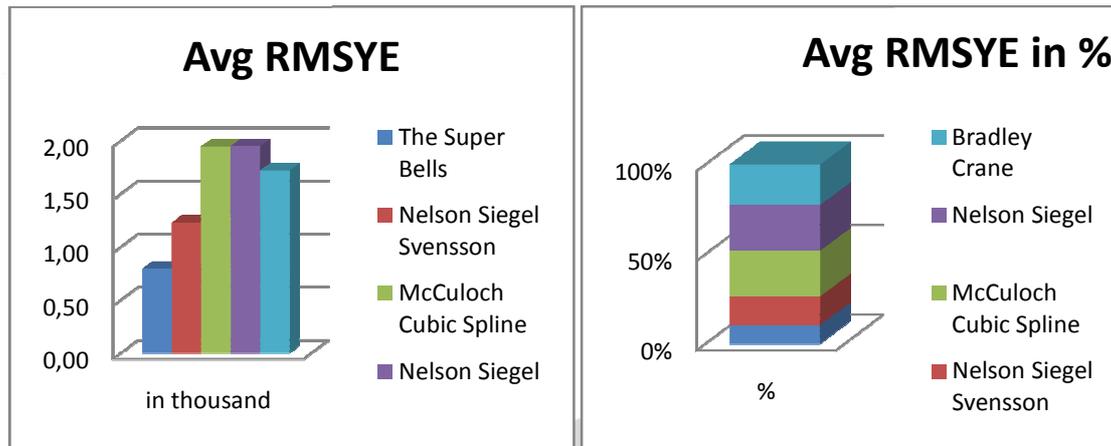
No	Metode	Avg <i>MAYE</i>	Min <i>MAYE</i>	Max <i>MAYE</i>	Avg <i>RMSYE</i>	Min <i>RSYME</i>	Max <i>RSYME</i>
1	<i>The Super Bells</i>	0,59	0,12	2,46	0,79	0,15	3,19
2	<i>Nelson Siegel Svensson</i>	0,94	0,37	2,46	1,23	0,51	3,30
3	<i>McCulloch Cubic Spline</i>	1,02	0,45	2,92	1,94	0,66	5,07
4	<i>Nelson Siegel</i>	1,33	0,59	2,86	1,95	0,78	3,99
5	<i>Bradley Crane</i>	1,36	0,31	7,07	1,72	0,38	8,56

Sumber : Peneliti

Dari tabel di atas ini dapat dilihat bahwa metode yang menghasilkan nilai rata-rata *MAYE* dan rata-rata *RMSYE* paling rendah adalah metode *The Super Bell*. Untuk lebih jelasnya mengenai ringkasan tabel 4.16 akan disajikan melalui grafik-grafik di bawah ini:

**Gambar 4.6 Nilai Rata-Rata dari *MAYE***

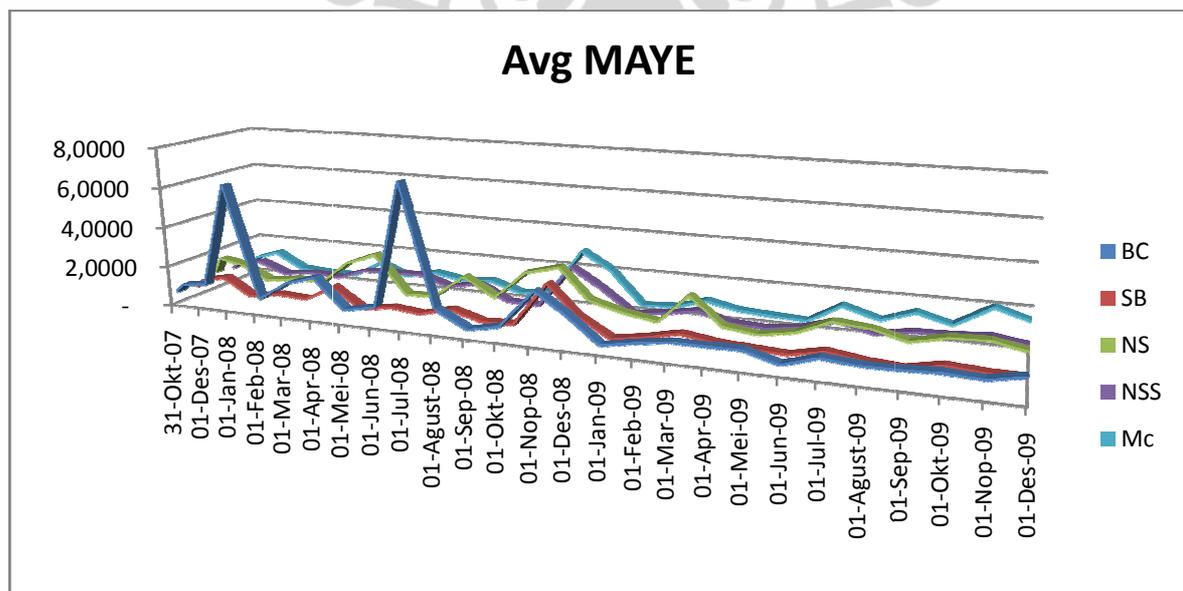
Sumber : Peneliti



**Gambar 4.7 Nilai Rata-Rata dari *RMSYE***

Sumber : Peneliti

Metode yang memiliki performa yang baik bila dapat menghasilkan nilai *MAYE* dan *RMSYE* paling kecil. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa nilai *yield* yang dihasilkan dari model yang dihasilkan oleh setiap metode memiliki tingkat *error* yang paling kecil. Untuk tiga besar urutan metode yang terbaik memiliki urutan yang sama dari pengukuran *MAYE* dan *RMSYE*. Ketiga metode terbaik tersebut adalah *The Super Bell*, *Nelson Siegel Svensson*, dan *McCulloch Cubic Spline*.



**Gambar 4.8 Pergerakan Nilai Rata-Rata dari *MAYE* Setiap Periode**

Sumber : Peneliti

Dari gambar 4.8 dapat dilihat pergerakan dari nilai rata-rata *MAYE* seluruh metode. Perubahan rata-rata nilai *MAYE* ini antar periode tidak diketemukan perubahan yang signifikan pada pemodelan *The Super Bell*, *Nelson Siegel Svensson*, *McCulloch Cubic Spline* dan *Nelson Siegel*. Lonjakan yang cukup signifikan terjadi hanya pada metode *Bradley Crane* karena tidak memasukkan unsur kupon kedalam pemodelan.

#### 4.2.2 Pengujian Robus

Pengujian robus ini ditujukan untuk mengetahui metode manakah yang paling dapat bertahan jika ada beberapa data yang dikeluarkan pada pembentukan model. Tahapannya akan dibagi menjadi dua yaitu robus 10% yang artinya akan dikeluarkan 10% data dari model dan robus 20% yang artinya akan dikeluarkan 20% data dari model. Di bawah ini adalah tabel dari penyebaran jangka waktu jatuh tempo masing-masing obligasi pada periode 31 Oktober 2007:

**Tabel 4.17 Sebaran Jangka Waktu Jatuh Tempo Obligasi Periode 31 Oktober 2007**

<i>Bonds</i>	<i>YTM</i>	<i>Ym-y</i>	< 1 tahun	1-5 tahun	5-10 tahun	> 10 tahun
SBI 1 Bulan	0,08	0,101	0,101			
SBI 3 Bulan	0,25	(0,035)	0,035			
FR0010	2,38	(0,275)		0,275		
FR0012	2,54	0,039		0,039		
FR0013	2,88	0,100		0,100		
FR0014	3,04	0,101		0,101		
FR0015	3,29	0,025		0,025		
FR0016	3,79	0,043		0,043		
FR0017	4,21	0,053		0,053		
FR0018	4,71	(0,043)		0,043		
FR0019	5,63	0,011			0,011	
FR0020	6,13	0,044			0,044	
FR0021	3,13	0,060		0,060		
FR0022	3,88	0,038		0,038		
FR0023	5,13	(0,180)			0,180	

Tabel 4.17 (lanjutan)

<i>Bonds</i>	<i>YTM</i>	<i>Ym-y</i>	< 1 tahun	1-5 tahun	5-10 tahun	> 10 tahun
FR0024	2,96	0,101		0,101		
FR0025	3,96	0,047		0,047		
FR0026	6,96	(0,093)			0,093	
FR0027	7,63	(0,067)			0,067	
FR0028	9,71	(0,184)			0,184	
FR0030	8,54	(0,112)			0,112	
FR0031	13,04	0,081				0,081
FR0032	10,71	(0,060)				0,060
FR0033	5,38	(0,034)			0,034	
FR0034	13,63	0,117				0,117
FR0035	14,63	0,097				0,097
FR0036	11,88	(0,008)				0,008
FR0038	10,79	(0,044)				0,044
FR0039	15,79	0,023				0,023
FR0040	17,88	0,036				0,036
FR0043	14,71	0,009				0,009
FR0044	16,88	0,032				0,032
FR0046	15,71	(0,015)				0,015

Sumber : Peneliti

Dari tabel 4.17, maka untuk pengelompokan jangka waktu akan dibagi menjadi tiga kelompok yaitu di bawah 5 tahun, diantara 5 sampai 10 tahun, dan yang terakhir di atas 10 tahun. Pengelompokan ini penting adanya karena saat akan dilakukan pengujian robus, data-data yang dikeluarkan akan mewakili dari masing-masing kelompok ini. Untuk periode pengujian akan diambil 5 periode. Periode yang dipilih untuk pengujian robus ini adalah 31 Oktober 2007, 1 Maret 2008, 1 September 2008, 1 Maret 2009 dan 1 September 2009.

#### 4.2.2.1 Pengujian Robus 10%

Pada tahap pengujian robus 10%, karena jumlah data obligasi adalah 33 buah maka akan dipilih 3 obligasi yang akan dikeluarkan dalam pembentukan model. Untuk ketiga obligasi itu dipilih 1 obligasi dari masing-masing kelompok jangka waktu jatuh tempo obligasi. Obligasi yang dikeluarkan pada tahapan ini adalah FR 14 (yang mewakili

kelompok <5 tahun), FR 28 (yang mewakili 5-10 tahun), dan FR 34 (yang mewakili >10 tahun).

Setelah ketiga obligasi ini dikeluarkan dari data-data yang dipakai untuk melakukan pembentukan model, maka dari data-data yang tersisa (30 obligasi) tersebut dilakukan proses pembentukan kurva kembali untuk masing-masing metode dengan langkah-langkah pada sub bab 4.1. Setelah keseluruhan langkah ini selesai maka akan didapatkan koefisien-koefisien model baru dari setiap metode. Selanjutnya dengan menggunakan koefisien-koefisien yang baru ini dimasukkan data-data FR 14, FR 28 dan FR 34 kedalam model tersebut. Nilai *yield* yang dihasilkan inilah yang akan dibandingkan berdasarkan pertimbangan nilai *MAYE* dan *RMSYE*. Di bawah ini adalah hasil-hasil yang didapat dari setiap metode:

**Tabel 4.18 Robus 10% Metode *Bradley Crane* (dalam ribuan)**

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,57	0,55	0,80	0,77	1,02	1,04
03-Mar-08	1,62	0,84	1,84	1,06	1,00	1,34
01-Sep-08	0,31	0,28	0,42	0,40	0,30	0,36
02-Mar-09	0,81	0,77	1,00	0,99	0,39	0,46
01-Sep-09	0,75	0,65	0,89	0,82	1,11	1,19
<b>Average</b>	<b>0,81</b>	<b>0,62</b>	<b>0,99</b>	<b>0,77</b>	<b>0,77</b>	<b>0,88</b>

Sumber : Peneliti

**Tabel 4.19 Robus 10% Metode *Super Bell* (dalam ribuan)**

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,45	0,44	0,58	0,57	0,70	0,81
03-Mar-08	0,41	0,39	0,53	0,49	0,91	0,94
01-Sep-08	0,25	0,26	0,32	0,33	0,22	0,27
02-Mar-09	0,74	0,73	0,88	0,90	0,70	0,79
01-Sep-09	0,30	0,29	0,39	0,36	0,50	0,69
<b>Average</b>	<b>0,43</b>	<b>0,42</b>	<b>0,54</b>	<b>0,53</b>	<b>0,61</b>	<b>0,70</b>

Sumber : Peneliti

Tabel 4.20 Robus 10% Metode *McCulloch Cubic Spline* (dalam ribuan)

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,53	0,72	0,84	1,35	0,67	0,68
03-Mar-08	0,49	0,51	0,66	0,69	0,43	0,54
01-Sep-08	0,46	0,50	0,97	1,02	0,10	0,10
02-Mar-09	1,02	1,08	1,78	2,04	1,36	1,51
01-Sep-09	1,44	1,44	2,66	2,71	3,80	1,73
<b>Average</b>	<b>0,79</b>	<b>0,85</b>	<b>1,38</b>	<b>1,56</b>	<b>1,27</b>	<b>0,91</b>

Sumber : Peneliti

Tabel 4.21 Robus 10% Metode *Nelson Siegel* (dalam ribuan)

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,84	0,85	1,15	1,12	1,28	1,45
03-Mar-08	0,93	0,60	1,45	0,74	1,35	1,48
01-Sep-08	1,04	0,83	2,99	0,98	0,36	0,44
02-Mar-09	2,09	2,14	2,46	2,50	1,66	2,00
01-Sep-09	0,99	0,94	1,18	1,12	1,40	1,67
<b>Average</b>	<b>1,18</b>	<b>1,07</b>	<b>1,84</b>	<b>1,29</b>	<b>1,21</b>	<b>1,41</b>

Sumber : Peneliti

Tabel 4.22 Robus 10% Metode *Nelson Siegel Svensson* (dalam ribuan)

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,70	0,65	0,90	0,83	1,39	1,43
03-Mar-08	0,75	0,69	0,92	0,86	1,15	1,40
01-Sep-08	0,41	0,33	0,56	0,44	0,20	0,21
02-Mar-09	0,92	0,72	1,10	0,88	0,80	0,88
01-Sep-09	0,97	0,93	1,13	1,09	1,48	1,51
<b>Average</b>	<b>0,75</b>	<b>0,66</b>	<b>0,92</b>	<b>0,82</b>	<b>1,00</b>	<b>1,09</b>

Sumber : Peneliti

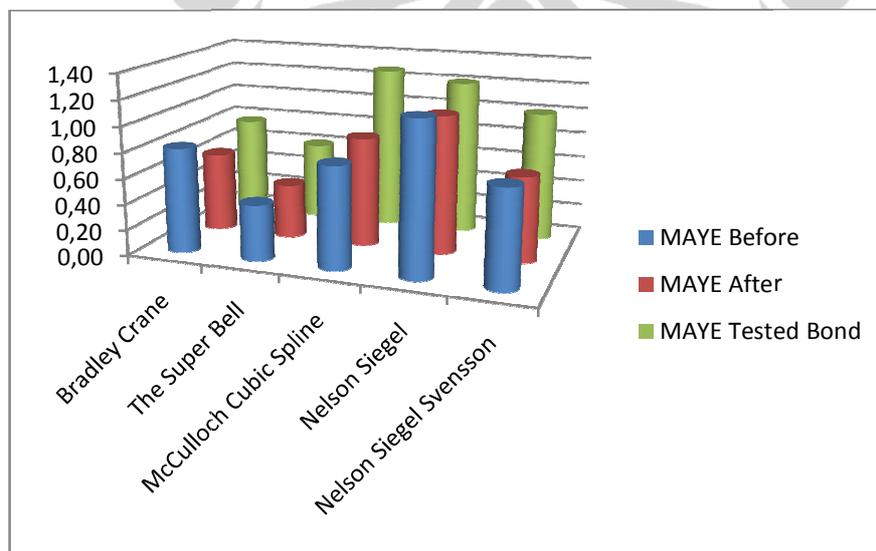
Untuk ringkasan hasil pengujian *robust test* 10% ini dapat diringkaskan menjadi seperti di bawah ini:

**Tabel 4.23 Rekap Nilai Rata-Rata Robus 10% Seluruh Metode (dalam ribuan)**

Metode	Avg MAYE Before Tes	Avg MAYE After Tes	Avg RMSYE Before Tes	Avg RMSYE After Tes	Avg MAYE Tested Bond	Avg RMSYE Tested Bond
<i>Bradley Crane</i>	0,81	0,62	0,99	0,77	0,77	0,88
<i>The Super Bell</i>	0,43	0,42	0,54	0,53	0,61	0,70
<i>McCulloch Cubic Spline</i>	0,79	0,85	1,38	1,56	1,27	0,91
<i>Nelson Siegel</i>	1,18	1,07	1,84	1,29	1,21	1,41
<i>Nelson Siegel Svensson</i>	0,75	0,66	0,92	0,82	1,00	1,09
<b>Average</b>	<b>0,79</b>	<b>0,72</b>	<b>1,13</b>	<b>0,99</b>	<b>0,97</b>	<b>1,00</b>

Sumber : Peneliti

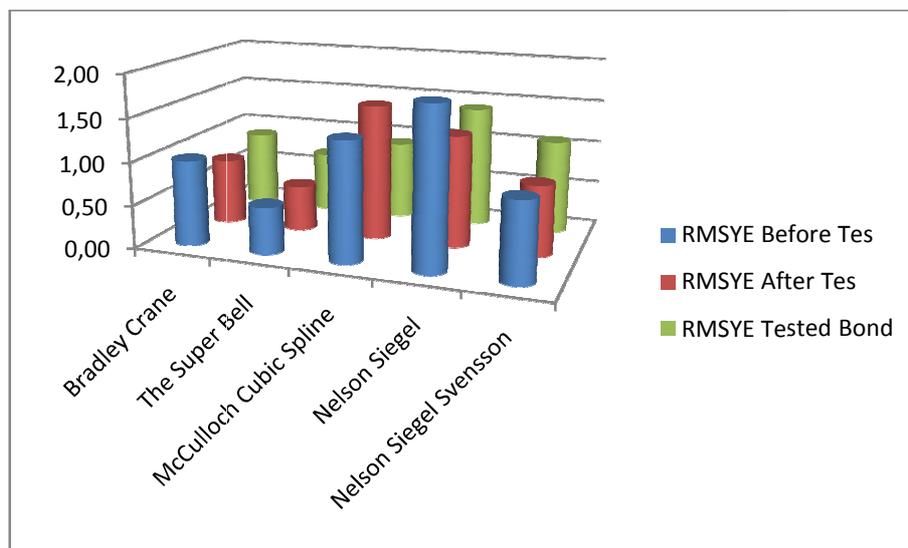
Dari tabel 4.23, akan diamati terlebih dahulu dari sisi perhitungan *MAYE*. Bila digambarkan hasil dari perhitungan *MAYE* dapat dilihat seperti di bawah ini:



**Gambar 4.9 Rekap *MAYE* Seluruh Metode Untuk Pengujian Robus 10%**

Sumber : Peneliti

Untuk nilai *MAYE* pada pengujian robus 10%, metode yang menghasilkan nilai *MAYE* yang paling kecil adalah metode *The Super Bell*, *Bradley Crane*, *Nelson Siegel Svensson*, *Nelson Siegel*, dan *McCulloch Cubic Spline*.



**Gambar 4.10 Rekap *RMSYE* Seluruh Metode Untuk Pengujian Robus 10%**

Sumber : Peneliti

Berbeda dengan hasil pengukuran *MAYE*, pada pengukuran *RMSYE* terjadi perubahan posisi tiga besar dimana metode *McCulloch Cubic Spline* berhasil masuk keposisi terbaik ketiga. Secara lengkap urutannya adalah *The Super Bell*, *Bradley Crane*, *McCulloch Cubic Spline*, *Nelson Siegel Svensson* dan *Nelson Siegel*.

#### 4.2.2.2 Pengujian Robus 20%

Pada tahap pengujian robus 20%, karena jumlah data obligasi adalah 33 buah maka akan dipilih 6 obligasi yang akan dikeluarkan dalam pembentukan model. Untuk ketiga obligasi itu dipilih 2 obligasi dari masing-masing kelompok jangka waktu jatuh tempo obligasi. Obligasi yang dikeluarkan pada tahapan ini adalah FR 14 & 15 (yang mewakili kelompok <5 tahun), FR 28 & 30 (yang mewakili 5-10 tahun), dan FR 34 & 35 (yang mewakili >10 tahun).

Setelah keenam obligasi ini dikeluarkan dari data-data yang dipakai untuk melakukan pembentukan model, maka dari data-data yang tersisa (27 obligasi) tersebut dilakukan proses pembentukan kurva kembali untuk masing-masing metode dengan langkah-langkah pada sub bab 4.1. Setelah keseluruhan langkah ini selesai maka akan didapatkan koefisien-koefisien model baru dari setiap metode. Selanjutnya dengan menggunakan koefisien-koefisien yang baru ini dimasukkan data-data FR 14, FR 15, FR 28, FR 30, FR 34 dan FR 35 kedalam model tersebut. Nilai *yield* yang dihasilkan inilah yang akan dibandingkan berdasarkan pertimbangan nilai *MAYE* dan *RMSYE*. Di bawah ini adalah hasil-hasil yang didapat dari setiap metode:

**Tabel 4.24 Robus 20% Metode *Bradley Crane* (dalam ribuan)**

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,57	0,56	0,80	0,80	0,78	0,85
03-Mar-08	1,62	0,87	1,84	1,09	0,90	1,17
01-Sep-08	0,31	0,25	0,42	0,35	0,57	0,66
02-Mar-09	0,81	0,90	1,00	1,08	0,43	0,54
01-Sep-09	0,75	0,73	0,89	0,87	0,95	1,05
<b>Average</b>	<b>0,81</b>	<b>0,67</b>	<b>0,99</b>	<b>0,84</b>	<b>0,73</b>	<b>0,86</b>

Sumber : Peneliti

**Tabel 4.25 Robus 20% Metode *The Super Bell* (dalam ribuan)**

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,45	0,44	0,58	0,57	0,81	0,95
03-Mar-08	0,41	0,40	0,53	0,50	0,81	0,91
01-Sep-08	0,25	0,20	0,32	0,27	0,51	0,61
02-Mar-09	0,74	0,69	0,88	0,88	0,57	0,69
01-Sep-09	0,30	0,28	0,39	0,35	0,48	0,69
<b>Average</b>	<b>0,43</b>	<b>0,40</b>	<b>0,54</b>	<b>0,51</b>	<b>0,63</b>	<b>0,77</b>

Sumber : Peneliti

Tabel 4.26 Robus 20% Metode *McCulloch Cubic Spline* (dalam ribuan)

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,53	0,77	0,84	1,42	0,55	0,62
03-Mar-08	0,49	0,52	0,66	0,69	0,42	0,47
01-Sep-08	0,46	0,51	0,97	1,11	0,35	0,47
02-Mar-09	1,02	1,10	1,78	2,11	1,31	1,56
01-Sep-09	1,44	1,44	2,66	2,77	1,37	1,49
<b>Average</b>	<b>0,79</b>	<b>0,87</b>	<b>1,38</b>	<b>1,62</b>	<b>0,80</b>	<b>0,92</b>

Sumber : Peneliti

Tabel 4.27 Robus 20% Metode *Nelson Siegel* (dalam ribuan)

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,84	0,88	1,15	1,14	1,14	1,32
03-Mar-08	0,93	0,60	1,45	0,74	1,35	1,48
01-Sep-08	1,04	0,86	2,99	1,00	0,48	0,62
02-Mar-09	2,09	2,16	2,46	2,55	1,86	2,07
01-Sep-09	0,99	0,87	1,18	1,05	1,43	1,65
<b>Average</b>	<b>1,18</b>	<b>1,07</b>	<b>1,84</b>	<b>1,30</b>	<b>1,25</b>	<b>1,43</b>

Sumber : Peneliti

Tabel 4.28 Robus 20% Metode *Nelson Siegel Svensson* (dalam ribuan)

<i>Date</i>	<i>Avg MAYE Before Tes</i>	<i>Avg MAYE After Tes</i>	<i>Avg RMSYE Before Tes</i>	<i>Avg RMSYE After Tes</i>	<i>Avg MAYE Tested Bond</i>	<i>Avg RMSYE Tested Bond</i>
31-Okt-07	0,70	0,63	0,90	0,82	1,12	1,21
03-Mar-08	0,75	0,69	0,92	0,84	1,00	1,23
01-Sep-08	0,41	0,28	0,56	0,39	0,46	0,57
02-Mar-09	0,92	0,75	1,10	0,92	0,59	0,69
01-Sep-09	0,97	0,93	1,13	1,09	1,29	1,36
<b>Average</b>	<b>0,75</b>	<b>0,66</b>	<b>0,92</b>	<b>0,81</b>	<b>0,89</b>	<b>1,01</b>

Sumber : Peneliti

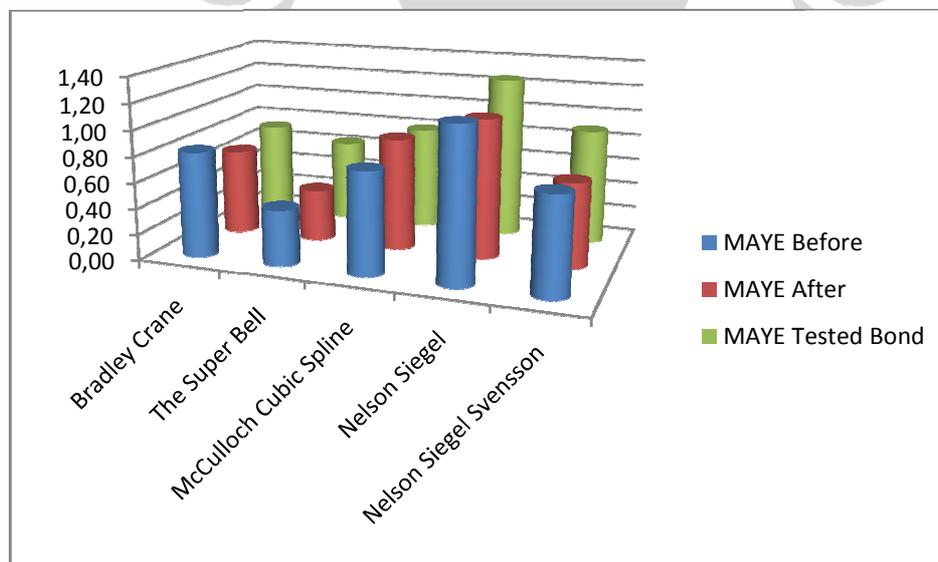
Untuk ringkasan hasil pengujian *robust test* 20% ini dapat diringkaskan menjadi seperti di bawah ini:

**Tabel 4.29 Rekap Nilai Rata-Rata Robus 20% Seluruh Metode (dalam ribuan)**

Metode	Avg MAYE Before Tes	Avg MAYE After Tes	Avg RMSYE Before Tes	Avg RMSYE After Tes	Avg MAYE Tested Bond	Avg RMSYE Tested Bond
Bradley Crane	0,81	0,67	0,99	0,84	0,73	0,86
The Super Bell	0,43	0,40	0,54	0,51	0,63	0,77
McCulloch Cubic Spline	0,79	0,87	1,38	1,62	0,80	0,92
Nelson Siegel	1,18	1,07	1,84	1,30	1,25	1,43
Nelson Siegel Svensson	0,75	0,66	0,92	0,81	0,89	1,01
<b>Average</b>	<b>0,79</b>	<b>0,73</b>	<b>1,13</b>	<b>1,02</b>	<b>0,86</b>	<b>1,00</b>

Sumber : Peneliti

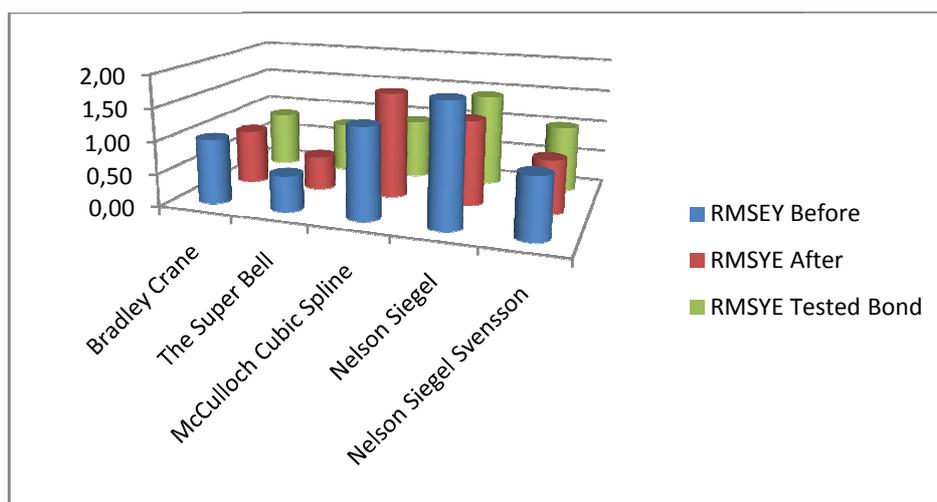
Dari tabel 4.29, akan diamati terlebih dahulu dari sisi perhitungan *MAYE*. Bila digambarkan hasil dari perhitungan *MAYE* dapat dilihat seperti di bawah ini:



**Gambar 4.11 Rekap *MAYE* Seluruh Metode Untuk Pengujian Robus 20%**

Sumber : Peneliti

Berbeda dengan hasil pengukuran *MAYE* pada robus 10%, pada pengukuran *MAYE* robus 20% terjadi perubahan posisi tiga besar dimana metode *McCulloch Cubic Spline* berhasil masuk keposisi terbaik ketiga. Secara lengkap urutannya adalah *The Super Bell*, *Bradley Crane*, *McCulloch Cubic Spline*, *Nelson Siegel Svensson* dan *Nelson Siegel*.



**Gambar 4.12 Rekap *RMSYE* Seluruh Metode Untuk Pengujian Robus 20%**

Sumber : Peneliti

Samahalnya dengan hasil pengukuran *MAYE* pada robus 20%, pada pengukuran *RMSYE* robus 20%, metode *McCulloch Cubic Spline* berhasil masuk keposisi terbaik ketiga. Secara lengkap urutannya adalah *The Super Bell*, *Bradley Crane*, *McCulloch Cubic Spline*, *Nelson Siegel Svensson* dan *Nelson Siegel*.

Bila kedua tes robus ini dirata-rata hasilnya adalah seperti tabel di bawah ini:

**Tabel 4.30 Rekap Robus 10% & 20% Seluruh Metode (nilai rata-rata)**

Metode	Avg <i>MAYE</i> <i>Tested Bond</i>	Avg <i>RMSYE</i> <i>Tested Bond</i>
<i>Bradley Crane</i>	0,746218027	0,866631975
<i>The Super Bell</i>	0,619739081	0,734326976
<i>McCulloch Cubic Spline</i>	1,036104906	0,916374963
<i>Nelson Siegel</i>	1,230134282	1,417278057
<i>Nelson Siegel Svensson</i>	0,946602925	1,04961655

Sumber : Peneliti

Pada tabel 4.30 dapat dilihat posisi dua besar diduduki oleh metode yang sama untuk kedua pengukuran. Namun diposisi ke 3 untuk nilai *MAYE* diduduki oleh metode *Nelson Siegel Svensson*. Sedangkan untuk nilai *RMSYE* diduduki oleh metode *McCulloch Cubic Spline*. Berdasar kepada hasil tes *error* dan *robust* akan dipilih dua metode terbaik untuk dilakukan pengujian kemampuan *forecasting*. Pada uji *error* posisi dua besar adalah metode *The Super Bell* dan *Nelson Siegel Svensson*. Sedangkan pada uji *robust* posisi dua besar adalah *The Super Bell* dan *Bradley Crane*. Namun dikarenakan metode *Bradley Crane* pada saat uji *error* menempati posisi ke lima, maka akan digantikan posisinya dengan metode *Nelson Siegel Svensson*. Langkah terakhir dari pengujian adalah untuk mengukur kemampuan *forecasting* dari sinilah akan diambil kesimpulan akhir mengenai metode manakah yang paling baik. Yang berdasarkan pengujian *error* dan *robust* metode terbaik tetap diduduki oleh *The Super Bell*.

#### **4.2.3 Pengujian Kemampuan *Forecast***

Pada sub bab sebelumnya telah terpilih dua metode yang akan diteruskan untuk diuji pada tahapan ini. Metode tersebut adalah *The Super Bell* dan *Nelson Siegel Svensson*. Pengujian *forecasting* ini akan dibagi menjadi dua tahapan. Tahapan pertama dengan menggunakan metode pada suatu periode untuk digunakan pada periode yang berbeda. Tahapan kedua adalah dengan memperpanjang jangka waktu dari model yang sudah dihasilkan.

##### **4.2.3.1 Pengujian Kemampuan *Forecast* Tahap 1**

Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian pada 2 periode. Periode-periode yang diuji tersebut adalah 31 Oktober 2007 dan 1 September 2008. Model-model pada kedua periode ini yang sudah terbentuk pada sub bab 4.1 akan digunakan sebagai model yang akan meramalkan data-data periode yang akan datang. Tingkat *forecast* ini dibagi menjadi 1 minggu, 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan, dan 1 tahun. Maksud dari tingkatan ini adalah model pada kedua periode akan diuji dengan data-data masa yang akan datang yang lamanya 1 minggu, 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan, dan 1 tahun.

Hasil yang didapatkan dari pengujian ini akan dibandingkan besarnya dengan menggunakan *MAYE* dan *RMSYE*. Tabel di bawah ini adalah hasil yang didapatkan pada pengujian tahap pertama dari kedua metode:

**Tabel 4.31 Rekap Uji Forecast Periode 31 Oktober 2007 (dalam ratusan)**

<i>Date</i>	<i>The Super Bells</i>		<i>Nelson Siegel Svensson</i>	
	<i>MAYE</i>	<i>RMSYE</i>	<i>MAYE</i>	<i>RMSYE</i>
31-Okt-07	0,058609212	0,079479751	0,069998675	0,090021796
1 Week	0,235722707	0,279564298	0,230144563	0,273605257
1 Month	0,777513998	0,794958193	0,734389385	0,776846284
3 Month	0,449210770	0,500853097	0,417303188	0,481013002
6 Month	0,784180521	0,812000761	0,731074662	0,767075177
1 Year	8,137546519	8,170413073	7,682779393	7,787455666
<b>Average</b>	<b>2,08</b>	<b>2,11</b>	<b>1,96</b>	<b>2,02</b>

Sumber : Peneliti

**Tabel 4.32 Rekap Uji Forecast Periode 1 September 2008 (dalam ratusan)**

<i>Date</i>	<i>The Super Bells</i>		<i>Nelson Siegel Svensson</i>	
	<i>MAYE</i>	<i>RMSYE</i>	<i>MAYE</i>	<i>RMSYE</i>
01-Sep-08	0,025433836	0,032344927	0,041455031	0,056127274
1 Week	0,026037029	0,032857090	0,043703281	0,058531318
1 Month	1,059466861	1,063259761	0,992621860	1,030175830
3 Month	3,290183998	3,302387517	3,191580995	3,224281352
6 Month	1,412341245	1,547245917	3,313074485	3,349389931
1 Year	2,089713058	2,187668209	2,281242418	2,421297948
<b>Average</b>	<b>1,58</b>	<b>1,63</b>	<b>1,96</b>	<b>2,02</b>

Sumber : Peneliti

Tabel 4.32 dan 4.33 merupakan hasil perhitungan *MAYE* dan *RMSYE* dari kedua metode berdasarkan pengujian *forecasting*. Dari hasil pengujian tahapan ini dapat terlihat ketidakmampuan kedua metode untuk melakukan *forecasting*. Hal ini disebabkan dari besarnya nilai dari *MAYE* dan *RMSYE* yang dihasilkan. Oleh sebab itulah data harga obligasi yang digunakan dalam pembentukan model digunakan data yang paling akhir sehingga model yang dihasilkan oleh setiap metode dapat lebih akurat. Pada periode 31 Oktober 2007 metode *Nelson Siegel Svensson* menghasilkan nilai *MAYE* dan *RMSYE* yang paling kecil

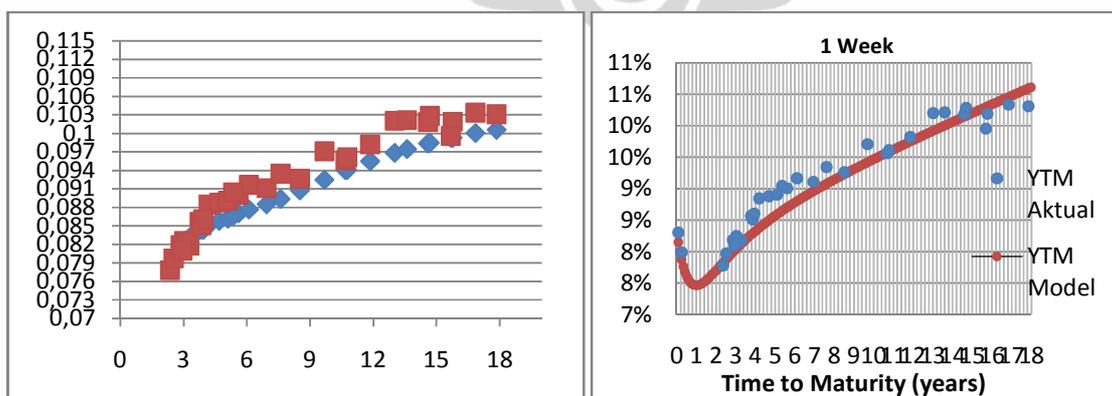
sehingga dapat dikatakan sebagai metode yang paling baik pada periode ini. Namun hasil yang berbeda didapatkan dari perhitungan *error* pengujian *forecasting* pada periode 1 September 2008. Metode *The Super Bell* berbalik unggul pada periode ini. Untuk mengatasi hasil yang berbeda cukup jauh ini maka dari kedua data pada tabel 4.32 dan 4.33 dilakukan perhitungan efek perubahannya dengan *MAYE* & *RMSYE* pada saat periode awal. Ringkasan hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 4.33 Rata-Rata Perubahan *MAYE* & *RMSYE* Terhadap Periode Awal**

Date	<i>The Super Bells</i>		<i>Nelson Siegel Svensson</i>	
	<i>MAYE</i>	<i>RMSYE</i>	<i>MAYE</i>	<i>RMSYE</i>
1 week	1,522827839	1,266631176	1,171037581	1,041077173
1 Month	26,460936938	20,437278593	16,218010251	12,491908874
3 Month	67,513491052	53,200365560	40,475288595	30,394593766
6 Month	33,454914547	28,026131201	44,181920657	33,097951159
1 Year	109,503435125	84,217132154	81,392697320	63,822876575

Sumber : Peneliti

Berdasarkan tabel 4.34 dapat terlihat bahwa perubahan nilai *MAYE* dan *RMSYE* metode *Nelson Siegel Svensson* secara garis besar lebih kecil dibandingkan dengan perubahan nilai *MAYE* dan *RMSYE* yang dihasilkan tahapan *forecasting The Super Bell*. Metode *The Super Bell* hanya dapat mengungguli metode *Nelson Siegel Svensson* di posisi *forecasting* 6 bulan saja. Berikut ini adalah perbandingan *yield curve* hasil *forecast* kedua metode:



**Gambar 4.13 Bentuk *Yield curve* Metode *The Super Bells* dan *Nelson Siegel Svensson* Memakai Data 1 Minggu**

Sumber : Peneliti

#### 4.2.3.2 Pengujian Kemampuan *Forecast* Tahap 2

Langkah pengujian *forecast* terakhir adalah dengan menggunakan model yang terbentuk dari obligasi-obligasi yang memiliki jangka waktu jatuh tempo di bawah 20 tahun untuk diuji kemampuannya dalam mengestimasi obligasi yang memiliki jangka waktu jatuh temponya di atas 20 tahun. Model yang dibentuk dari FR 10 – FR 46 akan digunakan untuk mengestimasi FR 47 – FR 52. Periode yang akan digunakan adalah September 2009 – Desember 2009. Hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.34 Rekap *MAYE* & *RMSYE Forecast* Metode *The Super Bell* (dalam ratusan)**

<i>Date</i>	<i>MAYE</i>	<i>RMSYE</i>	<i>MAYE Forecast</i>	<i>RMSYE Forecast</i>
Sep-09	0,030028475	0,038795861	3,904257976	8,038568718
Okt-09	0,062017011	0,094129388	2,341105139	4,074003733
Nov 09	0,049161087	0,077992054	1,738181690	3,198185786
Dec 09	0,049404309	0,067356708	2,837898637	5,247559681
<b>Average</b>	<b>0,05353</b>	<b>0,07983</b>	<b>2,30573</b>	<b>4,17325</b>

Sumber : Peneliti

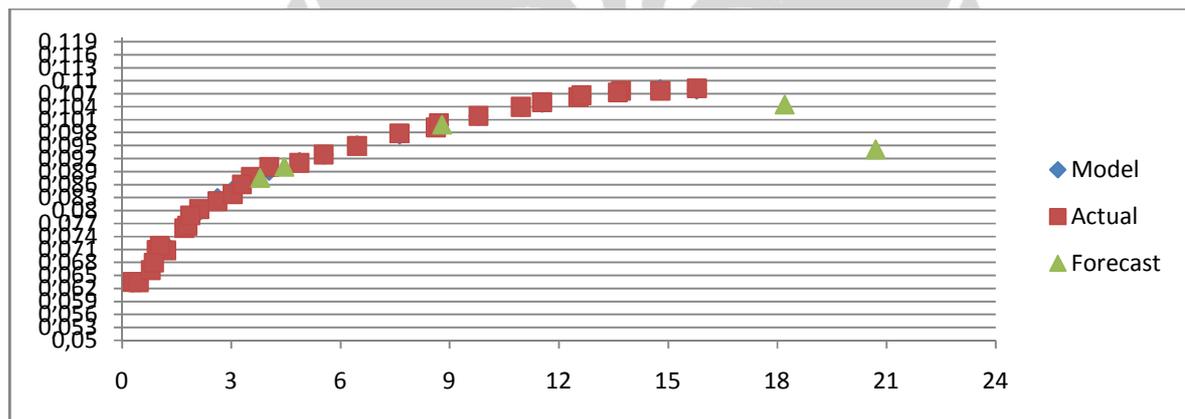
**Tabel 4.35 Rekap *MAYE* & *RMSYE Forecast* Metode *Nelson Siegel Svensson* (dalam ratusan)**

<i>Date</i>	<i>MAYE</i>	<i>RMSYE</i>	<i>MAYE Forecast</i>	<i>RMSYE Forecast</i>
Sep-09	0,096841134	0,112730342	0,245294904	0,290346242
Okt-09	0,099870119	0,124554130	0,172400649	0,265884053
Nov 09	0,111708263	0,146865975	0,205162015	0,254646135
Dec 09	0,090680210	0,110507832	0,168753352	0,276863518
<b>Average</b>	<b>0,10075</b>	<b>0,12731</b>	<b>0,18211</b>	<b>0,26580</b>

Sumber : Peneliti

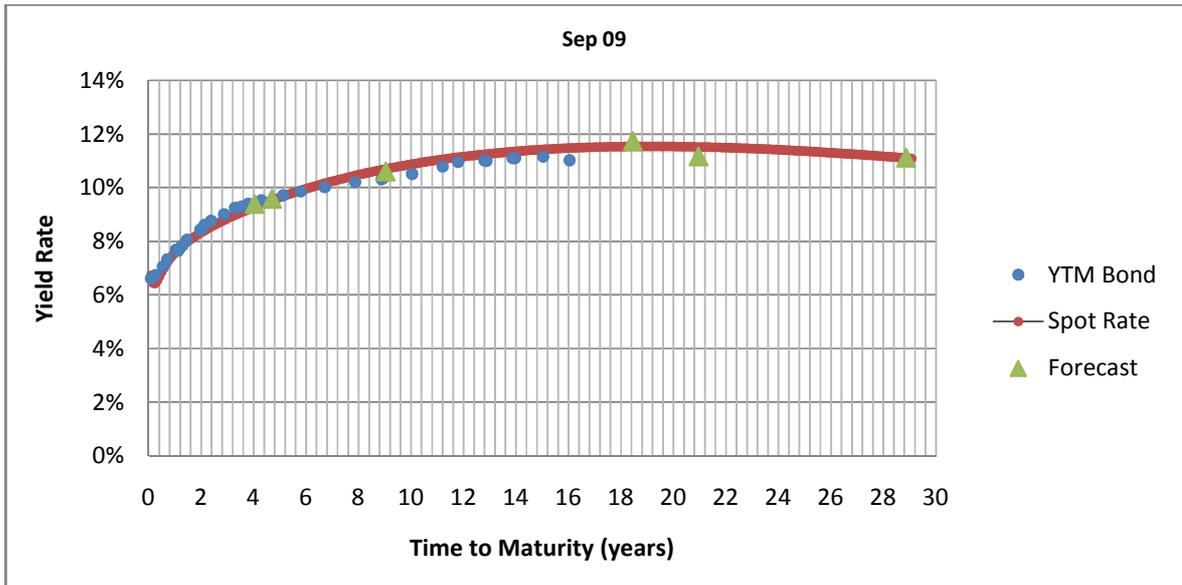
Dengan membandingkan tabel 4.35 dan 4.36 dapat dilihat bahwa kemampuan *forecast* metode *Nelson Siegel Svensson* lebih baik daripada metode *The Super Bell*. Metode *Nelson Siegel Svensson* dapat memprediksi obligasi-obligasi yang jatuh temponya diluar dari komponen obligasi yang dijadikan sebagai patokan dalam pembentukan model. Pada

metode dengan pendekatan regresi dapat menghasilkan nilai *MAYE* & *RMSYE* yang rendah saat pengujian *error* dan *robust*. Namun pada saat dilakukan pengujian *forecasting* pendekatan regresi tidak dapat lebih baik daripada pendekatan empiris. Hal ini disebabkan pada pendekatan empiris sudah memasukkan unsur *cash flow* dari masing-masing obligasi sampai batas akhir jangka waktu obligasi. Untuk pendekatan regresi tidak memasukkan unsur ini sehingga data yang dijadikan dasar untuk melakukan pemodelan hanya berasal dari data historis. Oleh sebab itu saat digunakan untuk data-data yang karakteristiknya (*term to maturity*) tidak terdapat dalam data pembentukan model, pendekatan regresi tidak dapat mengakomodir hal tersebut. Untuk lebih jelasnya mengenai perbandingan hasil dari tahapan ini dapat dilihat melalui gambar-gambar *yield curve* yang terbentuk dari kedua metode seperti di bawah ini:



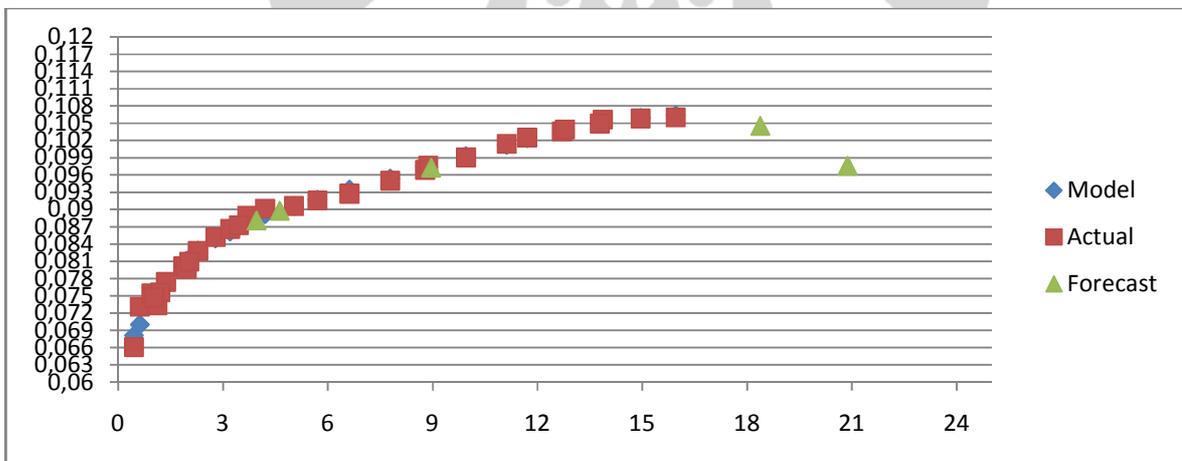
**Gambar 4.14 Bentuk *Yield curve* Metode *The Super Bell* Periode September 2009**

Sumber : Peneliti



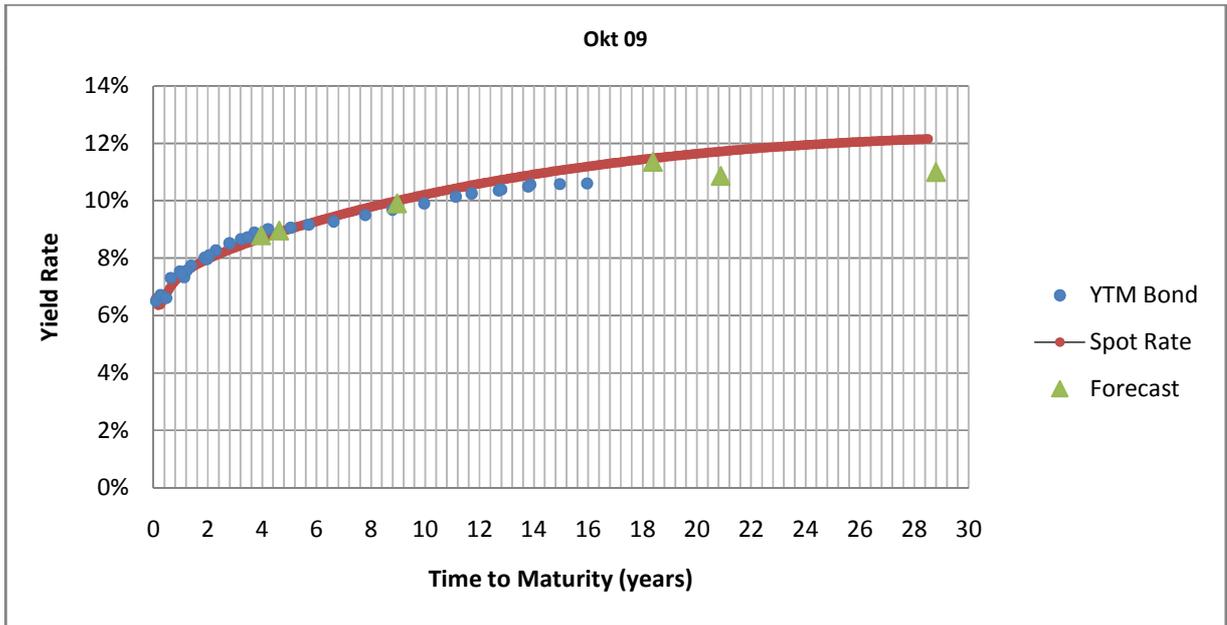
**Gambar 4.15 Bentuk Yield curve Metode Nelson Siegel Svensson Periode September 2009**

Sumber : Peneliti



**Gambar 4.16 Bentuk Yield curve Metode The Super Bell Periode Oktober 2009**

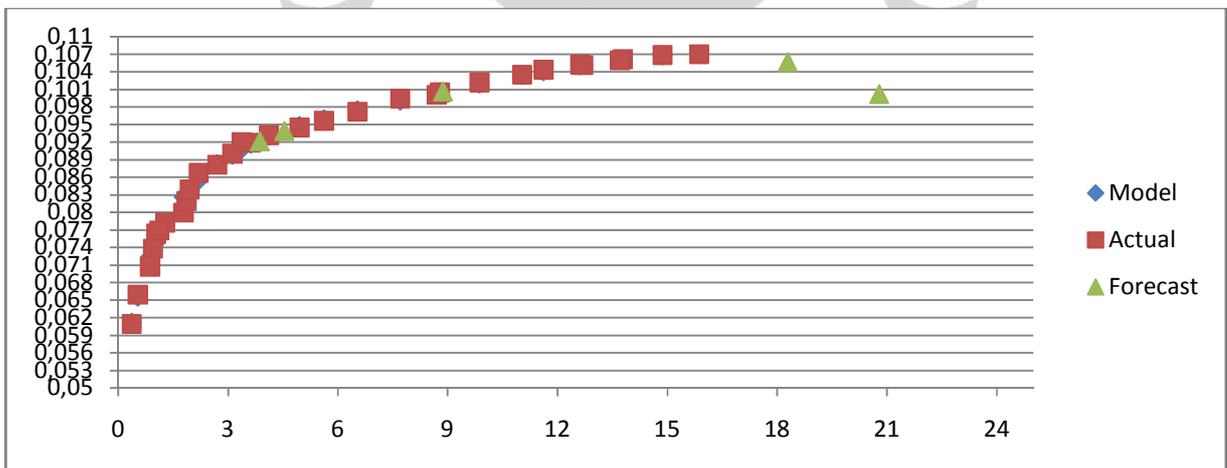
Sumber : Peneliti



Gambar 4.17 Bentuk *Yield curve* Metode *Nelson Siegel Svensson* Periode Oktober

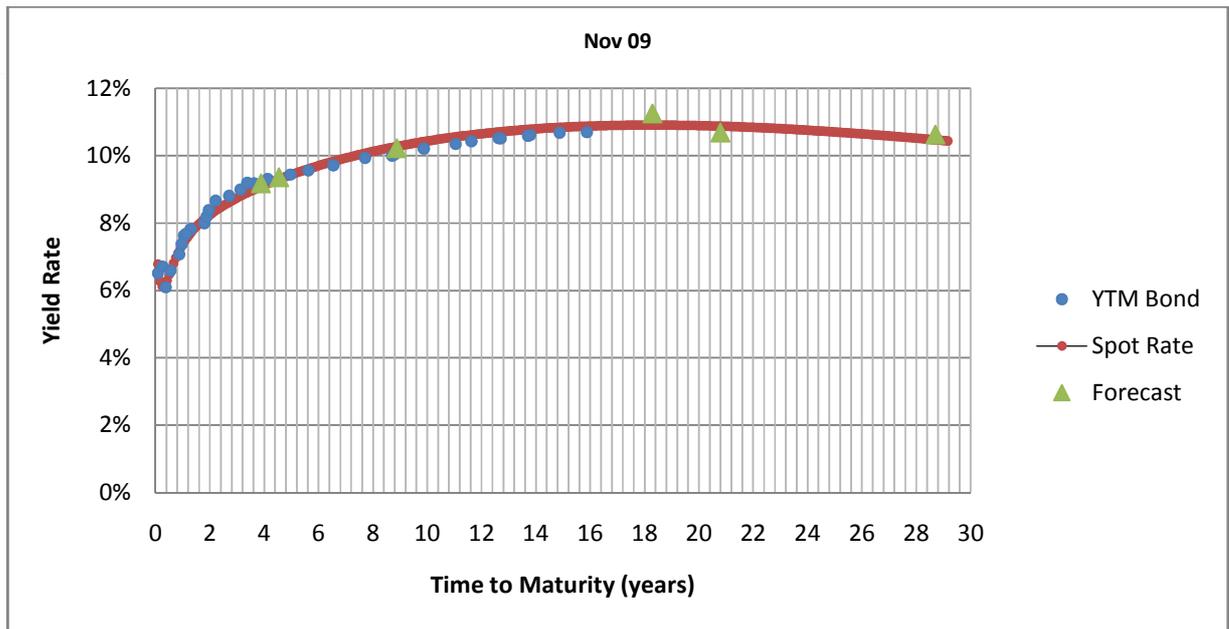
2009

Sumber : Peneliti



Gambar 4.18 Bentuk *Yield curve* Metode *The Super Bell* Periode November 2009

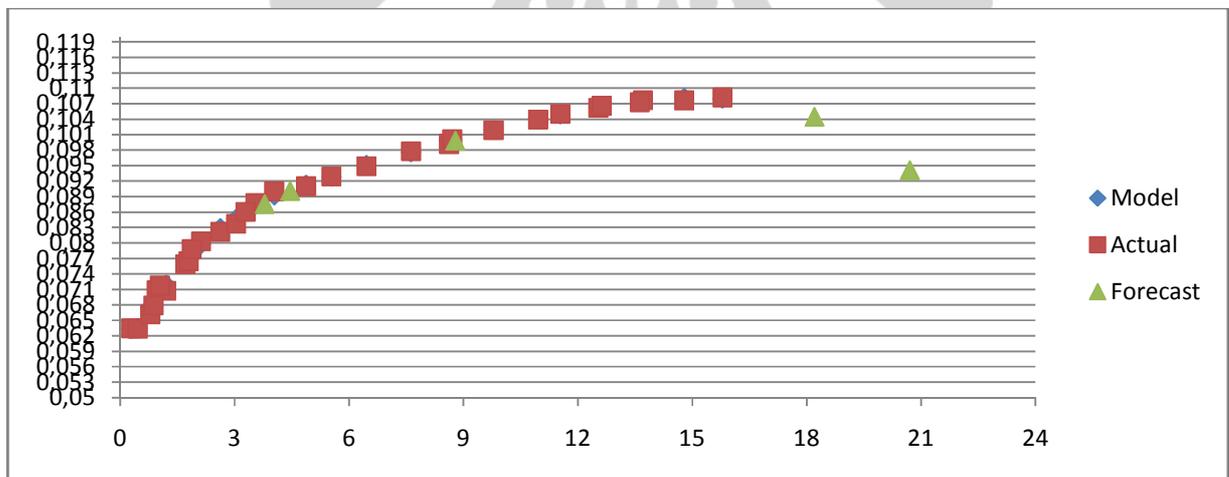
Sumber : Peneliti



**Gambar 4.19** Bentuk *Yield curve* Metode *Nelson Siegel Svensson* Periode November

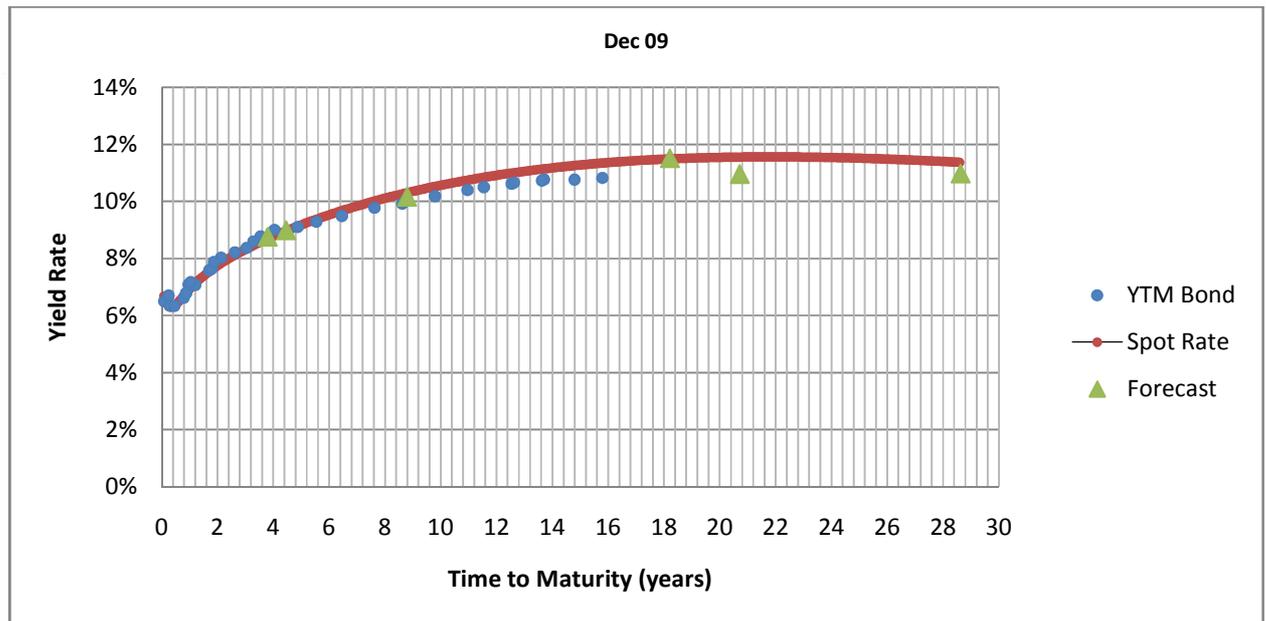
**2009**

Sumber : Peneliti



**Gambar 4.20** Bentuk *Yield curve* Metode *The Super Bell* Periode Desember 2009

Sumber : Peneliti



**Gambar 4.21 Bentuk *Yield curve* Metode *Nelson Siegel Svensson* Periode Desember 2009**

Sumber : Peneliti

Dari gambar 4.14 – 4.21 dapat terlihat hasil pembentukan *yield curve* dari metode *Nelson Siegel Svensson* dapat melakukan *forecasting* yang jauh lebih baik dari metode *The Super Bell*. Saat dimasukkan periode jatuh tempo yang lebih panjang, metode *Nelson Siegel Svensson* dapat melakukan *forecasting* yang lebih baik dibandingkan dengan metode *The Super Bell*. Hal ini ditandai dengan nilai *MAYE* & *RMSYE* yang jauh lebih kecil. Salah satu faktor yang berperan paling besar adalah unsur *cash flow* dimasa yang akan datang yang turut dimasukkan kedalam metode *Nelson Siegel Svensson* sehingga metode yang terbentuk bukan hanya berasal dari data historis yang sudah ada.

## BAB 5

### KESIMPULAN & SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari bab-bab sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan dari penelitian kali ini, yaitu sebagai berikut:

**Tabel 5.1 Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Sebelumnya**

Peneliti	Periode Pengamatan	Metode Yang Diteliti	Ukuran	Pengujian	Metode Terbaik
Yuniarto, 2005	2003 - 2005	<i>Nelson Siegel</i> <i>McCulloch Cubic Spline</i>	<i>MAYE</i> <i>RMSYE</i>	<i>Error</i>	<i>McCulloch Cubic Spline</i>
Silitonga, 2007	2005 - 2007	<i>Nelson Siegel</i> <i>McCulloch Cubic Spline</i>	<i>MAYE</i> <i>RMSYE</i>	<i>Error</i>	<i>McCulloch Cubic Spline</i>
Hartana, 2010	2004 - 2009	<i>McCulloch Cubic Spline</i> <i>Nelson Siegel Svensson</i>	<i>WSSE</i>	<i>Error</i> <i>Robust</i> <i>Forecasting</i>	<i>Nelson Siegel Svensson</i> <i>Nelson Siegel Svensson</i> <i>Nelson Siegel Svensson</i>
Tanjaja, 2010	2007 - 2009	<i>Bradley Crane</i> <i>The Super Bell</i> <i>McCulloch Cubic Spline</i> <i>Nelson Siegel</i> <i>Nelson Siegel Svensson</i>	<i>MAYE</i> <i>RMSYE</i>	<i>Error</i> <i>Robust</i> <i>Forecasting</i>	<i>The Super Bell</i> <i>The Super Bell</i> <i>Nelson Siegel Svensson</i>

Sumber: Peneliti

1. Pembentukan *yield curve* di Indonesia dapat dilakukan menggunakan kedua pendekatan (regresi dan empiris) seperti yang dilakukan dalam penelitian. Pada metode pendekatan regresi (*Bradley Crane & The Super Bell*), pembentukan kurva dapat dilakukan tanpa membuat *cash flow* masing-masing obligasi sampai batas akhir jatuh tempo. Sedangkan pada metode pendekatan empiris (*McCulloch Cubic Spline, Nelson Siegel, dan Nelson Siegel Svensson*), pembentukan kurva memerlukan *cash flow* masing-masing obligasi sampai batas akhir jatuh tempo. Perbedaan ini yang menyebabkan pendekatan empiris memiliki kemampuan forecasting yang lebih baik daripada pendekatan regresi.

2. Tingkat keberhasilan kelima metode yang diteliti adalah sebagai berikut:

- Dari tahap pengujian *error*, metode yang menghasilkan nilai *MAYE* dan *RMSYE* yang paling kecil urutannya adalah *The Super Bell*, *Nelson Siegel Svensson*, *McCulloch Cubic Spline*, *Nelson Siegel*, dan *Bradley Crane*. Dari hasil *MAYE* dan *RMSYE* ini maka metode yang terbaik pada tahapan ini adalah metode *The Super Bell*.
- Dari tahap pengujian robus, metode yang menghasilkan nilai *MAYE* dan *RMSYE* yang paling kecil urutannya adalah *The Super Bell*, *Bradley Crane*, *Nelson Siegel Svensson*, *McCulloch Cubic Spline*, dan *Nelson Siegel*. Pada tahap pengujian ini metode yang terbaik adalah *The Super Bell*.
- Dari tahap pengujian *forecast*, metode yang menghasilkan nilai *MAYE* dan *RMSYE* yang paling kecil urutannya adalah *Nelson Siegel Svensson* dan *The Super Bell*. Pada tahapan pengujian ini dapat dilihat kemampuan dari metode *Nelson Siegel Svensson* untuk melakukan kalkulasi dari obligasi yang tanggal jatuh temponya diluar dari obligasi-obligasi yang membentuk model. Atau dapat pula dikatakan bahwa model yang dibentuk dari metode *Nelson Siegel Svensson* dapat diperpanjang jangka waktunya sesuai dengan kebutuhan. Kemampuan ini tidak dimiliki oleh metode *The Super Bell*.
- Dari tahapan pengujian *forecast* tahap pertama, dapat dilihat ketidakmampuan kedua metode ini untuk memprediksi harga-harga pada saat periode yang berbeda. Atas dasar inilah maka *yield curve* yang dibentuk dengan metode-metode pada penelitian kali ini harus terus dilakukan pembaharuan data setiap harinya. Hal ini dimaksudkan agar *yield curve* yang terbentuk dapat sesuai dengan kondisi aktual.
- Pendekatan regresi dapat menghasilkan nilai *MAYE* dan *RMSYE* yang kecil pada tahap pengujian 1 dan 2. Namun pada saat pengujian ketiga yaitu *forecast*, pendekatan regresi tidak menampilkan performa seperti saat dipengujian yang pertama dan kedua. Disinilah dapat dilihat kelemahan dari pendekatan regresi yang hanya dapat memprediksi *yield* yang jangka waktunya berada pada rentang jangka waktu yang membentuk model saja (tidak dapat diperpanjang jangka waktu estimasinya).

## 5.2 Saran

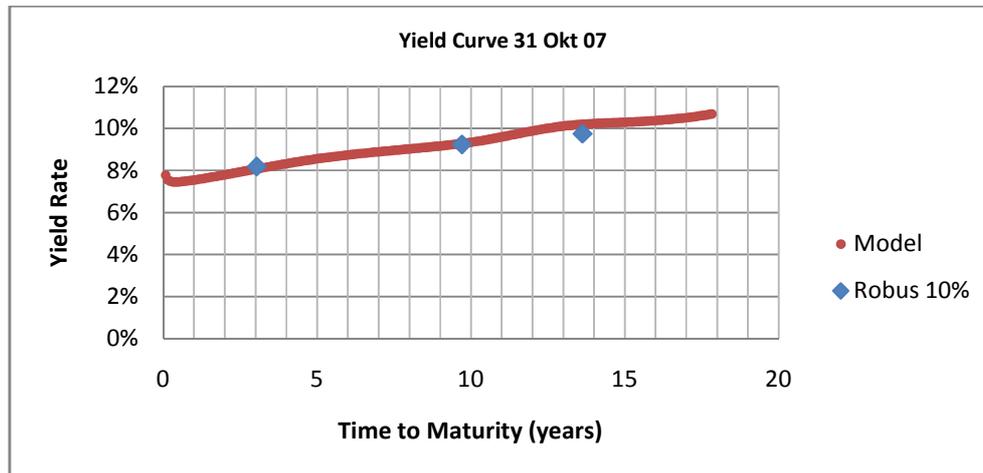
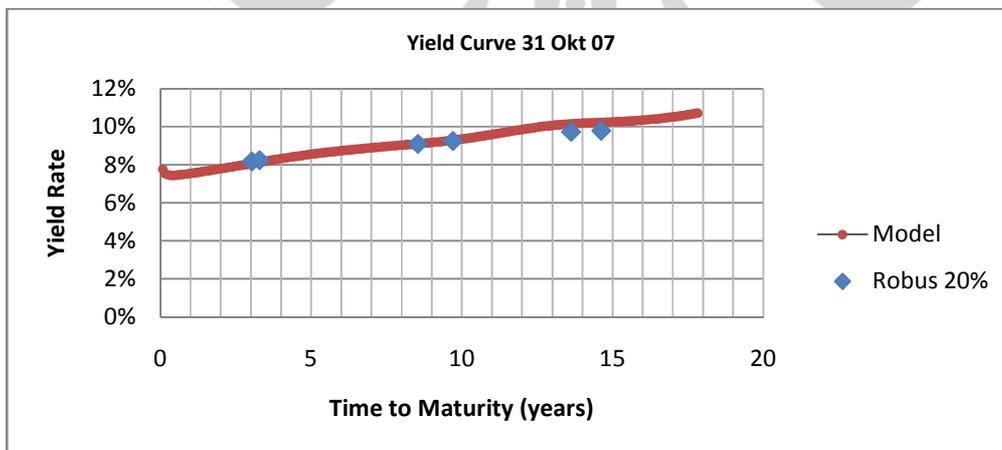
Untuk melengkapi dan menyempurnakan penelitian ini, beberapa hal di bawah ini dapat dijadikan perhatian bagi penelitian selanjutnya, yaitu:

- a) Data harga obligasi yang digunakan akan lebih baik bila tidak hanya berasal dari harga penutupan saja. Tetapi harga yang digunakan merupakan harga rata-rata tertimbang pada periode tersebut.
- b) Variabel-variabel yang digunakan untuk melakukan pengujian hasil dari setiap metode dapat ditambah (tidak hanya *MAYE* dan *RMSYE*).
- c) Pendekatan yang dilakukan sebagai obyek penelitian dapat ditambahkan pendekatan ekuilibrium.
- d) Dapat menggunakan metode-metode pembentukan *yield curve* yang lainnya. Seperti *Cairns* (Cairns, 1998), *Vasicek* (1982), *Cox, Ingersoll, and Ross Model* (Cox *et al*, 1985), *Malan Model* (Malan, 1999), dll
- e) Menambahkan variabel baru dalam model yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia sehingga dapat memperkecil *error* dari model tersebut bila dibandingkan dengan data aktual. Contohnya adalah dengan memasukkan variabel makro ekonomi dan variabel mikro ekonomi kedalam model.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alper, C.E., Aras, A., & Kazim, K. (2004, June). *Estimating the term structure of government securities in turkey*. Paper presented at the Computational Management Science Conference, Neuchtel, Switzerland.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A.J. (2009). *Investments* (8th ed). New York: McGraw-Hill.
- Bolder, D. And Streliski, D. (1999). Yield curve modelling at the Bank of Canada, *Bank of Canada, Technical Report*, no. 84, February.
- Cairns, A.J.G. (1998). Modelling bond yield and forward-rate curve for the financial times actuaries british government securities yield indices. *British Actuarial Journal*, vol. 4, pp. 265-321.
- Cox, J.C., Ingersoll, J.E., & Ross, S.A. (1985). A theory of the term structure of interest rates. *Econometrica*, vol. 53, pp. 385-407.
- Damodaran, A. (2002). *Investment valuation tools and techniques for determining the value of any asset* (2nd ed). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Fabozzi, F.J. (2005). *The handbook of fixed income securities* (7th ed). New York: McGraw-Hill.
- Hartana, P. K. R. S. (2010). Pembentukan kurva yield obligasi pemerintah berbunga kupon tetap dengan menggunakan nelson siegel svensson dan cubic spline. Tesis Magister Manajemen. Universitas Indonesia.
- Malan, W. (1999). The yield curve, *Research Report*, AMB-DLJ Securities, South Africa.
- Manurung, A.H. (2010). *Ekonomi Finansial*. Jakarta: ABFI Institute Perbanas

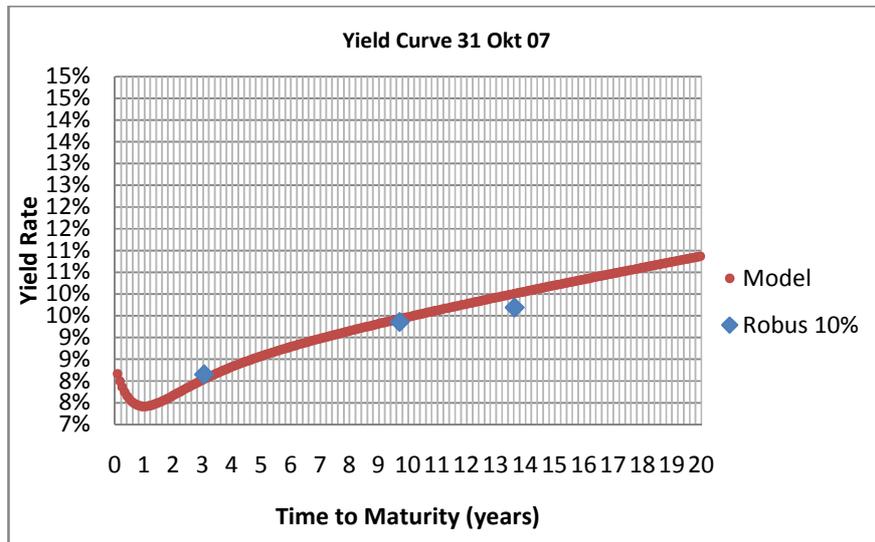
- Manurung, A.H., & Wilson, R.L.T. (2008). *Obligasi harga portofolio & perdagangannya*. Jakarta: ABFI Institute Perbanas Press
- McCulloch, J.H. (1971). Measuring the term structure of interest rates. *Journal of Business*, vol. 44, no. 1, pp. 19-31.
- McCulloch, J.H. (1975). The tax-adjusted yield curve. *Journal of Finance*, vol. 30, no. 3 (June), pp. 811-30.
- McEnally, R. W. (1987). "The term structure of interest rates," in F. J. Fabozzi and I. M. Pollack (eds), *The Handbook of Fixed Income Securities*, Homewood: Dow Jones-Irwin, pp. 1111-50.
- Miles, D., Andrew, S. (2005). *Macroeconomic Understanding The Wealth of Nations* (2nd ed). England: Wiley.
- Ross, S. A., Randolph, W. W., Jeffrey, J., and Bradford, D. J. (2008). *Modern Financial Management* (8th ed). New York: McGraw-Hill.
- Sharpe, W.F., Gordon, J.A. (1990). *Investments* (4th ed). New Jersey: Prentice Hall.
- Silitonga, D., Wilson, R.L.T., (2009). Estimasi kurva yield di Indonesia. *Finance and Banking Journal*, vol. 11, no. 2, pp. 138-149.
- Svensson, L. E. O. (1994). Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992-1994, *IMF Working Paper*, no. WP-94-114.
- Stander, Y. S. (2005). *Yield Curve Modeling*. New York: Palgrave.
- Vasicek, O.A. and Fong, H.F. (1982). An equilibrium characterisation of the term structure. *Journal of Financial Economics*, vol. 5, pp. 177-88.
- Yuniarto, H. (2005). *Pemodelan term structure of interest rate di Indonesia*. Tesis Magister Manajemen. Universitas Indonesia.

**Lampiran 1***Yield Curve Robus 10% & 20% Metode McCulloch***Robus 10%****Robus 20%**

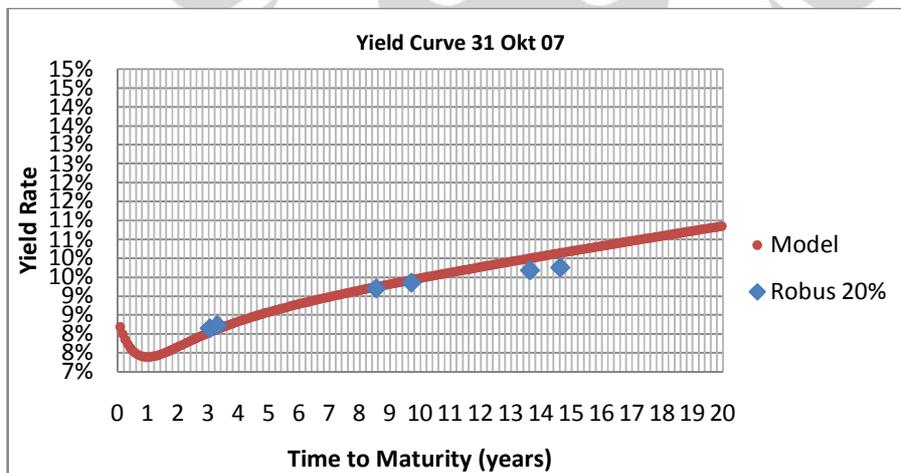
**Lampiran 2**

*Yield Curve Robus 10% & 20% Metode Nelson Siegel Svensson*

**Robus 10%**



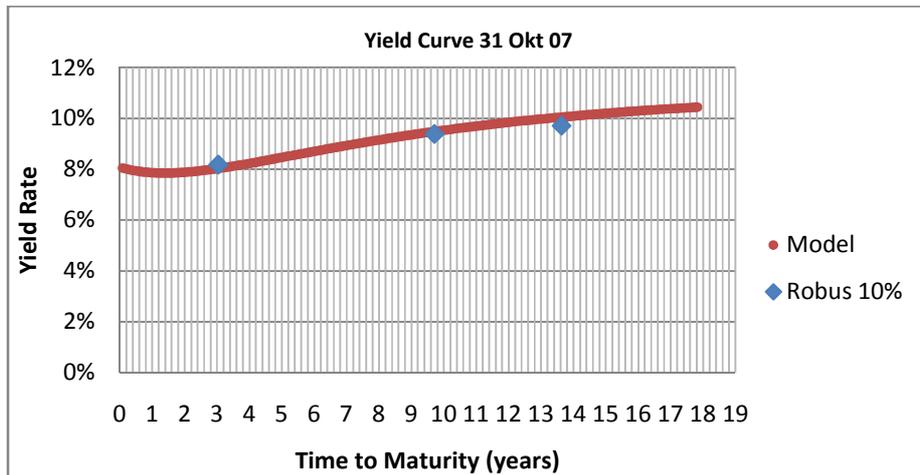
**Robus 20%**



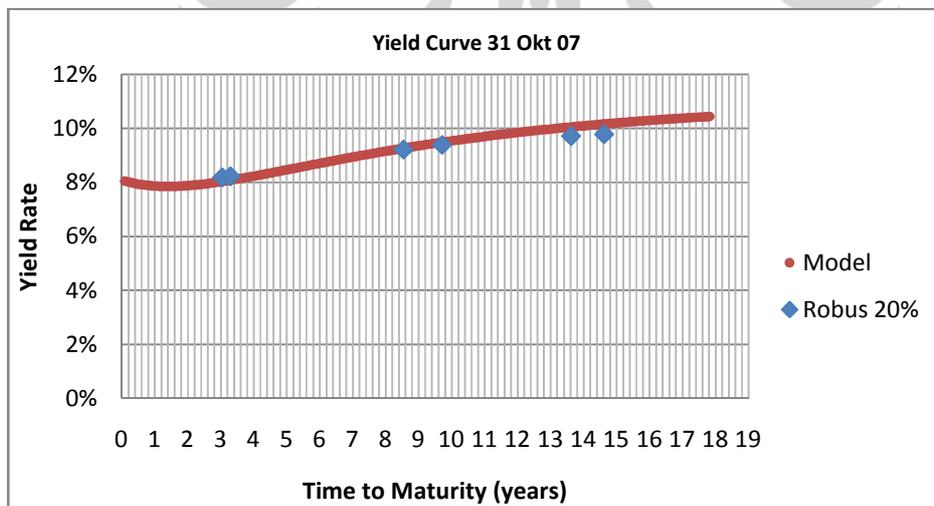
**Lampiran 3**

*Yield Curve Robus 10% & 20% Metode Nelson Siegel Svensson*

**Robus 10%**



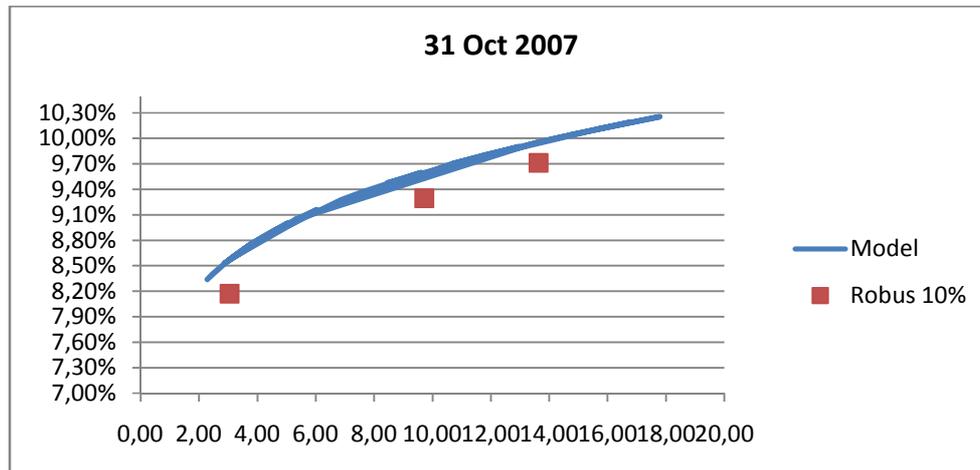
**Robus 20%**



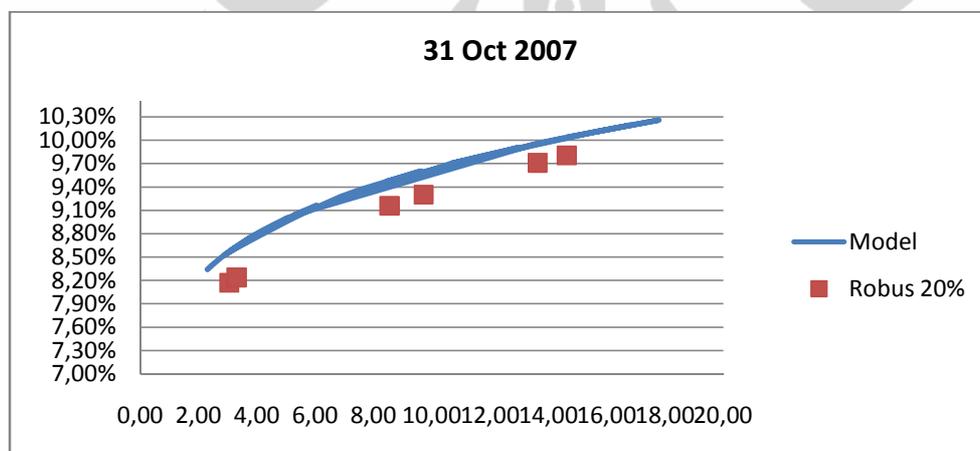
### Lampiran 4

#### Yield Curve Robus 10% & 20% Metode Bradley Crane

##### Robus 10%



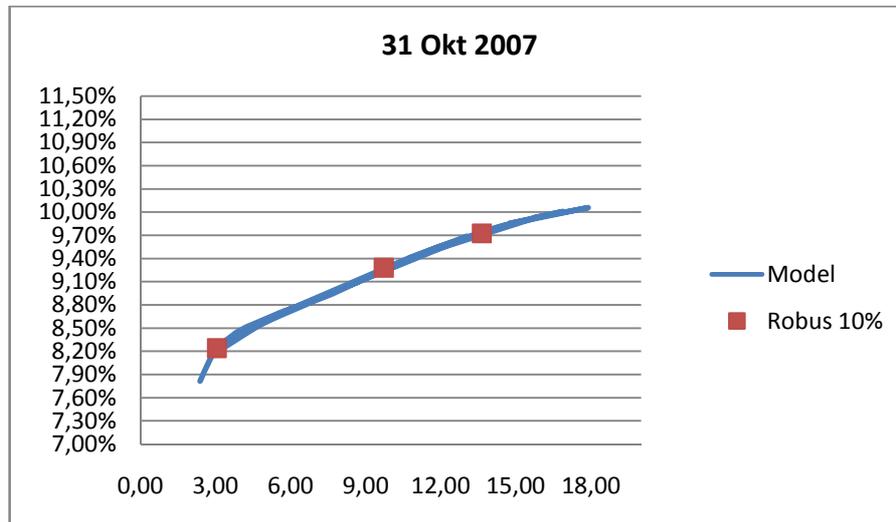
##### Robus 20%



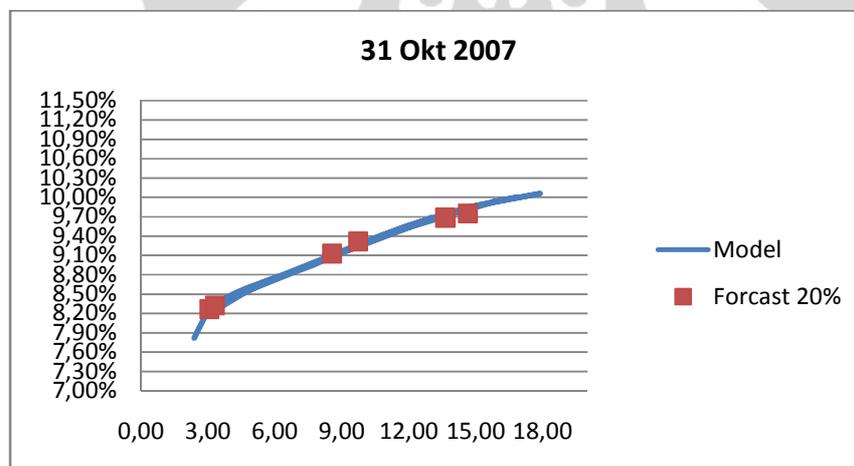
## Lampiran 5

### Yield Curve Robus 10% & 20% Metode *The Super Bell*

#### Robus 10%



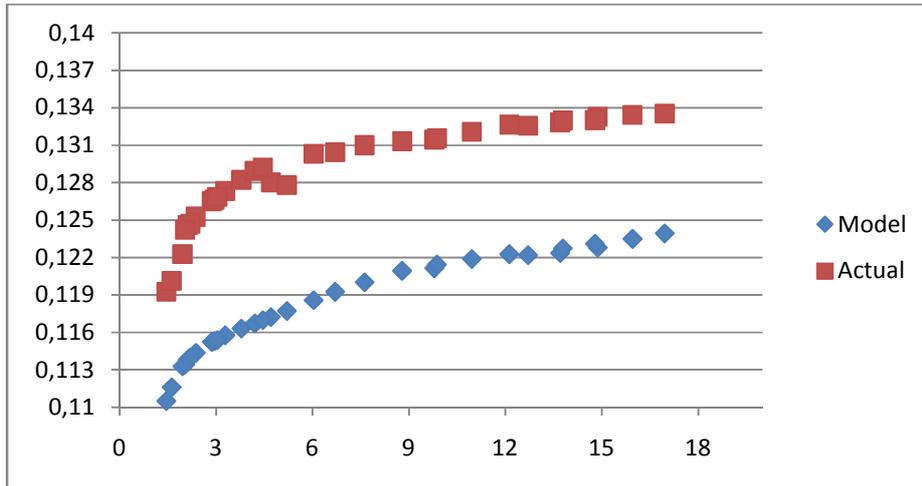
#### Robus 20%



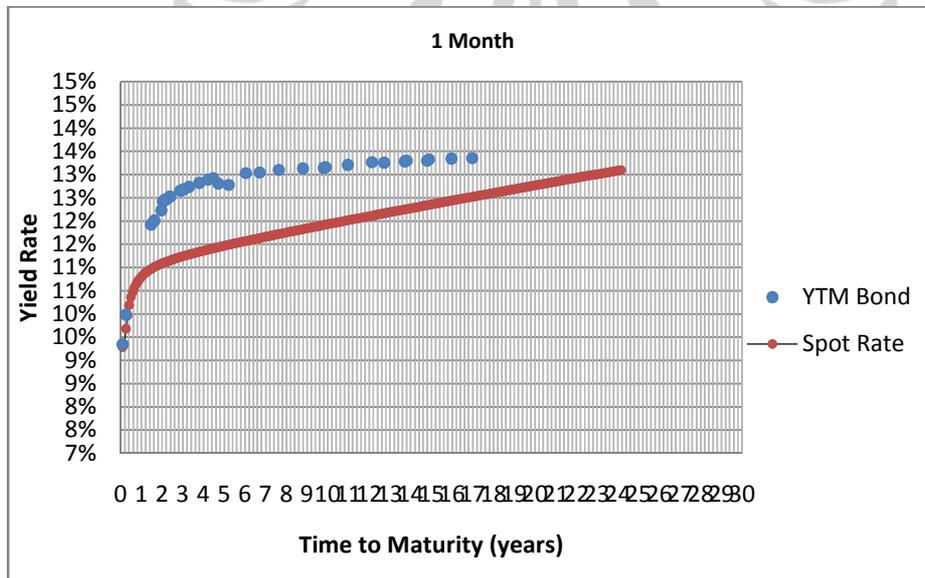
**Lampiran 6**

*Yield Curve Forecasting Data 1 Bulan*

*Metode The Super Bell*

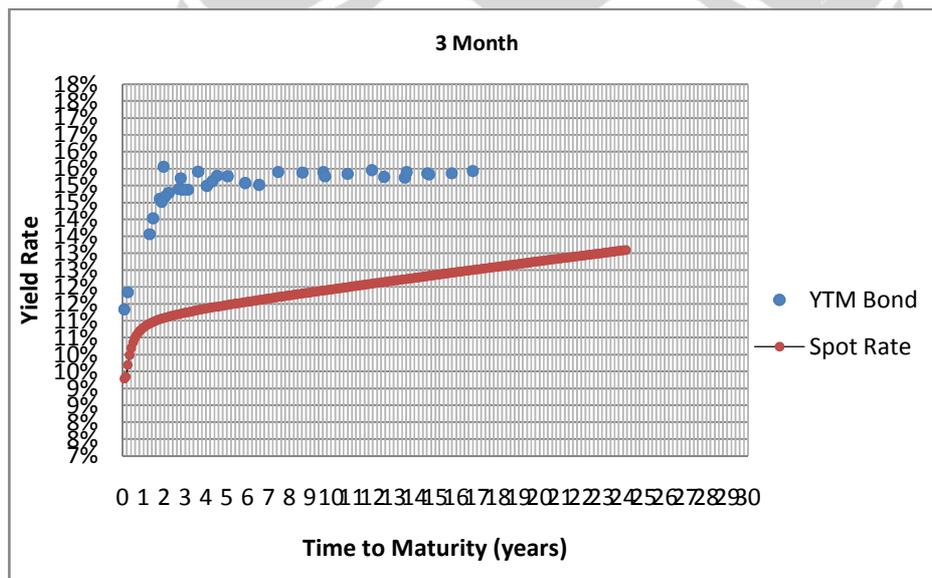
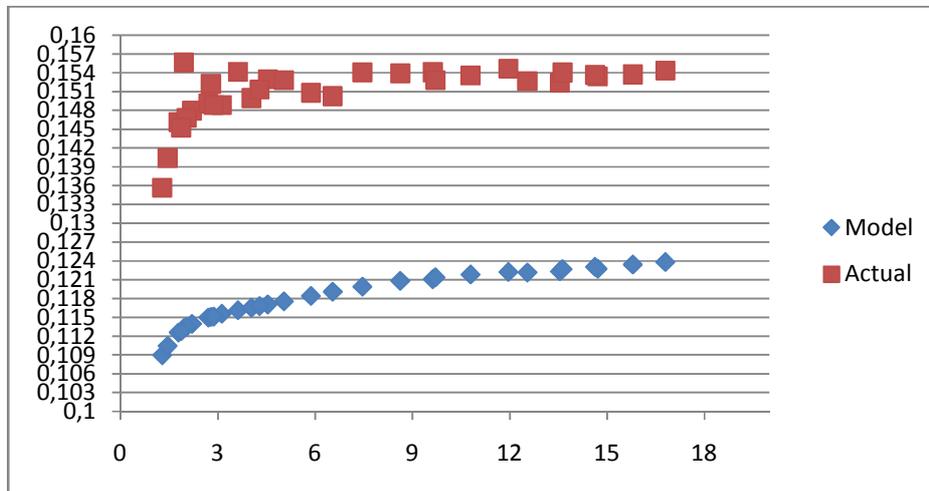


*Metode Nelson Siegel Svensson*



**Lampiran 7**

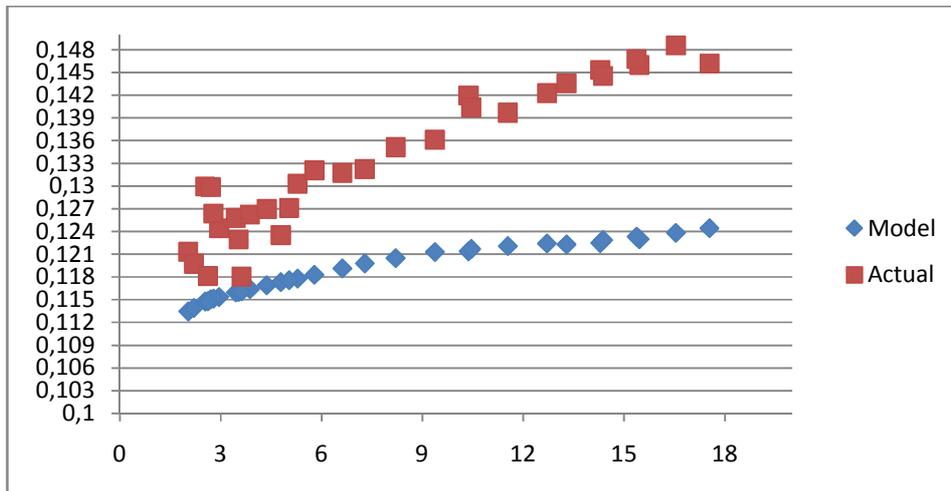
*Yield Curve Forecasting Data 3 Bulan*



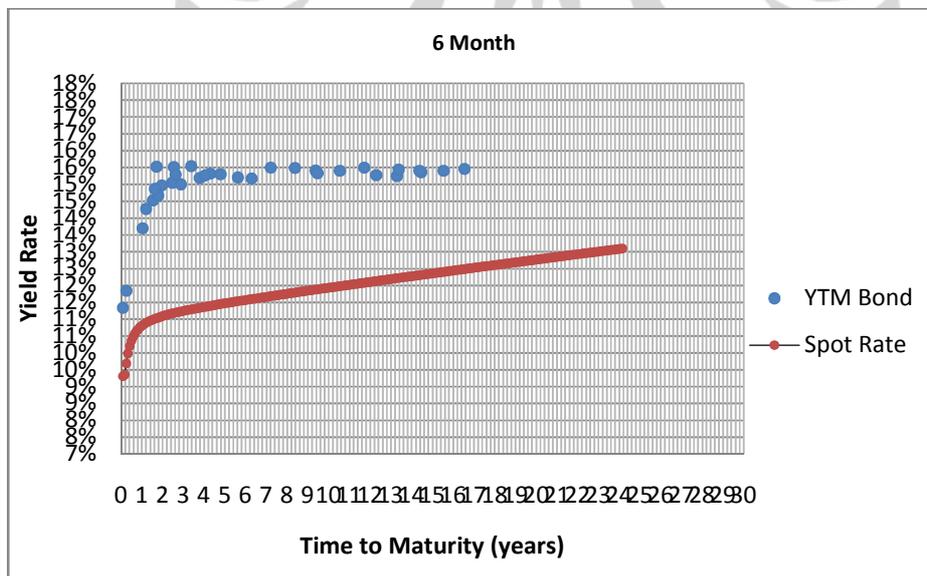
**Lampiran 8**

**Yield Curve Forecasting Data 6 Bulan**

*Metode The Super Bell*



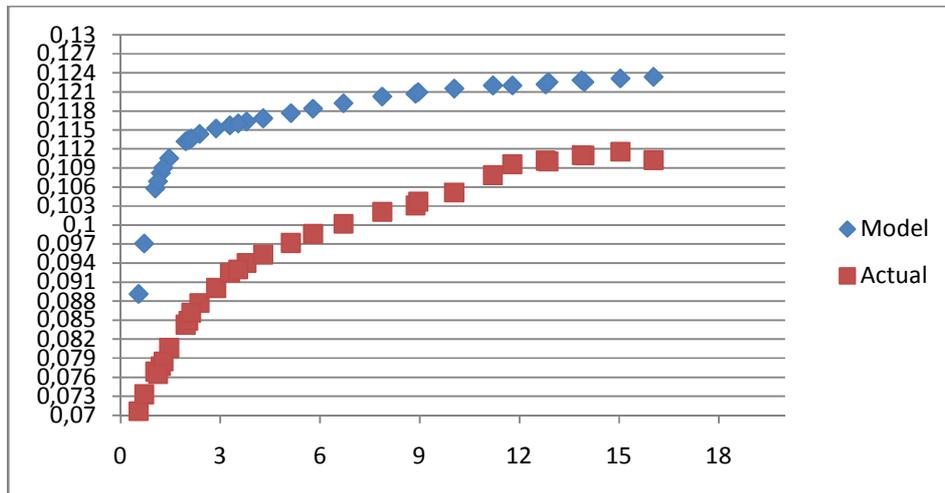
*Metode Nelson Siegel Svensson*



**Lampiran 9**

**Yield Curve Forecasting Data 1 Tahun**

*Metode The Super Bell*



*Metode Nelson Siegel Svensson*

