

KONSTANTA HARMONIK PASANG SURUT PERAIRAN TELUK TOTOK SULAWESI UTARA

Harmonic constants of tides in the seawaters of Totok bay, North Sulawesi Royke M. Rampengan¹

¹Dosen pada Laboratorium Geomorfologi Pantai dan Hidrooseanografi, Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado

ABSTRACT

Study about harmonic constants of tides has been conducted in Totok Bay. The aim of this study was to describe the tidal harmonic constants and tidal behaviors, mean sea level, and tidal range in Totok Bay. The result indicated that the tidal behavior in Totok Bay is mixed tide, predominant semidiurnal with less than 200 cm of tidal range.

Keywords : tides, harmonic constants, Totok Bay, North Sulawesi

PENDAHULUAN

Pasang surut (pasut) merupakan salah satu fenomena di perairan yang sangat penting untuk ditelaah. Pengetahuan tentang pasut sangat diperlukan dalam kegiatan transportasi laut, kegiatan di pelabuhan, pembangunan di daerah pesisir, bahkan dalam menunjang segala bentuk penelitian yang dilakukan berhubungan dengan perairan laut.

Variabilitas pasut di perairan Indonesia dan Asia Tenggara, termasuk salah satu yang sangat besar di dunia (Pariwono, 1989a). Kondisi perairan laut Indonesia yang relatif luas dan terbentang dari lintang utara ke lintang selatan mengakibatkan fenomena pasut di berbagai perairan Indonesia menjadi cukup kompleks.

Demikian juga dengan fenomena pasut yang terjadi di perairan Sulawesi Utara. Secara garis besar, perairan Sulawesi Utara dapat dibagi menjadi bagian perairan yang terletak (menghadap) pada Laut Sulawesi, dan bagian perairan yang terletak atau berhadapan dengan Laut Maluku. Perbedaan luasan dan letak kedua laut ini mengakibatkan perbedaan pada karakteristik pasut yang bekerja pada kawasan pantai Semenanjung Minahasa, masing-masing yang letaknya berhadapan dengan kedua laut tersebut.

Pada kawasan pantai Semenanjung Minahasa yang berhadapan dengan Laut Sulawesi, informasi menyangkut karakteristik pasut telah cukup memadai dengan tersedianya data komponen harmonik pasut beserta pendugaan data pasut setiap tahun yang dikeluarkan oleh Jawatan Hidrooseanografi. Data tersebut, setiap tahunnya tersedia untuk kawasan pantai sekitar pelabuhan Manado dan untuk perairan sekitar pelabuhan Bitung. Dengan demikian, kegiatan pembangunan di kawasan pantai, maupun banyak kegiatan lain yang dilakukan di kawasan perairan pantai Semenanjung Minahasa pada bagian ini, dapat memanfaatkan informasi pasut yang tersedia.

Sebaliknya, pada kawasan pantai Semenanjung Minahasa yang berhadapan dengan Laut Maluku, informasi menyangkut karakteristik pasut, terutama menyangkut konstanta harmonik pasut belum atau sangat kurang dipublikasikan. Padahal, pada kawasan pantai dan perairan sekitar pantai pada kawasan ini juga cukup intensif dimanfaatkan. Banyak permukiman penduduk terletak sangat dekat dengan pantai, usaha-usaha budidaya laut yang dilakukan juga terletak di kawasan perairan pantai. Demikian juga dengan infrastruktur berupa jalan, telah dibangun sepanjang kawasan daratan pesisir.

Dipandang dari segi penyediaan data pasut, sebenarnya pada kawasan pantai Semenanjung Minahasa yang berhadapan dengan Laut Maluku telah cukup tersedia datanya, bahkan dengan seri pengukuran yang cukup panjang. Data tersebut antara lain yang diukur oleh PT. Newmont Minahasa Raya. Walaupun demikian, data tersebut belum dianalisis sehingga informasi menyangkut komponen harmonik pasut pada kawasan perairan pantai ini belum tersedia.

Pada hakekatnya, komponen harmonik pasut adalah konstanta-konstanta pasut yang diuraikan dari resultan gaya pembangkit atau penggerak terjadinya pasut. Hal ini dapat dilakukan karena adanya keteraturan terhadap faktor-faktor pembangkit pasut. Keteraturan tersebut, pada akhirnya tidak saja membuat dapat diperkirakan sejumlah konstanta pasut, tetapi dengan diperolehnya sejumlah konstanta tersebut, keberadaan pasut pada waktu ke depan dapat diprediksikan.

Bertolak dari uraian sebelumnya, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menyediakan informasi menyangkut pasut pada kawasan pantai Semenanjung Minahasa yang berhadapan dengan Laut Maluku. Informasi yang ingin disediakan, khususnya berupa konstanta harmonik pasut dan beberapa karakter pasut lainnya, seperti muka laut rata-rata (MLR) dan tunggang air pasang surut

(tidal range). Diharapkan, dengan tersedianya informasi ini dapat menjadi penunjang kegiatan

pembangunan yang dilakukan pada kawasan daratan pesisir di wilayah ini.

METODOLOGI PENELITIAN

Konstanta harmonik pasut dihitung berdasarkan data pengukuran pasut yang dilakukan oleh PT. Newmont Minahasa Raya selama periode Januari-Oktober 2000. Data ini termasuk seri data terbaik yang diukur, tanpa mengalami kesenjangan pengukuran. Alat ukur yang digunakan ditempatkan pada kawasan perairan Teluk Totok.

Pengolahan data pasut dilakukan dengan menggunakan metode Admiralty mengacu pada Soeroso (1989). Pengolahan data pasut menggunakan metode Admiralty terdiri dari dua bentuk pengolahan, yaitu pengolahan dengan menggunakan data sebanyak 15 piantan, dan pengolahan dengan menggunakan 29 piantan. Ketersediaan seri data pengukuran yang cukup baik (tidak banyak terdapat data hilang), menjadi alasan penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bentuk pengolahan 29 piantan.

Perhitungan konstanta harmonik pasut dengan metode Admiralty, dilakukan melalui tahapan perhitungan sejumlah skema, mulai dari skema 1 yang berisi data mentah sampai akhirnya memperoleh skema 8 (Djaja, 1989). Pada tahap akhir perhitungan (yang menghasilkan skema 8), akan diperoleh sejumlah konstanta harmonik

utama. Perhitungan ini, dilakukan untuk data pasut setiap bulan, mulai Januari sampai Oktober 2000.

Berdasarkan hasil perhitungan konstanta harmonik pasut, selanjutnya dapat ditentukan sifat pasut perairan dengan menerapkan formula Formzhal (F) (Pariwono, 1989b), sebagai berikut: $F = (K_1 + O_1) / (M_2 + S_2)$ di mana: F adalah bilangan Formzhal, K_1 dan O_1 konstanta pasut harian tunggal utama, serta M_2 dan S_2 konstanta pasut harian ganda utama. Selanjutnya dari besarnya nilai F yang diperoleh, dapat ditentukan tipe pasut yang terjadi pada perairan tersebut, di mana: (1) jika $F \leq \frac{1}{4}$, termasuk pasang ganda, (2) jika $\frac{1}{4} < F \leq 1 \frac{1}{2}$, termasuk pasang campuran (dominan harian ganda), (3) jika $1 \frac{1}{2} < F \leq 3$, termasuk pasang campuran (dominan harian tunggal), dan (4) jika $F > 3$, termasuk pasang tunggal.

Di kawasan perairan pantai, pasut yang menjalar mengalami resonansi, terutama oleh kondisi morfologi pantai. Hal ini mengakibatkan sejumlah komponen pasut utama, dalam penalarannya terefleksi kedalam sejumlah konstanta pasut tambahan. Konstanta-konstanta pasut tambahan tersebut, baik yang merupakan konstanta harian ganda maupun yang harian tunggal, selanjutnya diuraikan menurut Schureman (1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode Admiralty, diperoleh sejumlah konstanta pasang surut utama beserta dengan duduk tengah muka

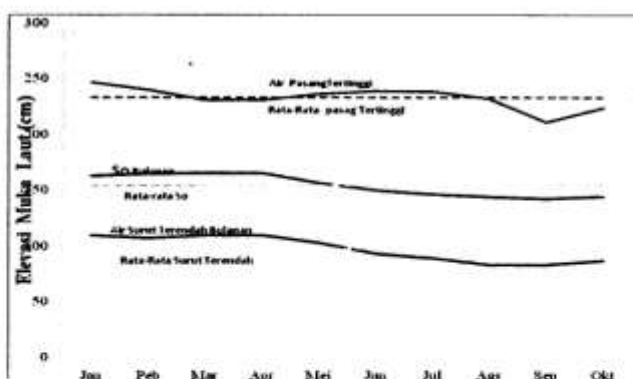
laut rata-rata (S_0). Rata-rata dari keseluruhan nilai-nilai tersebut ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil perhitungan terhadap delapan komponen harmonik utama berdasarkan data pasut perairan laut Teluk Totok selama periode amatan Januari-Desember 2000

| Simbol | Komponen harmonik utama | | | | | | | |
|--------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | S_0 | M_2 | S_2 | N_2 | K_1 | O_1 | M_4 | MS_4 |
| A (cm) | 154,1 | 25,5 | 21,8 | 2,6 | 21,7 | 13,3 | 5,4 | 1,6 |
| g^0 | | 133,3 | 187,9 | 114,4 | 259,0 | 230,3 | 192,8 | 52,8 |

S_0 (duduk tengah muka laut) perairan Teluk Totok memiliki rata-rata 154,1 cm yang nilainya lebih besar dari S_0 perairan Teluk Manado yang dihitung berdasarkan data prediksi pasut perairan Teluk Manado yang dikeluarkan oleh Jawatan Hidrooseanografi yakni 120 cm. Walaupun demikian, kedua nilai S_0 ini tidak dapat secara langsung dibandingkan, karena titik ikat di daratan (Benchmark) kemungkinan tidak sama. Pada data prediksi dari Jawatan Hidrooseanografi sendiri

tidak diberikan keterangan mengenai titik ikat yang menjadi referensi. Nilai S_0 yang diperoleh, sebenarnya cukup bervariasi mulai Januari sampai Oktober 2000. Variasi tersebut ditimbulkan oleh berbagai faktor, baik oleh faktor-faktor pembangkit pasut, maupun kondisi lokal yang berubah sepanjang waktu. Adapun variasi dari nilai duduk tengah muka laut (S_0) dan puncak-puncak pasang tertinggi, serta lembah-lembah surut terendah setiap bulannya diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Fluktuasi bulanan elevasi duduk tengah muka laut (So) saat surut terendah dan pasang tertinggi perairan laut Teluk Totok selama periode amatan Januari-Desember 2000

Pada Gambar 1 terlihat bahwa duduk tengah muka laut mulai Januari sampai Mei berada di atas nilai rata-rata keseluruhan duduk tengah. Demikian juga dengan posisi surut terendah setiap bulannya. Kurva surut terendah ini mengikuti bentuk kurva duduk tengah perairan. Kurva air pasang tertinggi sedikit berbeda dari dua kurva lainnya. Pada kurva pasang tertinggi, meskipun mengalami penurunan mulai Januari, tetapi pada sekitar pertengahan tahun kembali mengalami peningkatan, dan akhirnya menurun lagi. Secara tepatnya, nilai So bervariasi antara 142,4 - 165,3 cm. Air pasang tertinggi bervariasi antara 211 - 247 cm, rata-rata 232,9 cm, sedangkan air surut terendah bervariasi antara 83 - 110 cm, rata-rata 97,5 cm. Kurva air pasang tertinggi, air surut terendah dan duduk tengah perairan juga memperlihatkan adanya perbedaan jarak nilai antara rata-rata duduk tengah perairan ke rata-rata pasang tertinggi dan rata-rata surut terendah. Jarak nilai dari rata-rata duduk tengah perairan ke rata-rata pasang tertinggi tercatat 78,76 cm, yang lebih besar dari jarak nilai ke surut terendah yang hanya sebesar 56,64 cm.

Tanggung air pasang surut yang secara kasar dapat langsung dihitung dari rata-rata surut terendah dan rata-rata pasang tertinggi, yaitu 135,4 cm. Tanggung air pasang surut ini jauh lebih rendah dari tanggung air pasang surut yang terdapat di perairan Teluk Manado dan umumnya perairan yang terdapat di Laut Sulawesi. Tanggung air pasang surut di Teluk Manado berada pada kisaran lebih dari 200 cm. Secara geomorfologi pantai, tanggung air pasang surut yang terdapat pada lokasi penelitian mengindikasikan bahwa kerja agen geomorfik pada kawasan-kawasan pantai sekitar Teluk Totok ini didominasi oleh kerja gelombang. Dengan demikian, lahan-lahan hasil bentukan pasut pada kawasan pantai ini terbentuk akibat konfigurasi garis pantai,

terutama terumbu dan struktur pulau yang melindungi garis pantai.

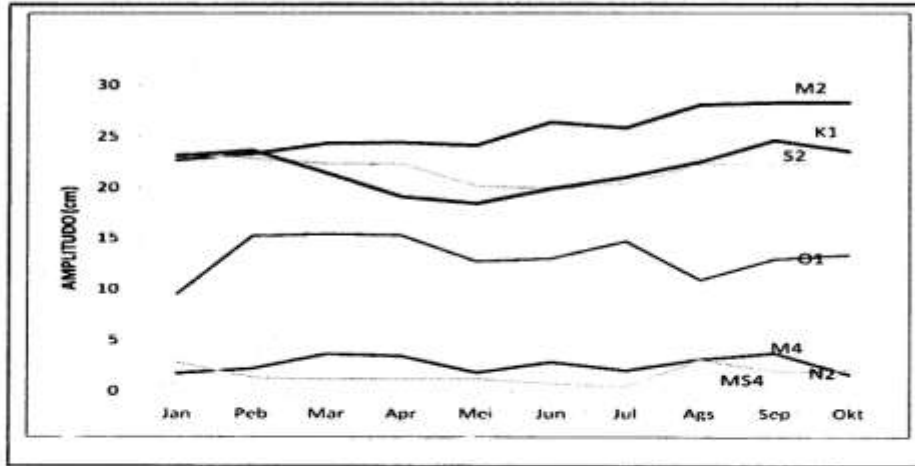
Berdasarkan komponen harmonik utama yang diperoleh, selanjutnya diperoleh bilangan Formzahl (F) untuk menentukan tipe pasang surut daerah kajian. Bilangan F yang diperoleh bervariasi dari 0,66 sampai 0,84 (rata-rata 0,74). Dengan bilangan F sebesar ini, maka pasut pada daerah kajian diklasifikasikan bersifat campuran yang condong ke harian ganda. Pada tipe pasut yang sedemikian, umumnya perairan mengalami dua kali pasang dan dua kali surut setiap harinya. Akan tetapi, pada minimal $\frac{1}{2}$ siklus periode umur bulan akan terjadi pasang surut yang tidak sempurna dua kali pasang dan dua kali surut. Pada minimal $\frac{1}{2}$ siklus umur bulan tersebut akan terjadi dalam sehari hanya sekali pasang dan dua kali surut atau sebaliknya.

Fluktuasi nilai F yang terjadi diakibatkan oleh fluktuasi pada unsur-unsur pasut tunggal utama dan ganda utama. Nilai F terbesar terjadi pada Pebruari yang terutama diakibatkan oleh peningkatan kekuatan unsur tunggal utama, khususnya K_1 . Sedangkan pada Agustus, bilangan F berada pada nilai terendah, karena unsur ganda utama, terutama M_2 mengalami peningkatan kekuatan. Fluktuasi dari kekuatan konstanta-konstanta harmonik utama dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.

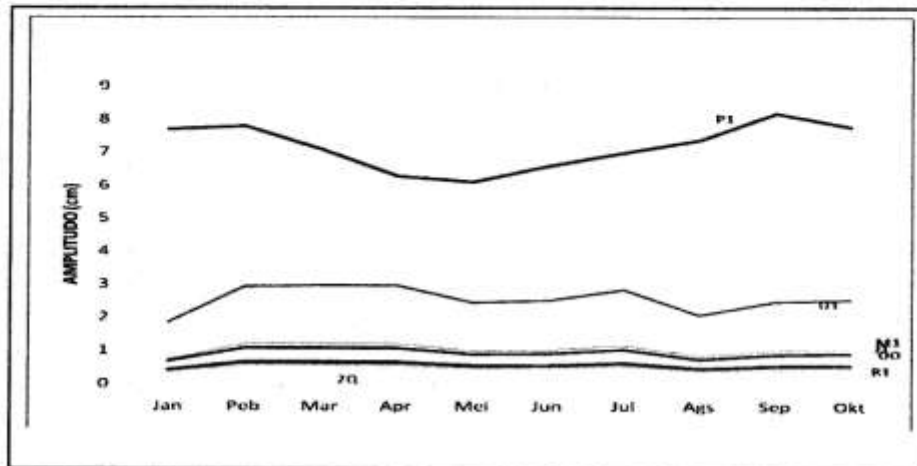
Dalam penelitian ini, juga diperoleh sejumlah konstanta harmonik pasang surut tambahan. Konstanta harmonik tambahan tersebut dikelompokkan masing-masing kedalam konstanta diurnal maupun konstanta semi diurnal. Konstanta harmonik tambahan ini ditampilkan dengan harapan dapat menambah ketelitian prediksi, apabila hasil analisis penelitian ini akan dipergunakan berkaitan dengan prediksi pasang surut pada perairan sekitar lokasi kajian ini.

Tabel2. Hasil perhitungan terhadap delapan komponen harmonik utama berdasarkan data pasang perairan laut Teluk Totok selama periode amatan Januari-Desember 2000

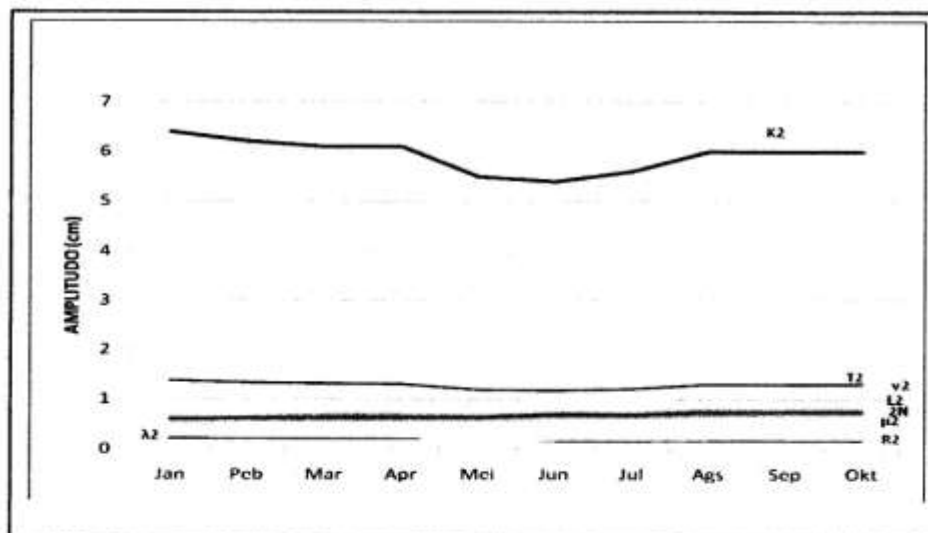
| Semidiurnal | Komponen harmonik tambahan | | | | | | | |
|----------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | P ₁ | J ₁ | M ₁ | OO | Q ₁ | 2Q | r ₁ | |
| A (cm) | 7,2 | 1,1 | 0,9 | 0,6 | 2,8 | 0,3 | 0,5 | |
| g ^o | 256,8 | 273,2 | 244,6 | 287,6 | 216,1 | 201,9 | 218,0 | |
| Diurnal | K ₂ | L ₂ | 2N | R ₂ | T ₂ | λ ₂ | μ ₂ | ν ₂ |
| A (cm) | 5,9 | 0,7 | 0,7 | 0,2 | 1,3 | 0,2 | 0,6 | 1,0 |
| g ^o | 192,3 | 162,6 | 74,8 | 190,0 | 185,7 | 158,6 | 78,8 | 108,0 |



Gambar 2. Fluktuasi amplitudo tiap konstanta harmonik pasang utama di Teluk Totok, Januari-Oktober 2000



Gambar 3. Fluktuasi amplitudo diurnal tambahan di Teluk Totok, Januari-Oktober 2000



Gambar 4. Fluktuasi amplitudo konstanta semi-diurnal tambahan di Teluk Totok, Januari-Oktober 2000

SIMPULAN

Sifat pasang surut pada perairan Teluk Totok terkategori campuran yang condong ke harian ganda. Jarak elevasi air saat pasang tertinggi dari duduk tengah lebih besar dari jarak elevasi saat surut terendah ke rata-rata duduk tengah muka laut. Rata-rata tunggang air pasang surut berada pada level di bawah 200 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Djaja, R. 1989. Cara perhitungan pasang laut dengan metode Admiralty. Dalam: Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso (Eds.). Pasang surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- Pariwono, J.I. 1989a. Gaya penggerak pasang surut. Dalam: Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso (Eds.). Pasang surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- _____. 1989b. Kondisi pasang surut di Indonesia. Dalam: Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso (Eds.). Pasang surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.
- Schureman, P. 1988. Manual of harmonic analysis and prediction of tides. U.S. Department of Commerce, Coast and Geodetic Survey, Washington, USA.
- Soeroso, 1989. Cara memperoleh konstanta pasang surut. Dalam: Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso (Eds.). Pasang surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta.