

**PERAMALAN TINGGI GELOMBANG BERDASARKAN  
KECEPATAN ANGIN DI PERAIRAN PESISIR SEMARANG  
MENGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER  
(Studi Kasus Bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2014)**



**SKRIPSI**

**Disusun oleh:  
Firda Megawati  
24010210130060**

**JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2015**

**PERAMALAN TINGGI GELOMBANG BERDASARKAN  
KECEPATAN ANGIN DI PERAIRAN PESISIR SEMARANG  
MENGUNAKAN MODEL FUNGSI TRANSFER  
(Studi Kasus Bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2014)**

**Disusun oleh:  
Firda Megawati  
24010210130060**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat dalam  
Penyusunan Tugas Akhir pada Jurusan Statistika FSM UNDIP

**JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2015**

## HALAMAN PENGESAHAN I

Judul Skripsi : Peramalan Tinggi Gelombang Berdasarkan Kecepatan Angin di Perairan Pesisir Semarang Menggunakan Model Fungsi Transfer (Studi Kasus Bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2014)

Nama Mahasiswa : Firda Megawati

NIM : 24010210130060

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 30 Juli 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal 25 Agustus 2015.

Semarang, Agustus 2015

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika

Fakultas Sains dan Matematika Undip



Dra. Dwi Ispryanti, M.Si

NIP. 195700141986032001

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir  
Ketua,

Drs. Agus Rusgiyono, M.Si  
NIP. 196408131990011001

## HALAMAN PENGESAHAN II

Judul Skripsi : Peramalan Tinggi Gelombang Berdasarkan Kecepatan Angin di Perairan Pesisir Semarang Menggunakan Model Fungsi Transfer (Studi Kasus Bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2014)

Nama Mahasiswa : Firda Megawati

NIM : 24010210130060

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 30 Juli 2015.

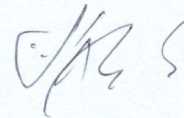
Semarang, Agustus 2015

Pembimbing I

Pembimbing II



Rita Rahmawati, S.Si, M.Si  
NIP. 198009102005012002



Dra. Suparti, M.Si  
NIP. 196509131990032001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“Peramalan Tinggi Gelombang Berdasarkan Kecepatan Angin di Perairan Pesisir Semarang Menggunakan Model Fungsi Transfer (Studi Kasus Bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2014)”**.

Penulis menyadari tanpa bantuan dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. 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 Rita Rahmawati, S.Si, M.Si dan Ibu Dra. Suparti, M.Si selaku dosen pembimbing I dan 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.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Agustus 2015

**Penulis**

## ABSTRAK

Perairan pesisir Semarang sangat cocok dijadikan daerah pengembangan sektor maritim seperti kegiatan transportasi laut yang berupa pelayaran karena memiliki posisi yang strategis. Kondisi pelayaran dikatakan lancar apabila ketinggian ombak berada pada batas normal yaitu 1-2 meter. Oleh karena itu, akan dilakukan peramalan tinggi gelombang di perairan pesisir Semarang dengan menggunakan fungsi transfer. Data yang digunakan adalah data sekunder dari BMKG Kota Semarang periode Januari 2014 sampai dengan Desember 2014 dengan variabel X sebagai rata-rata kecepatan angin harian dan variabel Y sebagai rata-rata tinggi gelombang harian. Dari pemodelan deret *input* kecepatan angin diperoleh model ARIMA(2,1,0) sedangkan dari pemodelan tinggi gelombang berdasarkan kecepatan angin diperoleh model fungsi transfer  $b=0$ ,  $s=0$  dan  $r=0$  dengan model *noise* ARMA(1,1). Hasil peramalan untuk Januari 2015 menunjukkan bahwa tinggi gelombang cenderung naik dan gelombang tertinggi terjadi pada hari ketiga dengan 0,9589 meter. Perhitungan ketepatan peramalan tinggi gelombang menggunakan model fungsi transfer dengan MAPE menghasilkan nilai sebesar 18,7%.

Kata kunci : Fungsi Transfer, Tinggi Gelombang, Kecepatan Angin.

## ABSTRACT

Semarang coast is suitable to develop marine transport activities such as sailing because of its strategic location. The condition of sailing in Indonesia is said smoothly if wave height is in the normal range which is 1-2 meters. Therefore, there will be research to predict wave height in Semarang coast by using transfer function. The data used is secondary data from BMKG of Semarang period January 2014 to December 2014 with the variable X as the average daily of wind speed and variable Y as average daily of wave height. Model that formed based on the input wind speed is ARIMA(2,1,0) while transfer function model that formed is  $b=0$ ,  $s=0$ , and  $r=0$  with noise model ARMA(1,1). The forecasting results for January 2015 show that the wave height tends to rise and the highest wave is on the third day with 0,9589 meters. Calculation accuracy of forecasting wave heights using transfer function model with MAPE produce a value of 18,7%.

Keywords : Transfer Function, Wave Height, Wind Speed.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR SIMBOL .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Definisi Gelombang dan Kecepatan Angin .....	5
2.2 Konsep Dasar <i>Time Series</i> .....	6
2.2.1 Kestasioneran Data .....	7
2.2.2 ACF dan PACF .....	9
2.3 Model <i>Time Series</i> ARIMA .....	11
2.3.1 Identifikasi Model ARIMA .....	13

2.3.2	Estimasi Parameter Model ARIMA .....	14
2.3.3	Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA .....	14
2.3.4	Uji Diagnostik Model ARIMA .....	15
2.3.5	Pemilihan Model ARIMA Terbaik .....	17
2.4	Pemodelan Fungsi Transfer .....	17
2.4.1	Identifikasi Model Fungsi Transfer .....	19
2.4.2	Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer .....	24
2.4.3	Uji Diagnostik Model Fungsi Transfer .....	25
2.4.4	Pemilihan Model Fungsi Transfer Terbaik .....	27
2.4.5	Ketepatan Metode Peramalan .....	28
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN .....	29
3.1	Sumber Data .....	29
3.2	Variabel Penelitian .....	29
3.3	Langkah-langkah Analisis .....	29
3.4	Diagram Alir Analisis Data .....	31
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1	Deskripsi Data Deret <i>Input</i> dan Deret <i>Output</i> .....	33
4.2	Pemodelan Fungsi Transfer Tinggi Gelombang Berdasarkan Kecepatan Angin.....	33
4.2.1	Identifikasi Model Deret <i>Input</i> Kecepatan Angin .....	33
4.2.2	<i>Prewhitening</i> Deret <i>Input</i> dan Deret <i>Output</i> .....	42
4.2.3	Perhitungan Korelasi Silang .....	43
4.2.4	Penetapan Nilai (b,r,s) Model Fungsi Transfer .....	43
4.2.5	Identifikasi Model Deret <i>Noise</i> .....	44

4.2.6	Pembentukan Model Fungsi Transfer .....	44
4.3	Peramalan Tinggi Gelombang Menggunakan Model Fungsi Transfer .....	48
BAB V	KESIMPULAN .....	51
	DAFTAR PUSTAKA .....	52
	LAMPIRAN .....	54

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 1</b> Transformasi <i>Box-Cox</i> untuk beberapa nilai $\lambda$ .....	9
<b>Tabel 2</b> Pola Plot ACF dan PACF .....	13
<b>Tabel 3</b> Model Fungsi Transfer dengan $r=0$ .....	22
<b>Tabel 4</b> Model Fungsi Transfer dengan $r=1$ .....	23
<b>Tabel 5</b> Model Fungsi Transfer dengan $r=2$ .....	23
<b>Tabel 6</b> Statistik Deskripsi Data Deret <i>Input</i> dan Deret <i>Output</i> .....	33
<b>Tabel 7</b> Model-model ARIMA Deret <i>Input</i> Kecepatan Angin .....	38
<b>Tabel 8</b> Estimasi Model ARIMA Deret <i>Input</i> Kecepatan Angin .....	39
<b>Tabel 9</b> Uji <i>Ljung-Box</i> Deret <i>Input</i> Kecepatan Angin .....	40
<b>Tabel 10</b> Uji Normalitas Residual Deret <i>Input</i> Kecepatan Angin .....	41
<b>Tabel 11</b> Uji <i>Lagrange Multiplier</i> Deret <i>Input</i> Kecepatan Angin .....	42
<b>Tabel 12</b> Hasil Uji Diagnostik Model Fungsi Transfer .....	47
<b>Tabel 13</b> Hasil Peramalan Tinggi Gelombang berdasarkan Kecepatan Angin.....	49

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 1</b> Diagram Alir Analisis Data .....	32
<b>Gambar 2</b> Plot <i>Box-Cox</i> Kecepatan Angin .....	34
<b>Gambar 3</b> Plot <i>Time Series</i> Kecepatan Angin .....	34
<b>Gambar 4</b> Uji <i>Dickey Fuller</i> Kecepatan Angin .....	35
<b>Gambar 5</b> Plot <i>Time Series</i> Kecepatan Angin Setelah <i>Differencing</i> .....	36
<b>Gambar 6</b> Uji <i>Dickey Fuller</i> Kecepatan Angin Setelah <i>Differencing</i> .....	36
<b>Gambar 7</b> Plot ACF Kecepatan Angin Setelah <i>Differencing</i> .....	37
<b>Gambar 8</b> Plot PACF Kecepatan Angin Setelah <i>Differencing</i> .....	38
<b>Gambar 9</b> Plot Korelasi Silang antara $\alpha_t$ dan $\beta_t$ .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
<b>Lampiran 1</b> Data Kecepatan Angin (knots) dan Tinggi Gelombang (meter) Harian Tahun 2014 .....	54
<b>Lampiran 2</b> Model-model ARIMA untuk Deret <i>Input</i> Kecepatan Angin .....	57
<b>Lampiran 3</b> Plot ACF dan PACF Residual untuk Model Deret <i>Noise</i> .....	64
<b>Lampiran 4</b> Pemodelan Fungsi Transfer $(b,r,s)(p_n,q_n)$ Tinggi Gelombang berdasarkan Kecepatan Angin .....	65
<b>Lampiran 5</b> Estimasi Parameter Model Fungsi Transfer .....	69
<b>Lampiran 6</b> Uji Diagnostik Model Fungsi Transfer $(b,r,s)(p_n,q_n)$ Tinggi Gelombang berdasarkan Kecepatan Angin .....	71
<b>Lampiran 7</b> Peramalan Tinggi Gelombang Menggunakan Model Fungsi Transfer $b=0, r=0, s=0$ dengan Model <i>Noise</i> ARMA (1,1) .....	78
<b>Lampiran 8</b> Perhitungan MAPE .....	79
<b>Lampiran 9</b> Sintaks Pemodelan Fungsi Transfer Tinggi Gelombang berdasarkan Kecepatan Angin .....	80

## DAFTAR SIMBOL

$Z_t$	: data <i>time series</i> pada waktu ke-t
$Y_t$	: deret <i>output</i> fungsi transfer pada waktu ke-t
$X_t$	: deret <i>input</i> fungsi transfer pada waktu ke-t
$y_t$	: deret <i>output</i> fungsi transfer yang stasioner pada waktu ke-t
$x_t$	: deret <i>input</i> fungsi transfer yang stasioner pada waktu ke-t
$T(Z_t)$	: transformasi <i>Box-Cox</i> pada waktu ke-t
$\lambda$	: parameter transformasi <i>Box-Cox</i>
$\gamma_k$	: autokovariansi pada <i>lag-k</i>
$\rho_k$	: autokorelasi pada <i>lag-k</i>
$\phi_{kk}$	: autokorelasi parsial pada <i>lag-k</i>
$p$	: orde autoregresif
$q$	: orde <i>moving average</i>
$d$	: orde <i>differencing</i>
$B$	: operator shift mundur
$\phi_p$	: parameter autoregresif ke-p
$\theta_q$	: parameter <i>moving average</i> ke-q
$\alpha_t$	: <i>prewhitening</i> deret <i>output</i> $y_t$ pada waktu ke-t
$\beta_t$	: <i>prewhitening</i> deret <i>input</i> $x_t$ pada waktu ke-t
$v_k$	: bobot respons impuls orde k
$r, s, b$	: orde dari fungsi transfer
$\omega_s$	: parameter fungsi transfer orde s
$\delta_r$	: parameter fungsi transfer orde r

$N_t$	: deret <i>noise</i> pada waktu ke-t
$\phi_x$	: parameter autoregresif untuk deret <i>prewhitening</i>
$\theta_x$	: parameter <i>moving average</i> untuk deret <i>prewhitening</i>
$\phi_n$	: parameter autoregresif untuk deret <i>noise</i>
$\theta_n$	: parameter <i>moving average</i> untuk deret <i>noise</i>
$a_t$	: residual model fungsi transfer pada waktu ke-t
$\sigma^2$	: variansi
$\mu$	: rata-rata
$C_{xy}(k)$	: kovarian silang antara x dan y pada <i>lag-k</i>
$C_{yx}(k)$	: kovarian silang antara y dan x pada <i>lag-k</i>
$r_{xy}$	: korelasi silang antara x dan y
$r_{yx}$	: korelasi silang antara y dan x
$r_{\alpha\beta}(k)$	: korelasi silang antara <i>prewhitening</i> deret <i>input</i> dan <i>prewhitening</i> deret <i>output</i> pada <i>lag-k</i>
$r_{\alpha a}$	: korelasi silang antara <i>prewhitening</i> deret <i>input</i> dan residual model fungsi transfer
$r_a$	: autokorelasi residual model fungsi transfer
$S_\alpha$	: standar deviasi <i>prewhitening</i> deret <i>input</i>
$S_\beta$	: standar deviasi <i>prewhitening</i> deret <i>output</i>
$R^2$	: koefisien determinasi
$m$	: banyak parameter
$n$	: banyak data

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kota Semarang sebagai bagian dari wilayah pesisir Indonesia memiliki posisi yang sangat strategis. Terletak di tengah-tengah daerah Pantai Utara Jawa dan memiliki suatu ekosistem yang khas. Luas wilayah perairan pesisir Semarang mencapai sepertiga dari 12 mil (138 km<sup>2</sup>) dan mempunyai bentang pantai 21,6 km apabila mengikuti garis pantai. Karena letaknya yang strategis itulah, wilayah pesisir dan perairan Kota Semarang sangat cocok dijadikan daerah pengembangan sektor maritim, seperti pelabuhan, perikanan, pelayaran dan pemukiman nelayan. Hingga kini, pelabuhan yang terletak di Semarang Utara masih menjadi jalur kelautan di Jawa Tengah sebagai tempat berlabuh kapal penumpang, kapal barang, dan kapal militer (Lanang, 2014).

Salah satu sektor maritim yang penting adalah kegiatan transportasi laut yang berupa pelayaran. Kondisi pelayaran dikatakan lancar apabila ketinggian ombak berada pada batas normal yaitu 1-2 meter. Kapal akan ditunda pemberangkatannya jika ketinggian ombak mencapai tiga meter atau lebih (Muntoha, 2014). Masyarakat dalam melaksanakan kegiatan pelayaran memerlukan informasi cuaca harian seperti tinggi gelombang dan angin kencang yang terjadi di tengah laut melalui laporan yang dikeluarkan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Hal ini diperlukan agar masyarakat dapat merencanakan waktu keberangkatan kapal laut, sehingga diharapkan terhindar dari cuaca buruk. Cuaca buruk dalam dunia pelayaran dapat menimbulkan berbagai kecelakaan di tengah laut.

Menurut Jatilaksono (2007), gelombang adalah peristiwa naik turunnya permukaan air laut dari ukuran kecil (riak) sampai yang paling panjang (pasang surut). Gelombang ini dipengaruhi oleh kondisi topografi dasar laut dan keadaan angin. Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa keadaan gelombang tertinggi terjadi pada periode bulan Desember sampai Februari (musim barat), ketinggian gelombang mencapai 1,5–2 meter. Sedangkan pada bulan lainnya tinggi gelombang yang tercatat kurang dari 1,5 meter.

Sirkulasi udara yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi disebut angin, di mana gerakan udara ini dipengaruhi oleh perubahan temperatur atmosfer (Triatmodjo, 1999). Dalam hal ini, angin dianggap sebagai pembangkit gelombang. Kecepatan angin dapat mempengaruhi tinggi rendahnya gelombang. Angin yang lebih kuat akan menghasilkan gelombang yang lebih besar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kecepatan angin dan gelombang merupakan satu kesatuan yang saling mempengaruhi.

Salah satu metode yang dapat memodelkan kecepatan angin dan tinggi gelombang adalah fungsi transfer. Model fungsi transfer merupakan salah satu cara untuk menyelesaikan masalah apabila terdapat lebih dari satu data *time series* dan diantaranya terdapat hubungan sebab akibat. Model fungsi transfer adalah gabungan pendekatan regresi dan *time series* (ARIMA). Pada model fungsi transfer, terdapat deret *output* yang disimbolkan dengan  $Y_t$ , deret *input* yang disimbolkan dengan  $X_t$ , dan deret gangguan yang disimbolkan dengan  $N_t$ . Tujuan dari pemodelan fungsi transfer ini adalah untuk menetapkan model yang menghubungkan nilai  $Y_t$ ,  $X_t$ , dan  $N_t$  sehingga dapat digunakan untuk peramalan beberapa periode mendatang.

Beberapa penelitian tentang model fungsi transfer telah dilakukan sebelumnya. Purwasih (2012) yang menggunakan model fungsi transfer untuk prediksi curah hujan di Kota Semarang, Aryasita (2013) yang memodelkan fungsi transfer pada harga cabai merah yang dipengaruhi oleh curah hujan di Surabaya, dan Nurina (2013) yang meramalkan volume pemakaian air sektor rumah tangga di Kabupaten Gresik dengan menggunakan model fungsi transfer.

Dalam penelitian ini, fungsi transfer diperlukan untuk memodelkan dan meramalkan tinggi gelombang yang dipengaruhi kecepatan angin sebagai informasi cuaca untuk masyarakat agar keselamatan terjamin. Penelitian yang akan dilakukan adalah analisis peramalan dengan menggunakan fungsi transfer terhadap tinggi gelombang di Kota Semarang dengan variabel *input* kecepatan angin. Informasi cuaca yang tepat akan sangat bermanfaat bagi kegiatan pelayaran sehingga perlu untuk melakukan peramalan tinggi gelombang dengan menggunakan fungsi transfer.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Bagaimana pemodelan fungsi transfer dari tinggi gelombang yang dipengaruhi oleh kecepatan angin?
2. Bagaimana hasil peramalan tinggi gelombang dari data kecepatan angin untuk beberapa periode mendatang?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan adalah data kecepatan angin dan tinggi gelombang harian di perairan pesisir Semarang pada tahun 2014.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai berdasarkan permasalahan di atas adalah:

1. Mengetahui model fungsi transfer untuk data tinggi gelombang yang dipengaruhi oleh kecepatan angin.
2. Mengetahui hasil peramalan tinggi gelombang dengan model fungsi transfer dari data kecepatan angin untuk beberapa periode mendatang.