

ANALISIS DATA PASANG SURUT DI PANTAI SINDULANG KOTA MANADO

Agitha P. Kurniawan

M. Ihsan Jasin, J. D. Mamoto

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: agthkurniawan@gmail.com

ABSTRAK

Pantai Sindulang merupakan salah satu pantai di kota Manado yang direncanakan pemerintah Provinsi Sulawesi Utara untuk dijadikan area proyek reklamasi sebagai salah satu upaya pemerintah dalam pengembangan kota. Proyek reklamasi merupakan perencanaan besar maka perlu dilakukan analisis sebab pada kenyataannya setiap pantai memiliki karakteristik yang berbeda. Pasang surut merupakan salah satu yang perlu dianalisis terlebih dahulu karena memiliki berbagai jenis atau kondisi yang berbeda-beda pada setiap wilayah pantai juga sebagai acuan dari penentuan tingginya elevasi lahan yang akan direklamasi. Analisis ini dilakukan dengan tujuan menentukan komponen, tipe pasang surut, dan elevasi muka air laut yang terjadi pada Pantai Sindulang Kota Manado menggunakan metode Admiralty dengan data 29 hari pengamatan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh tipe pasang surut di Pantai Sindulang adalah Campuran Condong ke Harian Ganda (Mixed Tide Prevailing Semidiurnal) dengan nilai $0 < F < 2.5$ dimana $F = 0.180$.

Kata kunci: *Pantai, Sindulang, Pasang Surut, metode Admiralty*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi.

Indonesia sebagai negara kepulauan mempunyai lebih dari 3700 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km Ini menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat Indonesia melakukan kegiatan sehari-hari di daerah sekitar pantai baik sebagai pemukiman, pertanian, perikanan, maupun pariwisata.

Adanya berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan jumlah kebutuhan lahan yang juga diiringi dengan meningkatnya jumlah pembangunan infra-struktur. Akibatnya timbul masalah-masalah baru pada daerah pantai sehingga mengalami ketidakstabilan dan kerusakan. Sebagai kota berkembang salah satu upaya yang dilakukan pemerintah untuk pengembangan adalah dengan dibukanya areal proyek reklamasi pantai.

Pantai Sindulang merupakan pantai yang terletak di Kelurahan Sindulang Dua Kecamatan Tuminting, yang secara administratif terletak pada $1^{\circ}30'42''$ LU dan $124^{\circ}50'34''$ BT adalah kawasan yang direncanakan akan diadakan reklamasi

selanjutnya oleh pemerintah kota Manado. Selain harus mempertimbangkan keuntungan dan kerugian terlebih dahulu pada perencanaan reklamasi kawasan Boulevard II dalam hal ini adalah Pantai Sindulang, perlu juga adanya analisis awal seperti menganalisis pengaruh pasang surut sebagai salah satu data yang dibutuhkan dalam perencanaan reklamasi.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dibutuhkan penelitian berupa studi kasus tentang analisis data pasang surut yang dapat digunakan sebagai data acuan ataupun informasi selanjutnya dalam perencanaan reklamasi.

Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah yang akan diteliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Analisis yang dilakukan adalah analisis besaran serta jenis pasang surut yang terjadi pantai Sindulang
2. Pengolahan data pasang surut menggunakan metode *Admiralty*
3. Penentuan elevasi muka air laut terhadap fenomena pasang surut

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan besaran dan jenis pasang surut dengan menggunakan metode *Admiralty* serta

menentukan elevasi muka air laut pada pantai Sindulang.

Manfaat Penelitian

1. Memperoleh pengetahuan tentang fenomena pasang surut dan menentukan tipe pasang surut.
2. Sebagai referensi kepada pemerintah dan pihak terkait dalam pengembangan kawasan Pantai Sindulang

LANDASAN TEORI

Gambaran Umum Pantai

Ada dua istilah tentang kepantaian dalam Bahasa Indonesia yang sering rancu pemakaiannya, yaitu pesisir (coast) dan pantai (shore). Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut. Sedang pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah

Pantai merupakan gambaran nyata interaksi dinamis antara air, angin dan material (tanah). Angin dan air bergerak membawa material tanah dari satu tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya lagi di daerah lain secara terus-menerus. Dengan kejadian ini menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai. Dalam kondisi normal, pantai selalu bisa menahan gelombang dan mempunyai pertahanan alami untuk melindungi diri dari serangan arus dan gelombang.

Pasang Surut

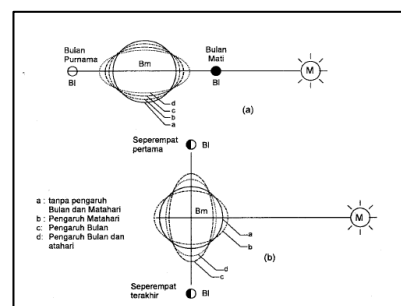
Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik menarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari terhadap bumi. Gaya Tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari. Pasang surut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Meskipun ukuran bulan lebih kecil dari matahari, gaya tarik gravitasi bulan dua kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dalam

membangkitkan pasang surut laut karena jarak bulan lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut berdasarkan teori kesetimbangan adalah rotasi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari, revolusi bumi terhadap matahari. Sedangkan berdasarkan teori dinamis adalah kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi (gaya coriolis), dan gesekan dasar. Selain itu juga terdapat beberapa faktor lokal yang dapat mempengaruhi pasut suatu perairan seperti, topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan sebagainya, sehingga berbagai lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan.

Pasang Surut Purnama dan Perbani

Karena peredaran bumi dan bulan pada orbitnya, maka posisi bumi-bulan-matahari selalu berubah setiap saat. Revolusi bulan terhadap bumi ditempuh dalam waktu 29,5 hari (jumlah hari dalam satu bulan menurut kalender tahun kamariah, yaitu tahun yang didasarkan pada peredaran bulan). Pada setiap sekitar tanggal 1 dan 15 (bulan muda dan bulan purnama) posisi bumi-bulan-matahari kira-kira berada pada hampir garis lurus (Gambar 1a), sehingga gaya Tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling memeperkuat. Dalam keadaan ini terjadi pasang surut purnama (pasang besar, *spring tide*), di mana tinggi pasang surut sangat besar dibanding pada hari-hari yang lain. Sedang pada sekitar tanggal 7 dan 21 (seperempat dan tiga perempat revolusi bulan terhadap bumi) dimana bulan dan matahari membentuk sudut siku-siku terhadap bumi (Gambar 1b) maka gaya tarik bulan terhadap bumi saling mengurangi. Dalam keadaan ini terjadi pasang surut perbani (pasang kecil, neap tide) di mana tinggi pasang surut kecil di banding dengan hari hari yang lain. Gambar 1. menunjukkan variasi pasang surut selama satu bulan yang menunjukkan terjadinya pasang surut purnama dan perbani.



Gambar 1. Kedudukan Bumi-Bulan-Matahari Saat (a) Pasang Purnama dan (b) Perbani

Tipe Pasang Surut

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama. Di suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe, yaitu

1. Pasang Surut Harian Ganda (*Semi Diurnal Tide*)
 Dalam suatu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di Selat Malaka sampai Laut Andaman.
2. 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. Pasang surut jenis ini banyak terdapat di perairan Indonesia Timur.
3. Pasang Surut Harian Tunggal (*Diurnal Tide*)
 Dalam satu hari terjadisatu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan selat Karimata.
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. Pasang surut jenis ini terdapat di Selat Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.

Metode Admiralty

Metode Admiralty merupakan metode empiris berdasarkan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan pada awal abad ke 20. Metode ini terbatas untuk menguraikan data pasang surut selama 15 atau 29 hari dengan interval pencatatan 1 jam. Metode ini menghitung amplitudo dan ketertinggalan *phasa* dari sembilan komponen pasut serta muka laut rata-rata (MSL). Tinggi muka air laut rata-rata (MSL) biasanya ditetapkan dari suatu *bench mark* tertentu yang dijadikan acuan leveling di daerah survey.

Bilangan *Formzhal*

Bilangan *Formzhal* yakni pembagian antara amplitudo konstanta pasang surut harian utama dengan amplitudo konstanta pasang surut ganda utama. Hasil perhitungan bilangan *Formzhal* ini

akan menentukan jenis pasang surut apakah yang terjadi pada lokasi penelitian. Persamaan *Formzhal* (Anugrah, 2009) sebagai berikut:

$$F = \frac{A(K1) + A(O1)}{A(M2) + A(S2)}$$

dimana:

- F = Bilangan *Formzhal*
- O1 = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik bulan
- K1 = Amplitudo komponen pasut tunggal utama yang disebabkan gaya tarik surya
- M2 = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik bulan
- S2 = Amplitudo komponen pasut ganda utama yang disebabkan gaya tarik surya

Dengan demikian klasifikasi pasang surut adalah:

1. Pasang surut harian ganda jika $F \leq 0.25$
2. Pasang surut campuran (ganda dominan) jika $0.25 < F \leq 1.5$
3. Pasang surut campuran (tunggal dominan) jika $1.5 < F \leq 1.5$
4. Pasang surut harian tunggal jika $F > 3$

Elevasi Muka Air Rencana

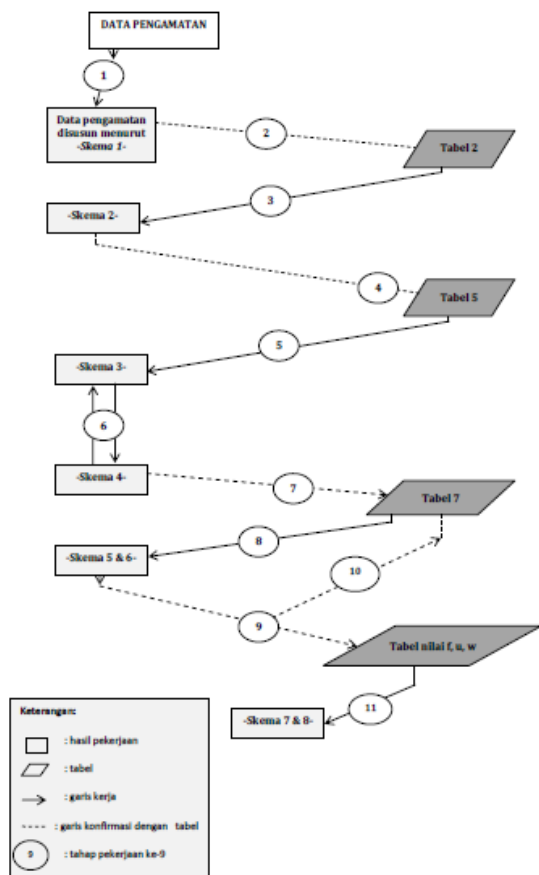
Elevasi muka air rencana diperlukan untuk pengembangan dan pengelolaan daerah pantai. Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Muka air tinggi (*high water level, HWL*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- b. Muka air rendah (*low water level, LWL*), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- c. Muka air tinggi rerata (*mean high water level, MHWL*), adalah rerata dari muka air tinggi.
- d. Muka air renda rerata (*mean low water level, MLWL*), adalah rerata dari muka air rendah.
- e. Muka air laut rerata (*mean sea leve, MSL*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.
- f. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level, HHWL*), adalah air tinggi tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- g. Muka air rendah terendah (*lowest low water level, LLWL*), adala air rendah terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- h. *Higher high water level* (HHWL), adalah air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran

i. *Lower low water level (LLWL)*, adalah air terendah dari dua air rendah dalam satu hari

Elevasi muka air rencana dapat ditentukan menggunakan komponen-komponen pasang surut yang didapat dari perhitungan analisa pasang surut dengan metode *Admiralty* diatas. Berikut penentuan elevasi muka air rencana :

- MSL = A(S0)
- HHWL = Muka Air tertinggi
- LLWL = Muka air terendah
- MHWL = MSL + (Range/2)S
- MLWL = MSL - (Range/2)
- Range = (2*A(M2))+A(S2)



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data Pasang Surut Metode Admiralty

Reklamasi

Reklamasi lahan adalah proses pembentukan lahan baru di pesisir atau bantaran sungai. Reklamasi adalah kegiatan yang dilakukan dalam rangka meningkatkan manfaat sumberdaya lahan yang ditinjau dari sudut lingkungan dan sosial ekonomi dengan cara pengurugan, pengeringan lahan atau drainase. Reklamasi bertujuan untuk menambah luasan daratan untuk suatu aktivitas yang sesuai di wilayah tersebut. Sebagai contoh

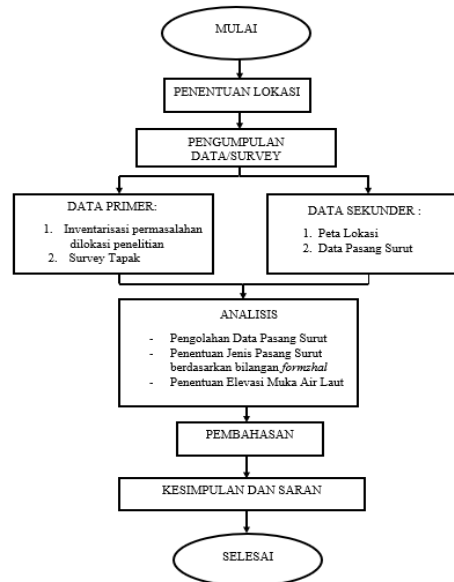
pemanfaatan lahan reklamasi adalah untuk keperluan industri, kawasan pariwisata, kawasan pemukiman, juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan konservasi wilayah pantai.

Ada beberapa sistem yang menyangkut pertimbangan-pertimbangan, yaitu tujuan reklamasi itu sendiri, kondisi dan lokasi lahan, serta ketersediaan sumber daya. Beberapa sistem tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem Kanalisasi
2. Sistem Polder
3. Sistem Urugan

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Pasang Surut Metode Admiralty

Data pasang surut yang diperoleh merupakan data yang diperoleh dari lembaga BIG (Badan Informasi Geospasial). Data pasang surut tersebut digunakan untuk penentuan tipe pasang surut serta elevasi muka air laut yang terjadi setelah dianalisis dengan metode *Admiralty*. Berdasarkan skema perhitungan pasang surut metode Admiralty, maka analisa data dari hasil pengukuran pasang surut di Pantai Sindulang adalah sebagai berikut.

Susunan Data Pasang Surut di Pantai Sindulang Periode 1 s/d 29 Oktober 2018 menurut Skema I

ditentukan tipe pasang surut yang terjadi di pantai Sindulang dengan menggunakan bilangan *Formzhal* (F). Dimana F ditentukan sebagai berikut:

$$F = \frac{K1+01}{M2+S2} = \frac{32+46}{330+103} = 0.180$$

dimana:

- F = Nilai *Formzhal*
- A = Amplitudo
- K1 dan 01 = Konstanta pasut harian utama
- M2 dan S2 = Konstanta pasut ganda utama

Pasang surut termasuk pasang surut tipe Campuran Condong ke Harian Ganda (*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal*) dengan nilai $0 < F < 2.5$

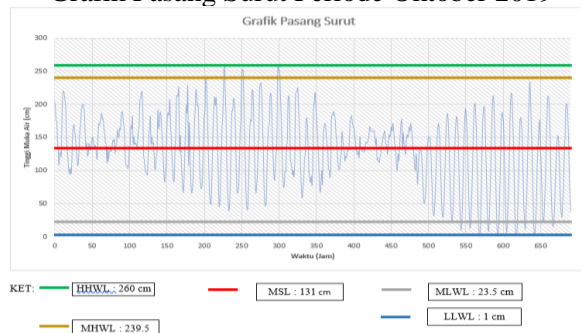
Penentuan Elevasi Muka Air Laut

Tabel 12. Elevasi Muka Air Laut

| Elevasi Muka Air | Data | Satuan |
|------------------|-------|--------|
| HHWL | 260 | cm |
| MHWL | 239.5 | cm |
| MSL | 131 | cm |
| MLWL | 23.5 | cm |
| LLWL | 1 | cm |
| Range | 216.0 | cm |

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik Pasang Surut Periode Oktober 2019



PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data pasang surut di Pantai Sindulang Kota Manado, maka dapat disimpulkan:

1. Tipe pasang surut yang terjadi di Pantai Sindulang ialah tipe Pasang Surut Harian Ganda (*Semi Diurnal Tide*) dengan nilai $F=0.180 \leq 0.25$ dimana konstanta-konstanta yang didapat dari hasil analisis adalah sebagai berikut:

| | S0 | M2 | S2 | N2 | K1 | 01 | M4 | MS4 | K2 | P1 |
|--------|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|
| A(cm): | 131 | 87 | 42 | 11 | 32 | 46 | 0 | 1 | 11 | 10 |
| g': | 0 | 330 | 103 | 21 | 39 | 27 | 46 | 317 | 103 | 39 |

2. Elevasi muka air laut tertinggi (HHWL) terjadi sebesar 260 cm (+129 cm dari MSL) dan elevasi muka air laut terendah terjadi sebesar 1cm (-130 cm dari MSL).

Saran

1. Nilai elevasi muka air tertinggi (HHWL) yang diperoleh sebesar 260 cm sebaiknya menjadi acuan atau dasar dalam perencanaan sistem reklamasi, dan juga acuan dalam menentukan tinggi elevasi lahan yang akan direklamasi.
2. Hasil analisis pasang surut ini juga dapat membantu program pemerintah terkait perencanaan reklamasi ataupun pengembangan selanjutnya pada daerah Pantai Sindulang.

DAFTAR PUSTAKA

Bachmid, Munifah., M. Ihsan Jasin, J. D. Mamoto, 2018. *Analisis Pasang Surut di Pantai Moinit Pada Daerah PLTU Amurang Kabupaten Minahasa Selatan*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.4 April 2018 (225-234) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Badan Informasi Geospasial, 2018. Data Pasang Surut Bulan Oktober 2018 Pantai Sindulang.

Fadillah, 2014. *Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty*. Skripsi Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang

Korto, Jufri., M. Ihsan Jasin, J. D. Mamoto, 2015. *Analisis Pasang Surut di Pantai Nuangan (Desa Iyok) Boltim dengan Metode Admiralty*. Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.6 Juni 2015 (391-402) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Triadmojo, Bambang, 1999. *Pelabuhan*, Beta Offset, Yogyakarta.

Triadmojo, Bambang, 1999. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.