



## Karakteristik Pasang Surut Surabaya Diamati Selama 5 Tahun (2015-2020)

### *Characteristics of Surabaya Tidal Station observed for 5 years (2015-2020)*

Dina Fitriana<sup>1</sup>, Mufti Petala Patria<sup>2</sup>, Eko Kusratmoko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Master Program of Marine Science Faculty of Mathematics and Science Universitas Indonesia

<sup>2</sup>Department of Biology Faculty of Mathematics and Science Universitas Indonesia

<sup>3</sup>Department of Geography Faculty of Mathematics and Science Universitas Indonesia

**Penulis Korespondensi:** dina fitriana | **Email:** dina.fitriana01@ui.ac.id

Diterima (*Received*): 7/Feb/2022 Direvisi (*Revised*): 5/Apr/2022 Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 5/Apr/2022

#### ABSTRAK

Badan Informasi Geospasial sudah membangun, dan mengelola 200 stasiun pasang surut di seluruh Indonesia. Salah satu lokasi stasiun pasang surut adalah di Surabaya di Dermaga PT PAL. Keberadaan stasiun pasang surut laut Surabaya sangat penting terutama bagi Badan Informasi Geospasial dan masyarakat sekitar, karena di wilayah tersebut hanya ada satu-satunya stasiun pasang surut permanen wilayah pesisir Surabaya. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik pasang surut laut di Surabaya yang diperoleh berdasarkan data tahun 2015-2020. Proses pengolahan data menggunakan perangkat lunak *Geomatix Geotide 3.0.23* yang menggunakan metode *Least Square* dalam perhitungannya. Hasil penelitian membuktikan bahwa rata-rata nilai LAT, MSL, dan HAT adalah -0.636, 1.110, 2.850 dalam satuan m (meter) yang ber-referensi ke palem pasut, sehingga ini adalah nilai muka laut yang lokal di Stasiun Surabaya. Kemudian dari perhitungan bilangan Formzal di stasiun pasang surut Surabaya diperoleh nilai 0.749 – 1.391, hal ini menjadi bukti bahwa tipe pasang surut Stasiun Surabaya adalah pasang surut campuran condong ke harian ganda dengan rata-rata bilangan formzahl 1.153. Sedangkan komponen pasang surut yang paling dominan mempengaruhi Stasiun Surabaya adalah K1 dan yang memiliki pengaruh yang kecil adalah MS4.

**Kata Kunci:** pasang surut, geospasial, formzal

#### ABSTRACT

The Geospatial Information Agency has built and manages 200 tidal stations throughout Indonesia. One of the tidal stations is in Surabaya at PT PAL Pier. The existence of a tidal station in Surabaya is very important, especially for the Geospatial Information Agency and the surrounding community, because there is only one permanent tidal station in the coastal area of Surabaya. This study aims to determine the characteristics of sea tides in Surabaya which were obtained based on data from 2015-2020. The data processing uses *Geomatix Geotide 3.0.23* software which uses the *Least Square* method in its calculations. The results of the study prove that the average values of LAT, MSL, and HAT are -0.636, 1.110, 2.850 in m (meters) with reference to the tidal palm, so this is a local sea level value at Surabaya Station. Then from the calculation of the Formzahl number at the Surabaya tidal station, a value of 0.749 – 1.391 is obtained, this is evidence that the tidal type at the Surabaya Station is mixed tide, inclined to double daily with an average Formzahl number of 1.153. Meanwhile, the tidal component that most dominantly affects Surabaya Station is K1 and the one with the least effect is MS4.

**Keywords:** tides, geospatial, formzal

© Author(s) 2022. This is an open access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

### 1. Pendahuluan

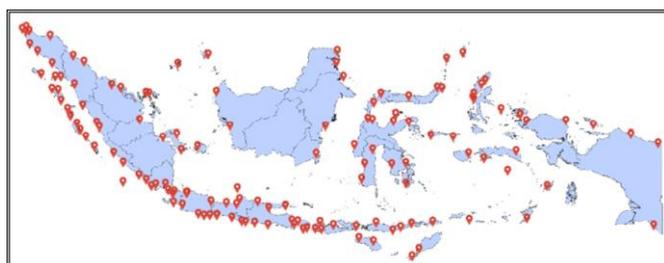
Fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi, dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat

diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil. Matahari memiliki massa 27 juta kali lebih besar dibandingkan dengan bulan, tetapi jaraknya sangat jauh dari bumi (rata-rata 149,6 juta km) sedangkan bulan sebagai satelit bumi berjarak (rata-rata 381.160km). Dalam mekanika alam semesta jarak sangat menentukan dibandingkan

dengan massa, oleh sebab itu bulan mempunyai peran besar dibandingkan matahari dalam menentukan pasang surut, dimana daya tarik bulan  $\pm 2,25$  kali lebih besar dibandingkan matahari. (Pasomba dkk, 2019). Pasang surut laut adalah kejadian naik atau turunnya permukaan air laut yang merupakan realisasi dari gaya gravitasi bulan terhadap bumi dan matahari terhadap bumi.

Data pasang surut laut sangat bermanfaat baik langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, bacaan pasang atau surut membantu nelayan dalam memarkirkan kapal-kapal di pesisir pantai. Manfaat tidak langsung salah satunya adalah referensi pemetaan bidang vertikal. Karena bumi 70% adalah lautan dan sifatnya air laut selalu memiliki permukaan datar, sehingga dapat dijadikan sebagai bidang acuan vertikal dalam pemetaan. Pasang surut selain fenomena gerakan paras laut yang periodik secara vertikal, juga gerakan arus pasang surut periodik secara horizontal. Pengetahuan tentang waktu, ketinggian dan arus pasang surut sangat penting bagi keperluan navigasi, pekerjaan rekayasa kelautan seperti pelabuhan, bangunan penahan gelombang, juga untuk keperluan lainnya seperti militer, penangkapan ikan, dan olahraga bahari (Suhaemi dkk, 2018).

Badan Informasi Geospasial dibentuk berdasarkan amanat Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tentang 2011 tentang Informasi Geospasial, dan dikukuhkan pada tahun 2014 berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 9 Tahun 2014. Pada pasal 12 Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 13 Tahun 2021 tertulis bahwa Sistem referensi vertikal selain Geoid sebagaimana dimaksud dalam pasal 11 huruf a juga meliputi: a. elipsoid referensi; dan b. datum pasang surut. (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial, 2011)



Gambar 1 Sebaran Stasiun Pasang Surut  
(sumber : [www.ina-sealevelmonitoring.big.go.id/ipasoet/](http://www.ina-sealevelmonitoring.big.go.id/ipasoet/))

Sebagai lembaga yang menjalankan amanat Undang-Undang, Badan Informasi Geospasial sudah membangun, dan mengelola 200 stasiun pasang surut yang disebar di seluruh Indonesia (Gambar 1), salah satunya adalah di Surabaya. Lokasi stasiun pasang surut di Surabaya terletak pada 7.2086 LS dan 112.726 BT. Terletak di

Kelurahan Ujung Kecamatan Semampir, Kota Surabaya tepatnya di Dermaga milik PT PAL, Kelurahan Ujung sekaligus menjadi ibu kota kecamatan Semampir yang memiliki luas wilayah 1.62 km<sup>2</sup>, memiliki curah hujan rata-rata 524,4 mm/bulan (data tahun 2018), suhu rata-rata 28,9°C, dan jumlah penduduk 36.443 jiwa (Wibowo, 2020). PT PAL yaitu sebagai salah satu industri strategis milik BUMN yang memproduksi alat utama sistem pertahanan Indonesia khususnya untuk matra laut yang tentu memiliki peran penting dan strategis dalam mendukung pengembangan industri maritim nasional (Profil Perusahaan PT PAL, 2022)

Keberadaan stasiun pasang surut Surabaya sangat penting terutama bagi Badan Informasi Geospasial dan masyarakat sekitar, karena di wilayah tersebut hanya ada satu-satunya stasiun pasang surut permanen, stasiun pasang surut terdekat lainnya sampai tahun 2020 baru ada di Tuban. Sehingga data pasang surut laut Surabaya menjadi stasiun yang harus menjadi prioritas dalam pengelolaan dan perawatannya karena hanya dari stasiun pasang surut Surabaya dapat diketahui informasi muka air laut yang sangat berguna untuk kelanjutan tugas pokok dan fungsi Badan Informasi Geospasial. Bagi masyarakat sekitar stasiun pasang surut dapat dijadikan acuan tinggi air saat akan melakukan pemancingan, parkir kapal, juga untuk pembangunan infrastruktur agar dapat dibangun mengacu pada muka air rata-rata di wilayah tersebut. Pencatatan informasi pasang surut yang akurat secara real-time sangat penting untuk keselamatan navigasi kapal, pengembangan dan pemanfaatan sumber daya laut, dan mitigasi dan pencegahan bencana laut, teknik pesisir, eksplorasi minyak, dll. (Abubakar dkk, 2019)

Menurut (Haryono & Sri, 2004) jenis pasang surut pada stasiun pasang surut laut Surabaya adalah pasang surut campuran, tidak diketahui berapa panjang data yang digunakan dalam penelitian tersebut, dan perangkat lunak yang digunakan adalah TOGA. Kemudian, (Muhidin dkk, 2020) menggunakan data tahun 2018-2019 menghasilkan informasi bahwa Surabaya memiliki tipe pasang surut campuran condong kehari ganda, seperti penelitian sebelumnya, (Muhidin dkk, 2020) juga menggunakan perangkat lunak TOGA untuk mengolah data. Kedua penelitian sebelumnya menggunakan data sebelum tahun 2020, dan lama pengamatan data kurang dari 5 (lima tahun). Oleh karena penelitian sebelumnya menggunakan data pengukuran yang lebih singkat dan menggunakan perangkat lunak TOGA yang saat ini sudah tidak digunakan di Badan Informasi Geospasial hal ini tentu dapat menjadi masalah apabila hasil penelitian terdahulu dapat berbeda dengan perangkat lunak yang saat ini digunakan sehingga harus dikonfirmasi ulang dengan penelitian baru menggunakan perangkat lunak yang baru yaitu *Geomatix Geotide 3.0.23*. Penelitian ini juga menggunakan data pengamatan yang lebih panjang daripada penelitian sebelumnya yaitu 5 (lima) tahun dari tahun 2015 sampai 2020. Pada pengolahan data, semakin panjang data pengamatan semakin baik hasil penelitian.

Panjang data pengamatan stasiun berpengaruh pada ketelitian MSL. Semakin panjang data pengamatan yang digunakan MSL yang dihasilkan akan semakin stabil (Nuardi dkk, 2015). Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik pasang surut laut di Surabaya yang diperoleh berdasarkan data tahun 2015-2020 menggunakan perangkat lunak *Geotide*. Sehingga diharapkan hasil penelitian yang baru dapat memperkaya penelitian yang sudah ada.

## 2. Data dan Metodologi

Bagian ini menjelaskan secara rinci tentang penelitian yang dilakukan, meliputi lokasi penelitian, data yang digunakan, dan metodologi yang diterapkan.

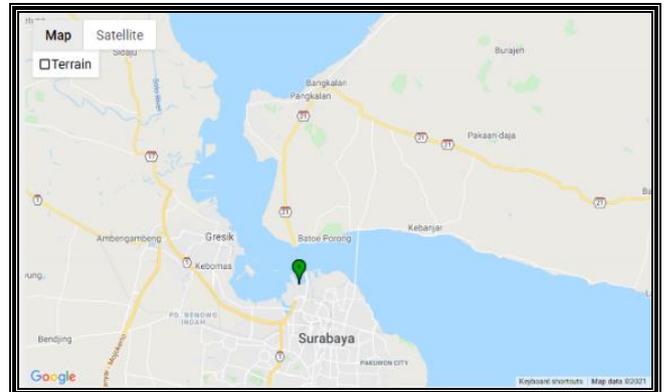
### 2.1. Data dan Lokasi

Data stasiun pasang surut bisa diakses langsung di website <http://ina-sealevelmonitoring.big.go.id/> dan bisa juga melakukan permintaan data penelitian ke [info@big.go.id](mailto:info@big.go.id). Data pasang surut merupakan salah satu sumber pemasukan bagi PNB (Penerimaan Negara Bukan Pajak). Untuk penelitian dapat mengajukan permintaan data dengan nilai Rp. 0 (dibaca nol rupiah) sesuai dengan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 5 Tahun 2015 Tentang Kriteria Pihak Tertentu dan Tata Cara Pengenaan Tarif Rp. 0 (Nol Rupiah) atas Penerimaan Negara Bukan Pajak yang Berlaku pada Badan Informasi Geospasial. Dengan adanya aturan ini diharapkan pemanfaatan data geospasial dalam penelitian dapat meningkatkan penggunaannya sehingga nilai manfaat dari data geospasial yang dihasilkan oleh Badan Informasi Geospasial meningkat juga.

Data yang digunakan adalah data pengamatan tahun 2015 sampai 2020 di stasiun pasang surut laut Surabaya milik Badan Informasi Geospasial. Data pengamatan stasiun Surabaya bereferensi ke palem pasang surut. Palembang pasang surut sudah dihubungkan ke referensi BM Pasang Surut yang diukur menggunakan alat ukur Global Positioning System (GPS) sehingga data pasang surut stasiun Surabaya sudah bisa direferensikan ke bidang SRGI.2013 yang merupakan referensi pemetaan yang legal Indonesia.

Lokasi stasiun pasang surut Surabaya tidak berada pada muara sungai untuk menghindari pengaruh debit sungai terhadap pasang surut laut yang diamati, terlindung atau dilindungi dari gelombang laut, namun tetap memiliki akses langsung ke lautan baik pada keadaan pasang ataupun surut, mudah diakses pada segala cuaca dan keadaan, memiliki sedimen dasar laut yang stabil (tidak berlumpur) dan keras untuk menghindari turunnya kedudukan alat pengamat pasang surut, kedalaman laut di daerah sekitar stasiun pasang surut relatif homogen (tidak ada variasi kedalaman yang ekstrim), lokasi harus memudahkan untuk pelaksanaan pengawasan dan pemeliharaan stasiun. (Badan Standardisasi Nasional, 2013)

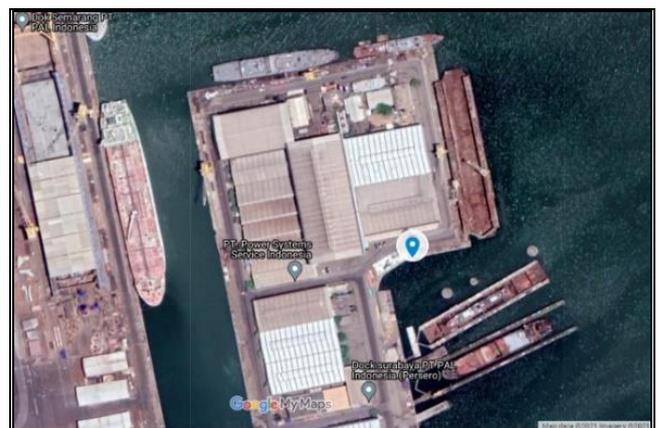
Stasiun pasang surut di Surabaya terletak pada  $7^{\circ}.207$  LS dan  $112^{\circ}.726$  BT (Gambar 2). Terletak di Kelurahan Ujung Kecamatan Semampir, Kota Surabaya tepatnya di Dermaga milik PT PAL, Kelurahan Ujung sekaligus menjadi ibu kota kecamatan Semampir. Berikut ini adalah lokasi stasiun pasang surut Surabaya dari citra satelit yang diambil dari *google maps* :



Gambar 2 Lokasi Stasiun Pasang Surut Surabaya dengan basemap peta (sumber : Google My Maps)



Gambar 3 Lokasi Stasiun Pasang Surut Surabaya basemap satelit skala kecil (sumber : Google My Maps)



Gambar 4 Lokasi Stasiun Pasang Surut Surabaya basemap satelit skala besar (sumber : Google My Maps)

Akses ke lokasi dapat dicapai menggunakan kendaraan roda-4. Stasiun pasang surut Surabaya secara fisik dapat dilihat pada (Gambar 5) berikut ini :

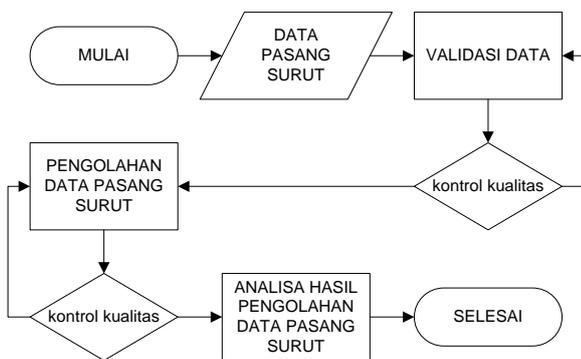


Gambar 5. Bagunan Fisik Stasiun Pasang Surut Surabaya (sumber : Badan Informasi Geospasial)

Data yang didapatkan dalam format txt bulanan, dari Januari 2015 hingga Desember 2020. Semua data merupakan data mentah hasil pengamatan dari sensor-sensor di stasiun pasang surut Surabaya yang sudah dikirim ke server pengumpul data di kanto Badan Informasi Geospasial.

## 2.2. Metodologi

Setiap pengukuran selalu dihindangi kesalahan, sehingga setiap data pasang surut yang ada harus melalui proses validasi data pasang surut untuk membersihkan kesalahan blunder dan kesalahan sistematis. Setelah validasi selesai barulah data pasang surut dapat diolah lebih lanjut.



Gambar 6 Metode Penelitian

Metode penelitian (Gambar 6) menggunakan pengolahan data metode kuadrat terkecil (*the least square methode*) dengan perangkat Lunak Geomatix Geotide 3.0.23. Pada prinsipnya metode *Least Square* meminimumkan persamaan elevasi pasut, sehingga diperoleh persamaan simultan. (Fadhilla, dkk, 2017). Metode least square adalah metode yang digunakan untuk menganalisa komponen pasut sehingga elevasi pasut dapat diprediksi. Komponen pasut

yang timbul oleh faktor astronomi dan pasang surut perairan dangkal bersifat periodik, sedangkan gangguan faktor meteorologi bersifat musiman dan kadang-kadang sesaat saja. Tanpa memperhatikan faktor meteorologi, maka elevasi pasang surut merupakan penjumlahan dari komponen yang membentuknya dan dapat dinyatakan dalam fungsi sinus. Persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut (Ongkosongo, 1989):

$$\eta(t) = S_0 + \sum_{i=1}^N A_i \cos(\omega_i t - P_i) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan rumus :

- $\omega_i$  =  $2\pi T_i$ ,
- $T_i$  = merupakan periode komponen
- $P_i$  = Fase ke-i
- $\eta(t)$  = Elevasi pasang surut (fungsi waktu)
- $A_i$  = Amplitudo ke-i
- $S_0$  = Mean Sea Level
- $T$  = waktu
- $N$  = Jumlah Komponen

Hasil dari pengolahan perangkat lunak adalah 9 (sembilan) nilai komponen pasang surut yang utama yaitu : M<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, K<sub>1</sub>, O<sub>1</sub>, M<sub>4</sub>, MS<sub>4</sub>, K<sub>2</sub> dan P<sub>1</sub>. Proses selanjutnya, untuk mengetahui jenis pasang surut laut dapat digunakan bilangan Formzahl yaitu dengan perhitungan rumus perhitungan bilangan Formzahl menurut (Kusuma dkk, 2021) :

$$F = \frac{A_{K_1} + A_{O_1}}{A_{M_2} + A_{S_2}} \dots \dots \dots (2)$$

dalam hal ini :

- $A_{K_1}$  : amplitudo dari unsur pembangkit pasang surut  $K_1$
- $A_{O_1}$  : amplitudo dari unsur pembangkit pasang surut  $O_1$
- $A_{M_2}$  : amplitudo dari unsur pembangkit pasang surut  $M_2$
- $A_{S_2}$  : amplitudo dari unsur pembangkit pasang surut  $S_2$
- $F$  : Bilangan Formzahl
- $M_2$  : Konstanta harmonik (Posisi bulan mempengaruhi)
- $S_2$  : Konstanta harmonik (Posisi matahari mempengaruhi)
- $O_1$  : Konstanta harmonik (Deklinasi bulan mempengaruhi)
- $K_1$  : Konstanta harmonik (Deklinasi bulan dan matahari mempengaruhi)

Sedangkan konstanta lainnya adalah (Suhaemi dkk, 2018):

- $N_2$  : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak bulan
- $K_2$  : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak matahari
- $O_1$  : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh

deklinasi bulan

- P1 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari
- K1 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari dan bulan
- M4 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh pengaruh ganda
- MS4 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh interaksi antara M2 dan S2.

Dimana hasil dari nilai F akan menentukan tipe pasang surutnya, dengan klasifikasi sesuai dengan nilai F yang dihasilkan dari perhitungan persamaan 2 diatas, klasifikasinya sesuai dengan tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Tabel Formzal

Bilangan Formzal	Tipe Pasang Surut
$0 < F \leq 0,25$	Pasang surut harian ganda ( <i>semidiurnal</i> )
$0,25 < F \leq 1,50$	Pasang surut campuran condong ke harian ganda
$1,50 < F \leq 3,00$	Pasang surut campuran condong ke harian tunggal
$F > 3,0$	Pasang surut harian tunggal ( <i>diurnal</i> )

Tahapan selanjutnya adalah analisis data menggunakan perangkat lunak wpsoffice untuk melihat perubahan nilai masing-masing komponen pasang surut dalam kurun waktu data pengamatan dari Januari 2015 – Desember 2020.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini meliputi beberapa hal penting yaitu :

1. Datum pasang surut
2. Komponen harmonik pasang surut laut
3. Tipe pasang surut

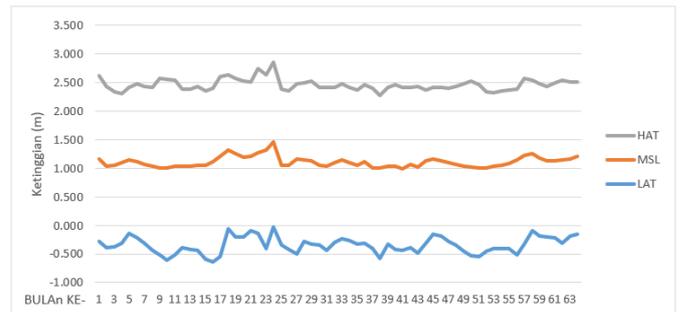
#### 3.1. Datum pasang surut

Datum pasang surut yang dimaksud pada penelitian ini adalah datum vertikal. Datum pasang surut vertikal suatu kedudukan permukaan laut yang dijadikan sebagai bidang referensi ketinggian datum pasut vertikal antara lain : Highest Astronomical Tide (HAT), MSL, dan Lowest Astronomical Tide (LAT). (Badan Standardisasi Nasional, 2013). Hasil pengolahan data pasang surut dilakukan secara bulanan dari tahun 2015-2020 menghasilkan datum pasang surut sebagaimana yang akan ditampilkan dalam tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 Datum Pasang Surut

Datum	Maksimum	Minimum	Rata-Rata
LAT	-0.029	-0.636	-0.344
MSL	1.464	0.998	1.110
HAT	2.850	2.276	2.462

LAT (*Low Astronomy Tides*) adalah nilai angka muka air laut terendah yang diperoleh dari data pengamatan, MSL (*Mean Sea Level*) adalah nilai rata-rata dari semua data pengamatan muka air laut, dan HAT (*High Astonomical Tide*) adalah nilai muka air laut tertinggi sepanjang data pengamatan. Dari hasil penelitian diperoleh pada tabel 2 LAT -0.636 m artinya muka air laut terendah ada pada 63.6 cm dibawah titik 0 palem. MSL 1.110 m menginformasikan ketinggian muka laut rata-rata selama pengamatan, dan HAT 2.850 m artinya muka laut tertinggi selama pengamatan ada pada nilai tersebut. Muka laut LAT, MSL, dan HAT selama pengamatan dari tahun 2015 sampai 2020 disajikan dalam grafik pada gambar 5 berikut ini.

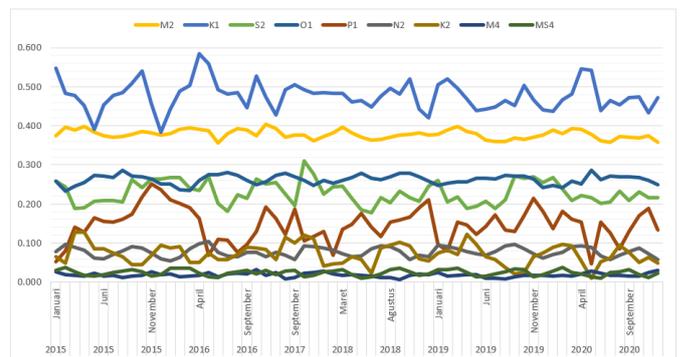


Gambar 7 Grafik Muka Laut dari Januari 2015 hingga Desember 2020

Dari (Gambar 7) dapat diperoleh informasi bahwa LAT, MSL, dan HAT setiap bulan mengalami perubahan bukan merupakan nilai yang absolut tetapi selalu fluktuatif tergantung dengan berbagai faktor terutama gaya gravitasi bulan dan matahari. Selain itu perubahan tinggi muka laut di Indonesia sangat dipengaruhi oleh pola musim angin (Fadlan & Rosanti, 2019)

#### 3.2. Komponen harmonik pasang surut laut

Pengolahan data selain menghasilkan gambaran muka laut yang berubah-ubah setiap bulannya, juga dihasilkan komponen harmonik pasang surut yang dapat digambarkan pada (Gambar 6) berikut ini.



Gambar 6 Komponen Pasang Surut Surabaya

Ada 9 komponen pasang surut yang dihasilkan dari pengolahan data yaitu M2, K1, S2, O1, P1, N2, K2, M4, dan

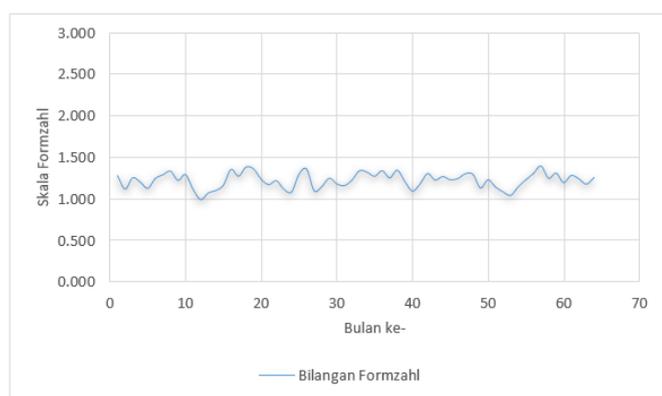
MS4. Gambar 6 menginformasikan bahwa komponen pasang surut di Stasiun Surabaya didominasi oleh K1 dengan nilai tertinggi diantara komponen harmonik pasang surut lainnya, nilai K1 adalah 0.585 sesuai dengan tabel 3. Sedangkan M4 menjadi komponen yang paling kecil nilainya diantara komponen harmonik pasang surut di Stasiun Surabaya dengan nilai 0.007 dapat dilihat pada tabel 3. Nilai konstanta harmonik rata-rata M2 adalah 0.378, S2 senilai 0.229, O1 bernilai 0.262, P1 senilai 0.146, N2 senilai 0.077, K2 senilai 0.072, dan MS4 senilai 0.378 sesuai yang sudah diinformasikan pada tabel 3. Dalam hal ini dapat diperoleh informasi bahwa pengaruh bulan dan matahari sama-sama dominan di stasiun pengamatan pasang surut di Surabaya ini. Hal ini sesuai dengan penelitian dari (Richasari dkk, 2019) nilai konstanta yang paling dominan mempengaruhi tipe pasut di perairan utara Surabaya adalah konstanta K1, M2, O1, S2.

Tabel 3. Komponen Pasang Surut 5 Tahun Data

Komponen	Maksimum	Minimum	Rata-Rata
M2	0.403	0.356	0.378
K1	0.585	0.383	0.477
S2	0.310	0.178	0.229
O1	0.285	0.232	0.262
P1	0.251	0.047	0.146
N2	0.104	0.055	0.077
K2	0.128	0.010	0.072
M4	0.032	0.007	0.018
MS4	0.038	0.010	0.024

### 3.2. Tipe Pasang Surut

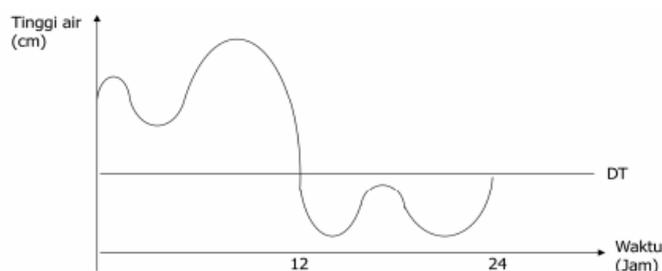
Hasil perhitungan data dari 2015 sampai 2020 dihasilkan informasi tipe pasang surut di Stasiun Surabaya bisa dilihat pada grafik dalam (Gambar 7) berikut ini :



Gambar 7. Skala Formzahl

Perhitungan bilangan Formzahl di stasiun pasang surut Surabaya adalah 1.153 – 1.220, dengan rata-rata bilangan formzahl 1.153, hal ini menunjukkan bahwa selama tahun 2015 hingga 2020 tipe pasang surut di Stasiun Surabaya adalah pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*) yaitu keadaan yang

dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan tinggi dan periode berbeda seperti pada (Gambar 8). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Mahatmawati dkk, 2009) yang membuktikan bahwa nilai kisaran bilangan Formzahl untuk perairan Perak Surabaya sebesar 0.15-4.20, tetapi nilai yang dominan adalah 0.26-1.5 yang tergolong dalam tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Sedangkan (Mahatmawati dkk, 2009) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa Surabaya memiliki tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda. Yang dimaksud dengan tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda yaitu pasang surut yang terjadi karena dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat di perairan Indonesia Timur.



Gambar 8. *Mixed Tide Prevailing Semi Diurnal*

## 4. Kesimpulan

Penelitian menggunakan pengolahan data pasang surut dengan metode *Least Square Adjustment* dan panjang data pengamatan 5 (lima) tahun yaitu dari tahun 2015 hingga 2020 diperoleh hasil berupa informasi rata-rata nilai MSL adalah 1.110, LAT data ada pada nilai -0.636 m dan HAT 2.850 m dengan referensi palem pasut. Referensi pemetaan palem artinya nilai LAT, MSL, dan HAT ini merupakan nilai muka laut yang bersifat lokal sekitar stasiun pasang surut di Stasiun Surabaya. Komponen pasang surut yang paling dominan mempengaruhi Stasiun Surabaya adalah K1, dan yang memiliki pengaruh yang kecil adalah MS4. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh bulan dan matahari sama-sama kuat di stasiun pasang surut Surabaya. Tipe pasang surut Stasiun Surabaya adalah pasang surut campuran condong ke harian ganda yang artinya dalam sehari akan terjadi dua pasang dan dua surut dengan tinggi dan periode yang berbeda hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata formzahl 1.153.

## 5. Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini (*The authors declare no competing interest*).

## 6. Referensi

- Abubakar, A. G., Mahmud, M. R., Tang, K. K. W., Hussaini, A., & Md Yusuf, N. H. (2019). A Review of Modelling Approaches on Tidal Analisis and Prediction. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(4/W16), 23–34. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W16-23-2019>
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 7924:2013 Instalasi stasiun pasang surut* (Patent No. 7924:2013). <https://202.4.179.213/uploadsfile/sni-7924-2013.pdf>
- Fadlan, A., & Rosanti, R. (2019). *Variabilitas Tinggi Muka Laut di Indonesia Berdasarkan Pengamatan Satelit Altimetri*. [http://sinasinderaja.lapan.go.id/files/sinasja2019/prosiding/56\\_Variabilitas%20Tinggi%20Muka%20Laut%20di%20Indonesia%20Berdasarkan%20Pengamatan%20Satelit%20Altimetri.pdf](http://sinasinderaja.lapan.go.id/files/sinasja2019/prosiding/56_Variabilitas%20Tinggi%20Muka%20Laut%20di%20Indonesia%20Berdasarkan%20Pengamatan%20Satelit%20Altimetri.pdf)
- Haryono, & Narni, S. (2004). Karakteristik Pasang Surut Laut di Pulau Jawa. *FORUM TEKNIK VOL. 28, NO. 1. JANUARI 2004*, 28, 1–5. <https://jurnal.ugm.ac.id/mft/article/download/1071/900>
- Kusuma, H. A., Lubis, M. Z., Oktaviani, N., & Setyono, D. E. D. (2021). Tides Measurement and Tidal Analysis at Jakarta Bay. *JOURNAL OF APPLIED GEOSPATIAL INFORMATION*, 5(2), 494. <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAGI>
- Mahatmawati, A. D., Efendy, M., & Siswanto, A. D. (2009). Geo Perbandingan Fluktuasi Muka Air Laut Rerata (MLR) di Perairan Pantai Utara Jawa Timur dengan Perairan Pantai Selatan Jawa Timur. *Jurnal Kelautan*, 2. <https://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan/article/view/900>
- Muhidin, A., Atmawidjaja, R. R., & Riadi, B. (2020). Analisis Tipe dan Karakteristik Pasang Surut di Pulau Jawa. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Geodesi Universitas Pakuan*. <https://jom.unpak.ac.id/index.php/teknikgeodesi/article/view/1415>
- Nuardi, D. N., Yudo, P., & Wijaya, A. P. (2015). Analisis Pasang Surut Air Laut Menggunakan Data IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) untuk Menentukan Chart Datum di Perairan Cilacap. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(2). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/8508/8272>
- Ongkosongo, O. S. R. (1989). Penerapan Pengetahuan dan Data Pasang Surut. In *Puslitbang*.
- Pasomba, T., Jasin, M. I., & Jansen, T. (2019). Analisis pasang surut pada daerah pantai Tobolo kelurahan Tobolo kota Ternate Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 7(11), 1515–1526. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/26113>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial, Pub. L. No. 4, Presiden Republik Indonesia (2011). <https://jdih.big.go.id/hukumjdih/1587>
- Profil Perusahaan PT.PAL. (2022). 4 Februari 2022 15:20 WIB. <https://www.pal.co.id/dewan-direksi-3/>
- Richasari, D. S., Rohmawati, C. N., & Fitriana, D. (2019). Analisis Perbandingan Konstanta Harmonik Pasang Surut Air Laut Menggunakan Software GeoTide dan Toga (Studi Kasus: Stasiun Pasang Surut Surabaya, Jawa Timur, Indonesia). *Seminar NasionalSPI-4, 10 Oktober 2019, Padang, Sumatera Barat*. <https://doi.org/10.21063/SPI4.2019.t>
- Suhaemi, R. S., & Marhan. (2018). Penentuan Tipe Pasang Surut Perairan pada Alur Pelayaran Manokwari dengan Menggunakan Metode Admiralty. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 2(1), 57–64. [www.ejournalfpikunipa.ac.id](http://www.ejournalfpikunipa.ac.id)
- Wibowo, S. (2020). *Kota Surabaya dalam Angka Surabaya 2020*. <https://surabayakota.bps.go.id/publication/2020/05/19/4b5506b7a089a61c75ef6cc9/kota-surabaya-dalam-angka-2020.html>