

## Kajian Fluktuasi Muka Air Laut Sebagai Dampak dari Perubahan Iklim di Perairan Semarang

Annisa Shalsabilla\*, Heryoso Setiyono, Denny Nugroho Sugianto, Dwi Haryo  
Ismunarti dan Jarot Marwoto

Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Kota Semarang, Kode Pos 50275 Telp/fax (024) 7474698  
\*Email: annisasb97@gmail.com

### Abstrak

Kota Semarang merupakan salah satu kota metropolitan yang memiliki wilayah pesisir di bagian utara dengan garis pantai sepanjang 13 km. Perairan Kota Semarang sendiri merupakan perairan terbuka yang berhubungan dengan Laut Jawa, dan sangat dipengaruhi oleh kondisi eksternal seperti angin, musim, cuaca, dan pasang surut yang berasal dari luar laut terbuka dan dipastikan akan selalu terkena dampak dari kenaikan muka air laut. Kenaikan muka air laut merupakan salah satu ancaman terbesar yang diakibatkan oleh pemanasan global. Dengan adanya penurunan muka tanah di wilayah pantai Kota Semarang semakin memperparah dampak yang diakibatkan oleh kenaikan muka laut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan iklim terhadap kenaikan muka air laut di Perairan Semarang dan besar fluktuasi muka air lautnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat kuantitatif. Analisis perhitungan laju kenaikan muka air laut menggunakan statistika regresi sederhana dengan Software Microsoft Excell. Berdasarkan hasil pengolahan data menunjukkan bahwa terdapat pola hubungan antara perubahan iklim dengan kenaikan muka laut, yaitu berupa naiknya suhu udara sebesar  $0,003^{\circ}\text{C}$  setiap tahunnya yang berbanding lurus dengan muka air laut yang naik sebesar  $0,022$  cm/tahun pada periode tahun 2011-2019.

**Kata kunci:** Kenaikan Muka Air Laut, Pasang Surut, Perubahan Iklim, Semarang

### Abstract

*Semarang City is a metropolitan city that has a coastal area in the north with a coastline along 13 km. The waters of Semarang City are an open waters that associated with the Java Sea, and strongly influenced by external conditions such as wind, season, weather and tides that originate from outside the open sea and are certain to be always affected by rising sea levels. Sea level rise is one of the biggest threats caused by global warming. With the subsidence in the coastal area of the city of Semarang, the impact of rising sea levels will be worse. The purpose of this study was to determine the effect of climate change on sea level rise in Semarang waters and the magnitude of sea level fluctuations. The method used in this research is quantitative. Analysis of the calculation of sea level rise using simple regression statistics with Microsoft Excel Software. Based on the results of data processing shows that there is a pattern of relationship between climate change and sea level rise, which is in the form of an increase in air temperature by  $0,0030\text{C}$  each year which is directly proportional to the sea level that rises by  $0.022$  cm / year in the period 2011-2019.*

**Keywords:** Sea Level Rise, Tides, Climate Change, Semarang

### PENDAHULUAN

Wilayah yang paling rentan dalam menghadapi fenomena kenaikan permukaan air laut adalah dataran rendah di wilayah pesisir (Susanto et al., 2010). Wilayah pesisir memiliki tingkat kerentanan terhadap tekanan lingkungan yang cukup tinggi baik yang bersumber dari darat sendiri maupun dari laut. Salah satu tekanan yang memberikan ancaman tertinggi terhadap keberlangsungan wilayah pesisir yang hampir terjadi di seluruh belahan dunia adalah adanya fenomena kenaikan elevasi muka air laut (Wirasatriya et al., 2006). Wilayah pesisir memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi sehingga dianggap sebagai laboratorium atau ruang pengamatan untuk menguji konsep yang baru karena dibandingkan dengan berbagai dampak dari fenomena lainnya, fenomena kenaikan elevasi muka air laut merupakan dampak perubahan iklim yang dapat dirasakan secara langsung secara perlahan-lahan (Rositasari et al., 2011). Dalam perspektif oseanografi, wilayah pesisir menjadi wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi dikarenakan mendapatkan tekanan dan merasakan efek langsung terhadap kejadian perubahan iklim (Rositasari et al., 2011).

Penelitian yang dilakukan oleh Wirakusumah dan Lubis (2002) menunjukkan bahwa sejak tahun 1950 - 2003 diduga akan terjadi total kenaikan elevasi muka laut sebesar 39 cm/tahun di wilayah Semarang sebagai akibat dari fenomena pemanasan global. Dari data ini, diperoleh tren atau laju kenaikan muka laut di

Semarang mencapai 7,36 mm/tahun. Hal ini sejalan dengan studi yang dilakukan Tim Penelitian ITB (1990) dalam Abdurachim (2002) yang memaparkan laju atau tren kenaikan muka air laut di Semarang mencapai 9,27 mm/tahun.

Fenomena kenaikan elevasi muka air laut dapat berakibat buruk tidak hanya pada kehidupan manusia, namun juga berdampak pada ekosistem penting lainnya yang menggantungkan proses pertumbuhan dan metabolismenya di kawasan pesisir. Kenaikan muka air laut memiliki beberapa dampak, diantaranya adalah erosi atau mundurnya garis pantai, dan inundasi dataran rendah. Kenaikan muka air laut akan memicu mundurnya garis pantai yang berdampak pada berkurangnya lahan pemukiman dan mengancam area yang memiliki topografi yang rendah, membanjiri lahan produktif seperti sawah, industri dan lainnya serta dapat berkontribusi dalam mencemari persediaan air tawar (Triatmodjo, 1999). Perairan Kota Semarang memiliki karakteristik berupa perairan terbuka yang langsung berbatasan dengan Laut Jawa, dan sangat dipengaruhi oleh kondisi eksternal seperti angin, monsoon, dan pasang surut yang berasal dari laut terbuka di luar Jawa. Adanya fenomena penurunan muka tanah yang terjadi di wilayah pantai Kota Semarang yang mencapai 13 cm/tahun semakin memperburuk dampak yang diakibatkan oleh kenaikan muka laut tersebut (Cahyadi *et al*, 2016). Dengan latar belakang seperti itu, diperlukan kajian fluktuasi muka air laut di Perairan Semarang mengetahui fluktuasi elevasi muka air laut di Perairan Semarang selama 9 tahun terakhir yaitu dari 2011-2019.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Desember 2019 yang mengambil lokasi di Perairan Semarang. Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data utama dan data sekunder. data utama dalam penelitian ini adalah data pasang surut harian perairan Semarang hasil perekaman per jam milik Badan Informasi Geospasial (BIG) tahun 2011–2019 yang bisa diakses melalui situs <http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id>. Adapun data sekunder penelitian ini antara lain data suhu udara dan curah hujan Semarang tahun 2011–2019 diperoleh dari stasiun klimatologi hasil observasi BMKG yang diunduh melalui situs <http://www.dataonline.bmkg.go.id>.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yaitu metode dengan memenuhi kaidah-kaidah empiris, obyektif, terukur, rasional dan sistematis (Sugiono, 2011). Dalam penelitian ini, data penelitian berupa angka-angka dan dianalisis menggunakan statistik, seperti laju kenaikan muka laut, suhu udara, serta curah hujan.

### Metode Analisa Data Pasang Surut Bulanan

Data pasang surut bulanan tiap jam yang didapat dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dalam kurun waktu 9 tahun dianalisa untuk mendapatkan nilai MSL bulanan. Data MSL bulanan ini kemudian dideskripsikan dalam bentuk tabel dan grafik runtun waktu (*time series*) sehingga akan terlihat kedudukan muka air laut rata-rata dalam kurun waktu 9 tahun terakhir.

### Metode Analisa Kenaikan Suhu Udara Semarang

Data suhu udara stasiun Semarang hasil observasi BMKG Semarang yang diunduh melalui website <http://www.dataonline.bmkg.go.id> dianalisa menggunakan rumus dibawah ini untuk mendapatkan data suhu harian (KemenPUPR, 1995):

$$\bar{T} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$$

Ket:

$\bar{T}$  = Suhu udara rata-rata, harian (°C)

$T_{max}$  = Suhu udara maksimum harian (°C)

$T_{min}$  = Suhu udara minimum harian (°C)

Sedangkan untuk mendapatkan nilai suhu bulanan menggunakan rumus dibawah ini (KemenPUPR, 1995):

$$\bar{T}_b = \sum_{i=1}^n \bar{T}$$

Ket:

$\bar{T}_b$  = Suhu udara rata-rata harian dalam satu bulan (°C)  
 $n$  = Jumlah hari dalam satu bulan

### Metode Analisa Laju Kenaikan Muka Air Laut

Laju kenaikan muka air laut didapat berdasarkan nilai MSL (Mean Sea Level) data pasang surut perekaman BIG stasiun pengukuran Semarang dari tahun 2011-2019 yang dianalisis menggunakan metode statistik. Dari data pasang surut harian per-jam diolah sehingga didapatkan nilai MSL bulanan, kemudian dari nilai MSL bulanan tersebut dirata-ratakan hingga menghasilkan nilai MSL setiap tahunnya. Selanjutnya, menghitung selisih nilai MSL setiap tahunnya yang kemudian dirata-ratakan sehingga mendapatkan hasil laju kenaikan muka air laut pertahun berdasarkan data pasang surut dari tahun 2011-2019. Nilai MSL bulanan dan tahunan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik secara time series sehingga akan terlihat perubahan kedudukan muka air laut dalam kurun waktu 9 tahun.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data suhu udara Tanjung Mas Semarang yang didapatkan dari BMKG tahun 2011-2019 diperoleh suhu udara rata-rata bulanan di pelabuhan Tanjung Mas Semarang yang disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 1 diketahui nilai suhu rata-rata bulanan berkisar dari 26°C sampai 30°C.

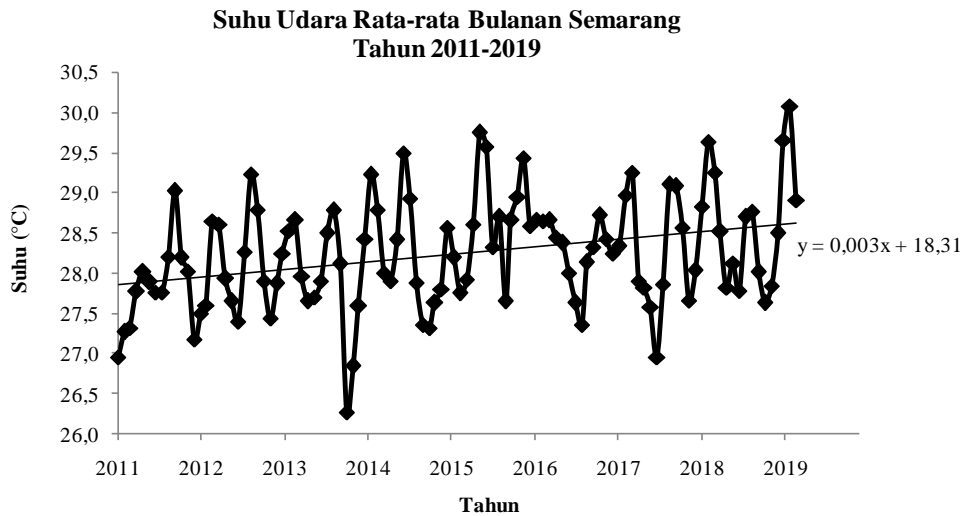
**Tabel 1.** Suhu udara rata-rata bulanan di Stasiun Tanjung Mas, Semarang (°C)

Bulan/Tahun	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Januari	27,0	27,2	27,4	26,3	27,4	28,7	27,6	27,6	27,8
Februari	27,3	27,5	27,9	26,8	27,3	27,7	27,4	27,0	28,1
Maret	27,3	27,6	28,2	27,6	27,6	28,7	28,1	27,9	27,8
April	27,8	28,7	28,5	28,4	27,8	29,0	28,3	29,1	28,7
Mei	28,0	28,6	28,7	29,2	28,6	29,4	28,7	29,1	28,8
Juni	27,9	27,9	28,0	28,8	28,2	28,6	28,4	28,6	28,0
Juli	27,8	27,7	27,7	28,0	27,8	28,7	28,3	27,7	27,6
Agustus	27,8	27,4	27,7	27,9	27,9	28,7	28,3	28,0	27,8
September	28,2	28,3	27,9	28,4	28,6	28,7	29,0	28,8	28,5
Oktober	29,0	29,2	28,5	29,5	29,7	28,5	29,3	29,6	29,7
November	28,2	28,8	28,8	28,9	29,6	28,4	27,9	29,3	30,1
Desember	28,0	27,9	28,1	27,9	28,3	28,0	27,8	28,5	28,9
Rata-rata	27,8	28,1	28,1	28,2	28,2	28,6	28,3	28,4	28,5

Nilai suhu udara Semarang yang dihasilkan juga disajikan dalam bentuk grafik sehingga dapat terlihat dengan jelas perubahan suhu udara setiap bulannya dalam kurun waktu 9 tahun selama periode tahun 2011-2019. Grafik hasil analisis data suhu udara Semarang menghasilkan nilai suhu udara rata-rata bulanan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Dari tren perubahan suhu udara yang didapatkan, kenaikan suhu udara yang terjadi sebesar 0.003°C setiap bulannya.

Pengolahan data pasang surut stasiun Semarang yang didapatkan dari Badan Informasi Geospasial (BIG) selama tahun 2011-2019 dianalisis menggunakan metode statistik untuk memperoleh nilai MSL tiap bulannya. Sedangkan untuk mengetahui konstanta harmonik serta tipe pasang surut menggunakan metode admiralty. Hasil konstanta harmonik pasang surut keduanya dapat dilihat pada Tabel 2.

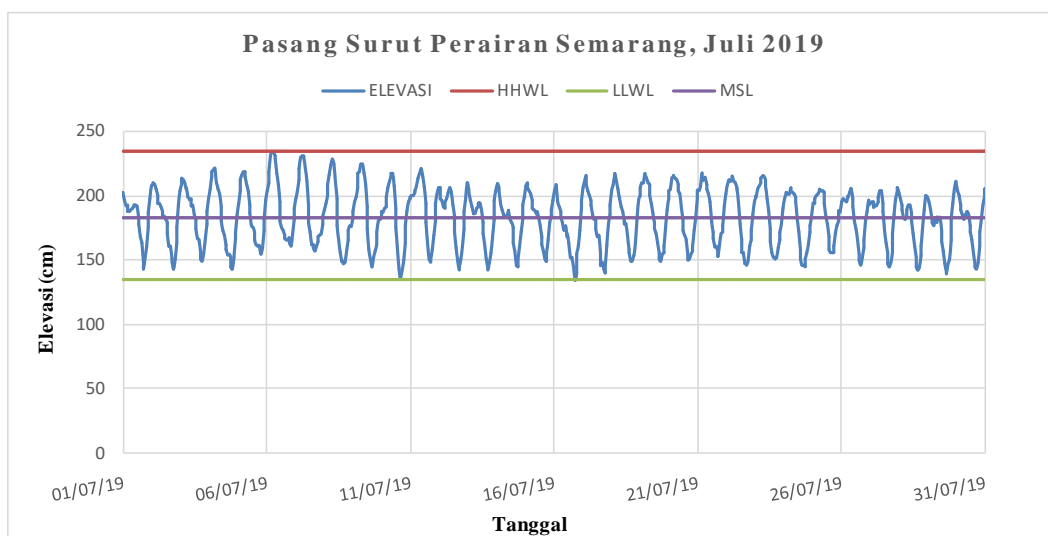
Komponen harmonik pasang surut yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan melakukan perhitungan untuk mengetahui nilai MSL, LLWL dan HHWL serta nilai Formzahl (F) sebagai dasar untuk mengetahui tipe pasang surut pada perairan tersebut. Perhitungan nilai formzahl untuk mengetahui pasang surut sejati didapatkan dari pengolahan komponen harmonik yakni  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $M_2$  dan  $S_2$ . Amplitudo konstanta  $K_1$ ;  $O_1$  dan  $M_2$ ;  $S_2$  yang dihasilkan bernilai 22; 6 dan 7; 7.



**Gambar 1.** Grafik suhu udara rata-rata bulanan Semarang tahun 2011–2019

**Tabel 2.** Perhitungan konstanta harmonik pasang surut Perairan Semarang

	$S_0$	$M_2$	$S_2$	$N_2$	$K_1$	$O_1$	$M_4$	$MS_4$	$K_2$	$P_1$
A cm	183	7	7	2	22	6	0	1	2	7
$g^\circ$		200	297	88	82	97	137	321	297	82



**Gambar 2.** Grafik pasang surut Perairan Semarang bulan Juli 2019

Berdasarkan hasil pengolahan data pasang surut pada bulan Juli 2019 diperoleh bilangan formzahl bulan Juli 2019 adalah sebesar 1,929. Berdasarkan bilangan formzahl tersebut dapat diketahui bahwa jenis

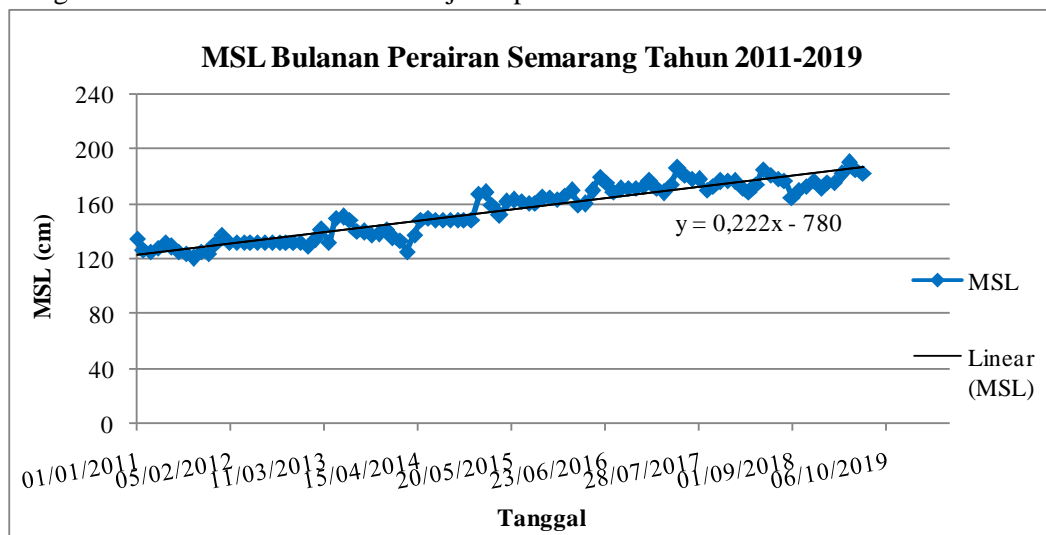
pasang surut di wilayah Semarang termasuk ke dalam jenis pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed diurnal tide*). Tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal di wilayah perairan Semarang juga diperkuat dengan pernyataan Triatmojo (2007) yang menyatakan bahwa pasang surut tipe ini terdapat di selat Kalimantan dan pantai utara Jawa. Dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

Data pasang surut BIG stasiun Semarang tahun 2011–2019 yang telah diolah menghasilkan nilai MSL bulanan yang kemudian dirata-ratakan setiap tahunnya selama 9 tahun sehingga menghasilkan nilai MSL tahunan pada tahun 2011-2019. Dari nilai rata-rata per-tahun yang didapatkan, terlihat nilai muka laut Perairan Semarang yang mengalami kenaikan di setiap tahunnya. Nilai MSL bulanan dan tahunan ditampilkan dalam bentuk tabel agar mempermudah dalam melihat nilai yang dihasilkan dan dalam bentuk grafik agar terlihat laju kenaikan muka air laut pertahun. Nilai MSL bulanan dan tahunan yang telah diolah disajikan dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** MSL bulanan di Perairan Semarang tahun 2011-2019 (cm)

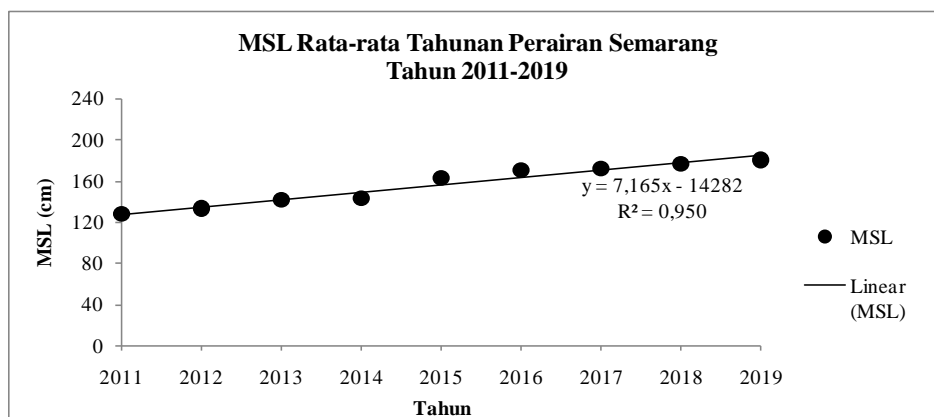
Bulan/Tahun	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Januari	135,59	138,07	130,04	139,71	167,61	166,08	173,96	176,80	171,68
Februari	127,26	132,70	134,59	138,32	168,72	169,76	168,72	171,71	176,19
Maret	126,03	132,03	141,36	136,07	160,13	159,66	164,91	168,79	175,82
April	128,03	132,04	132,02	137,36	152,30	160,58	164,91	175,15	182,03
Mei	132,11	132,07	150,18	149,02	161,78	170,06	174,19	186,25	190,58
Juni	129,26	132,13	150,93	150,54	163,24	180,03	175,54	181,31	185,34
Juli	125,84	132,17	148,56	150,93	162,35	176,39	170,00	179,04	182,71
Agustus	123,95	132,19	140,58	166,11	161,23	169,04	171,11	178,18	173,63
September	121,00	132,19	139,97	147,91	160,78	171,39	171,85	170,94	-
Oktober	125,62	132,17	137,84	135,91	164,70	171,78	172,89	173,72	-
November	123,96	132,14	138,46	133,45	164,97	172,15	173,83	176,79	-
Desember	131,09	132,11	142,02	126,07	163,51	173,37	179,59	177,11	-
Rata-rata	127,48	132,67	140,55	142,62	162,61	170,02	171,79	176,32	179,75

Nilai MSL bulanan perairan Semarang yang dihasilkan juga disajikan dalam bentuk grafik sehingga dapat terlihat dengan jelas kenaikan nilai MSL setiap bulannya dalam kurun waktu 9 tahun selama tahun 2011-2019. Grafik yang dihasilkan menunjukkan tren kenaikan muka air laut rata-rata bulanan yaitu sebesar 0,2 cm dalam satu tahun. Grafik hasil analisis data pasang surut perairan Semarang yang menghasilkan nilai MSL bulanan disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik nilai MSL bulanan Perairan Semarang tahun 2011-2019

Dari nilai MSL tahunan yang didapatkan, terlihat nilai MSL di setiap tahunnya mengalami kenaikan dari tahun 2011 yang sebesar 127,48 menjadi 179,75 cm pada tahun 2019. Grafik laju kenaikan muka laut berdasarkan nilai MSL tahunan disajikan pada Gambar 10. Selain itu, hasil selisih nilai MSL setiap tahunnya pada tahun 2011-2019 yang dirata-ratakan menghasilkan data laju kenaikan muka laut yang disajikan pada Tabel 4.



**Gambar 4.** Grafik laju kenaikan muka air laut berdasarkan nilai MSL tahunan Perairan Semarang tahun 2011–2019

**Tabel 4.** Laju Kenaikan Muka Air Laut Perairan Semarang per- Satu Tahun Selama Periode Tahun 2011–2019

Tahun	Selisih Kenaikan Muka Air (cm)
2011-2012	+5,19
2012-2013	+5,67
2013-2014	+7,31
2014-2015	+12,68
2015-2016	+11,26
2016-2017	+2,92
2017-2018	+2,65
2018-2019	+4,41
Rata- rata/tahun	+6,51

**Pembahasan**

**Kedudukan Rata-rata Muka Air Laut**

Secara umum, kedudukan elevasi air laut yang terletak di Pelabuhan Tanjung Mas Semarang didokumentasikan pada Gambar 4, yaitu nilai muka air laut rata-rata atau MSL tahunan yang diperoleh mengalami kenaikan pada setiap tahunnya. Dari pengolahan data dengan rentang tahun 2011-2019, diperoleh nilai MSL rata-rata tahunan maksimum diperoleh pada tahun 2019 yang mempunyai nilai pasang yang sangat tinggi daripada tahun sebelumnya (2011-2018). Sementara untuk nilai MSL tahunan minimum diperoleh pada tahun 2011, dengan nilai pasang pada tahun ini sangat kecil dibandingkan tahun sesudahnya. Gambar 3 menunjukkan tren atau kecenderungan kenaikan elevasi muka air laut rata-rata bulanan mengikuti pola linier melalui persamaan berikut:  $y = 0,222x - 780$  dengan keterangan  $y = \text{MSL (cm)}$ , dan nilai  $x = \text{tahun}$ , dengan demikian laju atau tren kenaikan muka air laut dalam 1 tahun yaitu sebesar 0,2 cm.

Kenaikan muka laut di Semarang bisa dikatakan cukup tinggi karena berbanding lurus dengan Kota-kota besar di Utara Jawa yang juga mengalami efek kenaikan muka laut, sebagaimana di kota-kota besar yaitu di Jakarta sebesar 2,5 mm/tahun dan Surabaya 2,72 mm/tahun. Tren atau laju kenaikan muka laut yang

terjadi di Perairan Semarang dipicu oleh faktor yang bersumber dari global maupun lokal. Dalam penelitian Wirasatriya (2006) ditunjukkan bahwa kenaikan muka air laut merupakan akibat pengaruh adanya fenomena *global warming* di Semarang dengan tren kenaikan elevasi muka laut yaitu 2,65 mm/tahun. Ditambah dengan adanya fenomena penurunan permukaan tanah pada stasiun pengamatan pasang surut juga berpengaruh terhadap kenaikan muka laut. Wahyudi (1999) meneliti bahwa penurunan tanah di daerah sekitar Pelabuhan Tanjung Emas adalah sekitar 6,5 cm per tahun, selanjutnya Ismanto (2009) menyampaikan bahwa penurunan tanah di Semarang dapat mencapai  $\pm 15$  cm/tahun. Sedangkan menurut Hakim *et al* (2013), penurunan tanah yang terjadi di BM pasut Semarang adalah sebesar 0,0541 meter per tahun. Namun demikian, pada penelitian ini ruang lingkupnya fokus kepada kenaikan muka air laut dan tidak mempertimbangkan efek penurunan tanah yang terjadi di Semarang.

### Fluktuasi Muka Air Laut

Besar laju atau kecenderungan kenaikan muka air laut (Tabel 3) sangat terlihat telah mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal tersebut dibuktikan bahwa grafik besar kenaikan muka air laut berdasarkan nilai muka laut rata-rata (MSL) tahunan yang terus meningkat. Laju atau tren kenaikan muka air laut pada studi ini bersumber dari nilai MSL tahunan yang didapat berdasarkan rata-rata nilai MSL bulanan selama rentang tahun 2011-2019. Perbedaan kenaikan muka air laut yang terjadi di perairan Semarang yang didapatkan pada penelitian ini mengalami pola fluktuatif naik turun sehingga hasil analisis data didapatkan nilai laju atau kecenderungan kenaikan muka air laut pada perairan Semarang mencapai 6,51 cm/tahun. Laju atau tren kenaikan muka air laut pada studi ini merupakan nilai yang didapatkan secara murni yang hanya bersumber dari nilai rata-rata muka air laut (MSL) tahunan tanpa mempertimbangkan faktor lainnya seperti penurunan muka tanah. Adapun penelitian terdahulu yang mengkaji kenaikan muka air laut di Semarang oleh Wirasatriya *et al.* (2006) yang menghasilkan nilai tren kenaikan elevasi muka air laut mencapai 5,43 cm/tahun, dimana nilai tersebut memiliki pola yang sama yaitu tanpa memperhatikan faktor penurunan muka tanah.

Namun, nilai trend atau kecenderungan kenaikan elevasi muka air laut yang dihasilkan dalam studi ini merupakan suatu pendekatan yang analisisnya berdasarkan hanya pada nilai rata-rata muka air laut (MSL) tahunan dari data pasang surut terukur di lapangan bersumber dari BIG dalam rentang waktu 9 tahun yang merupakan waktu yang dapat dikategorikan termasuk singkat untuk mengetahui besar kenaikan atau laju elevasi muka air laut yang mewakili perairan tersebut. Nilai laju atau tren kenaikan muka laut yang diperoleh tersebut, belum mempertimbangkan kejadian penurunan tanah di lokasi penelitian yaitu Perairan Semarang. Menurut Wirasatriya *et al.* (2006), nilai laju atau tren kenaikan muka laut akibat pengaruh *global warming* merupakan perbedaan antara nilai kenaikan muka air total dengan nilai laju atau tren penurunan tanah pada lokasi stasiun pasang surut di area studi.

Fenomena kenaikan permukaan air laut sangat erat kaitannya dengan kenaikan suhu secara global (*Global Warming*) berdasarkan data temperatur udara yang diperoleh dari BMKG Maritim Semarang menunjukkan adanya tren kenaikan suhu udara yang terus meningkat mencapai  $0,003^{\circ}\text{C}$  setiap tahunnya. Naiknya nilai suhu udara memberikan dampak terhadap kerapatan partikel air yaitu menjadi semakin tinggi suhu udara maka kerapatan atau densitas massa air menjadi semakin renggang atau dikenal dengan istilah pemuaian. Proses pemuaian ini berdampak pada volume atau ukuran massa air laut bertambah sehingga memicu terjadinya kenaikan elevasi muka air laut. Dimana asumsi yang digunakan yaitu tren kenaikan suhu laut merupakan salah satu parameter dari efek perubahan iklim yang sangat ekstrim terjadi akibat adanya fenomena Pemanasan Global (*Global Warming*).

### KESIMPULAN

Terdapat pola hubungan antara perubahan iklim dengan kenaikan muka laut, yaitu sama-sama terjadi pola kecenderungan atau tren bertambah pada nilai suhu udara setiap tahunnya sebesar  $0,003^{\circ}\text{C}$  dengan nilai trend kenaikan muka air laut mencapai 0,222 cm/tahun selama periode 2011-2019. Dengan asumsi kedudukan stasiun pasang surut selama selang tahun 2011-2019 di Perairan Semarang tetap, maka terdapat kenaikan elevasi muka air laut terbesar pada tahun 2014-2015 yaitu sebesar 12,68 cm, dan terkecil pada tahun 2017-2018 sebesar 2,65 cm. Adanya penurunan tanah menjadi salah satu faktor yang memperparah terjadinya bencana lingkungan dimana pada saat yang sama terjadi fluktuasi kenaikan elevasi muka air laut di wilayah Perairan Semarang.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Cahyadi, M.N., *et al.* 2016. Studi Kenaikan Muka Air Laut Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-1 (Studi Kasus: Perairan Semarang). *Geoid.*, 11(2): 1-8.
- Hakim, B.A., Suharyanto dan Hidajat, W.K. 2013. Pengaruh Kenaikan Air Laut Pada Efektifitas Bangunan Untuk Perlindungan Pantai Kota Semarang. *Buletin Oseanografi Marina* 2: 81-93.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 1995. Metode Pengolahan Data Klimatologi. <http://sni.litbang.pu.go.id/image/sni/isi/pd-m-18-1995-03.pdf> (25 Februari 2020).
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D. Alfabeta, Bandung, 334 hlm.
- Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta, 408 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2007. Pelabuhan. Beta Offset, Yogyakarta, 299 hlm.
- Wirasatriya, A., A. Hartoko dan Suripin. 2006. Kajian Kenaikan Muka Laut sebagai Landasan Penanggulangan Rob di Pesisir Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut.*, 1(2):31-42.