

ANALISIS KENAIKAN AIR MUKA LAUT DENGAN MENGGUNAKAN DATA SATELIT ALTIMETRI JASON-2 TAHUN 2015-2017 (STUDI KASUS: PERAIRAN SURABAYA)

Fajar Kurnia Krisnanto¹, Hery Purwanto¹, Arifah Feny¹

¹Jurusan Teknik Geodesi S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang,
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Lowokwaru, Kecamatan Sumbersari, Kota Malang –
Fajarkurniakrisnanto@yahoo.co.id

KATA KUNCI: kenaikan muka laut, pasang surut, satelit altimetri, satelit Jason-2

ABSTRAK

Pemanasan global melelehnya es di kutub utara merupakan salah satu faktor penyebab kenaikan permukaan air laut. Dalam kurun waktu lama penggenangan suatu wilayah daratan dan bisa menenggelamkan pulau-pulau kecil serta meningkatnya intensitas air dan frekuensi banjir. Pada Perairan Surabaya sangat di perlukan sekali data kenaikan air muka laut untuk mengantisipasi bencana banjir rob. Pada penelitian ini menggunakan data hasil pengamatan satelit altimetri Jason-2 periode 2015-2017 Pada perairan lepas Kota Surabaya dan data pasang surut dari IOC. Interpolasi data satelit menggunakan metode inverse distance weight (IDW) dengan menggunakan perangkat lunak matlab. Penelitian ini menggunakan analisis trend linier dan analisis harmonik kuadrat terkecil untuk mengetahui nilai sea level anomaly dan sea level rise laut pada Perairan Surabaya. Pada pengamatan Satelit Altimetri Jason-2 periode 2015-2017 menunjukkan adanya fenomena sea level rise pada Perairan Surabaya pada phase 127 mengalami rata rata nilai kenaikan sebesar +0.736214 mm/th, Sedangkan pada phase 140 sebesar +2.208641 mm/th.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengamatan perubahan kedudukan air laut dilakukan melalui pengamatan pasut di pantai sudah dilakukan sejak beberapa tahun yang lalu. Cakupan daerah yang dapat diamati dengan metode ini tidak seluas satelit altimetri. Pengamatan pasut di pantai hanya akurat pada daerah laut dangkal yang dekat dengan pantai. Dengan memperlihatkan dampak-dampak yang terjadi akibat pemanasan global dan perubahan iklim yang terjadi maka perlu dilakukan penelitian guna mengetahui kenaikan muka air laut yang terjadi di Indonesia khususnya di daerah pesisir. Salah satu daerah studi yang bisa dilakukan sebagai lokasi studi penelitian tersebut adalah pantai utara Jawa tepatnya perairan Surabaya, Jawa Timur.

Kota Surabaya adalah ibu kota Provinsi Jawa Timur, Indonesia, sekaligus kota metropolitan terbesar di provinsi tersebut. Surabaya terletak di pantai utara Pulau Jawa bagian timur dan berhadapan dengan Selat Madura serta Laut Jawa. Daerah metropolitan Surabaya yaitu Gerbang Kertosusila yang berpenduduk sekitar 10 juta jiwa, adalah kawasan metropolitan terbesar kedua di Indonesia setelah Jabodetabek. Surabaya dilayani oleh sebuah bandar udara, yakni Bandar Udara Internasional Juanda, serta dua pelabuhan, yakni Pelabuhan Tanjung Perak dan Pelabuhan Ujung. Surabaya merupakan kota yang berbatasan langsung dengan pesisir laut yang rentan akan bencana yang disebabkan oleh air laut. Karena itu perlu peninjauan guna menanggulangi dan mencegah terjadinya seperti banjir. Di beberapa dekade ini banjir sering terjadi di daerah surabaya, sidoarjo dan sekitarnya yang disebabkan meluapnya air laut dapat menghambat perekonomian pada sektor laut dan pesisir khususnya di Kota Surabaya ini.

Kemajuan teknologi sekarang ini sangat membantu dalam penanggulangan bencana. Kemajuan teknologi dalam perkembangan satelit, khususnya satelit altimetri yang diperuntukan untuk mengamati fenomena lautan, telah banyak membantu pengamatan muka air laut secara temporal. Untuk melihat kecenderungan perubahan Sea Level Rise dilakukan regresi linier. Proses regresi yaitu melakukan perhitungan SLA dan analisis trend linier dari data Satelit Altimetri Jason-2. Hasil regresi ini yang akan digunakan juga untuk membandingkan nilai perbedaan Sea Level Rise di Perairan Surabaya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian latar belakang di atas, maka perlu dilakukan analisis terhadap permasalahan tersebut. Adapun perumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi Sea Level Rise per tahun pada daerah perairan Surabaya, Jawa Timur selama tahun 2015 s/d 2017 ?
2. Berapa nilai perubahan kenaikan air muka laut pada daerah perairan Surabaya, Jawa Timur selama tahun 2015 s/d 2017 ?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kondisi perubahan Sea Level Rise pada daerah perairan Surabaya, Jawa Timur selama tahun 2015 s/d 2017.
2. Untuk mengetahui nilai perubahan kenaikan muka air laut pada daerah perairan Surabaya, Jawa Timur selama tahun 2015 s/d 2017.

Melalui penelitian ini penulis mengharapkan agar penelitian ini bermanfaat dan dapat membantu memberikan informasi mengenai kenaikan muka air laut (Sea Level Rise) dan nilai perubahan kenaikan muka air laut di perairan Surabaya, Jawa Timur secara efektif dan efisien guna perkembangan keilmuan dan penanggulangan resiko bencana yang berhubungan dengan kenaikan muka air laut dalam pemantauan fenomena serta dinamika lautan secara global.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari Satelit Altimetri Jason-2 tahun 2015 s/d 2017.
2. Studi kasus dalam penelitian ini adalah perairan Surabaya, Jawa Timur (112° 43' BT ; 7° 16' LU).
3. Software yang digunakan untuk pengolahan data dalam penelitian ini adalah Matlab 2009.
4. Interpolasi yang digunakan dalam pengolahan data SLA (Sea Level Anomaly) adalah interpolasi IDW (Interverse Distance Weighted).

1.5 Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan Bab ini menyakikan latar belakang, lokasi, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, serta sistematikan penulisan penelitian. 2). Bab II Dasar Teori Bab ini menyajikan tentang dasar-dasar teori yang berkaitan dan mendukung adanya penelitian. 3). Bab III Metodologi Penelitian Bab ini berisikan penjelasan mengenai sistematika perkerjaan yang digunakan untuk penyelesaian masalah, serta dilengkapi diagram alir proses pengerjaan. Bab IV Hasil dan Pembahasan Bab ini berisikan tentang hasil dan pembahasan dari pelaksanaan pengolahan data penelitian yang telah dilakukan Bab V Kesimpulan dan Saran Bab ini berisi tentang kesimpulan dari isi penelitian yang dilakukan dan saran untuk memperbaiki penelitian selanjutnya.

2. DASAR TEORI

2.1 Satelit Altimetri

Sistem satelit altimetri berkembang sejak tahun 1973 yang diperkenalkan oleh NASA. Satelit altimetri merupakan teknik pengamatan muka air laut secara ekstraterestris. Satelit altimetri dilengkapi dengan pemancar pulsa radar, penerima pulsa radar yang sensitif, serta jam berakurasi tinggi. Pada saat akuisisi data, altimetri radar yang dibawa satelit memancarkan pulsa-pulsa gelombang elektromagnetik ke permukaan laut. Pulsa tersebut dipantulkan balik oleh permukaan laut dan diterima kembali oleh satelit (Seeber, 2003).

Teknologi satelit altimetri merupakan salah satu teknologi penginderaan jauh yang digunakan untuk mengamati dinamika topografi permukaan laut yang tereferensi terhadap suatu bidang tertentu. Bidang tertentu tersebut adalah suatu bidang referensi tinggi yang dapat berupa ellipsoid, geoid, atau mean sea surface. Dalam penggunaannya bidang – bidang referensi tersebut menjadi acuan untuk menentukan kedudukan muka laut. Adapun pemilihan bidang referensi tinggi tersebut disesuaikan dengan tujuan pemanfaatannya. Hampir 60% dari wilayah Bumi adalah lautan dengan karakteristik kedinamisan perairan yang saling mempengaruhi. Sebagai contoh karakteristik kedinamisan fisik laut ditandai dengan adanya arus laut, gelombang laut, dan pasang surut laut. Dengan latar belakang kondisi tersebut teknologi satelit altimetri sangat memungkinkan untuk digunakan, mengingat penjejak satelit altimetri itu sendiri mampu melingkup wilayah laut secara global. Pada saat ini teknologi satelit altimetri diaplikasikan untuk penentuan topografi permukaan laut, penentuan topografi permukaan es, penentuan geoid lautan, penentuan karakteristik arus, penentuan tingggi dan panjang gelombang laut, pasut lepas pantai, penentuan kecepatan angin di atas permukaan laut, fenomena El nino, unifikasi datum tinggi antar pulau (Abidin, 2001).

2.2 Sea Level Rise

Sea Level Rise sering juga disebut dengan Sea Surface Height ataupun tinggi muka air laut, secara singkat dapat diartikan sebagai tinggi permukaan air laut di bawah ataupun di atas referensi, atau zero point. Pada pengukuran dengan tide gauge, zero point berada di daratan dekat dengan alat ukur, dan pengukuran ini pada umumnya disebut dengan relative sea level. Hal ini disebabkan karena pengukuran tinggi muka air laut bersifat relatif terhadap tinggi daratan terdekat. Pada pengukuran dengan setelit, maka zero point terletak di tengah pusat masa bumi (Mitchum, 2011).

Sea Level Rise (SLR) merupakan peningkatan volume air laut yang ng menyebabkan meningkatnya permukaan air laut. Sea Level Rise pada mulanya merupakan rangkaian proses pasang surut air laut. Namun, saat ini semakin tingginya muka air laut bukan lagi hanya karena proses dari pasang surut air laut tetapi juga pengaruh dari perubahan iklim global.

Sejak puncak zaman es 18.000 tahun yang lalu, sudah terjadi peningkatan ketinggian muka air laut setinggi 120 meter. Kenaikan tertinggi terjadi sebelum 6.000 tahun yang lalu. Setelah 3000 tahun yang lalu sampai abad ke -19 pertambahannya 0,1-0,2 mm/tahun, kemudian dari tahun 1900 kenaikannya 1-3 mm/tahun. Pada tahun 1992 satelit altimetri TOPEX/Poseidon mengindikasikan laju kenaikan muka air laut sebesar 3 mm/tahun. Abad ke-20 tinggi muka air laut diseluruh dunia telah meningkat 10-25 cm (Watson et al, 2015).

Berdasarkan laporan IPCC, 2001 (International Panel On Climate Change) bahwa rata - rata suhu permukaan global meningkat 0,3 - 0,60 C sejak akhir

abad ke-19 dan sampai tahun 2100 suhu bumi diperkirakan akan naik sekitar 1,4 - 5,80 C. Naiknya suhu permukaan global menyebabkan mencairnya es di kutub utara dan selatan bumi sehingga terjadilah kenaikan muka laut. Diperkirakan dari tahun 1999 s/d 2100 mendatang kenaikan muka air laut sekitar 1,4 - 5,8 m. Berdasarkan laporan terakhir, elevasi muka air laut rata-rata mengalami peningkatan dan diprediksi mencapai 30 cm dari level air laut rata-rata sepanjang abad 21.

2.3 Tipe Pasang Surut

Pasang surut itu terbagi menjadi beberapa tipe menurut frekuensi pasang dan surutnya per hari.

1. Pasang surut harian ganda (semi diurnal tide)

Dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hamper sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Jenis harian tunggal misalnya terdapat di perairan sekitar selat Karimata, antara Sumatra dan Kalimantan.

2. Pasang surut harian tunggal (diurnal tide)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pada jenis harian ganda misalnya terdapat di perairan Selat Malaka sampai ke Laut Andaman.

3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed tide prevailing semidiurnal)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pada pasang-surut campuran condong ke harian ganda (mixed tide, prevailing semidiurnal) misalnya terjadi di sebagian besar perairan Indonesia bagian timur.

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (mixed tide prevailing diurnal)

Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Sedangkan jenis campuran condong ke harian tunggal (mixed tide, prevailing diurnal).

Selain dengan melihat data pasang surut yang diplot dalam bentuk grafik, tipe pasang surut juga dapat ditentukan berdasarkan bilangan Formzal (F) yang dinyatakan dalam bentuk (Pond and Pickard, 1983):

$$F = \frac{(A01 + AK)}{(AM2 + AS2)}$$

dengan ketentuan:

$$F \leq 0,25 = \text{pasang surut tipe ganda}$$

$$0,25 < F \leq 1,5 = \text{pasang surut tipe campuran condong harian ganda}$$

$$1,50 < F \leq 3,0 = \text{pasang surut tipe campuran condong harian tunggal}$$

$$F > 3,0 = \text{pasang surut tipe tunggal}$$

dimana:

$$F = \text{bilangan formzal}$$

$$AK1 = \text{amplitude komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari}$$

$$AO1 = \text{amplitude komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan}$$

$$AM2 = \text{amplitude komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan}$$

$$AS2 = \text{amplitude komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari}$$

2.4 Interpolasi Titik Normal

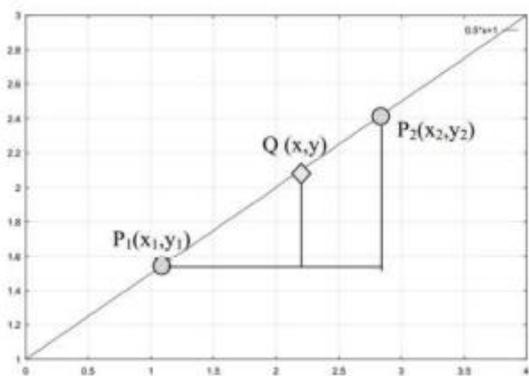
Interpolasi adalah metode untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang telah diketahui. Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur, sehingga terbentuk peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah.

Metode Inverse Distance Weighted (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (weight) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel.

Satelit altimetri memiliki ground track yang renggang, pada equator jarak antar titiknya sekitar 315 km atau 30 untuk lebar bujuranya. Jarak antar titik pengamatan (footprint) adalah sekitar 7 km atau sekitar 0.062880. Hal ini menyebabkan titik-titik pengamatan menjadi renggang dan tersebar sedemikian rupa. Untuk mengatasi masalah tersebut dapat digunakan interpolasi IDW untuk mendapatkan titik normal pengamatan.

2.5 Spece Intersection

Interpolasi linier digunakan untuk menentukan titik-titik diantara 2 titik yang telah diketahui nilainya (x,y) dengan menggunakan garis lurus.



Kurva untuk Interpolasi Linier

Persamaan garis lurus yang melalui dua titik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

Sehingga diperoleh persamaan interpolasi linier sebagai berikut:

$$y = \frac{y - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1) + y_1$$

2.6 Validasi Data

Validitas adalah ketepatan interpretasi yang dibuat dari hasil pengukuran atau evaluasi (Gronlund dan Linn, 1990). Kegunaan dari validasi data yaitu untuk mengetahui ketepatan dan kecermatan suatu instrumen pengukuran dalam melakukan fungsi ukur agar data yang didapat sesuai dengan tujuan diadakannya pengukuran.

Dalam penelitian ini validasi data pengamatan SLA yang digunakan diambil dari IOC-UNESCO (Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO). IOC merupakan organisasi PBB yang bergerak dibidang ilmu kelautan. Berdiri tahun 1960 sebagai badan organisasi yang otonom dibawah UNESCO. Organisasi ini memiliki tujuan mempromosikan kerjasama internasional dan mengkoordinasikan program dalam penelitian, layanan dan pengembangan kapasitas, untuk mempelajari lebih lanjut tentang sifat dan sumber daya laut dan pesisir dan untuk menerapkan pengetahuan bahwa untuk perbaikan manajemen, pembangunan berkelanjutan, perlindungan lingkungan laut, dan proses pengambilan keputusan dari negara-negara anggota. Selain itu, IOC diakui melalui Konvensi PBB tentang Hukum Laut (UNCLOS) sebagai organisasi internasional yang kompeten di bidang penelitian ilmiah kelautan dan transfer teknologi kelautan (www.ioc-unesco.org).

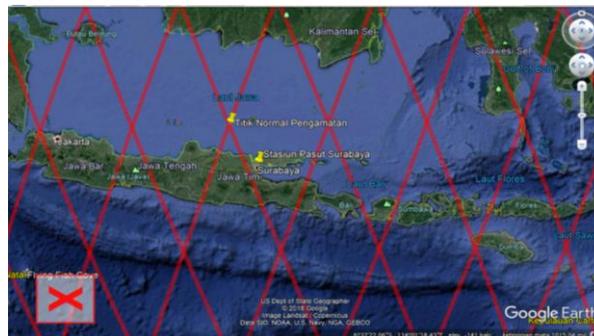
3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi

Lokasi penelitian ini berada pada titik cross over. Titik cross over adalah titik pertemuan atau perpotongan antara pass 127 (naik) dan pass 140 (turun), dimana posisinya terdapat pada pass locator file dengan format .kmz yang filenya bisa dibuka pada aplikasi Google

4

Earth. Orbit Ini dapat di download pada web Aviso Podaac. Studi kasus dalam penelitian ini adalah perairan Surabaya, Jawa Timur. Titik normal penelitian berada di titik cross over antara pass 127 dan 140 pada koordinat 111° 58'50" BT ; 5° 57'44" LU. Sedangkan pemilihan stasiun pasut milik IOC yang akan di jadikan data sekunder adalah stasiun pasut Surabaya yang terletak pada koordinat 112°44'26.11"BT ; 7°11'59.89"S.



Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

sebelum penelitian dimulai terdapat beberapa persiapan dalam penelitian ini. persiapan tersebut meliputi persiapan bahan yang akan digunakan dalam penelitian dan persiapan alat yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah: Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian adalah dengan menggunakan perangkat komputer yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

a. Alat

1. Merek Laptop : Hp 14 r201rtx
2. Sistem Operasi : Microsoft Windows 10 64bit
3. Processor : Intel® Core™ i5-5200U CPU @ 2.20GHz
4. RAM : 6.00 GB
5. DirectX Version : DirectX 11
6. Software : Microsoft World, Microsoft Excel 2016 dan Matlab 2009, Winrar
7. Hard disk : 500 GB

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data satelit altimetri Jason-2 pada tahun 2015-2017 di daerah perairan Surabaya Jawa Timur, dan data pengukuran stasiun pasut dari IOC di sekitar titik pengamatan selama tahun 2015-2017. Bahan data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

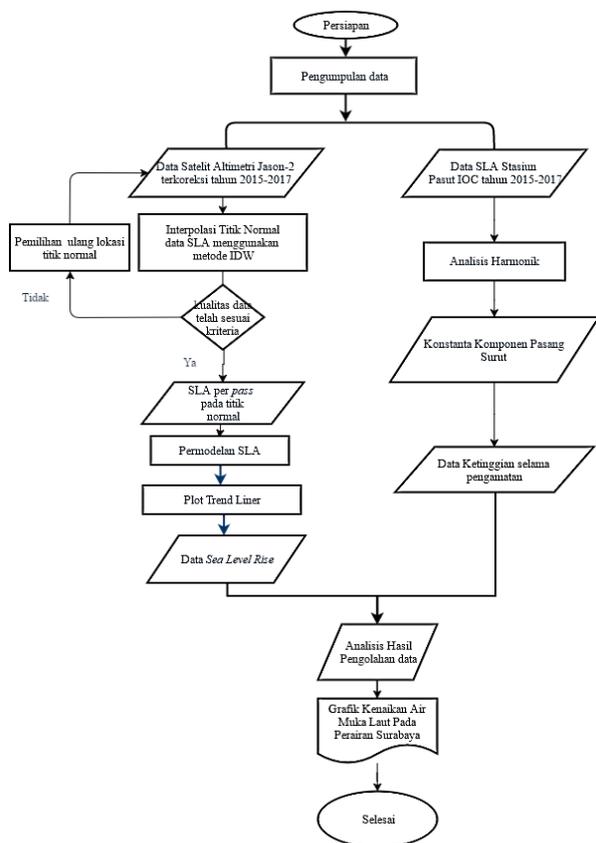
1. Data Primer

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data primer. Data primer penelitian ini adalah data satelit altimetri yang diunduh dari data satelit altimetri JASON-2 yang diunduh dari <http://rads.tudelft.nl>, Radar Altimeter Data Acquisition from RADS. Pengambilan data dapat dilakukan per cycle atau per pass. Data satelit altimetri JASON-2 berformat ASCII (American Standard Code for Information Interchange) yang diproduksi oleh RADS.

2. Data Sekunder

Untuk data sekunder yang digunakan adalah data pasang surut sebagai acuan dari International Oceanographic Commission (IOC). Data dari IOC dapat diunduh pada <http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/>.

3.3 Tahapan Penelitian



3.4 Pelaksanaan Pekerjaan

Pelaksanaan penelitian dilakukan sesuai diagram alir pada gambar 3.3 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Persiapan

Persiapan berupa meliputi persiapan bahan bahan yang mendukung dalam pembuatan laporan, berupa jurnal, data dan beberapa tahapan dalam penyusunan laporan.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses pengambilan data yang digunakan untuk penelitian dan pembuatan aplikasi berupa:

3. Data Satelit Altimetri Jason-2 tahun 2015-2017

Data Satelit Altimetri Jason-2 tahun 2015-2017 adalah data yang berformat ASCII tersedia dalam sebuah sistem basis data Radar Altimetry Database System (RADS). Sistem RADS dikembangkan oleh Delft Institute for Earth-Oriented Space Research dan NOAA Laboratory for Satellite Altimetry. RADS menyediakan portal web yang dapat diakses untuk mendapatkan data altimetri, dengan mengakses alamat <http://rads.tudelft.nl>.

4. Data SLA Stasiun Pasut IOC tahun 2015-2017 Data SLA Stasiun Pasut IOC tahun 2015-2017 adalah data yang digunakan sebagai untuk perbandingan dengan data dari satelit altimetri Jason-2. Data ini diambil dari hasil pengamatan Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC-UNESCO). Lembaga yang menyediakan informasi dan data tentang status operasional status pasang surut, bekerjasama dengan Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Jabatan Meteorologi Malaysia (METMalaysia) untuk pantai sekitar Indonesia dan Malaysia. Data dari IOC diunduh dari <http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/>.

5. Interpolasi Titik Normal Data SLA dengan Metode IDW

Titik-titik yang diamati Jason-2 akan diinterpolasi nilai SLA-nya terhadap titik normal sehingga nilai SLA yang digunakan didalam pengolahan data merupakan nilai SLA diatas titik normal. Dalam studi ini, nilai SLA diatas titik normal diperoleh dengan menggunakan interpolasi Inverse Distance Weight (IDW).

6. Permodelan SLA

Permodelan SLA adalah pembuatan grafik nilai SLA dari data hasil interpolasi titik normal dengan menggunakan Ms.Excel.

7. Plot Trend Linear

Plot Trend Linear adalah pembuatan garis trend linear untuk menganalisis terhadap perubahan variabel dari selang waktu tertentu dari waktu ke waktu.

8. Data Sea Level Rise

Data Sea Level Rise diperoleh setelah mengetahui nilai trend linear dapat mencari nilai kenaikan muka air laut dengan menggunakan rumus Sea Level Rise.

9. Analisis Harmonik

Analisis Harmonik pada penelitian ini menggunakan metode kuadrat terkecil (Least Square) yang diolah menggunakan Microsoft Excel 2016. Analisis harmonik ini bertujuan untuk menghitung nilai Amplitudo dari kondisi laut setempat terhadap pasang surut setimbang.

10. Konstanta Komponen Pasut

Konstanta Komponen Pasut didapat setelah melakukan analisis harmonik pada data SLA stasiun pasut IOC tahun 2015-2017. Konstanta Komponen Pasut pada tahap ini adalah konstanta komponen pasut hasil dari analisis Harmonik

dengan metode kuadrat terkecil yang telah lulus dalam Uji Chi-Square.

11. Analisis Hasil Pengolahan Data

Analisis hasil pengolahan data adalah tahapan menganalisis hasil kenaikan muka air laut pada lintasan ascending dan descending perairan Surabaya pada tahun 2015-2017.

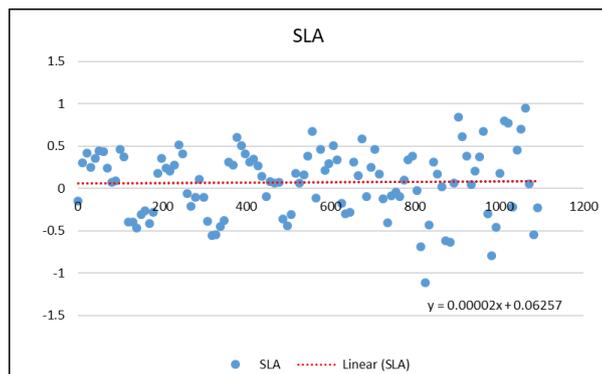
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan Sea Level Rise

Pengamatan laju Sea Level Rise dilakukan dengan mencari nilai trend linier pada data sea level anomaly yang di dapat dari satelit altimetri Jason-2. Pengamatan dilakukan pada pass naik dan pass turun. Sehingga didapat nilai sea level rise pada titik cross over.

4.1.1 Hasil Pengamatan Sea Level Rise pass 127 ascending

Berdasarkan data sea level anomaly lintasan ascending pass 127 yang di dapat dari satelit altimetri Jason-2. Hasil pengamatan pada perairan surabaya pada tahun 2015-2017 sebagai berikut :



Gambar 4. 11 Grafik SLA ascending pass 127 selama 2015-2017

Dari grafik diatas nilai trend liniernya adalah :

$$Y=0.00002x+0.0062$$

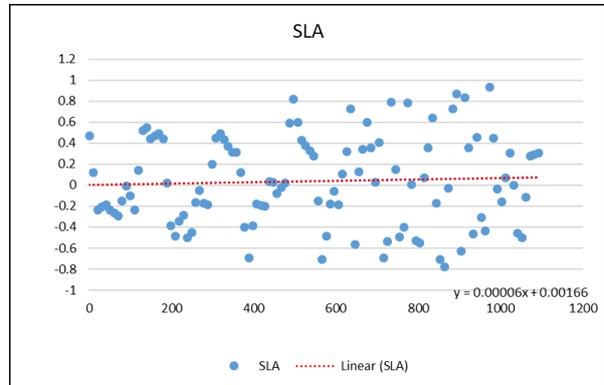
Karena hasil trend linier masih berupa satuan m/cycle , maka :

$$\text{Nilai SLR} = \frac{+0,00006 \times 1000}{\frac{9,9456}{365}} = +0.736214 \frac{\text{mm}}{\text{th}}$$

Hasil kenaikan muka air laut yang diperoleh dari nilai kenaikan trend linier untuk perairan surabaya pada lintasan ascending pass 127 tahun 2015-2017 adalah sebesar +0.736214mm/th.

4.1.2 Hasil Pengamatan Sea Level Rise pass 140 descending

Berdasarkan data Sea Level Anomaly lintasan descending pass 127 yang di dapat dari satelit altimetri Jason-2. Hasil pengamatan pada perairan surabaya pada tahun 2015-2017 sebagai berikut :



Gambar 4. 22 Grafik SLA descending pass 140 selama 2015-2017

Dari grafik diatas nilai trend liniernya adalah :

$$Y=0.00006x-0.00166$$

Karena hasil trend linier masih berupa satuan m/cycle , maka :

$$\text{Nilai SLR} = \frac{+0,0006 \times 1000}{\frac{9,9456}{365}} = +2.208641 \frac{\text{mm}}{\text{th}}$$

Hasil kenaikan muka air laut yang diperoleh dari nilai kenaikan trend linier untuk perairan surabaya pada lintasan ascending pass 127 tahun 2015-2017 adalah sebesar +2.208641 mm/th.

4.2 Analisis Pengamatan Sea Level Rise

Pada penelitian satelit altimetri Jason-2 pada tahun 2015-2017 dihasilkan nilai sea level rise di perairan Surabaya didapat kenaikan per tahunnya seperti tabel berikut:

Tabel 4. 1 Nilai SLR perairan Surabaya

| Titik Sample | Pass Number | SLR (mm/th) |
|-------------------|-------------|-------------|
| Perairan Surabaya | 127 | +0.736214 |
| | 140 | +2.208641 |

4.3 Analisis Perbedaan laju Sea Level Rise pada titik cross over

Titik cross over adalah titik perpotongan antara dua jalur satelit Altimetri yang terdiri dari lintasan naik (ascending) dan lintasan turun (descending) terhadap garis lintang. Waktu pengamatan pada titik cross over

akan berbeda antara jalur ascending dan descending. Perbedaan waktu ini menyebabkan perbedaan hasil pengamatan yang disebut juga difference height. Penyebab lain juga berupa kondisi perairan yang mempengaruhi perubahan permukaan air laut. Pada pengamatan ini hanya terdapat satu cross over. Hal ini dipengaruhi letak titik pengamatan yang sebagian besar dipengaruhi kondisi geografis yang cenderung berada di perairan yang sempit dan stasiun pasut yang tidak banyak tersedia di lokasi penelitian.

Tabel 4.2 Selisih Perbedaan Laju Sea Level Rise pada titik Cross Over

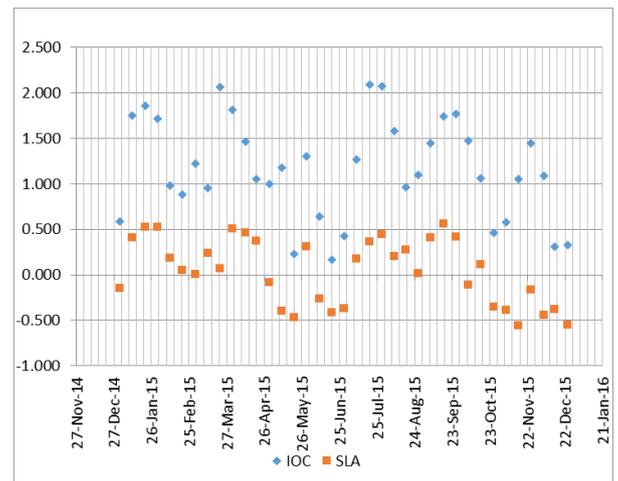
| Titik Sample | Ascending Pass | Descending Pass | Selisih |
|-------------------|----------------|-----------------|-----------|
| Perairan Surabaya | +0.736214 | +2.208641 | +1.472427 |

Berdasarkan tabel diatas nilai selisih titik cross over tidak melebihi nilai trend linier dari lintasan jalur naik (ascending) dan jalur turun (descending). Selisih yang besar anatara kedua pass ini terjadi dikarenakan adanya data error, data NaN dan fenomena alam yang terjadi di perairan Surabaya.

Fenomena alam berupa banjir yang terjadi di perairan Surabaya, data kosong dan data error pada pengamatan sea level anomaly mempengaruhi nilai sea level rise yang diamati oleh Satelit Altimetri Jason-2. Gempa bumi ataupun pergeseran lempeng tektonik juga mengakibatkan terjadinya perubahan ketinggian permukaan laut secara tidak beraturan yang dapat mempengaruhi nilai sea level anomaly, nilai data error dan data NaN pada pengamatan sea level anomaly mengakibatkan terjadinya kekosongan pada nilai sea level anomaly tersebut menyebabkan perubahan pada nilai trend linier.

4.4 Analisis Grafik SLA dengan Grafik Pasut IOC

Satelit Altimetri mampu menjangkau daerah lepas pantai untuk mengamati sea level rise. Kemampuan satelit ini melengkapi pengamatan pasang surut yang dilakukan di tepi pantai. Sehingga untuk menentukan nilai SLR kedua metode ini mampu memberikan hasil yang baik. Untuk validasi data maka dilakukan perbandingan grafik SLA antara data pengamatan satelit Altimetri dengan data hasil pengamatan pasang surut. Berikut pass naik (ascending) 127 dan pass turun (descending) 140:



Gambar 4. 33 Grafik perbandingan antara SLA pengamatan pass RADS dengan pasut IOC

5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya :

1. Dengan pengamatan Satelit Altimetri Jason-2 tahun 2015 sampai dengan 2017 mengalami kenaikan air muka laut pada pass 127 (ascending) dengan nilai +0.736214 mm/th Sedangkan pada pass 140 (descending) dengan nilai +2.208641 mm/th. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai yang disebabkan karena banyaknya data NaN dan data yang tidak terekam pada saat pengamatan.
2. Pada pengamatan Satelit Altimetri Jason-2 pada tahun 2015 sampai dengan 2017 menunjukkan adanya fenomena kenaikan muka air laut pada Perairan Surabaya, Jawa Timur.

5.2 SARAN

Saran yang dapat di berikan untuk penyempurnaan penelitian yang telah dilakukan dan penelitian lanjutan adalah:

1. Penelitian untuk mengamati sea level rise memerlukan waktu pengamatan yang lebih panjang agar nilai kenaikan dan nilai komponen pasut lebih akurat.
2. Penelitian selanjutnya perlu adanya pengolahan lebih lanjut hasil SLA yang tidak memiliki nilai (NaN) agar nilai hasil pengamatan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2001. Geodesi Satelit. PT Pradnya Paramita.
- Anugrah, Yan. 2007. Studi Variansi Bulanan Topografi Muka Laut Menggunakan Satelit Altimetri. Tugas Akhir. ITB
- AVISOO dan PODAAC. 2003. User Handbook IGDR and GDR Product edition 2.0. NASA dan CNES.
- Azpurua M. And Dos Ramos K. 2010. A Comparison of Spatial Interpolation Methods for Estimation of Average Electromagnetic Field Magnitude. Electromagnetic Research.
- Benveniste, J. dkk. 2009. Radar Altimetry Tutorial.
- Benada, R. 1997. Merged GDR (TOPEX/POSEIDON). Generation B USER'S HANDBOOK. Version 2.0, Physical Oceanography Distributed Active Archive Center, Jet propulsion Laboratory. California Institute Of Technology. USA.
- Cazenave, A., and R. S. Nerem, 2004. Present-Day Sea Level Change: Observatioand Causes, Rev. Geophys., 42, RG3001, doi:10.1029/2003RG000139.
- Daeli, Wira Rahmad. 2008. Penentuan Konstanta Pasut Laut di Wilayah Perairan Sibolga dari Data Topex/Poseidon (1992-2002) dengan Menggunakan Metode Analisis Harmonik. Tugas Akhir Institut Teknologi Bandung.
- Fang, et al. 2004. Empirical Cotidal Charts of The Bohai, Yellow, and East China Seas from 10 Years of TOPEX/POSEIDON Altimetry. Jurnal Geophysical Research, vol 109, C11006, doi: 10.1029/2004JC002484.
- Gunadi. 1999. Pemrosesan Topografi Muka Air Laut data Satelit Altimetri TOPEX/Poseidon; Studi kasus Laut Jawa dan Samudera Indonesia. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB.
- Handoko, Eko Yuli. 2004. Satelit Altimetri dan Aplikasinya di Bidang Kelautan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Hasanah R, Nia Naelul. 2009. Potensi sumberdata Akeologi Laut di Perairan Timur Sumatera. Jurnal Amoghapasa.
- IOC (2006) Manual on Sea - Level Measurement and Interpretation. Volume 4 – An Update to 2006 (Aarup T., Merrifield M., Perez B., Vassie I. and Woodworth P., eds). Intergovernmental Oceanographic Commission Manuals and Guides, no.14. IOC, Paris .
- IPCC (2001) Climate Change 2001: The Scientific Basis. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, 944 pp., U.K.
- IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policy Makers. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Jason-2 Periode 2008-2012. Tugas Akhir Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
- Khusuma, Fanani Hendy. 2008. Analisis Harmonik dengan Menggunakan Teknik Kuadrat Terkecil untuk Penentuan Komponen-Komponen Pasut di Perairan Dangkal dari data TOPEX/POSEIDON. Tugas Akhir Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung.
- Limantara, Yugi. 2013, Analisis Sea Level Rise Menggunakan Data Satelit Altimetri
- Mitchum, G. T. (2011). Sea level changes in the southeastern United States: past, present, and future. Florida Climate Institute/Southeast Climate Consortium.
- Mitchum, G. T. (1994), Comparison of TOPEX sea surface heights and tide gauge sea levels, J. Geophys. Res., 99(C12), 24,541–24,553.
- J. Moody (1996), Depo- atmosfer porsu nutrisi ke Cekungan Atlantik Utara, Biogeochemistry, 35 , 27–73, 1996
- Naeije, M. C., E. Wisse, R. Scharroo, and K. F. Wakker (1994), Ocean dynamics from the ERS-1 35-day repeat mission, in Proceedings of the Second ERS-1 Symposium, Hamburg, Germany, 11–14 October 1993, Eur. Space Agency Spec. Publ., ESA SP-361, vol. 1, edited by B. Kaldeich, pp. 501–506, January 1994.
- Ningsih, Bernadet Srimurniati. 2013. Penentuan Komponen-Komponen Pasang Surut dari Data Satelit Jason dengan Analisis Harmonik Metode Kuadrat Terkecil. Tugas Akhir Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
- Nurmaulia, S.L. 2008. Studi Aal Penentuan Model Pasut Dari Satelit Altimetri Topex dan Jason-1. Tesis Teknik Geodesi dan Geomatika Institut Teknologi Bandung.
- Pariwono, J.I. 1989. Kondisi Pasang Surut di Indonesia. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Pond S. And Pickard G.L., University of British Columbia, Vancouver, Canada, 1983, Page-349, Paper Back. Introductory Dynamical Oceanography,
- Scharroo, R., B. Greco, P. Femenias, J. Benveniste, and R. Francis (2002), The time tag bias of ERS altimeter data, in Proceedings of the ERSENVISAT Symposium, Gothenburg, Sweden, 16– 20 October 2000, Eur. Sp.

- Scharroo, R., P. Visser, and N. Peacock (2002), ERS orbit determination and gravity field model tailoring: Recent developments, in Proceedings of the ERS-ENVISAT Symposium, Gothenburg, Sweden, 16–20 October 2000, Eur. Space Agency Spec. Publ., ESA SP-461, p.11 pp.
- Scharroo, R. 2002. A Decade of ERS Satellite Orbits and Altimetry. Dissertation. Delft. University of Technology, Netherlands.
- Seeber, G. 1993. Satellite Geodesy, Foundations, Methods and Applications. Berlin : Walter de Gruyter.
- Seeber G. (2003) Satellite Geodesy – Foundations, Methods, and Applications , pp. 500 – 5 . Walter de Gruyter , Berlin .
- Smith, Arthur. 1999. Application of Satellite Altimetry for Global Ocean Tide Modeling. Delft University Press.
- Warrick, R. and Oerlemans, J. (with others), 1990. “Sea Level Rise.” In: Climate Change, the IPCC Scientific Assessment (Eds. J.T. Houghton, G.J. Jenkins and J.J. Ephraums), pp.263-281 Cambridge University Press. (R).
- Watson, C. S., N. J. White, J. A. Church, M. A. King, R. J. Burgette, and B. Legresy (2015), Unabated global mean sea-level rise over the satellite altimeter era, *Nature Climate Change*, 5(6), 565-+, doi: <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2635>.
- Watson C. , Tregoning P. and Coleman R. (2006) The impact of solid Earth tide models on GPS coordinate and tropospheric time series. *Geophysical Research Letters* 33, L08306 .
- Wuriatmo Hastho, Koesuma Sorja dan Mohtar Yunianto. 2012. Analisa Sea Level Rise Data Satelit Altimetri Topex/Poseidon, Jason-1 dan Jason-2 di Perairan Laut Jawa Periode 2000-2010. Tugas Akhir Universitas Sebelas Maret.
- <https://sealevel.jpl.nasa.gov/missions/ostmjason2/spacecraftandinstruments/> .Diakses pada tanggal 15 Oktober 2018.