



Pengaruh Elevasi Pasang Surut Berdasarkan Metode Least Square
Untuk Prediksi Genangan Di Kawasan Pesisir Di Pantai Baho Kecamatan Likupang Barat

Pamela P. Pattiasina^{#a}, Jeffry D. Mamoto^{#b}, Arthur H. Thambas^{#c}
Muhammad I. Jasin^{#d}, Ariestides K. T. Dundu^{#e}, Cindy J. Supit^{#f}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^apamelapattiasina021@student.unsrat.ac.id, ^bjeffrymamoto@student.unsrat.ac.id, ^carthur.thambas@unsrat.ac.id
^dtorry@unsrat.ac.id, ^emuhammadjasin@unsrat.ac.id, ^fcindyjeanesupit@unsrat.ac.id

Abstrak

Pantai Baho di Kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa Utara merupakan kawasan pesisir yang dimanfaatkan sebagai wilayah permukiman dan aktivitas masyarakat. Kondisi topografi yang relatif rendah menyebabkan kawasan ini rentan mengalami genangan akibat pasang air laut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pasang surut menggunakan metode Least Square, menentukan elevasi muka air laut tertinggi (Highest High Water Level/HHWL), mengidentifikasi tipe pasang surut berdasarkan bilangan Formzahl, serta mengevaluasi potensi genangan di kawasan pesisir Pantai Baho. Data pasang surut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) selama 15 hari dengan interval pengamatan satu jam dan diolah menggunakan perangkat lunak MOD-LSQ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen harmonik M_2 memiliki amplitudo terbesar sebesar 5,56 dm sehingga menjadi komponen dominan pembentuk pasang surut di lokasi penelitian. Nilai Formzahl sebesar 0,383 menunjukkan bahwa tipe pasang surut termasuk pasang surut campuran condong ke semi diurnal. Nilai HHWL hasil analisis sebesar 13,342 dm digunakan sebagai acuan dalam interpretasi potensi genangan. Hasil evaluasi model menggunakan RMSE sebesar 0,058 m menunjukkan bahwa metode Least Square mampu merepresentasikan kondisi pasang surut dengan tingkat ketelitian yang baik. Berdasarkan hasil analisis elevasi muka air dan kondisi topografi, kawasan pesisir Pantai Baho memiliki potensi mengalami genangan terutama pada daerah dengan elevasi rendah saat terjadi pasang maksimum.

Kata kunci: Least Square, pasang surut, HHWL, genangan, Pantai Baho

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki garis pantai sangat panjang sehingga kawasan pesisir memiliki peranan penting sebagai pusat permukiman, perikanan, dan pariwisata. Namun demikian, kawasan pesisir juga menghadapi berbagai ancaman, salah satunya adalah genangan akibat pasang air laut (banjir rob).

Pantai Baho yang terletak di Kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa Utara merupakan kawasan pesisir dengan kondisi topografi relatif rendah sehingga rentan terhadap genangan ketika terjadi pasang maksimum. Selain dipengaruhi oleh karakteristik pasang surut, potensi genangan juga semakin meningkat akibat kecenderungan kenaikan muka air laut.

Analisis pasang surut diperlukan untuk mengetahui karakteristik muka air laut sebagai dasar dalam perencanaan bangunan pantai maupun mitigasi bencana pesisir. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah metode Least Square karena mampu menguraikan konstanta harmonik pasang surut melalui pendekatan matematis sehingga menghasilkan estimasi elevasi muka air yang cukup akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pasang surut Pantai Baho menggunakan metode Least Square, menentukan HHWL, mengidentifikasi tipe pasang surut

berdasarkan bilangan Formzahl, serta mengevaluasi potensi genangan berdasarkan elevasi muka air laut dan kondisi topografi wilayah penelitian.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Pantai Bahoi, Kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa Utara
(Sumber: Google Earth, diakses tahun 2026)

2. Metode

Penelitian dilakukan di Pantai Bahoi, Kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa Utara. Data utama berupa data pasang surut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) selama 15 hari dengan interval pengamatan satu jam. Data kemudian diolah menggunakan perangkat lunak MOD-LSQ untuk memperoleh konstanta harmonik pasang surut berupa amplitudo dan beda fase masing-masing komponen harmonik.

Tahapan analisis meliputi:

- pengumpulan data pasang surut;
- pengolahan data menggunakan metode Least Square;
- penentuan konstanta harmonik;
- perhitungan MSL, LLWL, dan HHWL;
- penentuan tipe pasang surut menggunakan bilangan Formzahl;
- evaluasi akurasi model menggunakan RMSE;
- interpretasi potensi genangan berdasarkan perbandingan HHWL dengan kondisi topografi Pantai Bahoi.

3. Kajian Literatur

3.1 Pasang Surut

Pasang surut merupakan perubahan tinggi muka air laut yang terjadi secara periodik akibat gaya tarik gravitasi Bulan dan Matahari serta pengaruh rotasi bumi. Fenomena ini menyebabkan naik dan turunnya muka air laut secara teratur sehingga menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi kondisi perairan pesisir. Analisis pasang surut diperlukan dalam berbagai bidang, seperti perencanaan pelabuhan, bangunan pantai, navigasi, dan mitigasi bencana pesisir. Salah satu parameter penting dalam analisis pasang surut adalah Mean Sea Level (MSL), Lowest Low Water Level (LLWL), dan Highest High Water Level (HHWL) yang digunakan sebagai acuan elevasi muka air laut.

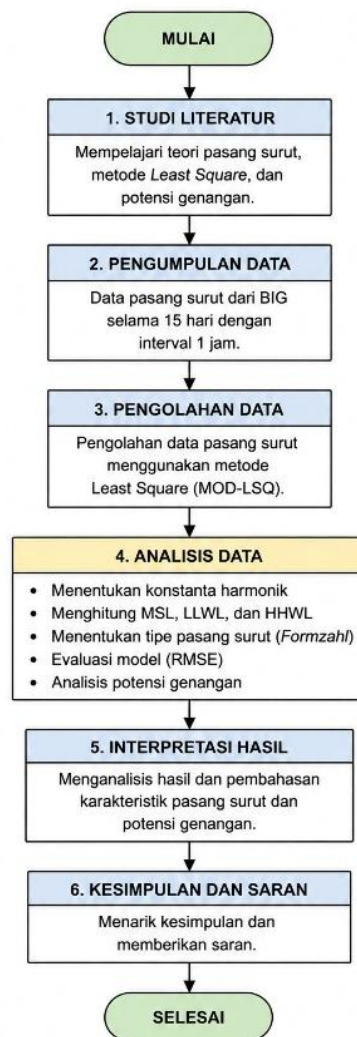
3.2 Metode Least Square

Metode Least Square merupakan salah satu metode analisis harmonik yang digunakan untuk menentukan konstanta harmonik pasang surut melalui pendekatan matematis dengan meminimumkan jumlah kuadrat kesalahan antara data hasil pengamatan dan hasil perhitungan

model. Metode ini mampu menghasilkan nilai amplitudo dan beda fase setiap komponen harmonik sehingga karakteristik pasang surut dapat diketahui secara lebih akurat. Selain itu, metode Least Square banyak digunakan karena dapat memberikan hasil yang baik meskipun jumlah data pengamatan relatif terbatas.

3.3 Prediksi Genangan Pesisir

Prediksi genangan pesisir dilakukan dengan membandingkan elevasi muka air laut maksimum terhadap elevasi permukaan daratan. Apabila elevasi muka air laut lebih tinggi daripada elevasi lahan, maka wilayah tersebut berpotensi mengalami genangan. Dalam penelitian ini, nilai HHWL digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi potensi genangan di Pantai Bahoi. Hasil analisis tersebut dapat digunakan sebagai informasi awal dalam mendukung perencanaan wilayah pesisir serta upaya mitigasi risiko genangan akibat pasang air laut.

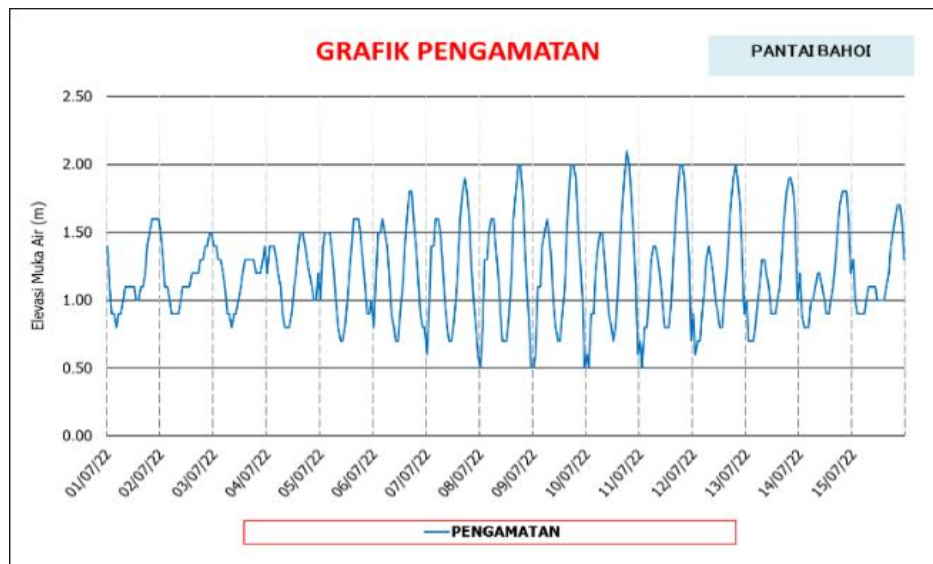


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Karakteristik Pasang Surut

Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen harmonik M_2 memiliki amplitudo terbesar yaitu 5,56 dm, diikuti oleh K_2 sebesar 2,339 dm, S_2 sebesar 2,17 dm, K_1 sebesar 1,679 dm, dan O_1 sebesar 1,279 dm. Dominasi komponen M_2 menunjukkan bahwa gaya tarik gravitasi bulan menjadi faktor utama yang memengaruhi pola pasang surut di Pantai Bahoi.

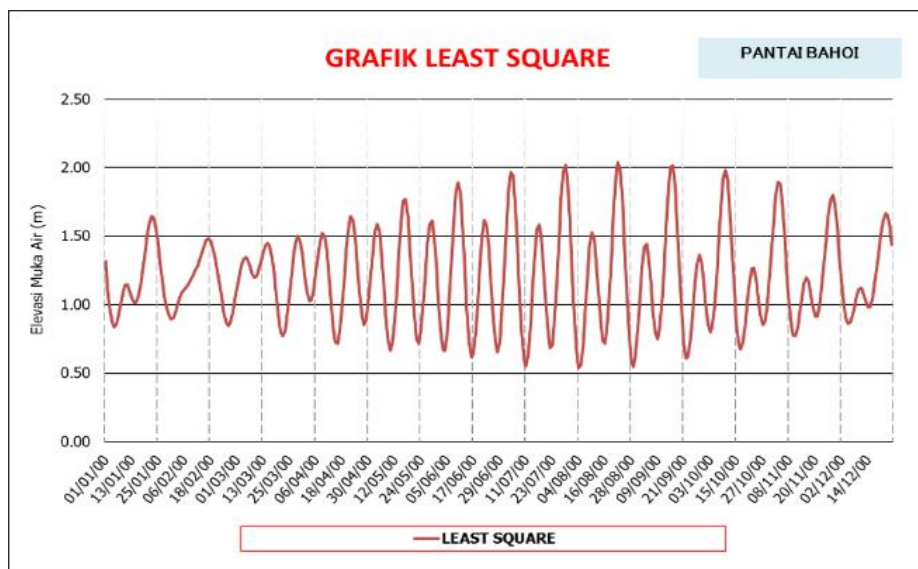


Gambar 3. Grafik Pengamatan Pasang Surut

Perhitungan bilangan Formzahl menghasilkan nilai sebesar 0,383. Berdasarkan klasifikasi Formzahl, nilai tersebut menunjukkan bahwa tipe pasang surut di Pantai Bahoi termasuk pasang surut campuran condong ke semi diurnal (mixed tide prevailing semidiurnal).

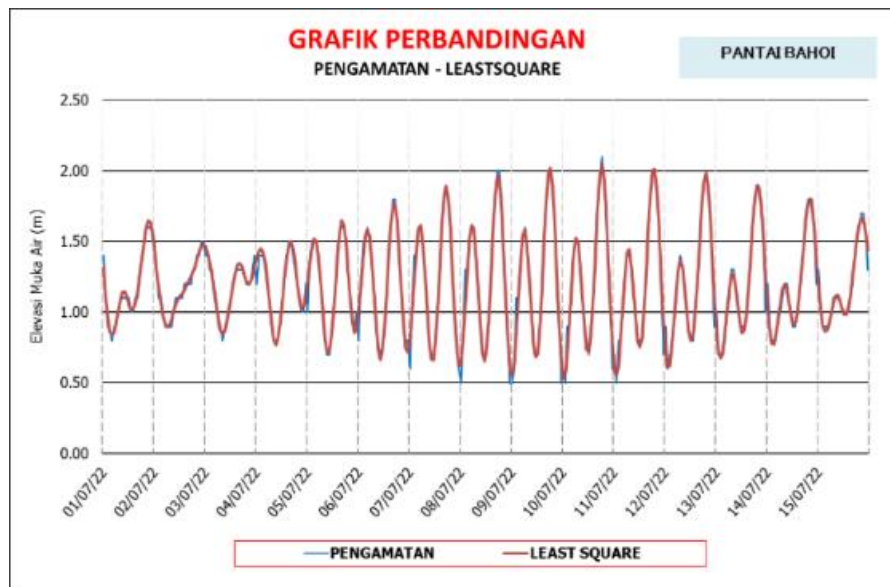
4.2 Hasil Pemodelan Least Square

Perhitungan elevasi muka air menghasilkan nilai HHWL sebesar 13,342 dm, sedangkan nilai MSL sebesar $-0,081$ dm. Elevasi HHWL digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kemungkinan terjadinya genangan di kawasan pesisir.



Gambar 4. Grafik Hasil Least Square

Perbandingan grafik hasil pengamatan dengan hasil pemodelan Least Square memperlihatkan pola yang hampir berimpit. Hal ini menunjukkan bahwa metode Least Square mampu mengikuti fluktuasi muka air laut hasil pengamatan dengan baik.

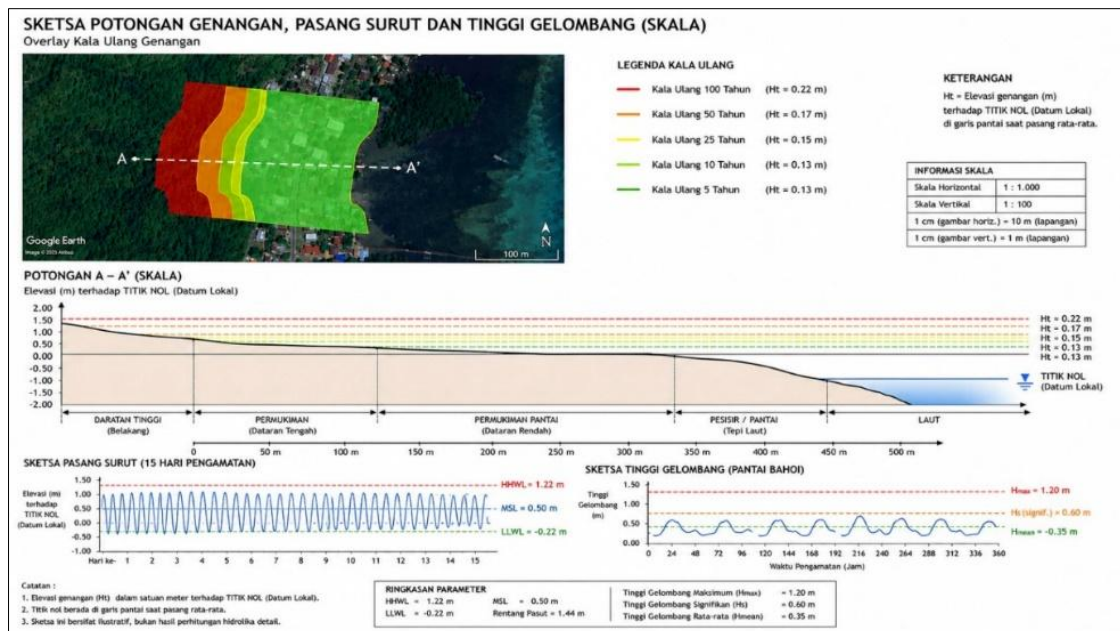


Gambar 5. Grafik Perbandingan Pengamatan dan Least Square

Evaluasi menggunakan Root Mean Square Error (RMSE) menghasilkan nilai 0,058 m, yang menunjukkan bahwa penyimpangan antara hasil model dan data observasi relatif kecil sehingga model dapat digunakan sebagai pendekatan yang representatif dalam analisis pasang surut.

4.3 Analisis Potensi Genangan

Berdasarkan hasil interpretasi elevasi muka air dan kondisi topografi, kawasan pesisir Pantai Bahoi memiliki potensi mengalami genangan pada saat terjadi pasang maksimum, khususnya pada daerah yang memiliki elevasi rendah. Informasi ini penting sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi serta perencanaan pembangunan kawasan pesisir.



Gambar 6. Sketsa Potongan Genangan HHWL–MSL–LLWL

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara elevasi permukaan tanah dengan elevasi muka air laut pada kondisi HHWL, MSL, dan LLWL. Terlihat bahwa pada saat muka air laut mencapai HHWL, sebagian wilayah dengan elevasi yang lebih rendah berpotensi mengalami genangan.

Sketsa ini memperjelas hasil analisis bahwa potensi genangan terutama terjadi pada area pesisir yang memiliki topografi landai.

5. Kesimpulan

Metode Least Square berhasil digunakan untuk menganalisis karakteristik pasang surut di Pantai Baho. Komponen harmonik M_2 merupakan komponen dominan dengan amplitudo sebesar 5,56 dm. Nilai Formzahl sebesar 0,383 menunjukkan bahwa tipe pasang surut di lokasi penelitian termasuk pasang surut campuran condong ke semi diurnal. Nilai HHWL sebesar 13,342 dm digunakan sebagai acuan dalam analisis potensi genangan. Evaluasi menggunakan RMSE sebesar 0,058 m menunjukkan bahwa metode Least Square memiliki tingkat akurasi yang baik dalam merepresentasikan kondisi pasang surut. Berdasarkan hasil analisis elevasi muka air dan kondisi topografi, kawasan pesisir Pantai Baho berpotensi mengalami genangan ketika terjadi pasang maksimum sehingga hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam upaya mitigasi dan pengelolaan wilayah pesisir.

Referensi

- Korto, J., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2015). Analisis pasang surut di Pantai Nuangan (Desa Iyok) Boltim dengan metode admiralty. *Jurnal Sipil Statik*, 3(6), 391-402.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik pantai*. Beta Offset.
- Nirmala, A. (2024). Model matematis peramalan pasang surut menggunakan metode least square di perairan kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(1), 001.
- Sumampouw, F. V. H., Thambas, A. H., & Jasin, M. I. (2023). Perencanaan pengaman pantai di Pantai Baho Kecamatan Likupang Barat. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(85).
- Dungus, O., Mamoto, J. D., & Dundu, A. K. T. (2024). Analisis pemodelan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi CEDAS NEMOS di Pantai Baho Kecamatan Likupang Barat. *Jurnal Teknik Sipil*, 22(90).
- Wijaya, P. K., Sugianto, D. N., Muslim, Ismanto, A., Atmodjo, W., Widiarati, R., & Hariyadi. (2019). Analisis genangan akibat pasang air laut di Kabupaten Brebes. *Indonesian Journal of Oceanography*, 1(1).