

## Pemodelan Tingkat Suku Bunga Surat Perbendaharaan Negara 3 Bulan

### Interest Rate Model of 3-Month Treasury Bill

Fadhlul Mubarak\*, Siti Arni Wulandya\*, Karlina Seran\*, Agus M. Soleh<sup>α\*</sup>, & Andriansyah\*\*

Email: [agusms@apps.ipb.ac.id](mailto:agusms@apps.ipb.ac.id)

Program Studi Statistika Terapan IPB.

Program Studi Statistika Terapan IPB,  
Departemen Statistika IPB, dan Badan  
Kebijakan Fiskal Kementerian Keuangan

#### Riwayat artikel:

- Diterima 19 Februari 2017
- Direvisi 21 Februari 2018
- Disetujui 21 Februari 2018
- Tersedia online 09 Maret 2018

**Kata kunci:** APBN; SPN 3 bulan; pemulusan *exponential*, *spline*, *moving average*; *Spread* dengan SUN 1 tahun.

**Klasifikasi JEL:** C22, C52, E43, H30

#### Abstract

One of macro economic basic assumptions that is still experiencing difficulties in developing an accurate economic model is the 3-month Treasury bill (*Surat Perbendaharaan Negara/SPN*). This is mainly caused by its irregular data period as it is based on the average yield won in an auction that is held at a certain period. This study aims to build 3-month Treasury Bill (SPN) interest rate models by comparing several time-series methods, namely spline smoothing, exponential smoothing and moving average smoothing, as well as a regression model using spread with 1 year Government Bond yield (*Surat Utang Negara/SUN*). The results of this study show that spline smoothing method and regression analysis with 1 year SUN are the best models, while spline smoothing is better for short-term projections and regression with 1 year SUN is better for medium-term projection.

#### Abstrak

Salah satu asumsi dasar ekonomi makro yang masih mengalami kendala dalam pengembangan perangkat analisis model ekonomi yang akurat adalah suku bunga Surat Perbendaharaan Negara (SPN) 3 bulan. Hal ini terutama disebabkan periode data yang tidak teratur karena didasarkan kepada rata-rata yield yang dimenangkan dalam lelang yang dilaksanakan pada periode-periode tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model proyeksi tingkat suku bunga SPN 3 bulan dengan membandingkan beberapa metode deret waktu yaitu pemulusan spline, pemulusan exponential dan pemulusan moving average, serta pemodelan regresi dengan menggunakan spread dengan yield Surat Utang Negara (SUN) 1 tahun. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa metode yang mendekati kondisi riil adalah metode pemulusan spline dan regresi dengan SUN 1 tahun, dimana pemulusan spline lebih baik untuk proyeksi jangka pendek dan regresi dengan SUN 1 tahun lebih baik untuk proyeksi jangka menengah.

## 1. PENDAHULUAN

Pemerintah memiliki peran yang sangat penting dalam mengendalikan perekonomian nasional demi terwujudnya tujuan pembangunan nasional. Pemerintah menggunakan berbagai perangkat kebijakan dalam upaya mengatur perekonomian nasional. Salah satu perangkat kebijakan tersebut adalah kebijakan fiskal yang berkaitan dengan pengaturan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). APBN sebagai rencana penerimaan dan pengeluaran negara disusun menggunakan beberapa instrumen penting, antara lain pendapatan negara dan hibah, belanja negara, keseimbangan primer, surplus/defisit anggaran, dan pembiayaan. Besarnya pendapatan dan belanja negara dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah faktor ekonomi makro yang tercermin dalam asumsi dasar ekonomi makro. Asumsi dasar ekonomi makro mencakup peubah yang dinilai memiliki dampak signifikan terhadap postur APBN. Asumsi dasar ekonomi makro yang digunakan sebagai dasar penyusunan APBN terdiri atas tujuh indikator utama, yaitu pertumbuhan ekonomi, tingkat inflasi, nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika Serikat, tingkat suku bunga Surat Perbendaharaan Negara (SPN) 3 bulan, harga minyak mentah Indonesia, lifting minyak, dan lifting gas.

Analisis model ekonomi diperlukan dalam proyeksi dan rekomendasi masing-masing besaran asumsi dasar ekonomi makro tersebut. Namun dalam praktiknya, tidak semua model yang telah disusun mampu memberikan perkiraan yang cukup mendekati angka realisasinya. Salah satu asumsi dasar ekonomi makro yang masih mengalami kendala dalam pengembangan perangkat analisis model ekonomi yang akurat adalah suku bunga SPN 3 bulan. Kemenkeu (2017) menjelaskan bahwa keakuratan tingkat suku bunga SPN 3 bulan akan mempengaruhi perhitungan pada sisi belanja negara, terutama untuk pembayaran bunga utang. Kenaikan tingkat suku bunga SPN 3 bulan akan berdampak negatif terhadap postur APBN karena dapat menyebabkan peningkatan defisit atau pemotongan belanja. Selain itu, tingkat suku bunga SPN ini juga dijadikan suku bunga acuan untuk pembayaran bunga Surat Utang Negara (SUN) dengan kupon bunga mengambang.

Salah satu permasalahan dalam pembangunan model SPN 3 bulan yang memadai adalah kurangnya data yang tersedia mengingat instrumen tersebut baru diterbitkan sejak Maret 2011. Selain itu, data tingkat suku bunga SPN 3 bulan juga didasarkan kepada rata-rata *yield* yang dimenangkan pada tiap lelang yang dilaksanakan pada periode-periode tertentu. Hal ini menyebabkan data yang ada berbentuk deret waktu tidak teratur (*irregular time series*). Model-model baku yang biasa digunakan untuk menentukan tingkat suku bunga seperti Feldstein & Eckstein (1970), Cox et al. (1985), dan Diebold & Li (2006) tidak dapat digunakan untuk data deret waktu tidak teratur. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif pemodelan lain. Salah satunya adalah menggunakan rata-rata bergerak (*moving average*) seperti yang digunakan dalam BKF (2012), yakni asumsi tingkat suku bunga SPN 3 bulan masih dihitung berdasarkan perkiraan perkembangan rata-rata data historis dengan basis waktu 12 bulan terhitung mundur dari data terakhir yang digunakan. Angka pergerakan rata-rata tersebut kemudian disesuaikan dengan pertimbangan aspek-aspek yang diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang. Penyesuaian angka ini merupakan angka pertimbangan yang cukup fleksibel tergantung dari *expert judgment*. Aspek pertimbangan tersebut juga mencakup faktor ketidakpastian yang mempengaruhi pasar global maupun domestik. Meskipun aspek pertimbangan yang digunakan masih memiliki probabilitas kesalahan, pendekatan ini dinilai cukup efektif mengingat data historis tingkat suku bunga SPN 3 Bulan yang masih pendek.

Memperhatikan keterbatasan yang ada, model perhitungan suku bunga SPN 3 bulan ini masih harus terus dikembangkan. Penelitian ini menawarkan pemodelan alternatif lain dengan menggunakan model deret waktu selain rata-rata bergerak seperti pemulusan *spline* dan pemulusan *exponential*, serta menggunakan pergerakan suku bunga SUN bertenor lain, seperti SUN bertenor 1 tahun untuk memperoleh gambaran yang lebih lengkap terkait pergerakan suku bunga SPN 3 bulan. Dengan demikian, tujuan dalam penelitian ini adalah untuk:

1. memperoleh model proyeksi tingkat suku bunga SPN 3 bulan dan membandingkan dengan asumsi yang ditetapkan dalam APBN serta realisasinya, dan

2. melakukan peramalan tingkat suku bunga SPN 3 bulan pada tahun 2016 dan 2017 menggunakan model terbaik.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Undang-undang Nomor 10 Tahun 2010 tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran 2011, APBN adalah rencana keuangan tahunan Pemerintah negara yang disetujui oleh Dewan Perwakilan Rakyat (DPR). APBN berisi daftar sistematis dan terperinci yang memuat rencana penerimaan dan pengeluaran negara selama satu tahun anggaran (1 Januari s.d. 31 Desember). APBN, perubahan APBN, dan pertanggungjawaban APBN setiap tahun ditetapkan dengan undang-undang. Penyusunan APBN tidak terlepas dari kebijakan fiskal yg ditetapkan Pemerintah melalui Menteri Keuangan. Kebijakan fiskal Pemerintah tersebut pada akhirnya akan mempengaruhi besaran-besaran asumsi dasar ekonomi makro karena penyusunan APBN juga tidak terlepas dari asumsi ekonomi makro yang ditetapkan Pemerintah. Salah satu asumsi dasar ekonomi makro yang digunakan sebagai dasar penyusunan APBN adalah tingkat suku bunga SPN 3 bulan.

SPN merupakan bagian dari SUN dengan jangka waktu sampai dengan 12 bulan, sedangkan SUN yang berjangka waktu lebih dari 12 bulan disebut Obligasi Negara. SUN adalah surat berharga yang berupa surat pengakuan utang dalam mata uang rupiah maupun valuta asing yang dijamin pembayaran bunga dan pokoknya oleh negara Republik Indonesia, sesuai dengan masa berlakunya. Tujuan dari penerbitan SUN adalah membiayai defisit APBN, menutup kekurangan kas jangka pendek, dan mengelola portofolio utang negara. SUN dan pengelolaannya diatur dalam Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2002 tentang Surat Utang Negara. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2002 tersebut memberi kepastian bahwa penerbitan SUN hanya untuk tujuan-tujuan tertentu, Pemerintah wajib membayar bunga dan pokok SUN yang jatuh tempo, jumlah SUN yang akan diterbitkan setiap tahun anggaran harus memperoleh persetujuan DPR dan dikonsultasikan terlebih dahulu dengan Bank Indonesia (BI), perdagangan SUN diatur dan diawasi oleh instansi berwenang, memberikan sanksi hukum yang berat dan jelas terhadap penerbitan oleh pihak yang tidak berwenang dan atau pemalsuan SUN.

Penjualan SUN dilaksanakan dengan menggunakan sistem pelelangan yang bersifat terbuka dan diselenggarakan oleh BI. Dengan menggunakan metode harga beragam, pemenang lelang yang mengajukan penawaran pembelian kompetitif akan membayar sesuai dengan *yield* (tingkat suku bunga) yang diajukan. Pemenang lelang yang mengajukan penawaran pembelian non-kompetitif akan membayar sesuai dengan *yield* rata-rata tertimbang dari penawaran pembelian kompetitif yang dinyatakan menang.

SPN adalah surat berharga (Surat Utang Negara) yang berjangka waktu di bawah atau sama dengan 12 bulan dengan suku bunga diskonto melalui mekanisme pasar berdasarkan sistem lelang. SPN ini diterbitkan oleh Pemerintah untuk menutup defisit APBN atau untuk membayar kekurangan kas negara jangka pendek. Suku bunga SPN 3 bulan mulai dijadikan sebagai salah satu asumsi dasar ekonomi makro dalam penyusunan APBN sejak pengajuan rancangan APBN Perubahan tahun 2011, menggantikan suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) 3 bulan. BI sejak bulan November tahun 2010 telah menghentikan pelelangan SBI bertenor 3 bulan. Kebijakan ini dimaksudkan untuk mengendalikan dana asing yang membanjiri instrumen SBI, kebijakan ini juga untuk mengarahkan investor agar menanamkan dananya pada instrumen berjangka waktu lebih panjang.

Bagi pemerintah, suku bunga rata rata SBI 3 bulan selama ini juga dijadikan sebagai acuan (*benchmark interest rate*) dalam menentukan suku bunga SUN dengan suku bunga mengambang (*variable rate*). Sebagai konsekuensi dari dihentikannya pelelangan SBI 3 bulan maka pemerintah harus menentukan instrument surat utang lain dengan karakteristik sejenis seperti SBI 3 bulan yang

bisa dijadikan acuan untuk menentukan suku bunga. Pemerintah kemudian menggantikan SBI dengan SPN.

### 3. METODOLOGI

#### 3.1. Data

Data yang digunakan adalah data suku bunga SPN 3 bulan dan SUN periode 22 Maret 2011 s.d. 11 Oktober 2016. Data suku bunga SPN 3 bulan merupakan data suku bunga yang diperoleh berdasarkan hasil lelang dengan periode waktu lelang tidak tetap, sementara itu suku bunga SUN untuk tenor 1 s.d. 30 tahun merupakan data harian yang memiliki periode waktu yang tetap. Data diperoleh dari Badan Kebijakan Fiskal. Pendugaan dilakukan dengan menggunakan software R (R Core Team, 2017).

#### 3.2. Metode

Tahapan analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Menggunakan pemulusan *spline* untuk data SPN 3 bulan.
2. Melakukan pendugaan terhadap data harian SPN 3 bulan disesuaikan dengan periode lelang harian SUN dilakukan dengan dua tahap:
  - a. Melakukan analisis korelasi terhadap data SUN dan SPN 3 bulan untuk menentukan SUN terbaik yang berkorelasi tinggi dengan SPN 3 bulan.
  - b. Melakukan analisis regresi terhadap data SUN yang terpilih dan SPN 3 bulan, kemudian menduga data harian SPN 3 bulan menggunakan model regresi tersebut.
3. Melakukan pemulusan *moving average* dan *exponential* terhadap data SPN 3 bulan yang telah diduga dalam tahap 2.
4. Melakukan interpolasi dan memilih model terbaik dengan menggunakan nilai terkecil dari tiga buah kriteria, yaitu *mean absolute percentage error* (MAPE), *mean absolute deviation* (MAD), dan *mean squared deviation* (MSD), dengan menggunakan rumus:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|F_i - A_i|}{A_i} \quad (1)$$

$$MAD = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F_i - A_i| \quad (2)$$

$$MSD = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |F_i - A_i|^2 \quad (3)$$

Dimana N adalah jumlah data,  $F_i$  adalah nilai proyeksi ke-i, dan  $A_i$  adalah nilai aktual/realisasi ke-i.

5. Melakukan ekstrapolasi (peramalan) SPN 3 bulan untuk November-Desember 2016 dan Januari s.d. November 2017 dengan model terpilih dalam tahap 4. Dengan menggunakan data realisasi tingkat suku bunga SPN 3 bulan untuk periode November 2016 s.d. November 2017, model terpilih tersebut juga akan dibandingkan dengan rata-rata bergerak 1 lelang, 3 lelang, 6 lelang, dan 12 lelang terakhir.

#### 3.3. Pemulusan Spline

Teknik pemulusan *spline* merupakan salah satu teknik pendugaan model regresi non-parametric (Givens dan Hoeting, 2013). Teknik ini dapat digunakan untuk data yang mengikuti suatu deret waktu ataupun tidak. Chambers & Hastie (1992) menjelaskan pemulusan *spline* dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$Y_i = f(x_i) + \varepsilon_i \quad (4)$$

di mana  $f(x)$  merupakan fungsi pemulus yang tidak spesifik, dengan  $\varepsilon_i$  adalah faktor pengganggu. Taksiran kurva pemulus  $\hat{f}(x_i)$  diperoleh dari data observasi  $(x_i, y_i)$  dengan  $i=1,2,\dots,n$ . Fungsi  $f(x_i)$  merupakan kurva regresi yang tidak diketahui bentuknya, tetapi  $f(x_i)$  hanya

diasumsikan mulus (*smooth*), dalam arti termuat dalam suatu ruang fungsi tertentu khususnya ruang Sobolev atau  $f \in W_2^p[a, b]$ , dengan

$$W_2^p[a, b] = \left\{ f: \int_a^b [f^{(b)}(t)]^2 dt < \infty \right\} \tag{5}$$

untuk suatu  $p$  bilangan positif dan  $\varepsilon_i$  adalah sisaan. Cara untuk mendapatkan taksiran kurva regresi  $f$  digunakan metode optimasi.

$$\min_{f \in W_2^p[a, b]} \sum_{i=1}^n (Y_i - f(x_i))^2 \tag{6}$$

dengan syarat

$$g(f) = \int_a^b [f^{(b)}(t)]^2 dt \leq \rho, \quad \rho \geq 0 \tag{7}$$

Taksiran ini ekuivalen dengan *penalized least square*.

$$pls = n^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 + \lambda \int_a^b f^p(x_i)^2 dx \tag{8}$$

di mana  $\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2$  adalah jumlah kudrat sisaan, yang merupakan fungsi jarak antara data dan taksiran. Sedangkan  $\lambda \int_a^b f^p(x_i)^2 dx$  merupakan *penalized roughness of the function*, yakni ukuran kemulusan atau kekasaran kurva dalam memetakan data,  $\lambda$  adalah parameter penghalus pengontrol keseimbangan antara kecocokan data dan kemulusan kurva (*penalty*) yang berada antara 0 hingga 1.

### 3.4. Regresi Linear Sederhana

Persamaan regresi adalah persamaan statistik yang memungkinkan kita meramalkan nilai-nilai suatu peubah tak bebas dari nilai-nilai satu atau lebih peubah bebas. Regresi linear sederhana adalah suatu persamaan regresi dimana terdapat satu peubah bebas yang parameternya berorde satu (Rawlings, Pantula, & Dickey, 1998).

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \tag{9}$$

### 3.5. Pemulusan Moving Average

Proses *moving average* (rata-rata bergerak) adalah metode peramalan perataan nilai dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan yang kemudian dicari rata-ratanya, lalu menggunakan rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode berikutnya. Istilah rata-rata bergerak digunakan, karena setiap kali data observasi baru tersedia, maka angka rata-rata yang baru dihitung dan dipergunakan sebagai ramalan.

$$M_T = \frac{y_T + y_{T-1} + \dots + y_{T-N+1}}{N} = \frac{1}{N} \sum_{t=T-N+1}^T y_t \tag{10}$$

Dimana  $y_T$  adalah data terakhir pada orde rata-rata (Montgomery et al., 2008; Wei, 2006)

### 3.6. Pemulusan Exponential

Proses *exponential smoothing* (pemulusan eksponensial) adalah suatu prosedur yang mengulang perhitungan secara terus-menerus dengan menggunakan data terbaru. Metode ini didasarkan pada perhitungan rata-rata (pemulusan) data-data masa lalu secara eksponensial. Montgomery et al. (2008) dan Wei (2006) menjelaskan terkait pemulusan *exponential*. Setiap data diberi bobot, dimana data yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar. Prediksi nilai *single exponential smoothing* terlihat pada persamaan (11).

$$\hat{Y}_T = \lambda y_T + (1 - \lambda) \tilde{y}_{T-1} \tag{11}$$

di mana  $\lambda$  adalah pembobot.

Pemulusan *double exponential* merupakan pengembangan *single exponential smoothing* yang memiliki peningkatan (*trend*). Prediksi nilai *double exponential smoothing* menggunakan persamaan (12). Peramalan menggunakan *double exponential smoothing* terlihat pada persamaan (13).

$$\begin{aligned}\hat{y}_t &= L_0 + T_0 t \\ L_t &= \alpha y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1} \\ \hat{Y}_t &= L_{t-1} + T_{t-1}\end{aligned}\quad (12)$$

di mana  $L_t$  adalah level pada waktu ke- $t$ ,  $\alpha$  adalah pembobot pada level,  $T_t$  adalah *trend* pada waktu ke- $t$ ,  $\gamma$  adalah pembobot pada *trend*,  $y_t$  adalah data pada waktu ke- $t$ , dan  $0 \leq \alpha, \gamma \leq 1$ .

$$\hat{y}_{t+m} = L_t + mT_t \quad (13)$$

di mana  $L_t$  adalah level pada waktu ke- $t$ ,  $\alpha$  adalah pembobot pada level,  $T_t$  adalah *trend* pada waktu ke- $t$ ,  $\gamma$  adalah pembobot pada *trend*,  $y_t$  adalah data pada waktu ke- $t$ , dan  $0 \leq \alpha, \gamma \leq 1$ .

## 4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Deskripsi Data

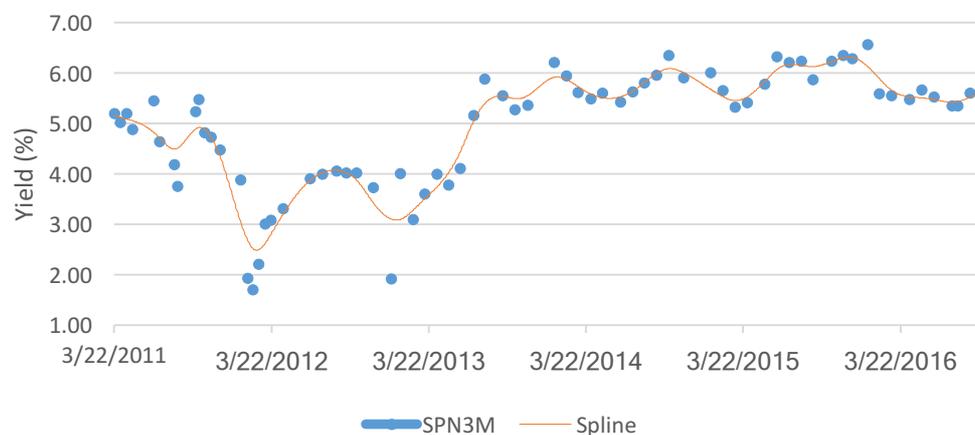
Pergerakan tingkat suku bunga SPN 3 bulan selama periode studi dapat dilihat dalam Gambar 1. Kementerian Keuangan (2017) menjelaskan bahwa pergerakan suku bunga SPN 3 bulan di tahun 2012 s.d. 2016 sangat dipengaruhi oleh pengetatan likuiditas global dan domestik, seperti normalisasi kebijakan moneter AS, terutama terkait suku bunga acuan *Federal Funds rate* (FFR). Tekanan eksternal lainnya berasal dari sektor non-keuangan, seperti perlambatan pemulihan perekonomian Uni Eropa dan Jepang, serta keluarnya Inggris dari Uni Eropa (Brexit). Dari sisi domestik, sumber tekanan suku bunga SPN 3 bulan bersumber dari kenaikan laju inflasi, terutama di tahun 2014 terkait dengan program reformasi kebijakan subsidi energi.

### 4.2. Analisis dengan Pemulusan *Spline*

Data tingkat suku bunga SPN 3 bulan diperoleh berdasarkan hasil lelang dengan periode waktu antar lelang yang tidak tetap sehingga asumsi deret waktu sulit terpenuhi. Oleh karena itu pendekatan pertama yang digunakan adalah metode pemulusan *spline* yang lebih fleksibel terhadap asumsi deret waktu.

Metode pemulusan *spline* dapat menduga data harian SPN 3 bulan dengan periode waktu yang sesuai periode lelang harian SUN. Gambar 1 menunjukkan grafik proyeksi data harian SPN 3 bulan dengan menggunakan metode pemulusan *spline*.

GAMBAR-1: Pemulusan *spline*



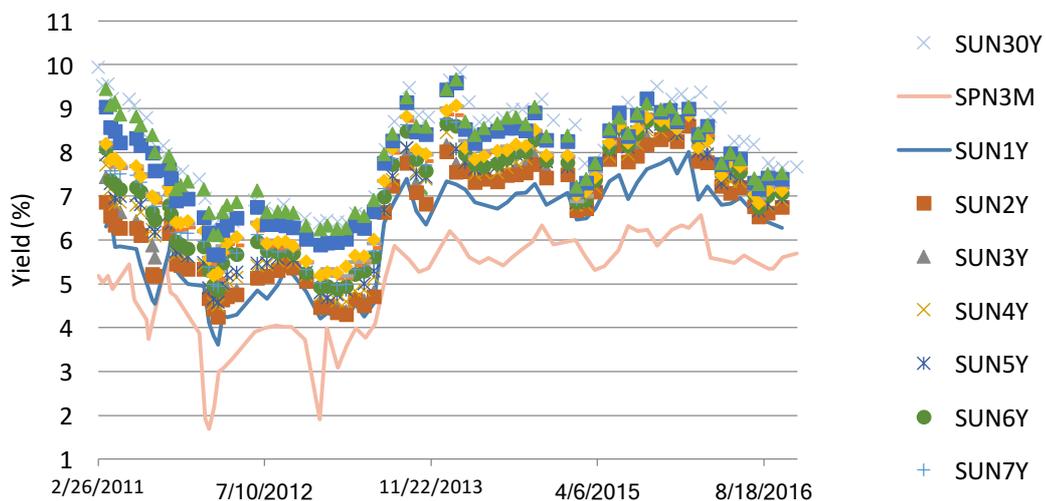
Terlihat bahwa pemulusan *spline* cukup baik untuk interpolasi, namun tidak cukup baik untuk ekstrapolasi atau peramalan jangka panjang. Berdasarkan hasil pemulusan *spline*, diperoleh prediksi tingkat suku bunga SPN 3 bulan untuk tahun 2011-2016 adalah 4,68%; 3,43%; 4,66%; 5,78%; 5,96%, dan 5,66%. Hasil cukup dekat dengan angka realisasi yaitu 4,81%; 3,18%; 4,55%; 5,82%; 5,55%, dan 5,66%.

**4.3. Analisis dengan Pemulusan Spline**

**4.3.1. Pendugaan Data Harian SPN 3 bulan melalui spread dengan SUN**

Selain menduga data harian SPN 3 bulan dengan metode pemulusan *spline* yang hanya memanfaatkan satu peubah, SPN 3 bulan juga dapat diduga dengan menggunakan peubah lain yang memiliki periode data yang teratur dan lebih panjang, seperti SUN. Data SPN yang digunakan tidak memenuhi kriteria deret waktu yang teratur karena tidak memiliki periode waktu pengamatan yang sama. Oleh karena itu, data harian SPN 3 bulan akan diduga dengan menggunakan data tingkat suku bunga SUN sebagai peubah penjelas dalam model regresi linier sederhana. Penentuan SUN berjangka berapa tahun yang akan digunakan sebagai peubah penjelas dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu grafik dan korelasi.

**GAMBAR-2: Grafik Pergerakan SPN 3 bulan dan SUN**



Penentuan SUN yang memiliki pergerakan yang sama dengan SPN 3 bulan dengan cara grafik dapat dilakukan dengan membuat time series plot pada seluruh data yang ada baik data tingkat suku bunga SPN 3 bulan, SUN 1 tahun (SUN1Y) hingga SUN 30 (SUN30Y) tahun. Pola pergerakan SUN yang paling mendekati pola pergerakan SPN 3 bulan yang akan dipilih sebagai peubah penjelas. Gambar 2 menunjukkan data SUN dalam periode 1 tahun (SUN1Y) menjadi data SUN yang paling mendekati pola pergerakan nilai SPN 3 bulan. Kesimpulan ini juga didukung oleh nilai korelasi antara suku bunga SPN 3 bulan dan SUN bertenor 1 tahun (SUN1Y) sebesar 0,94. Nilai korelasi tersebut adalah nilai korelasi terbesar, jika dibandingkan dengan korelasi SPN 3 bulan dengan dengan SUN lainnya. Perbandingan nilai korelasi linear suku bunga SPN 3 bulan dengan SUN pada berbagai jangka waktu diberikan pada Tabel 1.

**TABEL-1 : Korelasi SUN dan SPN3 bulan**

SUN	SPN 3 bulan
SUN1Y	0,94
SUN2Y	0,92
SUN3Y	0,91
SUN4Y	0,91

SUN	SPN 3 bulan
SUN5Y	0,91
SUN6Y	0,90
SUN7Y	0,90
SUN8Y	0,90
SUN9Y	0,89
SUN10Y	0,90
SUN15Y	0,86
SUN20Y	0,81
SUN30Y	0,81

#### 4.3.2. Pendugaan Data Harian SPN dengan Regresi

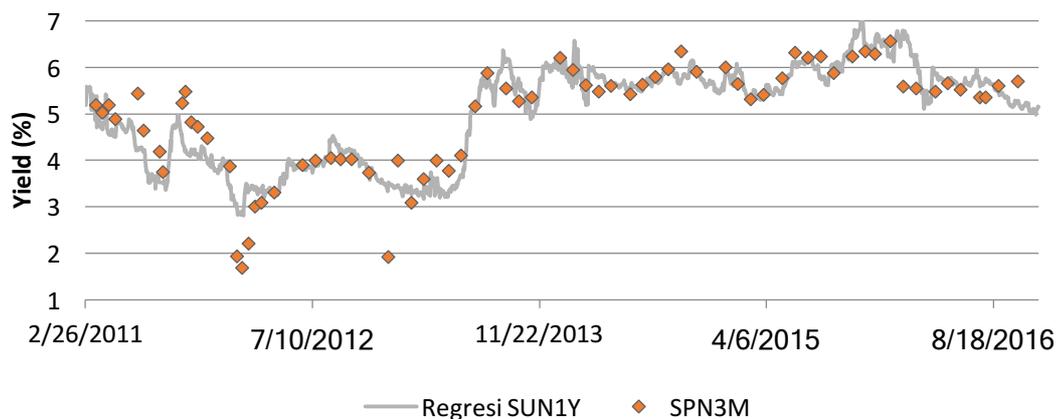
Berdasarkan analisis regresi antara tingkat suku bunga SPN 3 bulan dan SUN dalam periode 1 tahun (SUN1Y) maka diperoleh model regresi sebagai berikut:

$$SPN = -0,55 + 0,91 SUN1Y$$

$$(0,25) (0,04) \quad R^2=0,94$$

Menggunakan model regresi tersebut akan dicari dugaan data harian SPN 3 bulan berdasarkan data SUN1Y yang telah diketahui dan hasilnya disajikan dalam Gambar 3.

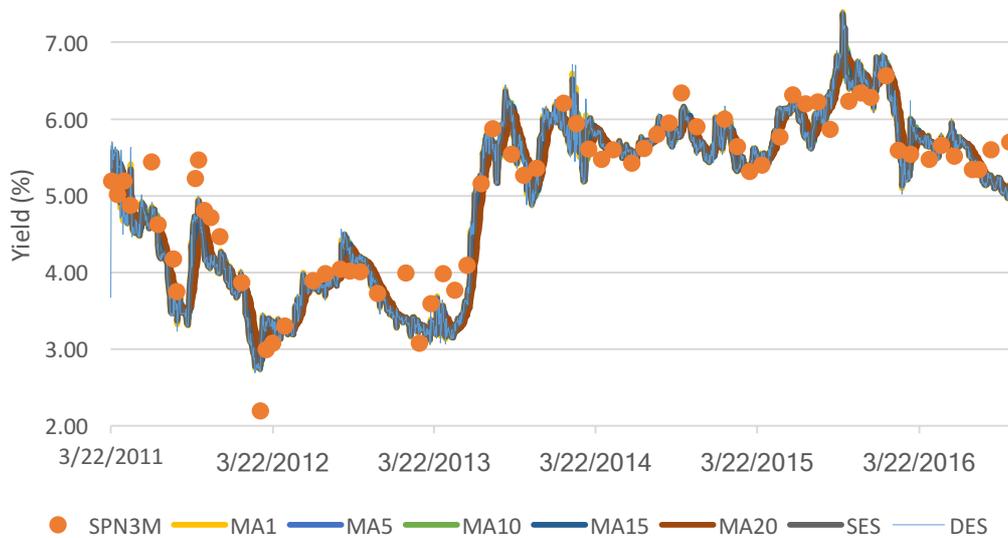
**GAMBAR-3: Proyeksi SPN 3 bulan dengan menggunakan spread terhadap yield SUN 1 Tahun**



#### 4.3.3. Pemulusan *Moving Average* dan *Exponential* pada Data Harian SPN

Setelah diperoleh data harian SPN 3 bulan melalui analisis regresi, selanjutnya dilakukan pemulusan *moving average* dan *exponential* pada data harian tersebut. Pemulusan *moving average* yang digunakan adalah 1, 5, 10, 15, dan 20 hari, yang masing-masing dilambangkan dengan MA(1), MA(5), MA(10), MA(15), dan MA(20). Sementara itu, untuk *single exponential smoothing* (SES) didapat nilai  $\lambda=0,8702$  dan untuk *double exponential smoothing* (DES) diperoleh  $\alpha=1,286$  dan  $\gamma=0,025$ . Proyeksi dengan menggunakan pemulusan *moving average* dan *exponential* disajikan dalam Gambar 4.

**GAMBAR-4: Perbandingan proyeksi interpolasi suku bunga SPN 3 bulan dengan pemulusan *moving average* dan *exponential***



**4.4. Evaluasi Model**

Setelah proyeksi data SPN 3 bulan diperoleh untuk periode harian,selanjutnya akan dilakukan evaluasi model melalui interpolasi. Proses interpolasi menggunakan periode data 22 Maret 2011 s.d. 11 Oktober 2016 sebagai *testing*. Selanjutnya dibandingkan selisih antara model harian dari pemulusan *spline*, *moving average* (MA), *single exponential* (SES), dan *double exponential* (DES), dengan realisasi tingkat suku bunga SPN 3 bulan. Tabel 2 menunjukkan perbandingan selisih antara keempat model dengan nilai realisasi dengan menggunakan kriteria pengukuran MAPE, MAD dan MSD.

**TABEL-2: Perbandingan akurasi antar model interpolasi dengan MAPE, MAD dan MSD**

	MAPE	MAD	MSD
Spline	0,0608	0,2175	0,1067
Regresi dengan SUNIY	0,0833	0,3055	0,1697
MA(1)	0,0874	0,3314	0,2079
MA(5)	0,0911	0,4009	0,6067
MA(10)	0,0940	0,4088	0,6313
MA(15)	0,0947	0,3206	0,1943
MA(20)	0,0973	0,3219	0,1967
<i>Single exponential</i> (SES)	0,0865	0,3849	0,5678
<i>Double exponential</i> (DES)	0,0905	0,4063	0,6051

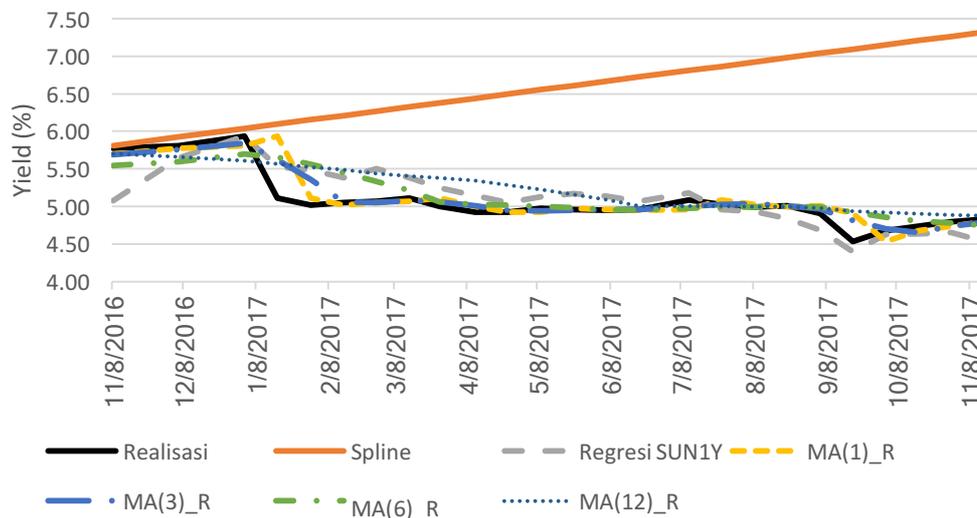
Dari Tabel 2 terlihat, pemulusan *spline* dan proyeksi dengan menggunakan SUN 1 tahun secara konsisten lebih baik dibandingkan model lainnya. Sementara itu diantara pemulusan *moving average* dan *exponential*, MA(15) merupakan model yang memiliki nilai MAPE, MAD dan MSD terkecil, hal ini berarti proyeksi data 1 hari berikutnya merupakan pergerakan rata-rata secara relatif data SPN 15 periode harian sebelumnya.

**4.5. Peramalan**

Setelah diperoleh model proyeksi terbaik pada data SPN 3 bulan, selanjutnya dapat dilakukan ekstrapolasi atau peramalan. Fokus pada penelitian ini melakukan ekstrapolasi pada data SPN 3

bulan pada tahun 2016 dan 2017 dengan metode terbaik yaitu pemulusan spline dan peramalan dengan menggunakan SUN 1 tahun. Hasil dari pemulusan dan peramalan dari pemulusan double eksponensial dan spline, serta model terpilih tersebut juga akan dibandingkan dengan moving average dengan menggunakan data realisasi 1 lelang (MA(1)\_R), 3 lelang (MA(3)\_R), 6 lelang (MA(6)\_R), dan 12 lelang (MA(12)\_R) terakhir disajikan dalam Gambar 5.

**GAMBAR-5: Perbandingan Proyeksi Ekstrapolasi suku bunga SPN 3 bulan dengan pemulusan Spline, Regresi dengan SUN 1 tahun dan Moving Avarege**



**TABEL-3: Perbandingan akurasi antar model ekstrapolasi dengan MAPE, MAD dan MSD**

	MAPE	MAD	MSD
Spline	0.320	1.568	2.965
Regresi dengan SUN1Y	0.042	0.216	0.070
MA(1)_R	0.020	0.100	0.037
MA(3)_R	0.016	0.082	0.020
MA(6)_R	0.030	0.153	0.049
MA(12)_R	0.044	0.221	0.074

Berdasarkan Gambar 5, secara pola pergerakan dugaan tingkat suku bunga SPN 3 bulan yang paling mendekati pola realisasi suku bunga SPN 3 bulan yang sebenarnya adalah pola dugaan dengan menggunakan metode pemulusan *moving average* 3 lelang (MA(3)\_R). Untuk proyeksi jangka pendek, pemulusan *spline* juga mempunyai kemampuan yang tidak kalah dengan *moving average*, akan tetapi pemulusan *spline* tidak dapat diandalkan untuk memproyeksi tingkat suku bunga SPN 3 bulan dalam jangka panjang. Yang menarik adalah kemampuan proyeksi *moving average* 1 lelang (MA(1)\_R) merupakan yang terbaik kedua setelah MA(3)\_R. Ini menunjukkan bahwa proyeksi dengan menggunakan model sederhana ini (*random walk*) masih dapat digunakan untuk memproyeksikan tingkat suku bunga SPN 3 bulan.

## 5. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pada beberapa kasus seperti SPN 3 bulan, data tidak memenuhi asumsi deret waktu (data tidak memiliki periode waktu pengamatan yang sama) sehingga metode analisis deret waktu tidak dapat langsung digunakan pada data. Solusi yang dapat dilakukan pada masalah ini adalah dengan pendekatan regresi dengan menggunakan yield SUN bertenor lain, pemulusan *spline*, pemulusan *exponential*, dan pemulusan *moving average*. Pendekatan regresi dapat digunakan sebagai langkah

awal pendugaan data harian sebelum dilakukan metode pemulusan deret waktu, sedangkan pendekatan dengan metode *spline* dapat langsung digunakan untuk pendugaan data SPN 3 bulan karena lebih fleksibel terhadap asumsi deret waktu.

Proyeksi dengan metode *spline* dan regresi dengan menggunakan SUN bertenor tahun menjadi metode terbaik jika dilihat dari proses interpolasi menggunakan data tahun 2011-2016. Kedua metode ini memberikan selisih yang lebih dekat dengan data realisasi jika dibandingkan metode yang digunakan pada penetapan asumsi APBN dan APBNP. Pemulusan *spline* juga cukup baik untuk proyeksi jangka pendek, walaupun tidak dapat digunakan untuk proyeksi jangka panjang. Secara umum, model terbaik untuk memproyeksi tingkat suku bunga SPN 3 bulan adalah rata-rata bergerak yang menggunakan angka realisasi 3 lelang terakhir. Model random walk atau rata-rata bergerak yang menggunakan angka realisasi lelang terakhir juga merupakan alternatif terbaik kedua.

Pengembangan proyeksi selanjutnya bagi tingkat suku bunga SPN 3 bulan sebaiknya menambahkan dan mempertimbangkan peubah lain ke dalam model seperti tingkat suku bunga SUN, faktor ketidakpastian pasar global maupun domestik, serta faktor lain yang diasumsikan mempengaruhi tingkat suku bunga SPN 3 bulan.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada panitia mata kuliah “Studi Kasus” Program Studi Statistika Terapan, IPB dan Badan Kebijakan Fiskal (BKF), Kementerian Keuangan Republik Indonesia atas kesempatan praktik magang yang diberikan kepada penulis. Paper ini merupakan hasil kegiatan Studi Kasus tersebut.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Kebijakan Fiskal. (2012). *Laporan Tim Koordinasi Penyusunan Asumsi dasar RAPBN 2013*. Jakarta: Author.
- Chambers, J. M., & Hastie, T. (1992). *Statistical Models in S*. Michigan: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software.
- Cox, J. C., Ingersoll, J., Jonathan E., & Ross, S. A. (1985). A Theory of the Term Structure of Interest Rates. *Econometrica*, 53(2), 385-407. doi: 10.2307/1911242
- Diebold, F. X., & Li, C. (2006). Forecasting the term structure of government bond yields. *Journal of Econometrics*, 130(2), 337-364. doi:10.1016/j.jeconom.2005.03.005
- Feldstein, M., & Eckstein, O. (1970). The Fundamental Determinants of the Interest Rates. *The Review of Economics and Statistics*, 52(4), 363-375. doi:10.2307/1926313
- Givens, G. H. & Hoeting, J. A. (2013). *Computational Statistics* (2<sup>nd</sup> ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Kementerian Keuangan. (2017). *Kerangka Ekonomi Makro dan Pokok-Pokok Kebijakan Fiskal Tahun 2018*. Jakarta: Author.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2008). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- R Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available from <https://www.R-project.org/>
- Rawlings, J. O., Pantula, S. G., & Dickey, D. A. (1998). *Applied Regression Analysis*. New York: Springer.
- Republik Indonesia. (2002). Undang Nomor 24 Tahun 2002 tentang Surat Utang Negara.

Republik Indonesia. (2010). Undang-undang Nomor 10 Tahun 2010 tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran 2011.

Wei, W. W. S. (2006). Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods. California: Pearson Education, Inc.