

**PREDIKSI TINGGI PASANG AIR LAUT DI KOTA SEMARANG
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SEASONAL AUTOREGRESSIVE
INTEGRATED MOVING AVERAGE* (SARIMA) DAN DETEKSI OUTLIER**



=====
SKRIPSI
=====

Disusun oleh :

ALFI FARIDATUS SA'ADAH

NIM. 24010210130064

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2014

**PREDIKSI TINGGI PASANG AIR LAUT DI KOTA SEMARANG
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SEASONAL AUTOREGRESSIVE
INTEGRATED MOVING AVERAGE* (SARIMA) DAN DETEKSI OUTLIER**

Disusun oleh :

ALFI FARIDATUS SA'ADAH

NIM. 24010210130064

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Jurusan Statistika**

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2014

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Prediksi Tinggi Pasang Air Laut di Kota Semarang dengan Menggunakan Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dan Deteksi Outlier.

Nama : Alfi Faridatus Sa'adah

NIM : 24010210130064

Jurusan : Statistika

telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 10 Juni 2014 dan dinyatakan lulus pada tanggal 23 Juni 2014.

Semarang, 24 Juni 2014

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika
Fakultas Sains dan Matematika
Universitas Diponegoro

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir
Ketua,



Dwi Ispriyanti, M.Si

NIP. 195709141986032001

Yuciana Wilandari, M.Si.

NIP. 197005191998022001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Prediksi Tinggi Pasang Air Laut di Kota Semarang dengan Menggunakan Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dan Deteksi Outlier.

Nama : Alfi Faridatus Sa'adah

NIM : 24010210130064

Jurusan : Statistika

telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 10 Juni 2014.

Semarang, 24 Juni 2014

Pembimbing I

Pembimbing II



Dra. Dwi Ispriyanti, M. Si.
NIP. 195709141986032001



Dra. Suparti, M. Si.
NIP. 196509131990032001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul “**Prediksi Tinggi Pasang Air Laut di Kota Semarang dengan Menggunakan Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dan Deteksi Outlier**”.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M. Si. selaku Ketua Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M. Si selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dra. Suparti, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu dalam memberikan masukan, arahan, dan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu yang sangat berguna.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan laporan ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan.

Semarang, Juni 2014

Penulis

ABSTRAK

Kota Semarang sebagai ibu kota provinsi Jawa Tengah merupakan pusat transportasi yang memiliki intensitas kegiatan yang tinggi dan strategis. Namun kawasan ini memiliki tingkat ancaman bencana rob yang cukup tinggi. Banjir rob adalah kejadian atau fenomena alam dimana air laut masuk ke wilayah daratan pada waktu permukaan air laut mengalami pasang. Banjir rob mengakibatkan banyak kerugian seperti bangunan yang rusak, berkurangnya pendapatan, dan meningkatnya pengeluaran sektor publik. Pada masa yang akan datang dampak genangan rob di Kota Semarang diprediksikan akan semakin besar dengan asumsi faktor kenaikan muka air laut dan penurunan tanah meningkat sehingga diperlukan peramalan mengenai tinggi pasang. Metode yang sering digunakan dalam peramalan adalah metode ARIMA. Namun, data pasang cenderung mengalami musiman bulanan. Pada data runtun waktu terkadang terdapat data outlier yang dapat mempengaruhi kesesuaian model. Sehingga diperlukan metode peramalan yang mampu mengakomodasi adanya kejadian musiman dan outlier pada data yaitu menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dan deteksi. Untuk deteksi outlier terdapat empat tipe outlier yaitu *additive outlier* (AO), *innovational outlier* (IO), *level shift* (LS) dan *temporary change* (TC). Kajian dilakukan pada data pasang air laut di Kota Semarang periode Januari 2004 – Desember 2012 berdasarkan rata-rata tinggi pasang saat terjadi maksimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model SARIMA dengan 7 outlier menghasilkan ramalan dengan akurasi yang tinggi karena memiliki nilai AIC lebih kecil yaitu 649,1083 dibandingkan dengan model SARIMA tanpa outlier yaitu 705,6404.

Kata kunci: Pasang air laut, SARIMA, deteksi outlier.

ABSTRACT

Semarang as the capital of the province of Central Java is a central transportation that has a high intensity and strategic activities. However, this area has a tidal disaster threat level is high enough. Tidal flood is a natural event or phenomenon where sea water entered the land area when the sea level has getting tides. Tidal flood left many losses such as damaged buildings, reduced incomes, and increased expenditure of public sector. In the future impact of tidal inundation in Semarang city is predicted to be greater by a factor assuming sea level and land subsidence increased so that has needed the forecasting of high tide. The method is often used in forecasting ARIMA method. However, the data pairs tend to experience seasonal monthly. In the time series data sometimes the data contained outliers that may affect the suitability of the model. So that forecasting method is needed that is able to accommodate have seasonal characteristics and outlier is used the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) and outlier detection method. For outlier detection, there are four types of outliers are additive outlier (AO), innovational outlier (IO), level shift (LS) and temporary change (TC). The study was conducted on the data of tide in Semarang period January 2004 - December 2012 based on the average high tide occurs when the maximum. The results of research showed that the model SARIMA with 7 outliers result predictions with high accuracy because it has a smaller AIC value is 649,1083 compared to the SARIMA models without outlier is 705,6404.

Keywords : Tides, SARIMA, outlier detection.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan	4
1.3. Pembatasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pasang Surut	5
2.2. Analisis Runtun Waktu.....	8
2.2.1. Stasioneritas	8
2.2.1.1. Uji Dickey Fuller	9
2.2.1.2. Transformasi	9

2.2.1.3. Differensi	10
2.2.1.4. Autocorrelation Function (ACF)	10
2.2.1.5. Partial Autocorrelation Function (PACF).....	12
2.2.2. Model Runtun Waktu Non-Musiman	13
2.2.2.1. Proses Autoregressive orde p (AR(p)).....	13
2.2.2.2. Proses Moving Average orde q (MA(q)).....	14
2.2.2.3. Autoregressive Moving Average (ARMA(p,q)).....	15
2.2.2.4. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA (p,d,q))	15
2.2.2.5. Model Subset ARIMA.....	16
2.2.3. Model Runtun Waktu Musiman	16
2.2.3.1. Proses Autoregressive (AR) Musiman	17
2.2.3.2. Proses Moving Average (MA) Musiman	17
2.2.3.3. Proses Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)	17
2.2.4. Identifikasi Model.....	18
2.2.5. Estimasi Model	19
2.2.6. Pemeriksaan Diagnostik	20
2.2.6.1. Uji Asumsi Independensi Residual.....	20
2.2.6.2. Uji Homokedastisitas Residual.....	21
2.2.6.3. Uji Asumsi Normalitas Residual	22
2.2.7. Pemilihan Model Terbaik	23
2.3. Deteksi Outlier	23
2.3.1. Additive Outliers (AO)	24

2.3.2. Innovational Outliers (IO)	24
2.3.3. Level Shift (LS)	25
2.3.4. Temporary Change (TC).....	25
2.3.5. Estimasi Efek Outlier.....	26
2.3.6. Pendeteksian Outlier dengan Prosedur Iteratif	28
2.4. Peramalan	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Sumber Data	30
3.2. Variabel Data	30
3.3. Teknik Pengumpulan Data	30
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisis Deskriptif Data Tinggi Pasang Laut	34
4.2. Identifikasi Model Runtun Waktu	35
4.3. Estimasi Parameter Model.....	40
4.4. Pemeriksaan Diagnostik	42
4.4.1. Uji Independensi Residual.....	42
4.4.2. Uji Homokedastisitas Residual.....	43
4.4.3. Uji Normalitas Residual	45
4.4.4. Model SARIMA pada Data Tinggi Pasang Air Laut.....	46
4.5. Pendeteksian Outlier pada Model SARIMA	47
4.5.1. Estimasi Parameter Model SARIMA dan Outlier	47
4.5.2. Pemeriksaan Diagnostik	48
4.5.2.1. Uji Independensi Residual.....	48
4.5.2.2. Uji Homokedastisitas Residual.....	50

4.5.2.3. Uji Normalitas Residual	52
4.6. Model SARIMA dengan Outlier Data Tinggi Pasang Laut.....	53
4.7. Peramalan	54
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Nilai λ dan Transformasinya	10
Tabel 2. Pendugaan Model Berdasarkan Plot ACF dan PACF	19
Tabel 3. Statistik Deskriptif Data Tinggi Pasang Air Laut di Perairan Utara Semarang mulai Januari 2004 sampai dengan Desember 2012	34
Tabel 4. Uji <i>Dickey-Fuller</i> Data Tinggi Pasang Laut.....	38
Tabel 5. Uji <i>Dickey-Fuller</i> Data Tinggi Pasang Laut Hasil Differensi.....	39
Tabel 6. Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model	41
Tabel 7. Nilai Statistik Ljung-Box Data Tinggi Pasang Laut	43
Tabel 8. Nilai Statistik Uji <i>Lagrange Multiplier</i> (LM) Data Tinggi Pasang Laut	44
Tabel 9. Nilai Statistik Uji Kolmogorov-Smirnov Data Tinggi Pasang Laut	46
Tabel 10. Estimasi Parameter Model SARIMA	47
Tabel 11. Deteksi Outlier Data Tinggi Pasang Laut	47
Tabel 12. Uji Signifikansi Parameter Model SARIMA dengan Outlier	48
Tabel 13. Nilai Statistik Uji Ljung-Box Model SARIMA dengan Outlier	49
Tabel 14. Nilai Statistik Uji <i>Lagrange Multiplier</i> (LM) Model SARIMA dengan Outlier	50
Tabel 15. Nilai Statistik Uji Kolmogorov-Smirnov Model SARIMA dengan Outlier.....	52
Tabel 16. Pemilihan Model Terbaik Berdasarkan Nilai AIC	53
Tabel 17. Perbandingan Nilai AIC Model Dengan Outlier dan Tanpa Outlier....	53
Tabel 18. Estimasi Parameter Model SARIMA dengan 7 Outlier	54

Tabel 19. Hasil Ramalan Data Tinggi Pasang Laut Menggunakan Model	
SARIMA (0,1,[3])(1,0,0) ¹² tanpa Outlier	54
Tabel 20. Hasil Ramalan Data Tinggi Pasang Laut Menggunakan Model	
SARIMA (0,1,[3])(1,0,0) ¹² dengan 7 Outlier	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Contoh pola gerakan muka air pada empat jenis pasang-surut selama kurun waktu 16 hari.....	7
Gambar 2. Sebaran jenis-jenis pasang-surut di Indonesia dan sekitarnya.....	7
Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data.....	33
Gambar 4. Plot Time Series Data Tinggi Pasang Laut pada Januari 2004 sampai dengan Desember 2012	35
Gambar 5. Plot ACF Data Tinggi Pasang Laut	36
Gambar 6. Plot PACF Data Tinggi Pasang Laut	36
Gambar 7. Plot Box-Cox Data Tinggi Pasang Laut	37
Gambar 8. Plot ACF Data Tinggi Pasang Laut Hasil Differensi	39
Gambar 9. Plot PACF Data Tinggi Pasang Laut Hasil Differensi	40
Gambar 10. Grafik Hasil Ramalan Data Tinggi Pasang Air Laut Model SARIMA (0,1, [3])(1,0,0) ¹² tanpa Outlier	55
Gambar 11. Grafik Hasil Ramalan Data Tinggi Pasang Air Laut Model SARIMA (0,1, [3])(1,0,0) ¹² dengan Outlier	57

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Data Tinggi Pasang Air Laut di Perairan Utara Kota Semarang Periode Januari 2004 sampai dengan Desember 2013.....	62
Lampiran 2. Estimasi Parameter dan Pemeriksaan Diagnostik Model SARIMA pada Data Tinggi Pasang Air Laut Kota Semarang	64
Lampiran 3. Program SAS Deteksi Outlier pada Data Tinggi Pasang Air Laut di Perairan Utara Kota Semarang	72
Lampiran 4. Program SAS Model SARIMA dan Deteksi Outlier pada Data Tinggi Pasang Air Laut Kota Semarang	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara maritim yang wilayahnya terbentang dari Sabang sampai Merauke dimana dua pertiga bagiannya adalah laut dan memiliki garis pantai sepanjang 80.000 kilometer yang berada pada posisi $7^{\circ}20'$ LU – 14° LS dan 92° BT – 141° BT. Kota Semarang terletak antara garis $6^{\circ}50'$ - $7^{\circ}10'$ LS dan garis $109^{\circ}35'$ - $110^{\circ}50'$ BT dengan sebelah utara dibatasi oleh Laut Jawa dengan panjang garis pantai meliputi 13,6 Km (BAPPEDA dan BPS, 2012).

Kota Semarang merupakan salah satu kota pantai yang wilayahnya dilalui jalur pantura yang cukup vital dalam perekonomian nasional. Kota Semarang sebagai ibu kota provinsi Jawa Tengah merupakan pusat transportasi yaitu pelabuhan laut Tanjung Mas, bandara Ahmad Yani, terminal bus Terboyo, serta stasiun kereta api Tawang dan Poncol. Dengan fungsi tersebut, menjadikan Kota Semarang termasuk kawasan yang memiliki intensitas kegiatan yang tinggi dan strategis. Banyak pabrik-pabrik besar yang lokasinya berada di daerah pesisir, seperti di kawasan industri candi, kawasan industri Terboyo, dan kawasan industri Mangkang.

Akan tetapi kawasan ini memiliki tingkat ancaman bencana yang cukup tinggi. Salah satu ancaman bencana di kota Semarang adalah banjir pasang-surut atau lebih dikenal dengan banjir rob. Banjir pasang air laut atau rob merupakan fenomena yang selalu terjadi di Kota Semarang bagian utara. Banjir rob adalah kejadian atau fenomena alam dimana air laut masuk ke wilayah daratan pada

waktu permukaan air laut mengalami pasang (Wahyudi, 2007). Selain karena tingginya air pasang di Laut Jawa, banjir rob diakibatkan karena kenaikan muka laut akibat *global warming* (Wirastriya, 2005) dan juga adanya penurunan permukaan tanah (*land subsidence*) (Gumilar, dkk, 2009).

Pemerintah Kota Semarang mengaku kewalahan menghadapi rob atau luapan air laut yang selalu menerjang wilayahnya. Padahal penanganan Rob masih menjadi program skala prioritas pemerintah di ibu kota provinsi Jawa Tengah itu (Tempo, 2013). Meskipun demikian, belum ada penyelesaian cepat untuk mengatasi persoalan rob di Kota Semarang, padahal bencana tersebut semakin mengancam (Suara Merdeka, 2013).

Pada penelitian Gumilar, dkk (2009) menyatakan akibat dari banjir rob akan menghasilkan kerugian ekonomi yang meliputi kerugian ekonomi langsung (*Direct economics losses*) seperti bangunan yang rusak, dan hancurnya fasilitas-fasilitas umum, dan kerugian ekonomi tak langsung (*Indirect economics losses*) seperti guncangan pada dunia bisnis, berkurangnya pendapatan, dan meningkatnya pengeluaran sektor publik, dan juga kerugian yang ditanggung individu dan rumah tangga. Klasifikasi ancaman banjir berdasarkan PERKA BNPB No. 2 Tahun 2012 dibagi menjadi tiga kelas yaitu rendah dengan genangan air setinggi kurang dari 0,76 meter, sedang dengan genangan air setinggi antara 0,76-1,5 meter, dan tinggi dengan genangan air setinggi lebih dari 1,5 meter. Dari hasil penelitian Arief (2012), prediksi tahun 2015 luas genangan banjir rob sebesar 8.339,31 hektar yang beresiko tinggi seluas 6.671,36 hektar.

Dampak banjir rob tersebut diakibatkan oleh tinggi pasang air laut sehingga masyarakat perlu mengetahui informasi tentang tingginya pasang air laut

untuk beberapa bulan ke depan. Selain itu, informasi mengenai kondisi pasang surut sangat penting bagi pengukuran, analisis, dan pengkajian data muka air laut untuk berbagai kegiatan seperti transportasi laut, pembangunan di daerah pesisir pantai, dan lain-lain. Demikian pula, ramalan pasang surut sangat bermanfaat untuk usaha pertambangan pantai. Bahkan juga sangat penting bagi keperluan militer, terutama untuk pendaratan amfibi. Di luar negeri telah dicoba pula menyadap energi pasang-surut ini untuk menghasilkan tenaga listrik. Informasi pasang-surut juga digunakan peneliti biologis laut dalam merencanakan kapan sebaiknya ia turun ke lapangan untuk mengoleksi biota di pantai atau untuk pengamatan lainnya (Nontji, 1993).

Pada masa yang akan datang dampak genangan rob di Kota Semarang diprediksikan akan semakin besar dengan asumsi faktor kenaikan muka air laut dan penurunan tanah meningkat secara konstan (Arief, 2012), sehingga diperlukan peramalan mengenai pasang surut. Metode yang sering digunakan dalam peramalan adalah metode ARIMA. Namun, metode ARIMA belum menitikberatkan kejadian musiman yang merupakan sifat data pasang laut. Menurut Tarno (2013), apabila pada data runtun waktu terdapat observasi yang secara mencolok terlihat berbeda dengan observasi lain, maka dapat diindikasikan terdapat data outlier yang dapat mempengaruhi kesesuaian model. Sehingga diperlukan metode peramalan yang mampu mengakomodasi adanya kejadian musiman dan outlier pada data yaitu menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) dan deteksi outlier.

Pada penulisan tugas akhir ini, akan diambil studi kasus untuk memprediksi tinggi pasang air laut di perairan Kota Semarang dengan metode

SARIMA dan deteksi outlier. Data yang digunakan adalah data tinggi pasang air laut di perairan utara Kota Semarang tahun 2004 sampai dengan 2012.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana model peramalan pasang air laut dengan menggunakan metode SARIMA dan deteksi outlier?
2. Bagaimana hasil peramalan tinggi pasang air laut dalam beberapa bulan ke depan dengan menggunakan metode SARIMA dan deteksi outlier?

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penulisan tugas akhir ini, permasalahan dibatasi hanya pada rata-rata tinggi pasang air laut maksimum tiap bulannya di perairan Utara Kota Semarang, karena pada saat pasang maksimum dampak banjir rob sangat terasa di masyarakat.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah menentukan model peramalan dengan metode SARIMA dan deteksi outlier pada data pasang air laut di perairan Semarang yang selanjutnya dilakukan peramalan untuk beberapa bulan ke depan.