KAJIAN *SEA LEVEL RISE* DAN SEBARAN INTRUSI AIR LAUT DI PESISIR KECAMATAN KENJERAN SURABAYA

SKRIPSI

Disusun Oleh :

METRIKA AGLIS SAHITA SATATA
NIM. H94214020

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	Metrika Aglis Sahita Satata
NIM	:	H 94214020
Program Studi	:	Ilmu Kelautan
Angkatan	:	2014

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "KAJIAN *SEA LEVEL RISE* DAN SEBARAN INTRUSI AIR LAUT DI PESISIR KECAMATAN KENJERAN SURABAYA". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 23 Januari 2019
Yang menyatakan,

Metrika Aglis Sahita Satata
NIM. H 94214020

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : Metrika Aglis Sahita Satata

NIM : H 94214020

JUDUL : Kajian *Sea Level Rise* dan Sebaran Intrusi Air Laut di Kecamatan Kenjeran Surabaya

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 23 Januari 2019

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Noverma, M. Eng	Rizqi Abdi Perdanawati, M. T
NIP. 198111182014032002	NIP. 198809262014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Metrika Aglis Sahita Satata ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
Surabaya, 23 Januari 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I	Penguji II
Noverma, M. Eng	Rizqi Abdi Perdanawati, M. T
NIP. 198111182014032002	NIP. 198809262014032002

Penguji III	Penguji IV
Mauludiyah, M. T	Misbakhul Munir, M. Kes
NIP. 20140903	NIP. 198107252014031002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Lilik Pirwati, M.Ag.
NIP. 196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : METRIKA AGLIS SAHITA SATATA
NIM : H 94214020
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ILMU KELAUTAN
E-mail address : metrikaaglis@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
KAJIAN *SEA LEVEL RISE* DAN SEBARAN INTRUSI AIR LAUT DI PESISIR KECAMATAN KENJERAN SURABAYA

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 12 Februari 2019

Penulis

(Metrika Aglis Sahita Satata)

ABSTRAK

KAJIAN *SEA LEVEL RISE* DAN SEBARAN INTRUSI AIR LAUT DI PESISIR KECAMATAN KENJERAN SURABAYA

Eksploitasi air tanah dan terjadinya *sea level rise* (SLR) akibat perubahan iklim seperti curah hujan dan peningkatan suhu permukaan laut, akan menyebabkan intrusi air laut di wilayah pesisir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai *sea level rise* (SLR), mengetahui kondisi *sea level rise* (SLR) akibat perubahan iklim dan menganalisa sebaran intrusi air laut di pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya. Penelitian ini menggunakan data pH, DO dan TDS sebagai data primer, sedangkan data sekunder terdiri dari pasang surut, curah hujan dan suhu permukaan laut. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan rata-rata nilai *sea level rise* (SLR) dalam periode 3 tahun (2014-2017) yaitu sebesar 1,144 cm/tahun. Perubahan iklim seperti curah hujan dan suhu permukaan laut kurang mempengaruhi nilai *sea level rise* (SLR) di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya. Analisa sebaran intrusi air laut ditinjau berdasarkan kualitas air menggunakan metode *skoring*. Hasil analisa menunjukkan sebaran intrusi air laut di Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya berdasarkan parameter pH, DO dan TDS menunjukkan bahwa kode sampel SM 1 - SM 9 dan SM 11 - SM 16 memiliki nilai interval *skoring* antara 1-3 yang berarti memiliki tingkat terintrusi ringan. Berbeda halnya dengan kode sampel SM 10 memiliki nilai interval *skoring* 4 yang berarti memiliki tingkat terintrusi sedang.

Kata Kunci : intrusi air laut, *sea level rise*, iklim dan pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

STUDY OF SEA LEVEL RISE AND DISTRIBUTION OF SEA INTRUSION IN THE COAST OF SUB-DISTRICT KENJERAN SURABAYA

Exploitation of ground water and the occurrence of sea level rise (SLR) due to climate change such as rainfall and increased sea surface temperature, will cause sea water intrusion in coastal areas. The purpose of this study was to determine the value of sea level rise (SLR), knowing the condition of sea level rise (SLR) due to climate change and analyzing the distribution of sea water intrusion on the coast of the Kenjeran District of Surabaya. This study uses data on pH, DO and TDS as primary data, while secondary data consists of tides, rainfall and sea surface temperatures. Based on the results of calculations, the average value of the sea level rise (SLR) is obtained in a period of 3 years (2014-2017) which is equal to 1.144 cm / year. Climate change such as rainfall and sea surface temperature does not affect the value of the sea level rise (SLR) in the Coastal Waters of the Kenjeran District of Surabaya. Analysis of seawater intrusion distribution was reviewed based on water quality using the scoring method. The results of the analysis show that the distribution of seawater intrusion in the Coastal District of Kenjeran Surabaya based on pH, DO and TDS parameters indicates that the sample codes of SM 1 – SM 9 and SM 11 - SM 16 have a score interval interval between 1-3 which means having a mild intruded level. Unlike the case with the sample code SM 10 has a score of 4 score interval which means it has a moderate intrusion rate.

Keywords *: sea water intrusion, sea level rise, climate and coastal Kenjeran district Surabaya.*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

ABSTRAK v
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xiii
BAB I 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 4
1.3 Tujuan 4
1.4 Manfaat 4
1.5 Batasan Masalah 4
BAB II 7
2.1 Wilayah Pesisir 7
2.2 Siklus Hidrologi 8
2.3 Pasang Surut 10
2.3.1 *Mean Sea Level* 13
2.4 *Sea Level Rise* 15
2.5 Intrusi Air Asin ke dalam Akuifer Air Tawar di Pantai 16
2.6 Parameter Kualitas Air 18
2.6.1 Derajat Keasaman (pH) 18
2.6.2 Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*) 18
2.6.3 TDS (*Total Dissolved Solid*) 19
2.7 Regresi Linier Sederhana 19
2.8 Penelitian Terdahulu 21
BAB III 25
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 25
3.2 Alat dan Bahan 27
3.2.1 Alat 27
3.2.2 Bahan 27

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3 Tahapan Penelitian 28
3.3.1 Studi Literatur 29
3.3.2 Identifikasi Masalah 29
3.3.3 Pengumpulan Data 29
3.3.4 Pengolahan Data 31
3.3.5 Analisa Data 32
BAB IV 37
4.1 *Sea Level Rise* Di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya 37
4.2 Kondisi *Sea Level Rise* Akibat Perubahan Iklim di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya 40
4.3 Sebaran Intrusi Air Laut Ditinjau Berdasarkan Kualitas Air di Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya 43
4.3.1 Kualitas Air dan Tingkat Intrusi Ditinjau Berdasarkan Konsentrasi pH. 46
4.3.2 Kualitas Air dan Tingkat Intrusi Ditinjau Berdasarkan Nilai DO 48
4.3.3 Kualitas Air dan Tingkat Intrusi Ditinjau Berdasarkan Nilai TDS 51
BAB V 59
5.1 Kesimpulan 59
5.2 Saran 59
DAFTAR PUSTAKA 61
Lampiran .....**Error! Bookmark not defined.**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Nilai Korelasi Antar Variabel 21
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu 22
Tabel 3.1 Letak Geografis Titik Pengambilan Sampel 26
Tabel 3.2 Kebutuhan Alat dan Bahan dalam Penelitian 27
Tabel 3.3 Data Sekunder yang Dibutuhkan dalam Penelitian dan Sumber Perolehan Data 28
Tabel 3.4 Data Hasil Pengukuran Kualitas Sampel Air Tanah.....33
Tabel 3.5 Interval Nilai Tingkat Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Skoring 33
Tabel 3.6 Klasifikasi Nilai pH 34
Tabel 3.7 Klasifikasi Nilai DO 34
Tabel 3.8 Klasifikasi Nilai TDS.....35
Tabel 4.1 Amplitudo Komponen Utama Pasang Surut.....37
Tabel 4.2 Tingkat Intrusi Air Laut Pada Sumur Warga di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya 45
Tabel 4.3 Tingkat Intrusi Air Laut Berdasarkan Nilai pH 47
Tabel 4.4 Tingkat Intrusi Air Laut Berdasarkan Nilai Oksigen Terlarut (DO) 50
Tabel 4.5 Tingkat Intrusi Air Laut Berdasarkan Nilai TDS.....53

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi 10
Gambar 2.2 Gravitasi Antara Bumi dan Bulan 12
Gambar 2.3 Sketsa Sebaran Air Tawar dan Air Asin Pada Akifer Freatis di Pantai 18
Gambar 3.1 Wilayah Administratif Kecamatan Kenjeran, Surabaya 25
Gambar 3.2 Titik Pengambilan Sampel Sumur di Kelurahan Tambak Wedi 26
Gambar 3.3 Mekanisme Penelitian 28
Gambar 4.1 Nilai MSL Perairan Surabaya Tahun 2014-2017 37
Gambar 4.2 Nilai SLR Perairan Surabaya Tahun 2014-2017.....39
Gambar 4.3 Normal Curah Hujan Tahunan Wilayah Surabaya Tahun 2007-2016 40
Gambar 4.4 Jumlah Rata-Rata Suhu Permukaan Laut Bulanan Tahun 2007-2016 42
Gambar 4.5 Konsentrasi Nilai pH Air Sumur di Kelurahan Tambak Wedi,Kenjeran Surabaya Periode April-Mei Tahun 2018.....46
Gambar 4.6 Konsentrasi Nilai DO Air Sumur di Kelurahan Tambak Wedi, Kenjeran Surabaya Periode April-Mei Tahun 2018.....49
Gambar 4.7 Konsentrasi Nilai TDS Air Sumur di Kelurahan Tambak Wedi, Kenjeran Surabaya Periode April-Mei Tahun 2018.....51
Gambar 4.8 Perbandingan Antara Jarak Titik Sampling dari Garis Pantai dengan Konsentrasi Nilai TDS pada bulan April 2018 (a) dan bulan Mei (b) di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya 55

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecamatan Kenjeran merupakan Kecamatan yang terletak di Kota Surabaya tepatnya berada bagian utara. Kecamatan Kenjeran berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara, sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Bulak, di sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Semampir dan di selatan berbatasan dengan Kecamatan Tambaksari. Kecamatan Kenjeran terdiri dari empat Kelurahan, diantaranya yaitu Kelurahan Tambak Wedi, Kelurahan Bulak Banteng, Kelurahan Tanah Kali Kedinding dan Kelurahan Sidotopo Wetan. Kecamatan Kenjeran ini merupakan salah satu wilayah pesisir dengan perkembangan yang cukup baik sebagai wilayah pertambakan dan perikanan tangkap. Semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi, maka pertumbuhan penduduk di Kecamatan Kenjeran pun terus meningkat dari 147.592 jiwa pada tahun 2014 menjadi 153.991 jiwa pada tahun 2015 (BPS Kota Surabaya, 2016).

Akibat dari semakin meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk di Kecamatan ini, maka semakin bertambahnya permintaan akan kebutuhan air tanah, baik yang digunakan untuk keperluan sehari – hari seperti mandi, keperluan rumah tangga bahkan untuk air minum. Kebutuhan air pun tidak hanya untuk kebutuhan rumah tangga, melainkan untuk kebutuhan mata pencaharian masyarakat pesisir sehari-hari, meliputi sektor pertambakan dan perikanan tangkap. Hal ini menunjukkan bahwa air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kebutuhan masyarakat. Air yang berada di bumi adalah sekitar 64,3 juta km^3 namun, hanya 3,2 juta km^3 atau 5% yang secara langsung dapat digunakan sedangkan sisanya berupa air laut dan salju (Suriawiria, 2005).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Terkait awal mula munculnya air yaitu berasal dari hujan yang dibawa oleh angin. Allah SWT telah berfirman dalam QS. Al-Furqan [25] ayat 48-49 yang berbunyi:

وَهُوَ ٱلَّذِيٓ أَرۡسَلَ ٱلرِّيَٰحَ بُشۡرَۢا بَيۡنَ يَدَيۡ رَحۡمَتِهِۦۚ وَأَنزَلۡنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءٗ طَهُورٗا ٤٨ لِّنُحۡيِۦَ بِهِۦ بَلۡدَةٗ مَّيۡتٗا وَنُسۡقِيَهُۥ مِمَّا خَلَقۡنَآ أَنۡعَٰمٗا وَأَنَاسِيَّ كَثِيرٗا ٤٩

Artinya :

"Dialah yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira dekat sebelum kedatangan rahmat-nya (hujan); dan Kami turunkan dari langit air yang amat bersih, agar Kami menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, dan agar Kami memberi minum dengan air itu sebagian besar dari makhluk Kami, binatang-binatang ternak dan manusia yang banyak" (QS. Al-Furqan [25] : 48-49).

Quraish Shihab dalam kitabnya yang berjudul *Tafsir al-Misbah* berpendapat bahwa Allah SWT telah menundukkan angin untuk menggiring awan. Hal tersebut merupakan pertanda baik akan datangnya rahmat dari Allah SWT untuk manusia berupa hujan. Air hujan yang pertama kali terbentuk sangatlah suci, bersih dan mengandung atom-atom yang ada di udara. Turunnya hujan memberikan manfaat bagi semua makhluk ciptaan-Nya seperti binatang, manusia, tumbuhan dan makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu, maka dapat dikatakan bahwa air adalah kebutuhan vital bagi seluruh makhluk ciptaan Allah SWT.

Pada dasarnya ketersediaan sumberdaya air memegang peranan sangat penting untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor pembangunan kota Surabaya. Peningkatan kebutuhan akan lahan dan prasarana lainnya ini akan berdampak negatif di kawasan pesisir pantai, salah satunya dapat terjadi penurunan muka tanah dan intrusi air asin serta pencemaran lingkungan. Selain itu, wilayah pesisir akan sangat rentan terhadap dampak dari *trend* perubahan iklim yang dapat memicu terjadinya kenaikan muka laut (*Sea Level Rise*, SLR) (Hardiyanti, 2015).

Fenomena SLR merupakan peningkatan volume air di laut yang dipengaruhi oleh beberapa hal yang kompleks, seperti peningkatan temperatur

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

air laut akibat dari perubahan iklim secara global (Pradana, 2011). Berdasarkan hasil penelitian Christoph et. al (2013), Dr. Chruch menyebutkan bahwa penyebab utama terjadinya SLR adalah adanya pemanasan dari lautan. Guha dan Panday (2012), menyebutkan hasil penelitian terkait dengan SLR akibat perubahan iklim. SLR diperkirakan akan naik hingga tahun 2100 dan hasil simulasinya menunjukkan rata-rata konsentrasi klorida di sampel sumur bertambah 100-600 %. Hal tersebut berarti SLR sangat berpengaruh pada air tanah di wilayah pesisir.

Sofian dan Irmadi (2010), menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi gas rumah kaca menyebabkan semakin meningkatnya suhu permukaan laut. Secara tidak langsung ataupun langsung mampu meningkatkan pula ketinggian muka air laut. SLR tersebut membawa massa air akibat adanya es yang mencair di *Greenland* dan Antartika. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, didapatkan analisa bahwa SLR yang tinggi dan suhu permukaan air laut tinggi hingga melebihi batas maksimal dari biota pantai maka akan berpotensi pada tingkat intrusi air laut terhadap akuifer daerah pantai.

Penyusupan air laut pada daerah akuifer tanah dapat menimbulkan permasalahan keberadaan dan kualitas air tanah. Hal tersebut dapat terjadi akibat fenomena SLR di wilayah pesisir. Pemanasan global akibat perubahan iklim dan aktivitas manusia seperti pengambilan air tanah secara berlebihan, serta penggunaan lahan menjadi tambak dan pemukiman sangat berpotensi membawa air laut ke daratan. Hal ini menyebabkan laju intrusi air laut semakin cepat di kawasan pesisir tersebut.

Permasalahan kerentanan intrusi air laut pada wilayah pesisir ini sangat berdampak pada keberadaan dan kualitas air tanah. Mengingat sangat pentingnya keberadaan air bersih bagi masyarakat terutama di wilayah pesisir, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji SLR di Perairan Surabaya dan menganalisa sebaran intrusi air laut di Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapa nilai *Sea Level Rise* (SLR) di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya ?
2. Bagaimana kondisi *Sea Level Rise* (SLR) akibat perubahan iklim di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya ?
3. Bagaimana sebaran intrusi air laut di Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai *Sea Level Rise* (SLR) yang terjadi di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya.
2. Mengetahui kondisi *Sea Level Rise* (SLR) akibat perubahan iklim di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya.
3. Menganalisa sebaran intrusi air laut di Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya.

1.4 Manfaat

Dengan adanya penelitian ini, maka diharapkan dapat memberikan kegunaan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti, dapat memperkuat khazanah keilmuan khususnya tentang SLR dan sebaran intrusi air laut.
2. Bagi Masyarakat, dapat membantu mendapatkan informasi terkait dampak intrusi air laut di kawasan pesisir.
3. Bagi Pemerintah, dapat membantu memfasilitasi serta mempercepat pembangunan kawasan pesisir secara berkelanjutan.

1.5 Batasan Masalah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada penelitian ini, memiliki batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel air sumur hanya berada pada Kelurahan Tambak Wedi.
2. Data pasang surut perairan Surabaya tahun 2014-2017.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wilayah Pesisir

Berdasarkan pendekatan secara ekologis, wilayah pesisir merupakan suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan yang memiliki dua macam batas dalam aspek dari garis pantainya (*coast line*), diantaranya ialah batas yang sejajar dengan pantai (*long shore*) dan batas yang tegak lurus terhadap garis pantai (*cross shore*) (Dahuri et al., 2001 dalam Hastuti, 2012). Wilayah pesisir tersebut mencakup semua wilayah yang mengarah ke daratan dan masih dipengaruhi oleh proses-proses yang berkaitan dengan laut seperti pasang surut dan instrusi air laut. Sedangkan wilayah pesisir yang mengarah ke laut ini masih dipengaruhi oleh proses-proses yang terjadi di daratan seperti sedimentasi dan aliran air tawar. Luas suatu wilayah pesisir pun sangat tergantung pada struktur geologi dari topografi wilayah yang mampu membentuk tipe-tipe wilayah tersebut (Arief, 2002 dalam Hastuti, 2012). Menurut Direktorat Jendral Pesisir dan Pulau-pulau Kecil (Ditjen P3K) (2001) dalam Hastuti (2012) ada tiga macam batasan pendekatan untuk mendefinisikan wilayah pesisir, yaitu:

1. **Pendekatan ekologis**: wilayah pesisir merupakan wilayah bagian daratan yang masih dipengaruhi oleh proses-proses kelautan diantaranya ialah pasang surut dan intrusi air laut. Sedangkan wilayah bagian lautan yang masih dipengaruhi oleh proses-proses daratan diantaranya ialah sedimentasi dan pencemaran.
2. **Pendekatan administratif**: wilayah pesisir adalah wilayah yang secara administrasi pemerintahan memiliki batas terluar sebelah hulu dari Kecamatan atau kabupaten atau kota yang mempunyai laut dan ke arah laut sejauh 12 mil dari garis pantai untuk provinsi atau sepertiganya untuk kabupaten atau kota.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. **Pendekatan perencanaan**: wilayah pesisir merupakan wilayah perencanaan pengelolaan sumber daya secara bertanggung jawab yang difokuskan pada penanganan isu yang akan dikelola.

Berdasarkan beberapa pengertian diatas maka, dapat disimpulkan bahwa wilayah pesisir merupakan ekosistem yang memiliki banyak potensi alam dan dinamis. Akan tetapi, ekosistem tersebut adalah salah satu eksistem yang sangat rentan akan gangguan yang berasal dari arat maupun dari laut. Wilayah pesisir ini memiliki beberapa ekosistem alami, diantaranya ialah ekosistem mangrove, terumbu karang, padang lamun, pantai berpasir, pantai berbatu, delta, estuari, lagoon dan bukit pasir (*sand dune*). Tidak hanya ekosistem alami, wilayah pesisir pun memiliki ekosistem buatan yang mampu memberikan manfaat pada kehidupan manusia melalui beberapa aktivitas seperti pertambakan, persawahan pasang surut, perindustrian, pemukiman dan lain sebagainya (Dahuri et al., 2001 dalam Hastuti, 2012).

2.2 Siklus Hidrologi

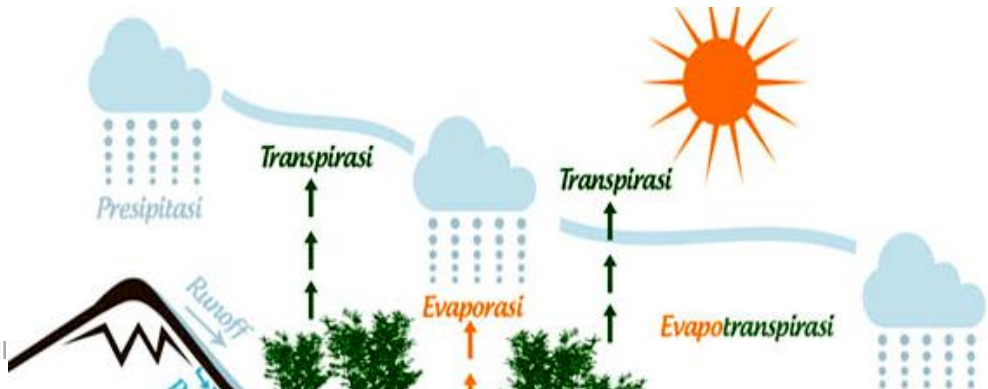
Sebanyak lebih dari 75% seluruh permukaan bumi tertutupi dengan air dan air memiliki manfaat yang sangat penting bagi kehidupan manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Sebagian kecil dari jumlah seluruh air yang ada di bumi ini, hanya sedikit yang dapat digunakan manusia sebagai air bersih. Sumber air bersih ini didaptkan dari adanya mekanisme siklus hidrologi sehingga, keseimbangan kebutuhan makhluk hidup akan air bersih dapat bertahan karena siklus ini dimulai dari sumber jumlah air terbesar yaitu lautan (Lestari,dkk, 2010).

Siklus Hidrologi merupakan sirkulasi air yang berlangsung secara terus menerus, dimulai dari atmosfir ke bumi kemudian kembali lagi ke atmosfir melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Adanya pemanasan permukaan air laut yang diakibatkan oleh sinar matahari adalah proses utama dari siklus hidrologi tersebut sehingga mampu berlangsung secara terus-menerus. Akibat dari adanya pemanasan permukaan air laut, kemudian air akan mengalami proses evaporasi yang akan jatuh ke bumi membentuk hujan,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

salju, hujan batu, hujan es, hujan gerimis atau kabut melalui proses presispitasi. Pada saat berlangsungnya proses presipitasi ini ketika menuju ke bumi, dapat terjadi kemungkinan akan mengalami evaporasi kembali ke atas atau dapat jatuh langsung ke bumi. Kemudian air yang telah jatuh tersebut akan diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai ke tanah. Setelah sampai ke tanah, siklus hidrologi pun berlangsung terus menerus dalam tiga cara diantaranya ialah (Lestari,dkk, 2010):

a. **Evaporasi / transpirasi** merupakan proses penguapan yang terjadi pada air baik yang berada di laut, sungai, daratan maupun tanaman. Kemudian akan menjadi awan dan dalam kondisi jenuh, awan tersebut akan menjadi butran-butiran air yang akan turun (presipitasi) ke bumi membentuk hujan, salju dan es.
b. **Infiltrasi / Perkolasi ke dalam tanah** merupakan proses masuknya air ke dalam tanah melalui celah-celah, pori-pori tanah dan batuan-batuan menuju muka air tanah. Mengalirnya air ke dalam tanah ini disebabkan karena adanya aksi kapiler atau air yang mampu bergerak secara vertikal maupun horizontal dibawah permukaan tanah sampai air dapat memasuki sistem permukaan air.
c. **Air Permukaan** merupakan air yang dapat bergerak diatas permukaan tanah melaui aliran utama dan danau. Semakin landai suatu lahan dan semakin sedikit pori-pori tanah maka, akan semakin besar pula aliran permukaan. Liran permukaan ini dapat dilihat pada daerah urban, seperti sungai yang bergabung satu sama lain membentuk sunai yang baru dan mampu membawa seluruh air permukaan sungai menuju ke laut.



digilib.uinsby.ac.id digil ib.uinsby.ac.id

Gambar 2.1. Siklus Hidrologi
(*Sumber* : Lestari,dkk, 2010)

2.3 Pasang Surut

Berdasarkan *The International Hydrographic Organization* (IHO), pasang surut air laut adalah peristiwa naik turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi dari benda-benda langit terutama bulan dan matahari di bumi yang berotasi (IHO dalam Joyosumarto, 2013). Bumi berotasi mengelilingi matahari dalam waktu 24 jam, sedangkan bulan berotasi mengelilingi bumi pada saat yang bersamaan dalam waktu 24 jam 50 menit. Selisih waktu 50 menit ini menyebabkan besar gaya tarik bulan bergeser terlambat 50 menit dari tinggi air yang ditimbulkan oleh gaya gravitasi matahari.

Selain dampak dari adanya gaya gravitasi, pasang surut pun dipengaruhi oleh adanya gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal adalah gaya yang ditimbulkan karena adanya dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi berbanding lurus dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, tetapi gaya gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya gravitasi matahari karena jarak bulan ke bumi lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi. Gaya gravitasi bulan dan matahari menyebabkan tertariknya air laut ke arah bulan dan matahari sehingga menghasilkan dua tonjolan (*bulge*) pasang surut gravitasional di

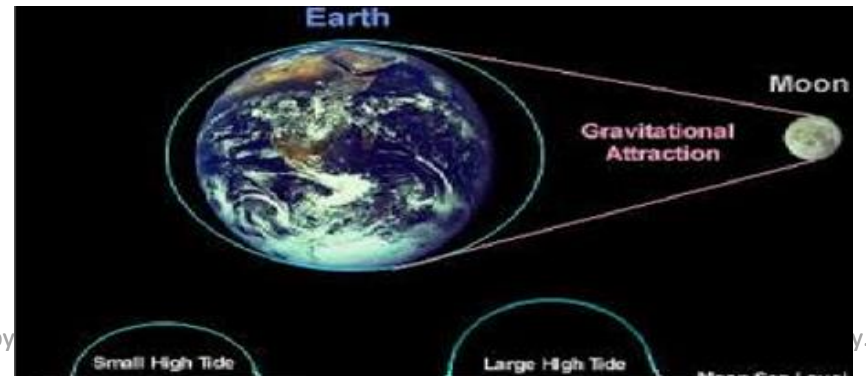
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari.

Teori terjadinya pasang surut ada dua macam, yaitu Teori Kesetimbangan (*Equilibrium Theory*) dan Teori Pasang Surut Dinamik (*Dynamical Theory*). Teori kesetimbangan pertama kali diperkenalkan oleh Sir Isaac Newton. Teori ini menerangkan sifat-sifat pasut secara kualitatif dan mengasumsikan bahwa bumi ideal yang seluruh permukaannya ditutupi oleh air dan pengaruh kelembaman diabaikan. Teori ini menyatakan bahwa naik-turunnya permukaan laut sebanding dengan gaya pembangkit pasang surut (King, 1966 dalam Hardiyanti, 2015).

Pemahaman terkait dengan gaya pembangkit pasang surut, dapat melakukan pemisahan pergerakan sistem antara bumi, bulan, matahari menjadi 2 sistem yaitu sistem bumi-bulan dan sistem bumi-matahari. Pada teori kesetimbangan, bumi dapat diasumsikan tertutup air dengan kedalaman dan massa jenis yang sama sehingga naik turun muka laut sebanding dengan gaya pembangkit pasang surut (GPP). Gaya Pembangkit Pasut merupakan resultan gaya tarik bulan dan gaya sentrifugal, dimana gaya pembangkit pasut dapat menimbulkan air tinggi dan air rendah pada dua lokasi (Gross, 1987 dalam Hardiyanti, 2015).

Berdasarkan kedudukan posisi bulan, matahari dan bumi, maka akan terjadi dua macam gelombang yaitu gelombang pasang purnama dan gelombang pasang perbani. Gelombang pasang purnama (*spring tides*) merupakan gelombang pasang yang terjadi dua kali dalam satu bulan pada bulan purnama, dimana posisi bumi, bulan dan matahari terletak dalam satu garis lurus sehingga mempunyai puncak gelombang paling tinggi dan lembah gelombang rendah. Sedangkan gelombang pasang perbani (*neap tides*) merupakan gelombang pasang yang terjadi saat bulan kuarter pertama dan kuarter ketiga, dimana bumi, bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus sehingga mempunyai pasang naik yang rendah dan pasang surut yang tinggi.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 2.2. Gravitasi antara Bumi dan Bulan
(*Sumber* : Hardiyanti, 2015)

Gaya tarik bulan yang mempengaruhi terjadinya pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari. Tinggi pasang surut adalah jarak vertikal antara air tertinggi (puncak air pasang) dan air terendah (lembah air surut) yang berurutan. Periode pasang surut adalah waktu yang diperlukan dari posisi muka air pada 12 jam 25 menit atau 24 jam 50 menit, yang tergantung pada tipe pasang surut. Periode muka air naik disebut pasang, sedangkan pada saat air turun disebut surut.

Menurut Wyrtki (1961) dalam Lestari, dkk (2010), pasang surut di Indonesia dibagi menjadi 4 yaitu :

1. **Pasang surut harian tunggal (*Diurnal Tide*)**

   Merupakan pasang surut yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari. Pasang surut tipe ini terdapat di Selat Karimata.

2. **Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*)**

   Merupakan pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama dalam satu hari. Pasang surut tipe ini terdapat di Selat Malaka hingga Laut Andaman.

3. **Pasang surut campuran condong harian tunggal (*Mixed Tide, Prevailing Diurnal*)**

   Merupakan pasang surut yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu. Pasang surut tipe ini terdapat di Pantai Selatan Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. **Pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide, Prevailing Semi Diurnal*)**

Merupakan pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu yang berbeda. Pasang surut tipe ini terdapat di Pantai Selatan Jawa dan Indonesia Bagian Timur.

Selain dengan melihat data pasang surut yang diplot dalam bentuk grafik, tipe pasang surut juga dapat ditentukan berdasarkan bilangan Formzahl (F) yang dinyatakan dalam bentuk :

$$F = \frac{O1+K1}{M2+S2} \quad \text{.....} \quad (2.1)$$

Dengan ketentuan :

$F \leq 0.25$ = *Semidiurnal tides*

$0.25 < F \leq 1.5$ = *Mixed mainly semidiurnal tides*

$1.5 < F \leq 3.0$ = *Mixed mainly diurnal tides*

$F > 3.0$ = *Diurnal tides*

Sifat pasang surut yang periodik ini merupakan alasan hal tersebut dapat untuk diramalkan. Meramalkan pasang surut, diperlukan data amplitudo dan beda fase dari masing–masing komponen pembangkit pasang surut. Komponen–komponen utama pasang surut terdiri dari komponen tengah harian dan harian. Akan tetapi, karena interaksi pasang surut dengan morfologi pantai dan superposisi antar gelombang pasang surut komponen utama, maka akan dapat terbentuk komponen – komponen pasang surut yang baru (Lestari dkk, 2010).

2.3.1 *Mean Sea Level*

Menurut bahasa, *mean* adalah rata-rata sedangkan *sea* adalah laut, lautan, atau samudera. *Level* adalah permukaan atau bidang yang dianggap rata. Dapat disimpulkan menurut bahasa, *mean sea level* berarti muka air laut rerata. Menurut istilah, *mean sea level* (MSL) merupakan tinggi muka air laut yang direferensikan terhadap *benchmark* lokal, yang dirata-ratakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dalam periode bulanan atau tahunan (Chruch, 2011 dalam Hardiyanti, 2015).

MSL biasanya digunakan sebagai referensi ketinggian di permukaan bumi berupa datum vertikal yang sangat dipengaruhi oleh gaya gravitasi bulan dan matahari, sehingga didapatkan nilai datum vertikal yang berbeda-beda di setiap wilayahnya. Penentuan MSL diperoleh dari data pengamatan pasang surut air laut dengan periode pengamatan 18,6 tahun. Penentuan selama periode 18,6 tahun ini dikarenakan posisi relatif benda-benda langit terhadap bumi kembali ke posisi yang sama selama 18,6 tahun (Vanicek & Krakiwsky, 1982 dalam Sinaga, 2010) sehingga proses analisa harmonik pasang surut menggunakan data pasut periode 18,6 tahun dan dapat mengeluarkan semua konstanta gaya pembangkit pasut (Zuke, et.al, 1996).

Perhitungan MSL dapat ditentukan melalui cara yang sesuai dengan periodenya adalah sebagai berikut :

1. **Perhitungan periode jangka pendek**

   Perhitungan ini dapat dilakukan dengan menggunakan data pengamatan pasut selama satu hari dari jam 00.00 hingga jam 23.00. Apabila data pengamatan per jam, maka terdapat 24 data pasut dari pengamatan tersebut.

2. **Perhitungan periode satu bulan**

   Pengamatan data pasut selama satu bulan dapat ditentukan melalui nilai rata-rata dari MSL harian untuk waktu satu bulan. MSL periode satu bulan tidak memiliki masa perubahan yang pendek seperti MSL harian dimana perubahan yang terjadi merata.

3. **MSL periode tahunan**

   Pengamatan data pasut selama berbulan-bulan untuk mendapatkan nilai MSL yang tepat. Cara menentukannya adalah dengan menghitung nilai rata-rata dari MSL bulanan untuk waktu satu tahun (12 bulan).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. **MSL Sejati**

Merupakan muka laut rata-rata ideal yang tidak lagi dipengaruhi oleh keadaan pasang surut karena posisi benda langit terhadap bumi kembali ke posisi awal. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui perubahan nilai MSL dari tahun ke tahun dan perubahan periode jangka panjang (Sitepu, 1996).

Perhitungan nilai MSL dapat dilakukan dengan menggunakan metode *least square* dengan menggunakan konstanta harmonik pasut. Pada pengolahan data menggunakan Matlab, nilai MSL ditunjukkan dengan variable So.

2.4 *Sea Level Rise*

Menurut bahasa, *sea a*dalah laut, lautan, atau samudera sedangkan *level* adalah permukaan atau bidang yang dianggap rata dan *rise* yaitu kenaikan. Dapat disimpulkan secara bahasa, SLR adalah *sea level rise*. Berdasarkan istilah, SLR (SLR) adalah peningkatan volume air di laut yang diakibatkan oleh beberapa hal kompleks, seperti peningkatan temperatur air laut akibat dari perubahan iklim secara global (Pradana, et.al, 2011). Berdasarkan hasil peneitian Christoph et. Al (2013), peneliti Dr. Chruch menyebutkan bahwa penyebab utama terjadinya SLR adalah adanya pemanasan dari lautan sehingga berdampak akan terjadinya intrusi air laut pada wilayah pesisir. Adapun komponen dari SLR adalah sebagai berikut :

1. **SLR global**

   Komponen ini merupakan akibat dari naiknya volume laut secara global yang disebabkan karena meningkatnya temperatur laut dan mencairnya gletser.

2. **Faktor *meteo-oceanography* secara regional**

   Faktor *meteo-oceanography* ini terdiri dari variasi pada efek kenaikan suhu, perubahan jangka panjang pada angin dan tekanan atmosfer, serta perubahan pada sirkulasi samudera seperti arus teluk (Gregory, 1993 dalam Pradana, 2011).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Pergerakan tanah secara vertikal

Pergerakan tanah secara vertikal ini sangat berkaitan dengan proses geologi seperti tektonik, neotektonik, *glacial-isostatis adjustment* (GIA), dan penggabungan (Emery dan Aubrey, 1991 dalam Pradana, 2011).

Salah satu dampak dari terjadinya SLR ini adalah *range* tunggang pasut yang mengalami peningkatan, sehingga menyebabkan nilai MSL yang digunakan dalam penentuan dari referensi datum vertikal akan terancam berubah. Oleh karena itu, perlu adanya pemantauan secara periodik untuk mendapatkan nilai referensi tersebut. Dalam menentukan nilai SLR, dapat dilakukan melalui pemantauan dari stasiun pasang surut dan satelit altimetri. Adanya fenomena SLR yang semakin meningkat tiap tahun, maka idealnya perlu dilakukan *update* setiap 20 sampai dengan 25 tahun (Chruch, 2013 dalam Hardiyanti, 2015).

Penentuan nilai SLR ini dapat menggunakan nilai MSL yang diperoleh dari perhitungan dengan metode *least square*. Setelah diketahui nilai MSL tiap bulan, selanjutnya nilai MSL diplotkan dalam grafik kemudian dilakukan regresi linear sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$Y = ax + b \quad (2.2)$$

Keterangan :

Y = Nilai MSL (m)

x = Fungsi Waktu

2.5 Intrusi Air Asin ke dalam Akuifer Air Tawar di Pantai

Proses turunnya air hujan di permukaan bumi ini sebagian akan menguap, sebagian mengalir menjadi aliran permukaan dan sebagian pula mengalir menuju sungai menjadi aliran sungai dan sebagian meresap masuk ke dalam tanah menjadi aliran air tanah yang relatif tawar. Secara alami aliran air tanah yang relatif tawar akan mengalir menuju laut atau lautan dari akuifer freatis dan akuifer tertekan di pantai (Soewarno, 2015). Tetapi karena adanya peningkatan kebutuhan akan air tawar, maka aliran air tanah tawar ke arah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

laut telah menurun atau bahkan sebaliknya, air laut akan mengalir masuk ke dalam sumur-sumur di daratan, maka penyediaan air tawar menjadi tidak berguna, karena akuifer telah tercemar oleh air asin (Nainggolan, 2015).

Pada dasarnya akuifer merupakan suatu lapisan batuan atau formasi geologi yang jenuh air dan bersifat permeabel yaitu sifat yang memiliki kemampuan menyimpan dan meneruskan air dalam jumlah yang ekonomis (Fetter, 1988 dalam Lestari, dkk, 2010). Fenomena ini disebut dengan intrusi air asin (*salt-water encroachment*). Dimana, peristiwa dari kemampuan akuifer tanah ini telah dijelaskan dalam firman Allah SWT, yaitu QS. Ar-Rahman ayat 19-20. Dalam surat tersebut, menerangkan bahwa adanya dinding dan batas yang menghalangi diantara keduanya yaitu air yang tawar dan air yang asin. Berdasarkan penelitian Maghfirah (2018), bahwa dinding dan batas yang menghalangi keduanya adalah tanah akuifer yang berada pada *interface* dan memiliki sifat permeabel dan konstan diantara keduanya. Hal ini yang mampu memisahkan antara kedua air yang berbeda tersebut.

Intrusi air laut adalah masuk atau menyusupnya air laut kedalam pori-pori batuan dan mencemari air tanah yang terkandung didalamnya sehingga menyebabkan air tanah berubah menjadi air payau atau bahkan air asin (Putranto dan Kusuma, 2009 dalam Saila, dkk, 2013). Usaha untuk dapat membersihkan kembali memerlukan waktu bertahun-tahun, dengan cara memindahkan air asin tersebut dari akuifer daratan menggunakan air tanah tawar yang tersedia untuk membilas air asin tersebut. Pentingnya melindungi akuifer pantai dari ancaman seperti itu, memerlukan penanganan yang intensif dalam mengendalikan intrusi air laut (Soemarto, 1999 dalam Saila, dkk, 2013).

Pemompaan air tanah dari sumur-sumur mengakibatkan penurunan muka air tanah (*depression come*). Semakin besar laju pemompaan akan semakin besar pula penurunan muka air tanah dan akan terjadi keseimbangan air tanah yang baru jika masih terjadi pengisian air tanah yang berasal dari daerah resapan air tanah. Pemompaan air tanah yang cenderung semakin tidak terkendali ini akan menyebabkan penurunan muka air tanah yang berlebihan. Sedangkan penurunan air tanah yang berlebihan akan dapat mengakibatkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dampak negatif, seperti penurunan tanah yang dapat merusak gedung-gedung, jalan, peningkatan kontaminasi limbah industri dan terjadinya intrusi air laut menuju ke akifer air tawar di darat (Soewarno, 2015).

Gambar 2.3. Sketsa sebaran air tawar dan air asin pada akifer freatis di pantai (*Sumber* : Saila dkk, 2013)

2.6 Parameter Kualitas Air

Parameter air laut ini terdiri dari parameter kimia dan parameter fisika. Berikut ini adalah parameter yang dapat mengetahui kualitas air :

2.6.1 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan indikator dalam mengetahui larutan tersebut bersifat asam atau basa. Nilai pH yang dipersyaratkan untuk air bersih adalah 6-9. Air yang memiliki pH lebih kecil dari 6 atau lebih besar dari 9 akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa air yang dapat membentuk senyawa kimia bersifat toksik dan mengganggu kesehatan. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Nilai pH air yang berada dibawah pH normal, sifat air tersebut adalah asam dan nilai pH air yang berada diatas pH normal sifat air tersebut adalah basa (Amirah, 2012).

2.6.2 Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) merupakan salah satu paameter untuk mengetahui tingkat kualitas air. Oksigen terlarut / DO ini dapat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dipengaruhi oleh suhu perairan, ketinggian tempat dan tingkat turbulasi. Semakin tinggi suhu perairan maka oksigen terlarut dalam air pun akan semakin rendah. Sebaliknya, apabila semakin tinggi ketinggian tempat maka oksigen terlarut pun semakin rendah (Ardaneswari, dkk, 2016).

2.6.3 TDS (*Total Dissolved Solid*)

Merupakan ukuran zat terlarut yang terdiri dari zat organik dan anorganik yang terdapat dalam larutan. TDS menunjukkan jumlah zat terlarut dalam *part per million* (ppm) atau sama dengan dengan miligram per liter (mg/l). Nilai TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan pengaruh antropogenik (berupa limbah domestik dan industri). Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi nilai TDS yang terlalu tinggi terutama TSS akan dapat meningkatkan nilai kekeruhan, sehingga akibatnya penetrasi cahaya matahari terhambat ke dalam perairan dan mengakibatkan proses fotosintesis di perairan terganggu (Effendi, 2003 dalam Arbiyanto, 2016). Dalam menghitung parameter TDS ini menggunakan rumus berikut ini:

$$TDS = \frac{(E-F) \times 1000}{V} \text{ mg/L} \quad \text{.....} \quad (2.3)$$

Keterangan :

E = Berat cawan sampel, ditambah residu terlarut (gr)

F = Berat cawan uap (gr)

V = Volume sampel (ml)

2.7 Regresi Linier Sederhana

Penentuan bentuk persamaan yang sesuai bertujuan untuk meramalkan rata-rata variabel X melalui variabel Y dan begitu pula sebaliknya. Analisis regresi merupakan analisa yang memberikan hasil dari observasi variabel tertentu, sedangkan variabel yang lainnya digunakan untuk mengetahui besarnya tingkat hubungan. Analisa korelasi merupakan pengukuran tingkat hubungan atau saling mempengaruhi antara variabel X dan variabel Y.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dimana analisa korelasi ini dinyatakan dalam klasifikasi nilai koefesien yang telah ditentukan untuk mengetahui tingkat hubungan antar variabel (Soewarno, 2015). Nilai koefisien korelasi adalah diantara (-1) hingga (+1). Apabila nilai r_s = -1, maka kedua variabel (*independent* dan *dependent*) memiliki hubungan yang negatif. Apabila r_s = 0, maka tidak ada hubungan antara kedua variabel (*independent* dan *dependent*). Apabila r_s = +1, maka kedua variabel (*independent* dan *dependent*) memiliki hubungan yang positif (Usman dan Purnomo, 2000). Pada Tabel 2.1 menunjukkan klasifikasi nilai Korelasi atau hubungan antar variabel.

Tabel 2.1 Nilai Korelasi Antar Variabel

Nilai Korelasi (r)	Keterangan
0	Tidak Berkorelasi
0,01 – 0,20	Korelasi Sangat Rendah
0,21 – 0,40	Korelasi Rendah
0,41 – 0,60	Korelasi Agak Rendah
0,61 – 0,80	Korelasi Cukup
0,81 – 0,99	Korelasi Tinggi
1	Korelasi Sangat Tinggi

(*Sumber* : Usman dan Purnomo, 2000)

Pada dasarnya analisa regresi dan analsa korelasi ini salah satu cara atau pola untuk mengukur hubungan statistik antara dua atau lebih variabel dan membutuhkan dua kelompok data hasil observasi atau banyaknya pengukuran n (data). Kemungkinan hubungan antara variabel X dan variabel Y adalah hubungan yang dapat bersifat dependen sempurna dan hubungan bersifat independen sempurna (Soewarno, 2015). Metode analisis tersebut digunakan dalam pendugaan besarnya nilai dari suatu variabel. Sedangkan dalam menentukan nilai koefisien korelasi seperti pada Tabel 2.1 dapat mengunakan rumus sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$r = \frac{n(\sum XY)-(\sum X)(\sum Y)}{[n(\sum X^2)(\sum X)^2]^{1/2}[n(\sum Y^2)(\sum Y)^2]^{1/2}} \quad \text{..... (2.4)}$$

Koefisien determinasi (R^2) merupakan hasil kuadrat dari nilai korelasi. Nilai determinasi ini digunakan untuk menganalisis variabel yang akan diramalkan (Y) dipengaruhi oleh variabel (X) atau besarnya variabel independen mempengaruhi variabel dependen (Usman dan Purnomo, 2000).

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian ini. Berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu terkait dengan kajian SLR dan sebaran intrusi air laut.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Deskripsi
1.	Studi Pengaruh Air Laut Terhadap Air Tanah Di Wilayah Pesisir Surabaya Timur.	**Penulis** : Nico Adi Purnomo, Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc, dan Suntoyo S.T., M.Eng., Ph.D **Tahun Terbit** : 2013 **Tujuan** : Untuk menganalisa air laut terhadap air tanah sehingga mendapatkan gambaran sifat fisik dan kimia air tanah, dan membuat peta kontur kualitas air tanah di wilayah surabaya timur yang diharapkan berguna untuk masyarakat. **Hasil** : a. Distribusi salinitas air tanah dari data sampel dengan salinitas terendah 0 ppt sampai tertinggi 47 ppt. Range perbedaan kadar garam di bagian timur semakin kecil yang merupakan indikasi peningkatan kadar salinitas. b. Sebaran pH antara 5-9. c. Kadar Nitrit (NO2-N) Air Tanah tertinggi terdapat di daerah Rungkut Asri dengan kadar nitrat sebesar 2,67 mg/L. d. Kadar Nitrat (NO3-N) Air Tanah tertiggi terdapat didaerah Gunung Anyar Tambak dengan kadar nitrat 8,05 mg/L. e. Kadar amonia (NH3-N) Air Tanah tertinggi terdapat kawasan tanah kosong di daerah perumahan Peranti dengan kadar amonia sebesar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

		43,61 mg/L. f. Kadar fosfat (PO4-P) tertinggi terdapat di wilayah desa Peranti dengan kadar fosfat 11,55 mg/L. **Kesimpulan** : 1. Kadar Salinitas Air Tanah tertinggi terdapat di daerah Medokan Sawah Timur dengan nilai 47 ppt dan terendah di wilayah studi bagian agak ke barat dengan nilai kadar salinitas 0 ppt. 2. Air tanah di Wilayah Surabaya bagian timur telah tercemar berat oleh air laut dengan memiliki sebaran pH antara 5-9.
2.	Kajian Intrusi Air Laut Pada Sumur Dangkal di Desa Denai Kuala Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang.	**Penulis** : Santa Odilia Permatasari Nainggolan, Pindi Patana dan Rusdi Leidonald **Tahun Terbit** : 2015 **Tujuan** : Untuk mengetahui hubungan Intrusi Air Laut Pada Sumur Dangkal di Desa Denai Kuala Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang. **Hasil** : a. Koefisien determinasi yaitu 0,594 yang menunjukkan hubungan tidak terlalu erat antara jarak dan salinitas jauh dari nilai 1. Sebesar 59,4 % jarak mempengaruhi nilai salinitas, sedangkan 40,6% yang mempengaruhi salinitas pada sumur dangkal seperti penurunan muka air tanah, jenis tanah, kedalaman sumur, pengambilan air tanah yang berlebihan. b. Menurut sistem nilai storet, skor parameter kualitas air untuk dusun 1 dan dusun 3 adalah 0, sedangkan pada dusun 2 adalah -16, dan dusun 4 adalah -13. Nilai tersebut masuk kategori tercemar sedang. **Kesimpulan** : 1. Nilai salinitas air sumur dangkal di Desa Denai Kuala pada dusun 1 sebesar 0, pada dusun 2 sebesar 2.250 mg/l, pada dusun 3 sebesar 0, dan pada dusun 4 sebesar 3.150 mg/l. 2. Dampak dari intrusi air laut terbesar berada pada dusun 2 dan dusun 4, sedangkan pada dusun 1 dan dusun 3 belum terkena dampak intrusi air laut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

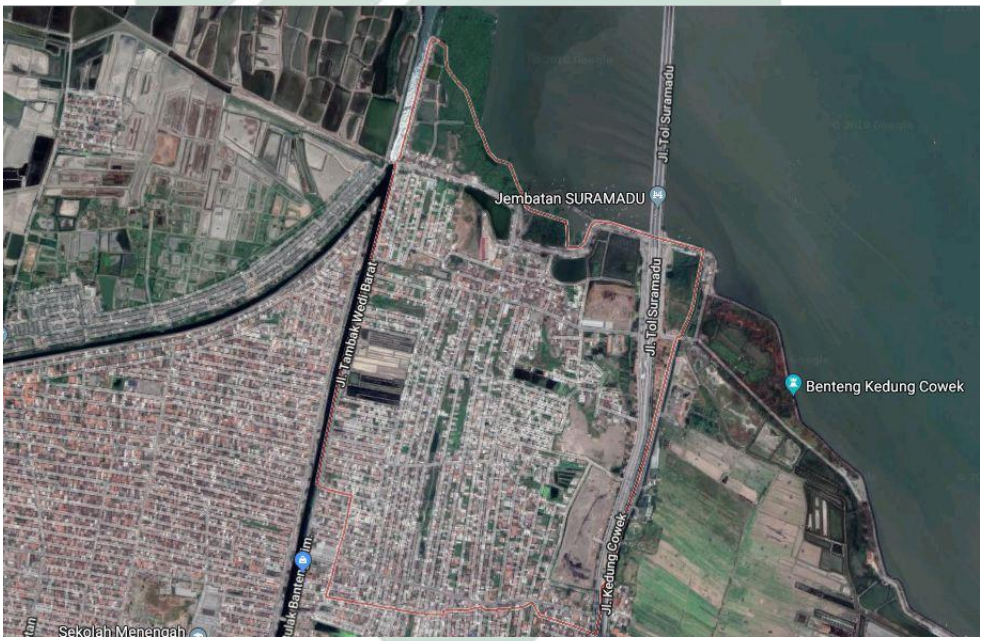
"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April hingga Agustus 2018. Kegiatan pengambilan data primer ini dilaksanakan selama 2 bulan yaitu pada bulan April 2018 hingga Mei 2018. Lokasi penelitian terletak di wilayah pesisir Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya. Keseluruhan penelitian ini meliputi survei lokasi, pengambilan data, pengolahan data dan analisa data.



Gambar 3.1 Wilayah Administratif Kecamatan Kenjeran, Surabaya
(*Sumber* : *Google Earth*, 2018)

Selanjutnya, pengambilan data primer dilakukan di setiap sumur warga wilayah pesisir Kelurahan Tambak Wedi. Pengambilan data primer ini dilakukan di 16 titik sampel dalam Kelurahan Tambak Wedi, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3.2. Koordinat titik pengambilan sampel tersebut ditunjukan pada Tabel 3.1.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 3.2. Titik Pengambilan Sampel Sumur di Kelurahan Tambak Wedi.
(*Sumber* : *Google Earth*, 2018)

Tabel 3.1 Letak Geografis Titik Pengambilan Sampel

Titik Pengambilan Sampel	**Lintang (º)**	**Bujur (º)**
SM 1	07°12,566'	112°46,498'
SM 2	07°12,563'	112°46,491'
SM 3	07°12,572'	112°46,488'
SM 4	-07°12'34,45"	112°46'29,67"
SM 5	07°12,577'	112°46,486'
SM 6	07°12,538'	112°46,493'
SM 7	-07°12'33,3"	112°46'29,532"
SM 8	-07°12'33,66"	112°46'32,016"
SM 9	-07°12'33,408"	112°46'32,484"
SM 10	-07°12'32,4"	112°46'31,62"
SM 11	-07°12'34,128"	112°46'25,644"
SM 12	-07°12'32,76"	112°46'28,704"
SM 13	07°12,582'	112°46,462'
SM 14	07°12,594'	112°46,519'
SM 15	07°12,598'	112°46,536'
SM 16	07°12,575'	112°46,480'

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pemilihan lokasi titik pengambilan sampel air sumur pada penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan syarat kriteria yaitu air sumur yang masih digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Kesesuaian hasil akan dianalisa dengan kondisi sebenarnya di lapangan dan data sekunder sebagai pendukung.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terlihat dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kebutuhan Alat dalam Penelitian

NO	Nama Alat	Kegunaan
1.	*Personal computer* / laptop	Digunakan untuk pengolahan data parameter intrusi air laut.
2.	GPS (*Global Positioning System*)	Digunakan untuk mengetahui letak koordinat pengambilan sample penelitian.
3.	*Roll Meter*	Digunakan untuk mengukur dimensi sample sumur.
4.	DO Meter	Digunakan untuk mengukur konsentrasi oksigen terlarut pada sampel air sumur.
5.	TDS Meter	Digunakan untuk mengukur konsentrasi total padatan terlarut dan suhu pada sampel air sumur.
6.	*Camera digital*	Digunakan untuk alat dokumentasi saat survei lapangan.
7.	Alat Tulis	Digunakan untuk mencatat data lapangan saat sampling.
8.	*Software* MATLAB 2015	Digunakan untuk mengolah data citra NOAA suhu permukaan laut.
9.	*Microsoft Excel* 2010	Digunakan untuk mengolah data paasang surut, data curah hujan dan parameter intrusi air laut.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah terdiri dari data primer dan data sekunder. Bahan yang dibutuhkan dalam pengambilan data primer penelitian ini yaitu sampel air sumur dan aquades.

Sedangkan data sekunder ini merupakan data penelitian yang didapatkan dari instansi terkait dan mengunduh dari situs terkait yang telah menyediakan. Pada Tabel 3.3 terlihat bahwa data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini.

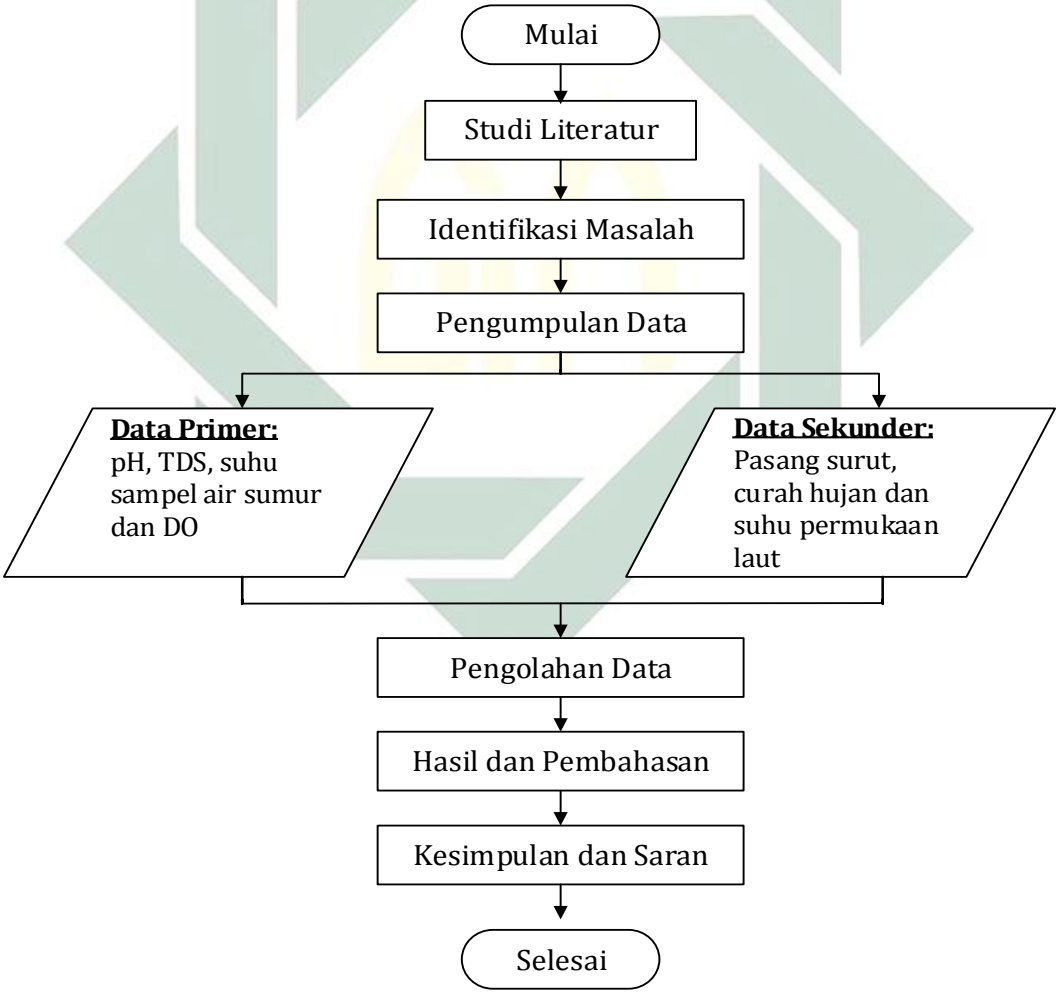
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3.3 Data Sekunder yang Dibutuhkan dalam Penelitian dan Sumber Perolehan Data

NO	Jenis Data	Sumber Data	Waktu Data
1.	Data Suhu Permukaan Laut	Citra Satelit NOAA (https://iridl.ldeo.columbia.edu)	2007 – 2016
2.	Data Curah Hujan	Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG)	2007 – 2016
3.	Data Pasang Surut	Badan Informasi Geospasial (BIG)	2014 – 2017

3.3 Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah mekanisme dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Mekanisme Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mencari acuan dalam melakukan penelitian terkait dengan kajian SLR dan sebaran intrusi air laut di wilayah pesisir. Pada penelitian ini menggunakan beberapa literatur berupa buku, jurnal maupun referensi lain yang terkait dengan studi intrusi air laut hingga mampu menarik kesimpulan. Literatur yng dicari, difokuskan terhadap intrusi air laut, penentuan nilai SLR dan sebaran intrusi air laut. Berikut adalah referensi yang bersumber dari jurnal diantaranya dilakukan oleh Purnomo, dkk (2013) dan Nainggolan, dkk (2015) terkait studi intrusi air laut. Sedangkan dalam menentukan nilai SLR, dilakukan oleh Liyani, dkk (2012).

3.3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam peneltian ini adalah Kajian SLR dan Sebaran Intrusi Air Laut di Wilayah pesisir Surabaya Utara. Lokasi ini tepatnya di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran dan termasuk wilayah pesisir yang lebih banyak digunakan penduduk untuk melakukan aktivitas di pinggir pantai. Wilayah pesisir yang sangat rentan akan perubahan iklim menyebabkan terjadinya fenomena *sea level rise*. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa SLR tmampu mempengaruhi kualitas air sumur, sehingga berdampak akan terjadinya intrusi air laut di wilayah pesisir.

3.3.3 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Pengumpulan data sekunder didapatkan dari situs dan instansi terkait yaitu Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Badan Informasi Geospasial (BIG). Pengumpulan data primer dilakukan di 16 titik sampel air sumur warga di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Setelah menentukan titik lokasi pengambilan sampel, maka perlu dilakukan *plotting* lokasi sampel yang diambil dalam penelitian tersebut. *Plotting* ini dinyatakan dalam titik-titik koordinat dengan menggunakan *Software Google Earth*.

Pengambilan Data

Data primer yang dibutuhkan terdiri dari beberapa parameter kualitas air sumur diantaranya ialah pH, *Total Dissolved Solid*, Suhu dan *Dissolved Oxygen*. Langkah-langkah pengambilan data pada setiap parameter adalah sebagai berikut:

a. Sampling Air Sumur

Pengambilan sampel di setiap air sumur dilakukan sesuai dengan SNI 6989.58: 2008. Pertama, membuka kran air sumur dan dibiarkan air mengalir selama 1-2 menit. Kemudian, pengukuran parameter yang dibutuhkan dan dicatat hasil parameter kualitas air sumur tersebut.

b. Pengukuran Parameter Sampel Air Sumur

Pengukuran parameter sampel air sumur yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari:

1) pH, pengukuran parameter ini dilakukan di lapangan dengan menggunakan kertas pH. Pertama, mencelupkan kertas pH ke dalam sampel air sumur hingga tercelup semua warnanya. Kemudian, diangin-anginkan selama 1 menit hingga warna pada kertas pH berubah. Selanjutnya, membaca warna yang menunjukkan kualitas air sumur itu asam atau basa. Apabila asam, maka nilai pH <6, dapat dikatakan basa, maka nilai pH >8 dan apabila dikatakan netral, maka nilai pH =7.
2) *Total Dissolved Solid* (TDS), pengukuran parameter ini dilakukan di lapangan dengan menggunakan TDS meter. Alat pengukuran digital ini, dapat menunjukkan nilai TDS yang lebih spesifik dalam satuan ppm. Pertama, mencelupkan alat ke dalam sampel air sumur selama kurang lebih 20 detik atau hingga indikasi TDS meter konstan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3) Suhu, pengukuran parameter ini dilakukan di lapangan dengan menggunakan alat DO meter. Alat ini mampu menunjukkan nilai suhu yang lebih spesifik dalam satuan ^{o}C. Cara penggunaan alat ini yaitu dengan mencelupkan ujung sensor ke dalam sampel air sumur hingga semua ujung terendam. Kemudian, ditunggu hingga nilai menjadi konstan lalu dapat dicatat hasilnya. Setelah menggunakan alat tersebut, perlu dilakukan bilasan dengan aquades secara mengalir dari atas hingga kebawah. Hal ini bertujuan sebagai kalibrasi dan perawatan alat DO meter agar terhindar dari korosi.
4) *Dissolved Oxygen* (DO), pengukuran parameter ini dilakukan di lapangan dengan menggunakan DO meter. Alat ini mampu menunjukkan nilai DO yang lebih spesifik dalam satuan mg/l.

3.3.4 Pengolahan Data

Data sekunder yang telah didapatkan terdiri pasang surut, curah hujan dan suhu permukaan laut.

1. Data Curah Hujan

Pada tahap ini, data curah hujan yang didapatkan adalah berupa data curah hujan harian dalam 9 periode (2007-2016). Data harian tersebut kemudian dijadikan menjadi data curah hujan bulanan tahun 2007-2016 menggunakan *software Ms. Excel* 2010. Selanjutnya, data rata-rata curah hujan bulanan tahun 2007-2016 dilakukan pengujian curah hujan normal, yaitu dengan memberikan batas atas dan batas bawah sebagai berikut:

a. Batas atas = rata-rata curah hujan tiap bulan + (rata-rata curah hujan tiap bulan x 15%)

b. Batas bawah = rata-rata curah hujan tiap bulan − (rata-rata curah hujan tiap bulan x 15%)

2. Data Suhu Permukaan Laut

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tahap pengolahan data suhu permukaan laut (SPL) dalam 9 periode (2007-2016) yang berupa tipe data *net.cdf* maka, diperlukan pengolahan data hingga diketahui nilai SPL yaitu dengan menggunakan *software* MATLAB 2015. Setelah didapatkan nilai SPL selanjutnya, menjadikan data tersebut menjadi data suhu permukaan laut bulanan tahun 2007-2016.

3. Penentuan Nilai *Sea Level Rise*

Pada tahap ini, hal yang dilakukan adalah mengolah data pasang surut di Perairan Surabaya tahun 2014-2017 sehingga didapatkan nilai-nilai konstanta pasang surut. Selanjutnya nilai-nilai konstanta tersebut dihitung untuk mendapatkan bilangan *formzahl* dalam menentukan tipe pasang surut dari Perairan Surabaya.

Kemudian, untuk menentukan nilai MSL (*Mean Sea Level*) pasang surut untuk setiap tahunnya menggunakan *Software Ms. Excel* 2010. Setelah itu, menentukan nilai SLR dari nilai MSL yang telah didapat dengan perhitungan regresi linier. Nilai SLR yang didapatkan ini adalah nilai SLR untuk setiap tahunnya, sehingga mampu mengetahui perubahan SLR di Perairan Surabaya dalam 3 periode (2014-2017).

3.3.5 Analisa Data

Analisa data merupakan tahap menganalisis secara deskriptif dan kuantitatif yaitu untuk mengetahui nilai pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), suhu dan *Dissolved Oxygen* (DO) dalam standart baku mutu, serta nilai korelasi antara parameter-parameter tersebut. Tahap pertama, menganalisa data parameter kualitas sampel air sumur. Pada setiap sampel dibedakan berdasarkan perbedaan bulan saat pengambilan sampel air sumur yaitu bulan April dan bulan Mei.

Tabel 3.4 Data Hasil Pengukuran Kualitas Sampel Air Sumur

No	Koordinat	Kode	Jarak dari	Parameter Bulan April /

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

		sampel	garis pantai	Mei 2018			
				pH	TDS	Suhu	DO
1.							
2.							

Tahap kedua, dilakukan identifikasi penilaian tingkat intrusi air laut pada setiap sampel air sumur berdasarkan dengan klasifikasi parameter-parameter kualitas air sumur yang telah ditabelkan pada langkah sebelumnya. Tahap dalam menentukan nilai tingkat intrusi air laut adalah dengan menggunakan metode *skoring* terhadap kualitas air sumur warga Kelurahan Tambak Wedi Surabaya. Metode ini berdasarkan pada pengklasifikasian parameter menggunakan persamaan (2.42) sebagai berikut (Octavia, 2014).

TI = SP1 + SP2 + SP3 ……..…… (3.1)

Keterangan :

TI = Tingkat Intrusi

SP1 = Skoring Parameter pH

SP2 = Skoring Parameter DO

SP3 = Skoring Parameter TDS

Penjumlahan hasil skoring dalam menentukan tingkat intrusi air laut berdasarkan beberapa parameter tertentu disajikan dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Interval Nilai Tingkat Intrusi Air Laut Menggunakan Metode *Skoring*

Jumlah Skoring	**Tingkat Intrusi**
0	Tidak Terintrusi
1-3	Intrusi Ringan
4-6	Intrusi Sedang
7-9	Intrusi Berat
10-12	Intrusi Sangat Berat

(*Sumber:* Chairunnisa, 2016)

Standart baku mutu untuk setiap masing-masing parameter dan klasifikasi nilai skoring setiap parameter adalah sebagai berikut:

1. Parameter pH

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengukuran pH digunakan untuk mengetahui tingkat derajat keasaman dari suatu sampel yang diuji. Analisa parameter pH berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 terkait dengan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, dapat diketahui melalui klasifikasi sebagaimana pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Klasifikasi nilai pH

No	Nilai pH	Klasifikasi	Skoring
1.	6 – 9	Baik	0
2.	9 < pH < 6	Buruk	1

2. Parameter *Dissolved Oxygen* (DO)

Pengukuran *Dissolved Oxygen* (DO) digunakan untuk mengetahui kualitas air. Analisa parameter DO Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 terkait dengan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, dapat diketahui melalui klasifikasi seperti pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Klasifikasi nilai DO

No	Nilai DO (mg/l)	Tingkat Pencemaran	Skoring
1.	>5	Ringan	0
2.	2,0 – 5,0	Sedang	1
3.	0 – 2,0	Berat	2

3. Parameter *Total Dissolved Solid* (TDS)

Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) digunakan untuk mengetahui jumlah zat terlarut dalam *part per million* (ppm) atau sama dengan dengan miligram per liter (mg/l). Nilai TDS perairan sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan pengaruh antropogenik (berupa limbah domestik dan industri). Analisa parameter TDS dapat diketahui melalui klasifikasi sebagaimana pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Klasifikasi Nilai TDS

Klasifikasi	*Total Dissolved Solid* (mg/L)	Skoring

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Air tawar *(Fresh water)*	0-1000	0
Sedikit asin/payau *(Slightly saline)*	1001-3000	1
Asin sedang/payau *(Moderately saline)*	3001-10000	2
Air asin *(Saline water)*	10001-100000	3
Sangat asin *(Brine)*	>100000	4

(*Sumber:* Mc. Neely et al, dalam Effendi, 2003)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Sea Level Rise* Di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya

SLR di Perairan Kecamatan Kenjeran diperoleh dari BIG (Badan Informasi Geospasial). Data pasang surut yang didapatkan ini adalah tahun 2014 hingga 2017, sehingga mampu menentukan tipe pasang surut di Perairan Surabaya menggunakan metode *least square*. Hasil dari pengolahan data yang telah disajikan pada Tabel 4.1 didapatkan 9 komponen utama pasang surut antara lain Zo, N2, M2, S2, O1, P1, K1, M4 dan MS4. Berdasarkan nilai komponen utama pasang surut tersebut dengan perhitungan persamaan (2.1), maka didapatkan nilai bilangan formzahl (F) yaitu 1,25. Nilai bilangan formzahl dapat mengetahui tipe pasang surut di Perairan Surabaya ini adalah pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Semi Diurnal Tide*). Hal tersebut berarti bahwa Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya mengalami 2 kali pasang dan 2 kali surut dalam sehari.

Tabel 4.1. Amplitudo Komponen Utama Pasang Surut

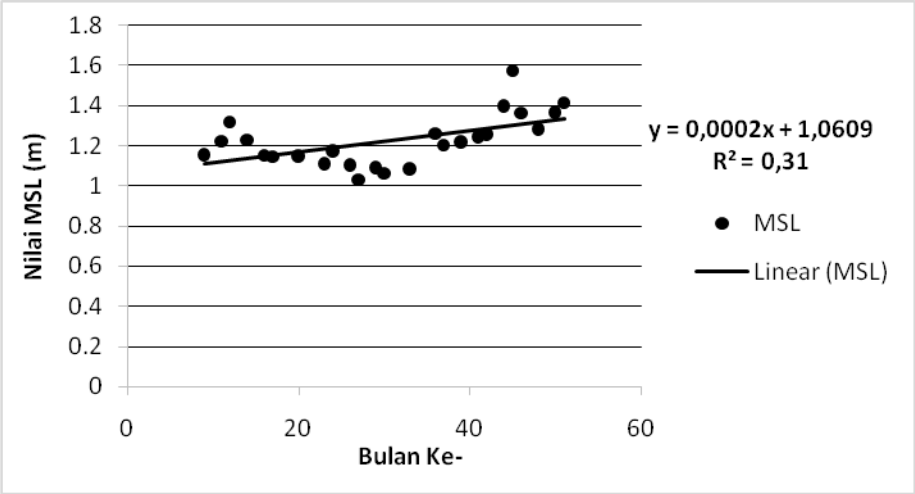
Nama	**Nilai**	
	Fase (°)	**Amplitudo (m)**
Z0	0	15,902
N2	149,52	0,029
M2	199,41	0,143
S2	206,44	0,069
O1	87,06	0,117
P1	152,20	0,292
K1	148,18	0,147
M4	154,16	0,009
MS4	128,41	0,026

(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Data pasang surut tahun 2014-2017 ini tidak hanya menghasilkan nilai komponen pasang surut melainkan, nilai MSL (*Mean Sea Level*) di Perairan Surabaya. Dalam mendapatkan nilai MSL seperti yang terlihat pada Gambar 4.1 yaitu dengan cara memplotkan data menjadi bulanan. Hal ini bertujuan agar dapat mempermudah dalam mendapatkan nilai SLR. Setelah diketahui nilai MSL bulanan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

maka, selanjutnya diplotkan dalam grafik dan kemudian dilakukan regresi linier sehingga didapatkan persamaan yang disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Nilai MSL Perairan Surabaya Tahun 2014-2017
(*Sumber* : Olah Data, 2018)

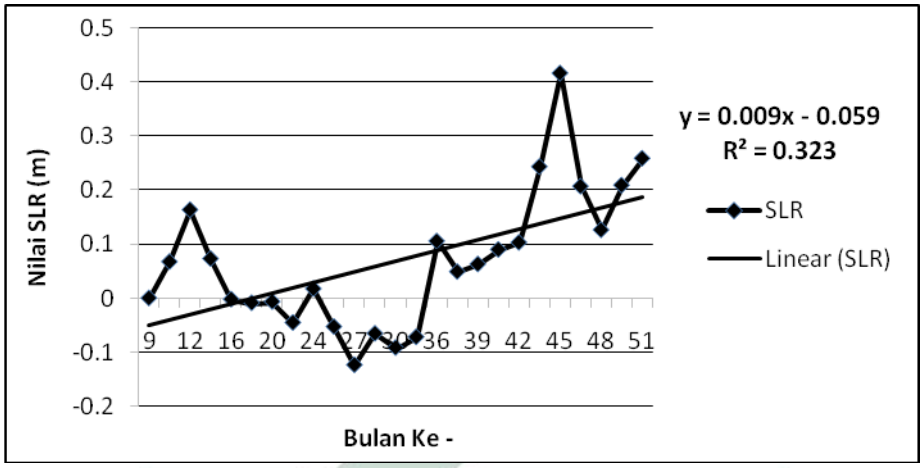
Berdasarkan Gambar 4.1 didapatkan *trend* SLR untuk Perairan Surabaya mengikuti persamaan garis y = 0,0002x + 1,0609. Dimana, untuk variable x = fungsi waktu dan variable y = MSL (m). Sehingga dari persamaan tersebut, maka dapat memprediksi SLR di tahun-tahun yang mendatang. Setelah dapat mengetahui nilai MSL (*Mean Sea Level*) bulanan maka, selanjutnya dapat diketahui nilai SLR untuk setiap bulannya yang ditampilkan pada Gambar 4.2.

Pada Gambar 4.2 didapatkan grafik *trend* linier berdasarkan deret waktu. Dimana *trend* linier pada SLR mengacu pada persamaan berikut :

$$Y = mx + c \quad \text{.....} \quad (4.1)$$

Dimana, m merupakan kecenderungan datanya yang bisa positif (naik) ataupun negatif (turun). Sedangkan untuk nilai x , dapat diasumsikan sebagai kecepatan naik SLR (Tamba, dkk, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.2 Nilai SLR Perairan Surabaya Tahun 2014-2017
(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai SLR tertinggi yaitu sebesar 0,4152 m dalam periode 3 tahun dari tahun 2014 – 2017. Terjadi penurunan nilai SLR yaitu sebesar -0,1235 m dalam periode 3 tahun. Rata-rata nilai SLR dalam periode 3 tahun yaitu sebesar 1,144 cm/tahun. Kementerian Kelautan dan Perikanan/ KKP (2014), melaporkan bahwa berdasarkan data didapatkan nilai SLR relatif di Indonesia sebesar 0,73 cm/tahun hingga 0,76 cm/tahun. Akan tetapi, hal tersebut tidak berlaku di perairan Surabaya, diduga terjadinya nilai SLR yang diatas rata-rata di perairan Surabaya disebabkan karena adanya faktor penurunan muka tanah yang terjadi bersamaan dengan fenomena SLR.

Berdasarkan penelitian Mulyana (2015), penurunan muka tanah yang terjadi di Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara diakibatkan karena adanya pengambilan air tanah yang berlebihan dan aktivitas manusia seperti pertambakan. Hal tersebut yang mampu merubah massa tanah di wilayah tersebut. Berdasarkan hasil survei lapangan di Kelurahan Tambak Wedi Surabaya, memperoleh fakta bahwa hal serupa pun terjadi di wilayah pesisir tersebut. Masyarakat pesisir di Kelurahan Tambak Wedi melakukan aktivitas pertambakan dan pengambilan air tanah yang berlebihan. Hal tersebut diperkirakan mampu untuk memicu terjadinya intrusi air laut, sehingga masyarakat pesisir di Kelurahan Tambak Wedi harus mengganti sumber air bersihnya untuk kehidupan sehari-hari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

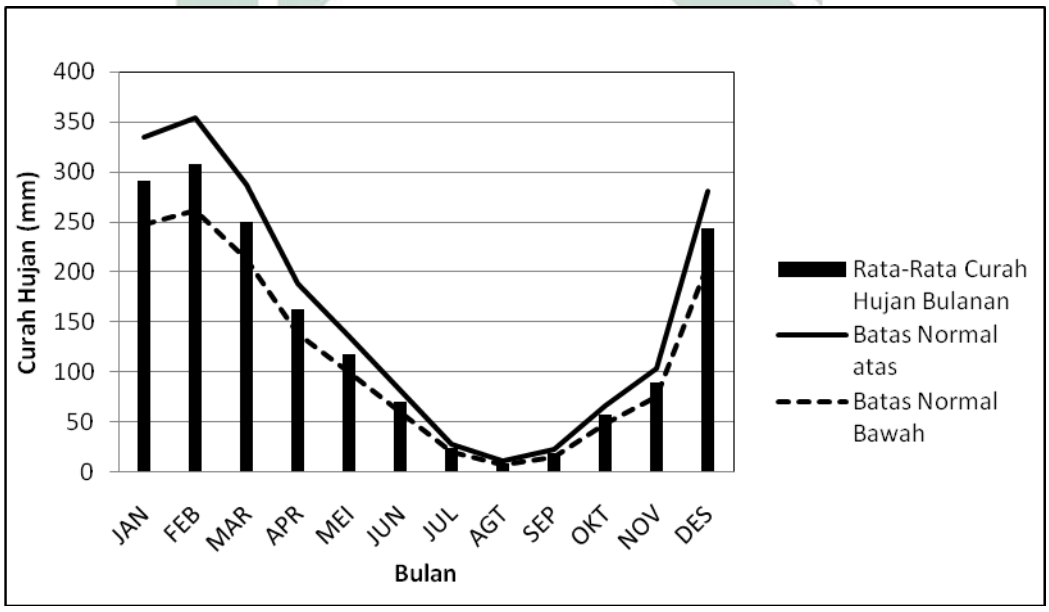
4.2 Kondisi *Sea Level Rise* Akibat Perubahan Iklim di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya

Achmad, dkk (2016), mendapatkan fakta bahwa air tanah di wilayah pesisir sangat dipengaruhi oleh SLR yang akibat dari perubahan iklim. Perubahan iklim yang dianalisa pada penelitian ini diantaranya ialah kondisi curah hujan dan kondisi suhu permukaan laut di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya.

Perubahan Iklim

1. Curah hujan

Kondisi hidrologi berupa data curah hujan yang diperoleh dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) di Tanjung Perak Surabaya selama 10 tahun yaitu tahun 2007 – tahun 2016 seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Normal Curah Hujan Tahunan Wilayah Surabaya Tahun 2007-2016
(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Berdasarkan topografinya wilayah Surabaya terletak di tepi pantai utara Provinsi Jawa Timur. Wilayahnya berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara dan timur. Wilayah Surabaya memiliki iklim tropis seperti kota besar di Indonesia pada umumnya dimana, hanya ada dua musim dalam setahun yaitu musim hujan dan kemarau. Curah hujan di wilayah Surabaya rata-rata 165,3 mm. Curah hujan tertinggi di atas 200 mm terjadi pada kurun Januari hingga

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Maret dan November hingga Desember. Suhu udara rata-rata di Surabaya berkisar antara 28°C hingga 32°C (Purnomo, dkk, 2013).

Pada Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa pola curah hujan di wilayah Surabaya adalah termasuk dalam pola hujan Monsunal. Dimana puncak dari rata-rata curah hujan tertinggi pada bulan Januari sebesar 288 mm sedangkan rata-rata curah hujan terendah pada bulan Agustus sebesar 5 mm. Fluktuasi curah hujan tahunan sangat beragam dan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa jumlah rata-rata curah hujan selama 9 tahun (2007-2016) berada pada batas normalnya atau wajar. Hal ini berarti jumlah rata-rata curah hujan tidak lebih dari batas normal atas dan tidak kurang dari batas normal bawah.

Pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 menunjukkan adanya fluktuasi SLR dalam periode 3 tahun (2011-2017) mengikuti fluktuasi rata-rata curah hujan dalam periode 9 tahun (2007-2016). Berdasarkan penelitian Lestari, dkk (2010), mendapatkan fakta bahwa fluktuasi debit aliran air tanah (Q) mengikuti fluktuasi muka air laut dan rata – rata curah hujan. Pada saat rata – rata curah hujan tinggi dan air laut sedang pasang maka, debit aliran air tanahnya pun menjadi besar (Q) dan begitu pula sebaliknya.

Curah hujan sangat berpengaruh akan keberadaan air tanah. Pada penelitian Lestari, dkk (2010), mendapatkan hasil bahwa debit aliran air tanah (Q) pada bulan maret sebesar 0,17 m dalam posisi air laut berada dibawah MSL. Hal ini disebabkan oleh curah hujan di bulan tersebut sangat sedikit yaitu sebesar 369,3 mm. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai debit aliran air tanah akan besar ketika posisi air laut sedang turun. Sedangkan nilai debit aliran air tanah akan kecil ketika posisi air laut sedang naik. Dimana nilai debit aliran air tanah dipengaruhi oleh curah hujan yang pada dasarnya merupakan sumber pasokan utama akan keberadaan air tanah.

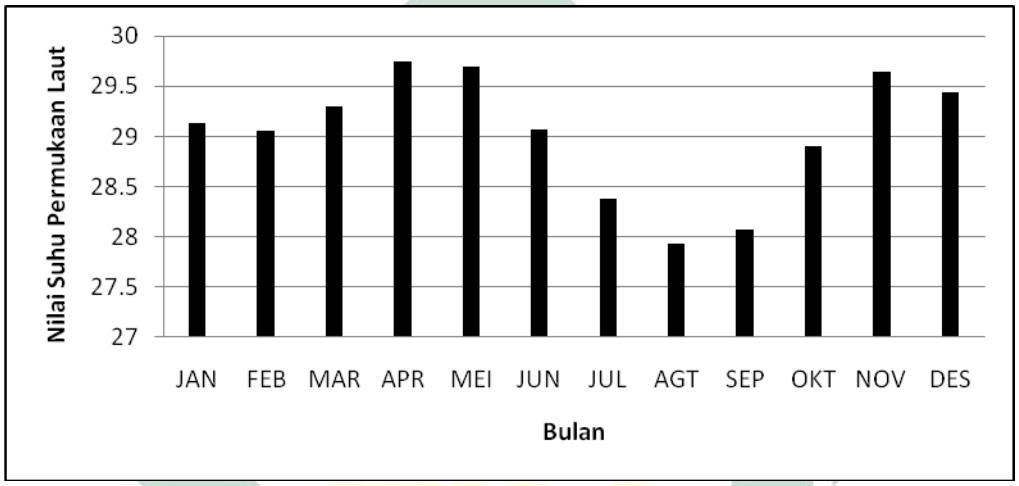
Pada dasarnya terjadinya curah hujan yang tinggi maka dapat berdampak pada besarnya SLR dan sebaliknya. Akan tetapi, di wilayah Surabaya tidak berlaku akan teori tersebut. Diperkirakan nilai SLR dalam periode 3 tahun (2014-2017) adalah termasuk dalam nilai SLR yang tinggi sedangkan curah hujan yang terjadi di wilayah Surabaya masih berada batas normal atau wajar.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hal ini dapat diartikan bahwa, pendugaan nilai SLR diatas rata-rata di perairan Surabaya kurang dipengaruhi oleh curah hujan yang terjadi di wilayah Surabaya.

2. Suhu Permukaan Laut

Perubahan suhu permukaan laut pun menjadi asumsi dari akibat perubahan *sea level rise*. Data suhu permukaan laut ini didapatkan dari satelit NOAA yang diolah menggunakan MATLAB2015. Kemudian, hasil dari pegolahan tersebut akan dapat diplotkan dalam grafik seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Jumlah Rata-rata Suhu Permukaan Laut Bulanan Tahun 2007-2016
(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Perkembangan suhu permukaan laut (SPL) wilayah Indonesia rata-rata setiap musim dari bulan Januari 2007 hingga Desember 2016 berdasarkan data suhu permukaan laut global, menunjukkan pergerakan zona SPL yang cukup Jelas dan terlihat pada Gambar 4.4. Suhu Permukaan Laut yang relatif lebih tinggi terdapat pada bulan April sebesar 29,75^{0}C dalam periode 9 tahun (2007-2016). Secara umum, suhu permukan air laut adalah sebesar 28°C. Akan tetapi, suhu permukaan air laut dalam periode 9 tahun lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata suhu permukaan laut global. Tingginya suhu permukaan laut ini dapat dikarenakan wilayah perairan memiliki tekanan udara rendah, sehingga menyebabkan massa udara terkonsentrasi di wilayah tersebut. Hal tersebut umumnya ditandai dengan curah hujan yang cukup tinggi. Pada bulan Agustus dalam periode 9 tahun (2007-2016) memiliki suhu permukaan laut yang relatif

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

lebih rendah yaitu sebesar antara 27,93^{0}C. Rendahnya suhu permukan laut di wilayah perairan ini dikarenakan memiliki tekanan yang tinggi, sehingga menyebabkan curah hujan yang cukup rendah.

Peningkatan suhu permukaan laut yang terjadi ini mampu mempengaruhi terjadinya fenomena SLR. Fenomena tersebut dapat terjadi dikarenakan adanya pemanasan global, sehingga mampu berdampak pada daerah pesisir. Dampak tersebut berupa meningkatnya erosi pantai dan intrusi air laut (Hastuti, 2012). Secara teoritis, tingginya suhu udara akan meningkatkan permukaan laut, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan SLR di perairan wilayah pesisir.

Berdasarkan penelitian Affandi, dkk (2012) didapatkan hasil bahwa pada bulan Januari hingga Desember dalam periode 2004 dan 2011 terjadi *trend* kenaikan nilai MSL. *Trend* tersebut berbanding lurus dengan perubahan suhu udara rata-rata bulanan yang terjadi di Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya. Perubahan suhu permukaan laut (SPL) sangat dipengaruhi oleh salah satu unsur iklim yaitu curah hujan. Berdasarkan hasil analisa suhu permukaan laut dalam 9 periode (2007-2016) di perairan Surabaya, didapatkan nilai suhu tertinggi berada pada bulan april. Ketika suhu permukaan air laut tinggi maka, tekanan udara menjadi rendah dan berdampak pada terjadinya curah hujan yang tinggi. Kenaikan curah hujan tersebut mampu melarutkan zat-zat mineral, karena waktu atau durasi kontak air tanah terhadap batuan penyusun yang dilaluinya relatif singkat (Afrianita, 2015). Berdasarkan hal tersebut, diperkirakan perubahan iklim kurang berpengaruh untuk terjadinya intrusi air laut di Wilayah Pesisir Kelurahan Tambak Wedi, Surabaya.

4.3 Sebaran Intrusi Air Laut Ditinjau Berdasarkan Kualitas Air di Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan sampel air sumur warga sebanyak 2 kali dan sejumlah 16 sampel air sumur pada masing-masing waktunya yaitu di bulan April dan Mei 2018 di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali ini dikarenakan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Pengambilan sampel yang dilakukan pada bulan April dan Mei ini bertujuan agar dapat mengetahui pengaruh tingkat intrusi air laut dalam musim bulan basah dan musim bulan kering. Hasil data dari

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pengambilan sampel pada waku 2 bulan tersebut, kemudian dikategorikan tingkat intrusi air laut berdasarkan nilai TDS pada setiap sampel sumur di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya.

Beberapa parameter pengukuran pada penelitian ini diantaranya ialah pH, *total dissolved solids* (TDS) dan *dissolved oxygen* (DO). Parameter tersebut merupakan parameter fisik yang dapat digunakan sebagai indikator tingkat kualitas air sumur. Semakin rendah kualitas air sumur maka akan semakin tinggi tingkat intrusi air laut yang terjadi di wilayah pesisir. Analisa kualitas air sumur dari beberapa parameter tersebut adalah menggunakan klasifikasi nilai dari masing-masing parameter. Terkait dengan tingkat intrusi yang terjadi pada air sumur warga di Kelurahan Tambak Wedi Surabaya didapatkan dari penjumlahan *skoring* pada setiap parameter.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.2 Tingkat Intrusi Air Laut pada Sumur Warga di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya

NO	Koordinat		Kode Sampel	Jarak dari garis pantai (km)	Parameter Bulan April 2018			Parameter Bulan Mei 2018			Tingkat Intrusi Bulan April 2018	Tingkat Intrusi Bulan Mei 2018
	Longitude	Latitude			pH	TDS (ppm)	DO (mg/l)	pH	TDS (ppm)	DO (mg/l)		
1	E 112°46,498'	S 07°12,566'	SM 1	0.2	6	1100	1	7	1200	0,82	3	3
2	E 112°46,491'	S 07°12,563'	SM 2	0.2	7	810	0,9	7	840	0,8	2	2
3	E 112°46,488'	S 07°12,572'	SM 3	0.2	7	890	2,23	7	858	1,37	1	2
4	E 112°46'29,67"	S -07°12'34,45"	SM 4	0.2	7	1260	0,8	7	1540	0,67	3	3
5	E 112°46,486'	S 07°12,577'	SM 5	0.2	7	1000	0,91	7	1020	0,8	2	3
6	E 112°46,493'	S 07°12,538'	SM 6	0.1	7	194	0,81	7	665	0,6	2	2
7	E 112°46'29,532"	S -07°12'33,3"	SM 7	0.2	7	482	0,48	7	485	0,49	2	2
8	E 112°46'32,016"	S -07°12'33,66"	SM 8	0.2	7	565	2,43	7	582	1,23	1	2
9	E 112°46'32,484"	S -07°12'33,408"	SM 9	0.2	6	1300	1,15	6	1320	1,26	3	3
10	E 112°46'31,62"	S -07°12'32,4"	SM 10	0.1	7	5440	1,05	7	7350	1,29	4	4
11	E 112°46'25,644"	S -07°12'34,128"	SM 11	0.2	7	580	0,63	7	602	0,63	2	2
12	E 112°46'28,704"	S -07°12'32,76"	SM 12	0.1	7	686	0,7	7	811	0,75	2	2
13	E 112°46,462'	S 07°12,582'	SM 13	0.3	6	600	0,49	7	590	0,84	3	2
14	E 112°46,519'	S 07°12,594'	SM 14	0.2	7	691	1,92	7	705	0,96	2	2
15	E 112°46,536'	S 07°12,598'	SM 15	0.2	7	1300	0,64	7	1332	0,66	3	3
16	E 112°46,480'	S 07°12,575'	SM 16	0.2	7	249	2,62	7	265	2,75	1	1

(*Sumber* : Olah Data, 2018)

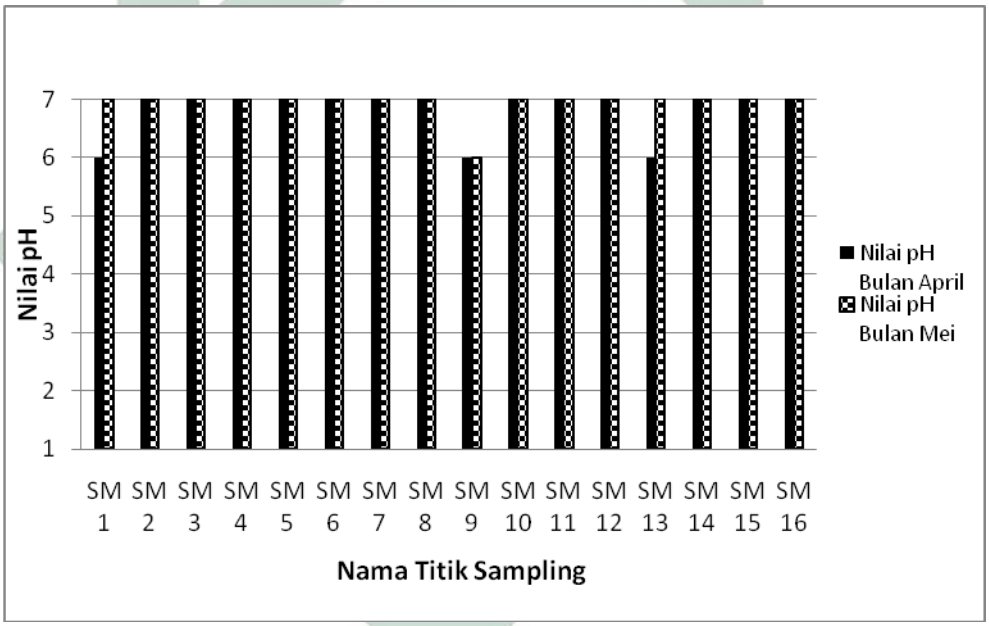
Keterangan Tingkat Intrusi :

Interval 0 = Tidak Terintrusi
Interval 1-3 = Intrusi Ringan
Interval 4-6 = Intrusi Sedang
Interval 10-12 = Intrusi Sangat Berat
Interval 7-9 = Intrusi Berat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3.1 Kualitas Air dan Tingkat Intrusi Ditinjau Berdasarkan Konsentrasi pH

Derajat keasaman air (pH) merupakan nilai dari aktivitas ion hidrogen yang dipengaruhi oleh CO_2, konsentrasi garam karbonat dan bikarbonat (Poehls dan Smith, 2009). Hasil pengukuran pH yang dilakukan secara langsung di lapangan (*in situ*) menunjukkan bahwa konsentrasi nilai pH rata-rata air sumur tersebut berada pada kategori nilai pH yang netral yaitu 7. Berdasarkan Gambar 4.5 terlihat bahwa air sumur dengan kode sampel SM 1, SM 9 dan SM 13 berada pada kategori nilai pH yang asam yaitu 6 di bulan April (bulan basah). Akan tetapi, di bulan Mei (bulan kering) nilai pH air sumur bersifat netral yaitu 7.



Gambar 4.5 Konsentrasi Nilai pH Air Sumur di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya Periode April-Mei Tahun 2018.
(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 terkait dengan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, menentukan bahwa baku mutu air tanah harus memiliki nilai pH antara 6-9. Hal ini berarti bahwa apabila nilai pH <6 atau >9 maka hal itu tidak sesuai dengan ketentuan baku mutu yang telah ditetapkan dan tidak layak untuk dikonsumsi ataupun digunakan dalam aktivitas sehari-

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

hari. Apabila masih tetap digunakan maka dapat berdampak pada kesehatan manusia (Febyanto, dkk, 2016).

Hasil survei lapangan mendapatkan fakta bahwa air sumur dengan kode sampel SM 1 dan SM 13 ini digunakan sebagai sumber air bersih. Aktivitas manusia sehari-hari yang dilakukan adalah seperti mandi, memasak, mencuci. Berbeda dengan penggunaan air sumur pada kode sampel SM 9 tidak digunakan untuk mandi, memasak ataupun mencuci pakaian akan tetapi, hanya digunakan untuk mencuci hasil tangkapan nelayan dari laut.

Pada jarak dari garis pantai antara 0,1 – 0,3 km, didapatkan kode sampel air sumur SM 1, SM 9 dan SM 13 memiliki nilai pH yang asam di bulan april dan berubah menjadi nilai pH yang netral di bulan mei. Pada Tabel 4.3 dapat terlihat bahwa perubahan nilai pH berdampak pada tingkat intrusi air laut yang terjadi di pesisir Kelurahan Tambak Wedi Surabaya. Dimana, nilai pH asam pada sampel air sumur tersebut di bulan april menyebabkan air sumur memiliki tingkat terintrusi ringan dan di bulan mei nilai pH tetap menjadi tingkat terinstrusi ringan.

Tabel 4.3 Tingkat Intrusi Air Laut Berdasarkan Nilai pH

Kode Sampel	Jarak dari Garis Pantai (km)	Nilai pH Pada Bulan April 2018	Nilai pH Pada Bulan Mei 2018	Tingkat Intrusi di Bulan April	Tingkat Intrusi di Bulan Mei
SM 1	0,2	6	7	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 4	0,2	7	7	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 5	0,2	7	7	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 9	0,2	6	6	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 10	0,1	7	7	Terintrusi sedang	Terintrusi sedang
SM 13	0,3	6	7	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 15	0,2	7	7	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan

(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan bahwa tingkat intrusi air laut dipengaruhi oleh nilai pH. Berbeda halnya pada kode sampel air sumur SM

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1, SM 4, SM 5, SM 9, SM 10, SM 13 dan SM 15 diperkirakan tingkat intrusi pada beberapa kode sampel tersebut kurang dipengaruhi oleh nilai pH. Akan tetapi, ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi tingkat intrusi air laut di sampel air sumur tersebut. Pada dasarnya nilai pH air lebih utama disebabkan oleh adanya gas karbon dioksida yang larut dalam air dan berubah menjadi asam karbonat. Apabila nilai pH semakn tinggi maka akan meningkatkan kadar alkalinias dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas (Ardaneswari, dkk, 2016).

Peningkatan konsentrasi pH dari 6 berubah menjadi 7 pada beberapa sampel air sumur di bulan april ke bulan mei, disebabkan karena banyaknya jumlah air yang masuk kedalam tanah. Keberadaan sumur pun berdampak pada jumlah tampungan air hujan yang meresap kedalam tanah. Banyaknya jumlah air hujan yang meresap kedalam tanah mampu merubah konsentrasi pH akibat terjadinya pengenceran asam didalam tanah (Gusnisar, 2012).

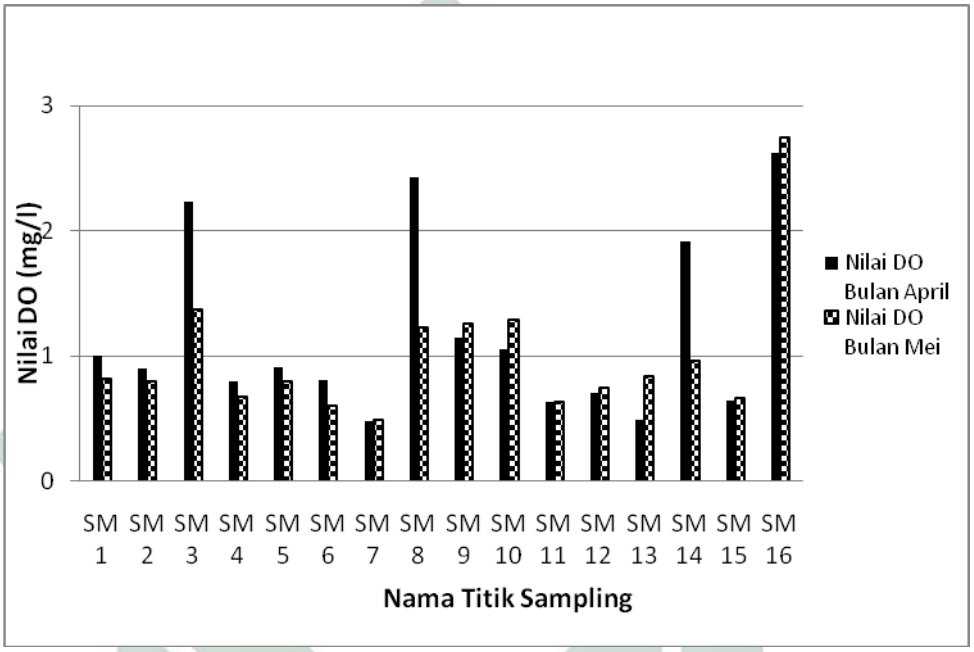
Hasil penelitian Stiefel et.al (2009), menyebutkan bahwa peningkatan nilai pH dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain, meningkatnya alkalinitas, keberadaan karbon dioksida, disolusi mineral karbonat, adanya senyawa boron, silica, H_2S dan asam organik. Meningkatnya nilai pH pada penelitian tersebut berasal dari asam organik yaitu akibat terbentuknya lapisan sedimen dari akumulasi erosi lapisan tanah yang terbawa ketika musim hujan kedalam sumur.

4.3.2 Kualitas Air dan Tingkat Intrusi Ditinjau Berdasarkan Nilai DO

Oksigen sangat berperan penting sebagai indikator kualitas air, karena oksigen terlarut memiliki peran dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Faktor-faktor yang mempengaruhi oksigen terlarut antara lain, kekeruhan air, suhu, salinitas, kedalaman, arus, gelombang dan pasang surut (Salmin, 2005). Hasil pengukuran DO (*Dissolved oxygen*) yang dilakukan secara langsung di lapangan (*in situ*) menunjukkan bahwa rata-rata air sumur tersebut 0,49 – 2,75 mg/l seperti pada Gambar 4.6. Rata-rata nilai DO tersebut termasuk dalam kategori air sumur dengan tingkat pencemaran berat.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 terkait dengan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, menentukan baku mutu untuk air tanah harus memiliki nilai DO minimum sebesar 6 mg/l. Hal tersebut berarti nilai DO pada sampel air sumur jauh dari baku mutu air bersih, sehingga air sumur di wilayah pesisir Kelurahan Tambak Wedi Surabaya tidak layak digunakan sebagai air minum ataupun aktivitas sehari-hari.



Gambar 4.6 Konsentrasi Nilai DO Air Sumur di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya Periode April-Mei Tahun 2018.
(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa adanya perubahan nilai DO pada bulan mei 2018. Hal ini dapat terjadi, dikarenakan adanya pengaruh dari faktor iklim. Dimana, pada bulan mei merupakan bulan peralihan dari bulan basah menuju bulan kering, sehingga suhu akan semakin naik dan kadar oksigen terlarut akan semakin menurun. Hasil penelitian Purnomo, dkk (2013) menyebutkan bahwa, Apabila kadar oksigen terlarut terlalu rendah, maka akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat kemungkinan adanya proses degradasi anaerobik.

Hasil pengukuran suhu pada penelitian ini didapatkan suhu rata-rata air sumur warga di Kelurahan Tambak Wedi Surabaya antara 28°C – 34,4^{o}C. Syarat baku mutu pada penelitian ini adalah berdasarkan Peraturan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, baku mutu untuk air tanah harus memiliki suhu dengan deviasi 3. Hal ini berarti jika suhu normal air adalah 25°C maka kriteria kelas 1 sampai kelas 3 membatasi suhu air kisaran 22°C - 28°C. Apabila hasil pengukuran suhu dikaitkan dengan baku mutu suhu pada air tanah tersebut maka suhu air sumur warga di Kelurahan Tambak Wedi telah melebihi batas maksimum yang telah ditentukan. Kondisi tingginya suhu dan rendahnya kadar oksigen terlarut pada air sumur menjadikan air sumur warga di Kelurahan Tambak Wedi tidak layak digunakan sebagai air minum ataupun air bersih dalam aktivitas sehari-hari.

Pada Tabel 4.4 dengan jarak dari garis pantai 0,2 km, didapatkan kode sampel air sumur SM 1, SM 4, SM 5 dan SM 15 memiliki nilai DO yang mengalami penurunan dari bulan april ke bulan mei. Tingkat intrusi yang terjadi pada sampel air sumur tersebut adalah terintrusi ringan. Sedangkan pada kode sampel air sumur SM 9, SM 10 dan SM 13 dengan jarak yang bervariasi yaitu antara 0,1-0,3 km, memiliki nilai DO mengalami kenaikan dengan tingkat terintrusi sedang hingga terintrusi ringan.

Tabel 4.4 Tingkat Intrusi Air Laut Berdasarkan Nilai Oksigen Terlarut (DO)

Kode Sampel	Jarak dari Garis Pantai (km)	Nilai DO (mg/l) Pada Bulan April 2018	Nilai DO (mg/l) Pada Bulan Mei 2018	Tingkat Intrusi di Bulan April	Tingkat Intrusi di Bulan Mei
SM 1	0,2	1	0,82	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 4	0,2	0,8	0,67	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 5	0,2	0,91	0,8	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 9	0,2	1,15	1,26	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 10	0,1	1,05	1,29	Terintrusi sedang	Terintrusi sedang
SM 13	0,3	0,49	0,84	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 15	0,2	0,64	0,66	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan

(*Sumber* : Olah Data, 2018)

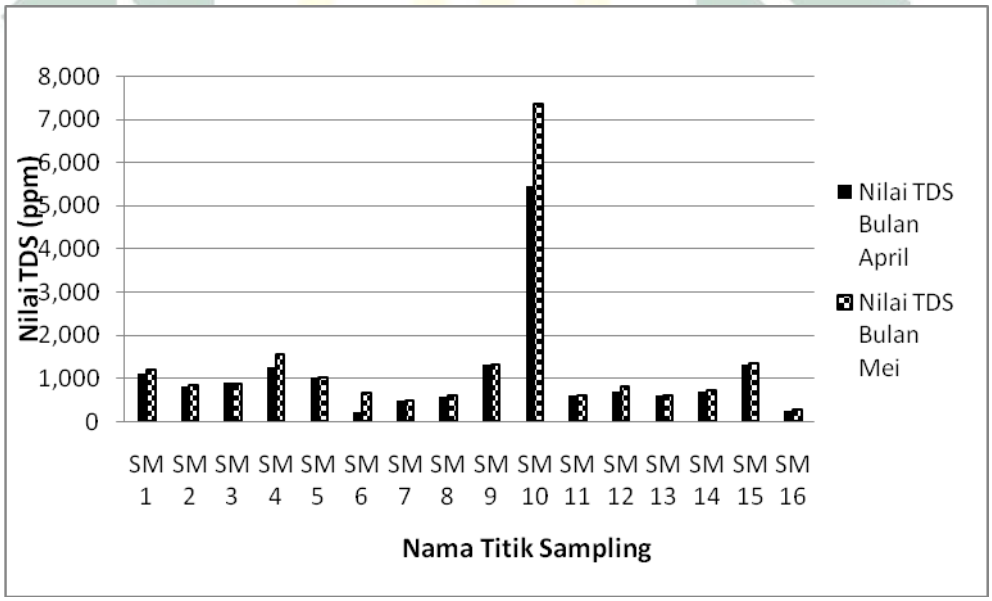
Perubahan nilai DO yang terjadi pada beberapa kode sampel air sumur di bulan april hingga mei dimungkinkan dipengaruhi oleh nilai suhu.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada hasil pengukuran suhu dalam penelitian ini, kode sampel air sumur SM 1, SM 4, SM 5 dan SM 15 pun mengalami kenaikan dari bulan april hingga mei. Kenaikan suhu akan meningkatkan jumlah oksigen yang dibutuhkan sehingga menyebabkan penurunan pada kelarutan oksigen didalam air (Saputri, dkk, 2014).

4.3.3 Kualitas Air dan Tingkat Intrusi Ditinjau Berdasarkan Nilai TDS

Total padatan terlarut (TDS) merupakan bahan-bahan material terlarut berupa senyawa-senyawa kimia dalam air yang dapat melewati kertas saring dengan diameter 2 mikrometer atau bahkan lebih kecil (Gusnisar, 2012). Hasil pengukuran nilai TDS (*total dissolved solid*) yang terlihat pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi nilai TDS antara 194 – 7350 mg/l. Konsentrasi rata-rata nilai TDS pada air sumur tersebut berdasarkan klasifikasi pada Tabel 3.8 berada pada kategori air tawar.



Gambar 4.7 Konsentrasi Nilai TDS Air Sumur di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya Periode April-Mei Tahun 2018.
(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Pada air sumur dengan kode sampel SM 1, SM 4, SM 5, SM 9, SM 10 dan SM 15 ini telah terindikasi mengalami intrusi air laut. Pada air sumur dengan kode sampel SM 1, SM 4, SM 5, SM 9 dan SM 15 termasuk dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kategori air yang sedikit asin/payau (*slightly saline*) dengan konsentrasi nilai TDS berada antara 1.001-3.000 ppm, sedangkan konsentrasi nilai TDS pada air sumur dengan kode sampel SM 10 ini termasuk dalam kategori air sumur asin sedang/payau (*moderately saline*) dkarenakan nilai TDS tersebut berada diantara 3.001-10.000 ppm.

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan di lapangan, bahwa air sumur dengan kode sampel SM 1, SM 4, SM 5 ini digunakan sebagai sumber air bersih aktivitas manusia sehari-hari, seperti mandi, memasak, mencuci. Sedangkan air sumur dengan kode sampel SM 9, SM 10 dan SM 15 tidak digunakan untuk mandi, memasak ataupun mencuci pakaian akan tetapi, hanya digunakan untuk mencuci hasil tangkapan nelayan dari laut. Air sumur yang termasuk dalam kategori air yang sedikit asin/payau (*slightly saline*) dan air asin sedang/payau (*moderately saline*) tidak dapat digunakan sebagai air minum ataupun memasak, akan tetapi dapat digunakan untuk kebutuhan yang lain. Hal ini dikarenakan bahwa apabila kadar garam yang terkandung dalam air dapat melebihi batas kategori air tawar maka akan berdampak pada kesehatan manusia (Kodoatie, 1996). Kesehatan manusia akan terganggu akibat terjadinya akumulasi garam di dalam ginjal manusia, sehingga lama-kelamaan akan berdampak pada ketidakseimbangan fungsi fisiologis ginjal (Krisna, 2011).

Gustian dan Suharto (2005), menyatakan bahwa masalah dari kandungan garam terlarut dapat mempengaruhi baku mutu air minum. Adanya beberapa jenis garam dalam air tanah ini dipengaruhi oleh mineral tanah atau batuan yang terlarut dalam air atau intrusi air laut ke daratan. Selain itu, sumber air tanah pada wilayah pesisir memiliki nilai konsentrasi sainitas yang tinggi sehingga air tanah tersebut tidak memenuhi syarat baku mutu untuk dijadikan sebagai sumber air minum.

Pada Tabel 4.5 dengan jarak dari garis pantai 0,2 km, didapatkan kode sampel air sumur SM 1, SM 4, SM 5, SM 9, SM 10 dan SM 15 memiliki nilai TDS yang mengalami kenaikan dari bulan april ke bulan mei. Tingkat intrusi rata-rata yang terjadi pada sampel air sumur tersebut adalah terintrusi ringan. Sedangkan pada kode sampel air sumur SM 10 dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

jarak yang bervariasi yaitu antara 0,1 km, memiliki nilai TDS yang mengalami kenaikan dengan tingkat terintrusi sedang. Akan tetapi, pada kode sampel air sumur SM 13 denan jarak 0,3 km memiliki nilai TDS yang mengalami penurunan di bulan april hingga mei.

Tabel 4.5 Tingkat Intrusi Air Laut Berdasarkan Nilai TDS

Kode Sampel	Jarak dari Garis Pantai (km)	Nilai TDS (ppm) Pada Bulan April 2018	Nilai TDS (ppm) Pada Bulan Mei 2018	Tingkat Intrusi di Bulan April	Tingkat Intrusi di Bulan Mei
SM 1	0,2	1100	1200	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 4	0,2	1260	1540	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 5	0,2	1000	1020	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 9	0,2	1300	1320	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 10	0,1	5440	7350	Terintrusi sedang	Terintrusi sedang
SM 13	0,3	600	590	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan
SM 15	0,2	1300	1332	Terintrusi ringan	Terintrusi ringan

(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Pada kode sampel air sumur SM 10 terletak pada jarak yang paling dekat dengan garis pantai menyebabkan air sumur memiliki tingkat terintrusi sedang yang konstan pada bulan april hingga mei.. Sedangkan kode sampel air sumur SM 13 terletak pada jarak yang paling jauh dengan garis pantai sehingga menyebabkan air sumur memiliki tingkat terintrusi ringan. Hal ini dikarenakan bahwa nilai TDS dimungkinkan dipengaruhi oleh jarak lokasi pengambilan sampel. Semakin dekat lokasi sampel dengan pantai maka akan semakin tinggi nilai TDS dan berbanding lurus dengan semakin meningkatnya intrusi air laut yang terjadi di wilayah pesisir tersebut dan begitu pula sebaliknya (Chairunnisa, 2016).

Terjadinya perubahan penurunan konsentrasi nilai TDS pada bulan April ke bulan Mei 2018 ini, dapat diasumsikan dikarenakan oleh adanya pengaruh dari cuaca yaitu bulan basah dan bulan kering. Dimana, pada saat pengambilan sampel dilakukan pada bulan April dan bulan Mei yang

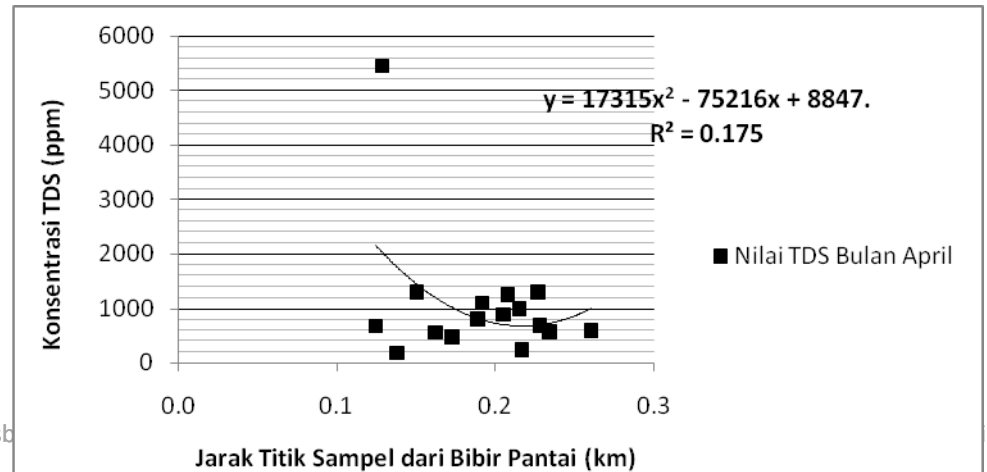
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

termasuk dalam kategori bulan peralihan dari bulan basah ke bulan kering. Akan tetapi, pada bulan April ini masih mengalami musim hujan. Pengambilan sampel air sumur di bulan ini, menyebabkan air hujan yang meresap dan masuk ke dalam tanah akan bercampur dengan air laut yang telah masuk pula ke dalam tanah sehingga air hujan tersebut mampu menurunkan kadar Cl di dalam air tanah dan menyebabkan tingkat intrusi air laut di beberapa titik pengambilan sampel tidak terlalu tinggi (Syahidah, 2016).

Berbeda dengan pengambilan sampel di bulan Mei ini sudah jarang atau bahkan di wilayah Kelurahan Tambak Wedi sudah tidak mengalami musim hujan, akan tetapi bulan Mei ini telah masuk dalam bulan kering atau musim panas. Pengambilan sampel air sumur pada bulan Mei ini, menyebabkan kontak air tanah terhadap batuan yang dilalui oleh air tersebut akan membutuhkan waktu yang relatif lama sehingga air tanah menjadi jenuh terhadap mineral (Afrianita, dkk, 2017).

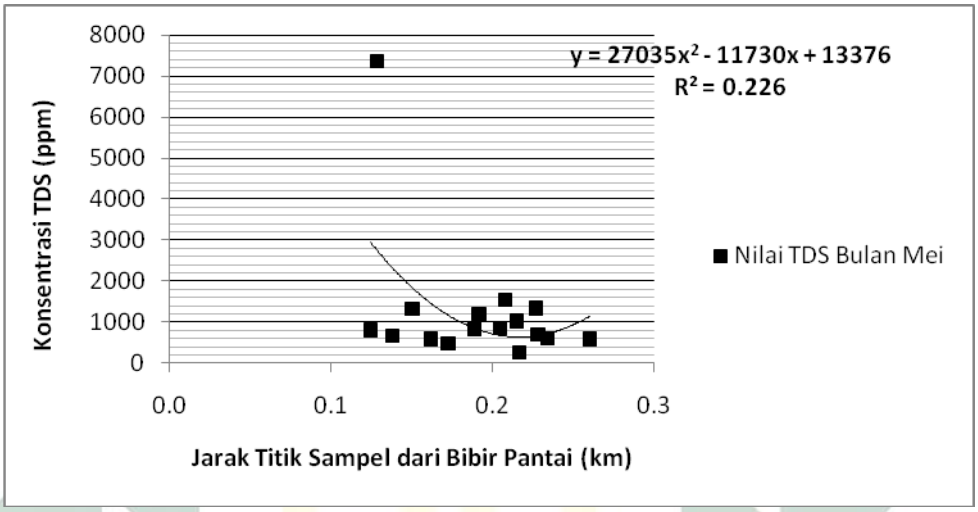
Hubungan Nilai TDS dengan Jarak dari Garis Pantai

Sebaran intrusi pada air tanah dapat diketahui dengan menganalis kualitas air tanah berdasarkan nilai TDS. Oleh karena itu, untuk mengetahui tingkat intrusi di suatu wilayah pesisir perlu diketahui pola sebaran intrusi air laut berdasarkan nilai TDS terhadap jarak dari garis pantai. Berdasarkan penelitian Saila, dkk (2013), menyebutkan bahwa semakin jauhnya lokasi sampel maka akan semakin kecil konsentrasi nilai TDS. Penentuan hubungan keduanya dilakukan menggunakan regresi linier polinomial yang bertujuan untuk mengetahui niali r yang tertinggi. Model polinomial disajikan pada Gambar 4.8.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsb lib.uinsby.ac.id

(a)



(b)

Gambar 4.8 Perbandingan Antara Jarak Titik Sampling dari Garis Pantai dengan Konsentrasi Nilai TDS pada bulan April 2018 (a) dan bulan Mei (b) di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran Surabaya.
(*Sumber* : Olah Data, 2018)

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa koefisien determinasi (R^2) antara jarak titik sampling dari garis pantai dengan konsentrasi nilai TDS pada bulan April 2018 adalah sebesar 0,175 dan pada bulan Mei 2018 adalah sebesar 0,226. Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan April 2018 hanya 17,5% konsentrasi nilai TDS dipengaruhi oleh jarak titik sampling dari garis pantai dan sisanya 82,5% dapat dipengaruhi oleh faktor lainnya. Sedangkan pada bulan Mei 2018 mengalami kenaikan menjadi 22,6% konsentrasi nilai TDS dipengaruhi oleh jarak titik sampling dari garis pantai dan sisanya 77,4% dapat dipengaruhi oleh faktor lain.

Nilai korelasi (r) dalam penelitian pada bulan April 2018 adalah 0,418 sedangkan pada bulan Mei 2018 adalah 0,475. Hal ini menunjukkan bahwa nilai korelasi pada bulan April 2018 dan Mei 2018 termasuk dalam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kategori 0,41-0,60 yang berarti memiliki hubungan agak lemah. Dimana, menandakan bahwa semakin jauh jarak titik sampling dari garis pantai maka akan semakin rendah konsentrasi nilai TDS. Nilai korelasi positif lemah ini dapat disebabkan karena jarak titik sampling dari garis pantai tidak hanya parameter satu-satunya yang mempengaruhi konsentrasi nilai TDS, akan tetapi ada beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhinya seperti pasang surut, jenis tanah, cuaca dan keadaan geologis wilayah tersebut (Chairunnisa, 2016).

Terkait faktor jenis tanah dan penyusunnya yang mampu mempengaruhi tingkat intrusi air laut, pada penelitian Gemilang W.H dan Kusumah G (2016), mendapatkan hasil bahwa daerah pesisir Padegalan, Pademawu dan sekitarnya memiliki sebaran air tanah yang asin hingga payau. Wilayah pesisir ini mempunyai karakteristik akuifer tanah berupa lempung pasiran yang berasal dari endapan alluvial dengan permeabilitas rendah dan topografi permukaan tanah datar hingga landai, sehingga sangat rentan terhadap intrusi air laut.

Kerentanan intrusi air laut pun terjadi di pesisir Kelurahan Tambak Wedi Surabaya. Hasil pengukuran pada penelitian ini menunjukkan bahwa semua sampel sumur terindikasi terjadi intrusi air laut dengan memiliki tingkat terintrusi ringan dan terintrusi sedang. Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya pengaruh dari jenis tanah dan penyusun batuannya di lokasi pengambilan sampel. Berdasarkan Laporan Data dan Informasi CAT (Cekungan Air Tanah) Kota Surabaya, menunjukkan bahwa wilayah Surabaya daerah Kecamatan Kenjeran termasuk dalam jenis tanah dengan dataran alluvium. Dataran tanah ini memiliki kandungan batuan penyusun seperti kerakal, kerikil, lempung dan pecahan cangkang fosil sehingga berpotensi akan menjadi sumber air tanah yang baik (BLH Kota Surabaya, 2015). Potensi tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir dalam pengambilan air tanah secara berlebihan di pesisir Kelurahan Tambak Wedi, sehingga mempengaruhi kelestarian alam yang dapat menimbulkan dampak lingkungan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dampak lingkungan yang terjadi adalah adanya proses penyusupan air asin ke dalam air tanah tawar yang berada di dataran. Fenomena tersebut biasa dikenal dengan intrusi air laut. Dampak negatif dari intrusi air laut dapat mempengaruhi kualitas air sumur warga, sehingga air sumur tersebut tidak layak digunakan sebagai air minum ataupun air bersih dalam aktivitas sehari-hari. Hal ini dikarenakan, bahwa air sumur tersebut telah tercemar dan mengandung mineral-mineral yang dapat menggangu kesehatan manusia. Akibat adanya intrusi air laut maka masyarakat pesisir pun harus mengganti sumber air bersih untuk melakukan aktivitas sehari-hari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai *sea level rise* (SLR) tertinggi di perairan pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya yaitu sebesar 0,4152 sedangkan yang terendah yaitu sebesar -0,1235 m dalam periode 3 tahun dari tahun 2014 – 2017. Nilai *sea level rise* (SLR) rata-rata di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya dalam periode 3 tahun yaitu sebesar 0,144 cm/tahun.
2. Kondisi *sea level rise* (SLR) akibat perubahan iklim seperti curah hujan dan peningkatan suhu permukaan laut di Perairan Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya adalah pendugaan nilai *sea level rise* (SLR) diatas rata-rata (2014-2017) di perairan Surabaya, yang kemungkinan selain dipengaruhi oleh curah hujan yang terjadi di wilayah Surabaya dan perubahan suhu permukaan laut di perairan pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya, dan diduga dipengaruhi oleh jenis batuan penyusun tanah di Kecamatan Kenjeran Surabaya.
3. Sebaran intrusi air laut di Pesisir Kecamatan Kenjeran Surabaya berdasarkan parameter pH, DO dan TDS menunjukkan bahwa kode sampel SM 1 - SM 9 dan SM 11 - SM 16 memiliki nilai interval *skoring* antara 1-3 yang berarti memiliki tingkat terintrusi ringan. Sebaliknya dengan kode sampel SM 10 memiliki nilai interval *skoring* 4 yang berarti memiliki tingkat terintrusi sedang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperlukan penelitian lanjutan terkait sebaran intrusi dengan menggunakan model aliran air tanah dengan kepadatan variabel dan penyebaran total padatan terlarut (TDS). Berdasarkan model tersebut mampu mengetahui pengaruh kenaikan (*sea level rise*) SLR yang diproyeksikan di permukaan laut pada sumber daya air tanah pesisir di masa mendatang.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, Rahim, Muhammad Pramono Hadi dan Setyawan Purnama. 2016. *Kerentanan Penyusupan Air Laut di Pesisir Utara Pulau Ternate*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* **23**(2):163-168. Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Affandi, Ikhsan Dwi dan Muhammad Taufik. 2012. *Analisa Perubahan Muka Air Laut (Sea Level Rise) Terkait dengan Fenomena Pemanasan Global (Global Warming) (Studi kasus: Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya).* Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Afrianita, Reri, Tivany Edwin dan Aroiya Alawiyah. 2017. *Analisis Intrusi Air Laut Dengan Pengukuran Total Dissolved Solids (Tds) Air Sumur Gali Di Kecamatan Padang Utara*. *Jurnal Teknik Lingkungan* UNAND **14**. Fakultas Teknik. Universitas Andalas.

Amirah. 2012. *Pengaruh Tmbunan Sampah di Lahan Terbuka Terhadap Kualitas Air Tanah di Sekitar Tempat Penampungan Sampah Sementara Kelurahan Batu Ampar***.** Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Jakarta.

Arbiyanto, Muhammad Ali Akbar. *Pemetaan Tingkat Kesadahan Air Sumur di Wilayah Surabaya Barat Berbasis Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG).* Skripsi. Departemen Biologi. Universitas Airlangga.

Ardaneswari, Taitha Abid, Tony Yulianto dan Thomas Triadi Putranto. 2016. *Analisis Intrusi Air Laut Meggunakan Data Resistivitas Dan Geokimia Airtanah Di Dataran Aluvial Kota Semarang*. *Youngster Physic Journal* **5**(4):335-350. Universitas Diponegoro. Semarang.

Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Surabaya. 2013. *Data dan Informasi Cekungan Air Tanah Kota Surabaya*. Surabaya.

Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2016. *Kecamatan Kenjeran Dalam Angka. Surabaya*.

Basith, Abdul., 2013, *Least Square Method*, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Chairunnisa, Dewi Meidira. 2016. *Pemetaan Intrusi Air Laut Wilayah Pesisir Kota Surabaya Berdasar Keberadaan Mangrove dengan istem Informasi Geografis*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Christoph Mudersbach, Ivan D. Haigh, Jurgen Jensen, Thomas Wahl. 2013. *Trends in high sea levels of German North Sea gauge compared to regional mean sea level changes, Elsevier, Science Direct.*

Febyanto, Irvan, Akbar Prima Jaya, Tri Haryanta dan Gusti Putra Tulak. 2016. *Analisis Kelayakan Konsumsi Air tanah Berdasarkan Parameter Nilai TDS dan pH dengan Mengacu Permenkes RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 pada Daerah Parigi, Kabupaten Pangadaran*. Teknik Geologi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Gemilang Wisnu A dan Gunardi Kusumah. 2016. *Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pesisir Padegalan, Pademawu dan Sekitarnya. Jurnal Kelautan* **9** (2) : 99-106. Loka Penelitian Sumberdaya Kerentanan Pesisir. Padang.

Guha H dan Panday S. 2012. *Impact of* SLR *on Groundwater Salinity in a Coastal Community of South Florida. Journal of The American Water Resources Association* **48**(3):510-929.

Gusnisar, Meydam. 2012. *Pengaruh Sumur Resapan Terhadap Kualitas Air Tanah di Fakultas Teknik Universitas Indonesia*. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok.

Gustian dan Suharto. 2005. *Studi Penurunan Salinitas Air Dengan Menggunakan Zeolit Alam Yang Berasal Dari Bengkulu*. *Jurnal Gradien* **1**(1):38-42.

Hakim, Buddin A, Suharyanto dan Wahju Krisan Hidajat. 2013. *Pengaruh Kenaikan Air Laut Pada Efektifitas Bangunan Untuk Perlindungan Pantai Kota Semarang.* Buletin Oseanografi Marina. Vol. 2. Universitas Diponegoro.

Hardiyanti, Yusva. 2015. *Analisis Pengaruh Fenomena Kenaikan Muka Laut Terhadap Penetapan Bidang Referensi Muka Laut Rerata (MSL) (Studi kasus : Stasiun Pasut Semarang, Cilacap, Jepara, Surabaya)*. Skripsi. Jurusan Teknik Geodesi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

Hariadi dan Tjahyo. 2008. *Variasi Temporal Hidrogeokimia Tetesan Dari Ornamen Drapery di Dalam Gua Gilap di Kawasan Karst Gunung Sewu, Kabupaten Gunung Kidul, DIY*. Jurnal Kelompok Studi Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Hastuti, Amandangi Wahyuning. 2012. *Analisis Kerentanan Pesisir Terhadap Ancaman Kenaikan Muka Laut Di Selatan Yogyakarta*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Joyosumarto, S. 2013. *Pengaruh Datum Vertikal (Tidal Datum) dalam Delimitasi Batas Maritim.* Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kodoatie, R. 1996. *Pengantar Hidrogeologi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.

Krisna dan Dwi, K. 2011. *Faktor Risiko Kejadian Suspect Penyakit Batu Ginjal Di Wilayah Kerja Puskesmas Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2010*. Skripsi. Fakultas Ilmu Keolahragaan. UNNES.

Lestari, Arfena Deah, Kriyo Sambodho dan Suntoyo. 2010. *Pengaruh Kenaikan Permukaan Air Laut pada Intrusi Air Laut di Akuifer Pantai (Studi Kasus : Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau).* Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Liyani, Kriyo Sambodho dan Suntoyo. 2012. *Analisa Perubahan Garis Pantai Akibat* SLR *di Kawasan Pesisir Kabupaten Tuban. Jurnal Teknik POMITS* **1**(1):1-5. Jurusan Teknik Kelautan. Fakultas Teknik Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Maghfirah, Aiya. 2018. *Identifikasi Intrusi Air Laut Pada Air Tanah di Gampong Alue Naga Kecmatan Syiah Kuala Banda Aceh*. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.

Mulyana, Lina. 2015. *Pengaruh* SLR *Terhadap Kerugian Ekonomi Masyarakat (Studi Kasus: Kelurahan Kalibaru, Kecamatan Cilincing, Jakarta Utara)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Nainggolan, Santa Odilia Permatasari, Pindi Patana dan Rusdi Leidonald. 2015. *Kajian Intrusi Air Laut Pada Sumur Dangkal Di Desa Denai Kuala Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang*. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Octavia, F.R.. 2014. *Pemetaan Indikasi Intrusi Air Laut di Wilayah Pesisir Kabupaten Sidoarjo berbasis Sistem Informasi Geografis*. Skripsi. Universitas Airlangga. Surabaya. 18.

Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.

Poehls, D.J dan Smith, G.J. 2009. *Encyclopedic Dictionary of Hydrogeology*. Elsevier. Inc. Burlington. USA.

Pradana, Alvian. 2011. *Sea Level Rise*. Jurnal ITB. Bandung

Purnomo, Nico Adi, Wahyudi dan Suntoyo. 2013. *Studi Pengaruh Air Laut Terhadap Air Tanah di Wilayah Pesisir Surabaya Timur*. Jurnal Teknik POMITS. Vol.1, No.1. Fakultas Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Saila, Mellisa, Muhajjir dan Azmeri. 2013. *Pengaruh Intrusi Air Laut Terhadap Akuifer Pantai Pada Kawasan Wisata Pantai Iboih Sabang*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7). Universitas Syiah Kuala, Darussalam. Banda Aceh.

Saputri, Anita, Johnny MTS dan Dian Rahayu. 2014. *Analisis Sebaran Oksigen Terlarut Pada Sungai Raya*. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Tanjung Pura. Pontianak.

Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir al-Misbah*. Lentera Hati : Jakarta.

Sinaga, R.S.P. 2010, *Analisis Perbandingan antara Data Pasut dan Prediksi Pasut untuk Pendefinisian LAT*. Tugas Akhir. Teknik Geodesi dan Geomatika. Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Sitepu. 1996. *Teknologi Survey Laut*. Universitas Negeri Medan. Medan.

Soewarno. 2015. *Analisis Data Hidrologi Menggunakan Metode Statistik dan Stokastik; Seri Hidrologi*. Graha Ilmu : Yogyakarta.

Sofian, Ibnu dan Irmadi Nahib. 2010. *Proyeksi Kenaikan Tinggi Muka Laut dengan Menggunakan Data Altimetri & Model IPCC-AR4. Jurnal Globe* **12** (2) : 173-181. Balai Penelitian Geomatika Bakosortunal. Bogor.

Stiefel, John M, Assefa M. M, Michael E. M, et.al,. 2009. *Effects of rainwater-harvesting-induced artificial recharge on the groundwater of wells in Rajasthan, India. Hydrogeology Journal* 17: 2061–2073. *Florida International University*. USA.

Sugiyono. 2001. *Statistik Untuk Penelitian*. CV. Alpabeta : Bandung.

Sukearsana, I Made, I Gusti Bagus Sila Dharma dan I Wayan Nuarsa. 2015. *Kajian Daerah Terintrusi Air Laut Di Wilayah Pesisir Kecamatan Kuta Utara, Kabupaten Badung*. Jurnal Ecotrophic. Vol. 9, No. 2. Universitas Udayana. Bali.

Suriawiria, U. 2005. *Air dalam Kehidupan dan Lingkungan yang Sehat*. Penerbit PT Alumni: Bandung

Syahidah, N. N., 2016. *Pemetaan Indikasi Intrusi Air Laut di Wilayah Pesisir Barat Kabupaten Situbondo berbasis Sistem Informasi Geografis.* Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. Surabaya.

Tamba, Andri Y P, Bandi S, Hani'ah. 2016. *Analisis* SLR *Dan Penentuan Komponen Pasut Dengan Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-2 Tahun 2011-2014 (Studi Kasus : Perairan Sumatera Bagian Timur). Jurnal*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Geodesi UNDIP **5** (2). Program Studi Teknik Geodesi. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.

Todd DK. 1980. *Groundwater Hydrology 2nd Edition*. California (US): Jhon Willey & Sons.

Usman H dan R. Purnomo Setiady Akbar. 2000. *Pengantar Statistika*. Bumi Aksara : Jakarta.

Zuke, H., Chen Z., dan Si Hongye. 1996. *Analysis of 19-year Tidal Data. Ocean University of Qingdao. China. Science in* China **40** (4).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id