

SKRIPSI

**MODEL HYDRODINAMIKA TERHADAP PENEMPATAN
BANGUNAN PANTAI (*DETECH BREAKWATER*) DI
TANJUNG BUNGA KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh:

**ANDI MUH. ALIF SATRIO
D011 19 1024**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

MODEL HYDRODINAMIKA TERHADAP PENEMPATAN BANGUNAN PANTAI (*DETECH BREAKWATER*) DI TANJUNG BUNGA KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

ANDI MUH. ALIF SATRIO
D011 19 1024

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 26 Juni 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr.Eng.Ir.Rita Tahir Lopa,MT,PU-SDA

NIP: 196703191992032010

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Riswal K, ST., MT., IPM., ASEAN. Eng

NIP: 197105052006041002

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng

NIP: 196805292002121002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Andi Muh. Alif Satrio

NIM : D011191024

Program Studi : Teknik Sipil

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Model Hidrodinamika terhadap Penempatan Bangunan Pantai (*Detech Breakwater*) di Tanjung Bunga Kota Makassar}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 2024

Yang Menyatakan



Andi Muh. Alif Satrio



KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, atas segala kebaikan dan karunia-Nya kepada setiap insan intelektual, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa sholawat serta salam kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW sebaik-baiknya suri tauladan. Penyusunan tugas akhir yang berjudul **“MODEL HYDRODINAMIKA TERHADAP PENEMPATAN BANGUNAN PANTAI (DETECH BREAKWATER) DI TANJUNG BUNGA KOTA MAKASSAR”** merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak hanya dari penulis sendiri melainkan berkat ilmu, arahan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.,IPM** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. **Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge S.T., M.Eng.,** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Bapak Dr. Eng. Bambang Bakri, ST., MT.** selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. **Bapak Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa , M.T .,** selaku dosen pembimbing I dan **Bapak Dr. Ir. Riswal k, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng** selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta kesabarannya dalam menghadapi kualitas keilmuan penulis dari awal penelitian hingga selesainya tugas akhir ini. Semoga kebaikan, kesehatan serta kemudahan senantiasa dilimpahkan kepada beliau.



5. **Guru** selaku dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang tercinta, yaitu ayahanda **Muhajir Paga** dan ibunda **Andi Tungke Tjulang**
2. **Ira, Bile, Indy dan Amirah** sebagai teman seperjuangan penulis yang senantiasa menemani dan memberikan semangat, dukungan dan kasih sayangnya baik di kala senang maupun susah selama masa perkuliahan.
3. **Sainal, Zatirah, Ucil, Alip, Muhe, Lopa, Deden dan Imal** sebagai teman seperjuangan sedari awal kuliah yang selalu menghibur, memberikan warna yang indah dan selalu memberikan dorongan dan bantuan selama masa perkuliahan.
4. Saudara-saudari **PORTLAND 2020**, teman-teman Departemen Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin **Angkatan 2019** yang senantiasa memberikan warna serta pengalaman yang sangat berharga selama masa perkuliahan.



Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan kebaikan dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, 2024

Penulis



ABSTRAK

ANDI MUH. ALIF SATRIO. MODEL HYDRODINAMIKA TERHADAP PENEMPATAN BANGUNAN PANTAI (DETECH BREAKWATER) DI TANJUNG BUNGA KOTA MAKASSAR (dibimbing oleh Rita Tahir Lopa dan Riswal K.)

Permasalahan utama didaerah pantai adalah abrasi pantai. Abrasi ini disebabkan oleh aktivitas gelombang laut yang mengikis daerah pantai. Salah satu metode menanggulangi abrasi pantai adalah penggunaan pemecah gelombang dimana struktur tersebut berfungsi sebagai peredam energi gelombang pada daerah tertentu. Untuk itu diperlukan konstruksi pemecah gelombang yaitu *breakwater* yang berfungsi untuk memecahkan, merefleksikan dan mentransmisikan energi gelombang. Dalam penelitian ini, lokasi studi kasus yang dilakukan berada di kawasan Pantai Tanjung Bunga, Sulawesi Selatan. Dimana pada saat pengumpulan datanya diperoleh data primer dan sekunder dari sumber dan instansi yang dapat dipercaya, data tersebut yaitu: Data pasang surut, Rata-rata debit pantai tanjung bunga, serta Peta garis dan Batimetri. Berdasarkan hasil simulasi hidrodinamika arus pasang surut di pantai tanjung bunga yang dilakukan menggunakan *software MIKE Zero* maka dapat disimpulkan bahwa pemodelan menggunakan *software MIKE Zero* untuk simulasi pola sirkulasi hidrodinamika arus pasang surut di perairan tanjung bunga termasuk baik berdasarkan nilai RMSE. Tipe yang diperoleh berdasarkan nilai Formzahl adalah tipe campuran condong harian ganda. Pola arus di pantai tanjung bunga didominasi oleh arus pasang surut dengan kondisi saat arus terbesar arah vektor bergerak menjauhi sungai. Penelitian ini membutuhkan proses yang lama dan berulang-ulang dalam set up material sehingga diperlukan ketelitian untuk menyelesaikannya.

Kata Kunci: Abrasi Pantai, *breakwater*, *software MIKE Zero*



ABSTRACT

ANDI MUH. ALIF SATRIO. MODEL HYDRODINAMIKA TERHADAP PENEMPATAN BANGUNAN PANTAI (DETECH BREAKWATER) DI TANJUNG BUNGA KOTA MAKASSAR (supervised by Rita Tahir Lopa and Riswal K.)

A major problem in coastal areas is coastal abrasion. Abrasion is caused by ocean wave activity that erodes the coastal area. One method of overcoming coastal abrasion is the use of breakwaters where the structure functions as a damper of wave energy in certain areas. For this reason, a *breakwater* construction is needed, which functions to break, reflect and transmit wave energy. In this research, the location of the case study conducted was in the Tanjung Bunga Beach area, South Sulawesi. Where at the time of data collection, primary and secondary data were obtained from reliable sources and agencies, namely: Tidal data, average discharge of Tanjung Bunga beach, as well as line and bathymetry maps. Based on the results of the hydrodynamic simulation of tidal currents in the cape of flowers beach carried out using MIKE Zero software, it can be concluded that modeling using MIKE Zero software to simulate hydrodynamic circulation patterns of tidal currents in cape of flowers waters is good based on the RMSE value. The type obtained based on the Formzahl value is a double daily inclined mixed type. The current pattern on the coast of the cape flower is dominated by tidal currents with conditions when the largest current vector direction moves away from the river. This research requires a long and repetitive process in setting up the material so that accuracy is needed to complete it.

Keywords: coastal abrasion, Breakwater, MIKE Zero software



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Pasang Surut.....	10
2.2.1 Metode Analisis Pasang Surut	11
2.2.2 Gaya Pembangkit Pasang Surut	13
2.2.3 Jenis Pasang Surut.....	14
2.2.4 Tipe Pasang Surut	15
2.2.5 Elevasi Muka Air	18
2.3 Arus.....	19
2.4 Debit.....	20
2.5 Batimetri	20
2.7 Konsep Hidrodinamika	20
2.8 Program <i>MIKE ZERO</i>	21
2.7.1 Model Hidrodinamika <i>MIKE21</i>	21
2.9 RMSE (<i>Root Mean Square Error</i>)	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
ram Alir Penelitian	25
asi Penelitian.....	26
ode Penelitian dan Sumber Data.....	26
angan Penelitian.....	27



3.4.1	Studi Literatur	27
3.4.2	Pengumpulan Data	27
3.4.3	Pengamatan data pasang surut	27
3.4.4	Penyusunan dan Simulasi Model	28
3.4.5	Simulasi Aliran menggunakan MIKE Zero	28
3.4.6	Analisis dan Pembahasan	37
3.4.7	Data pasang surut dan bathimetri	37
3.4.8	Kesimpulan dan Saran.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Verifikasi Model	43
4.3	Hasil Simulasi Pola Arus Pasang Surut di Tanjung Bunga	45
4.3.1	Elevasi Muka Air Tertinggi	45
4.3.2	Elevasi Muka Air Terendah	51
4.3.3	Kecepatan Arus Terbesar	59
BAB V KESIMPULAN		69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....		71



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komponen/konstanta harmonic utama pasang surut.....	12
Tabel 2. Definisi elevasi muka air	19
Tabel 3. Koordinat lokasi observasi	27
Tabel 4. Data pasang surut batimteri	38
Tabel 5. Data batimetri	39
Tabel 6. Detail hasil akhir konstanta utama pasang surut di Tanjung Bunga	43
Tabel 7. Hasil analisis elevasi muka air rencana di Tanjung Bunga	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pemodelan pasang surut di pesisir karawang setelah simulasi.....	6
Gambar 2. Boundary condition di area model di pesisir Takalar.....	7
Gambar 3. Hasil running nilai ketinggian pasang surut	8
Gambar 4. Grafik overlay hasil model dengan data pasang surut pengamatan.....	9
Gambar 5. Pasang purnama	15
Gambar 6. Pasang perbani.....	15
Gambar 7. Pola gerak pasang surut diurnal (harian tunggal)	16
Gambar 8. Pola gerak pasang surut semidiurnal (harian ganda)	16
Gambar 9. Pola gerak pasang surut campuran condong harian Tunggal	17
Gambar 10. Pola gerak pasang surut campuran condong harian ganda	17
Gambar 11. Pola tipe pasang surut di Indonesia	18
Gambar 12. Diagram alir penelitian	25
Gambar 13. Diagram alir penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 14. Lokasi penelitian.....	26
Gambar 15. Batimetri Tanjung Bunga	28
Gambar 16. Membuat mesh baru	29
Gambar 17. Tampilan point-point boundary	29
Gambar 18. Input data batimetri.....	30
Gambar 19. Proses Interpolate berhasil.....	31
Gambar 20. Dialog New Time Series.....	31
Gambar 21. Pengisian informasi data pasang surut.....	32
Gambar 22. Blank time series untuk pasang surut	32
Gambar 23. Grafik pasang surut.....	32
Gambar 24. Pengisian informasi data debit.....	33
Gambar 25. Dialog New File MIKE 21	34
Gambar 26. Input mesh pada bagian domain	34
Gambar 27. Input data waktu pada bagian time	35
Gambar 28. Input data pasang surut pada boundary	35
Gambar 29. Input data output.....	36
Gambar 30. Memilih variable output simulasi	36
Gambar 31. Proses simulasi	36
Gambar 32. Grafik pasang surut.....	37
Gambar 33. Posisi titik pengambilan data	43
Gambar 34. hasil memakai breakwater TS 191	45
Gambar 35. tidak memakai breakwater TS: 83	46
Gambar 36. Memakai Breakwater TS: 193	47
Gambar 37. Tidak memakai Breakwater TS: 84	47
Gambar 38. Memakai Breakwater TS: 207	48
Gambar 39. Tidak memakai Breakwater TS: 88	49
Gambar 40. memakai Breakwater TS: 210	50
Gambar 41. Tidak memakai Breakwater TS: 91	50
Gambar 42. memakai Breakwater TS: 32	51



Gambar 43. Tidak memakai Breakwater TS: 211	52
Gambar 44. Memakai Breakwater TS: 34	53
Gambar 45. tidak memakai Breakwater TS: 212	54
Gambar 46. memakai Breakwater TS: 40	55
Gambar 47. Tidak memakai Breakwater TS: 223	56
Gambar 48. memakai Breakwater TS: 42	57
Gambar 49. Tidak memakai Breakwater TS: 227	58
Gambar 50. memakai Breakwater TS: 33	59
Gambar 51. tidak memakai Breakwater TS: 288	60
Gambar 52. memakai Breakwater TS: 37	61
Gambar 53. Tidak memakai Breakwater TS: 293	62
Gambar 54. memakai Breakwater TS: 54	63
Gambar 55. Memakai Breakwater TS: 295	64
Gambar 56. Memakai Breakwater TS: 32	64
Gambar 57. tidak memakai Breakwater TS: 287	65
Gambar 58. memakai Breakwater TS: 277	66
Gambar 59. tidak memakai breakwater TS: 169	66
Gambar 60. memakai Breakwater TS: 279	67
Gambar 61. tidak memakai Breakwater TS: 175	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengukuran arus lapangan	71
Lampiran 2. Detail <i>time step</i>	71



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
F_g	Gaya gravitasi
G	Konstanta universal ($6,6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{Kg}^2$)
M_1	Massa benda pertama
M_2	Massa benda kedua
R	Jarak
F	Bilangan Formzahl
AK_1	Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari
AO_2	Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
AM_2	Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
AS_2	Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari
Q	Debit
A	Luas penampang
v	Kecepatan arus pada luas penampang basah
t	Waktu
x, y, z	Koordinat Kartesius
u, v, w	Komponen kecepatan aliran
S	Besaran debit karena titik sumber
g	Gaya gravitasi bumi
F	Gaya
ρ	Massa jenis
	Waktu
	Elevasi muka air hasil simulasi
	Elevasi muka air pengukuran lapangan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

Garis pantai merupakan garis pertemuan antara daratan dengan lautan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Garis pantai juga selalu berubah dengan sangat dinamis dan saling berinteraksi dalam merespon dampak dari proses dinamika oseanografi maupun aktivitas manusia di sekitar kawasan pantai. Kemampuan pantai tersebut merupakan respon alami pantai terhadap laut sehingga pantai memiliki kawasan yang selalu mengalami perubahan profil Pantai. Hal ini terjadi secara cepat atau lambat tergantung pada imbang daya antara topografi pantai, proses hidro-oseanografi, partikel sedimen yang masuk maupun sedimen yang meninggalkan pantai serta aktivitas manusia di sekitar kawasan pantai.

Garis pantai selalu mengalami perubahan posisi yang berlangsung secara terus-menerus, perubahan ini akibat proses pengikisan daratan yang biasa disebut dengan abrasi maupun penambahan daratan yang disebut akresi. Pada dasarnya proses perubahan pantai meliputi proses erosi dan akresi. Erosi pada sekitar pantai dapat terjadi apabila angkutan sedimen yang keluar ataupun yang pindah meninggalkan suatu daerah lebih besar dibandingkan dengan angkutan sedimen yang masuk, apabila terjadi sebaliknya maka yang terjadi adalah sedimentasi (Triatmodjo, 2011).

Gelombang laut merupakan salah satu parameter laut yang dominan terhadap laju mundurnya garis pantai. Gelombang laut terjadi karena hembusan angin di permukaan laut, perbedaan suhu air laut, perbedaan kadar garam dan gunung berapi yang berada di bawah atau permukaan laut. Proses lunyanya garis pantai dari kedudukan semula antara lain disebabkan oleh



gelombang dan arus, serta tidak adanya keseimbangan sedimen yang masuk dan keluar.

Pesisir dan pantai merupakan kawasan pertemuan antara darat dan laut yang memiliki banyak peran. Wilayah ini memiliki peran yang sangat strategis sekaligus rentan terhadap fenomena alam (pasang surut, gelombang, angin dan arus) maupun berbagai aktivitas manusia seperti perikanan tangkap, tambak, pariwisata, kepelabuhanan, pemukiman dan reklamasi (Hamuna et al., 2017).

Breakwater adalah bangunan pantai yang berfungsi sebagai peredam gelombang datang. Tujuannya untuk memberikan perlindungan terhadap kerusakan wilayah pantai yang berada dibelakangnya. Breakwater dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu pemecah gelombang sambung pantai dan pemecah gelombang lepas pantai (Triatmodjo, 1999).

Permasalahan utama didaerah pantai adalah abrasi pantai. Abrasi ini disebabkan oleh aktivitas gelombang laut yang mengikis daerah pantai. Salah satu metode menanggulangi abrasi pantai adalah penggunaan pemecah gelombang dimana struktur tersebut berfungsi sebagai peredam energi gelombang pada daerah tertentu. Gempuran gelombang yang besar dapat diredam dengan cara mengurangi energi gelombang datang, sehingga gelombang yang menuju pantai energinya menjadi kecil. Untuk itu diperlukan konstruksi pemecah gelombang yang berfungsi untuk memecahkan, merefleksikan dan mentransmisikan energi gelombang. Ada berbagai macam jenis pemecah gelombang yang telah dikenal yakni rubble mound breakwater, caisson breakwater, composite breakwater dan floating breakwater (Fousert, 2006).

Breakwater atau dikenal juga sebagai pemecah gelombang adalah prasarana yang dibangun untuk memecahkan ombak atau gelombang dengan menyerap sebagian energi gelombang. Breakwater adalah bangunan yang digunakan untuk melindungi wilayah perairan pelabuhan dari gangguan yang disebabkan oleh gelombang. Struktur ini memisahkan perairan laut lepas dengan perairan uhan sehingga perairan pelabuhan tidak terlalu terpengaruh oleh abang besar (Triatmodjo,2009).



Hal-hal yang perlu diketahui dalam perencanaan pemecah gelombang antara lain tata letak, penentuan kondisi perencanaan, dan seleksi tipe struktur yang akan digunakan. Dalam penentuan tata letak (*lay out*) *breakwater* adalah kondisi lingkungan, ketenangan perairan, kemudahan manuver kapal, kualitas air, dan rencana pengembangan. Kondisi-kondisi perencanaan yang dipertimbangkan yakni angin, ketinggian pasang surut, gelombang, dan kedalaman perairan serta kondisi dasar laut. (Suwandi, 2011).

Bangunan submerged breakwater menggunakan rumus dari manual desain bangunan pantai, November 2009. Dalam penentuan tata letak (*lay out*) breakwater adalah kondisi lingkungan, ketenangan perairan, kemudahan manuver kapal, kualitas air, dan rencana pengembangan. Kondisi perencanaan yang dipertimbangkan yakni angin, ketinggian pasang surut, gelombang, dan kedalaman perairan serta kondisi dasar laut. Pemecah gelombang yang digunakan adalah sisi miring biasanya dibuat dari tumpukan batu alam yang dilindungi oleh lapis pelindung berupa batu besar atau beton dengan bentuk tertentu. Pemecah gelombang tipe ini banyak digunakan di Indonesia, mengingat dasar laut di pantai perairan Indonesia kebanyakan dari tanah lunak. Selain itu batu alam sebagai bahan utama juga banyak tersedia. Selain itu, untuk menentukan dimensi breakwater perlu diperhitungkan stabilitas lapis lindung, elevasi pemecah gelombang, lebar puncak pemecah gelombang, dan tebal lapis pelindung. (Suwandi, 2011).

Dengan latar belakang tersebut yang melandasi penulis membuat perencanaan pemodelan dua dimensi untuk disusun menjadi tugas akhir yang berjudul **“MODEL HIDRODINAMIKA TERHADAP PENEMPATAN BANGUNAN PANTAI DI TANJUNG BUNGA MAKASSAR”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:



agaimana pemodelan hidrodinamika dua dimensi *detech breakwater* di Tanjung bunga dengan model numerik?

2. Bagaimana pemodelan hidrodinamika dua dimensi tanpa menggunakan *detech breakwater* di tanjung bunga dengan model numerik?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pemodelan hidrodinamika dua dimensi menggunakan *detech breakwater* di Tanjung Bunga dengan model numerik.
2. Menganalisis pemodelan hidrodinamika dua dimensi tanpa menggunakan *detech breakwater* di Tanjung Bunga dengan model numerik.

1.4 Manfaat

1. Penambahan wawasan dalam sirkulasi pasang surut air laut di *detech breakwater* menggunakan *MIKE Zero*.
2. Analisis dari penelitian dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan *seawall* dan *detech breakwater* di tanjung bunga
3. Pembahasan dan hasil dari pemodelan sirkulasi pasang surut di pantai tanjung bunga dapat bermanfaat untuk perkembangan teknologi dan informasi pada tanjung bunga.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan lebih terarah dan focus pada tujuan penelitian yang ingin dicapai maka perlu dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Program komputer yang digunakan adalah *MIKE Zero*.
2. Data angin, suhu dan hujan tidak dimasukkan dalam simulasi aliran.
3. Simulasi dilakukan selama 24 jam dan wilayah pemodelan dibatasi yaitu tanjung bunga
4. Data yang digunakan berasal dari pihak-pihak yang berwenang. Data tersebut meliputi data pasang surut, peta batimetri, data debit tanjung bunga.



1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih terarah, sistematika penulisan yang akan dilakukan sesuai tahapan-tahapan yang dipersyaratkan sehingga tugas akhir yang dihasilkan lebih sistematis. Sistematika penulisan penelitian ini dapat diurutkan yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pokok-pokok bahasan dalam bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini, diuraikan secara sistematis tentang teori, pemikiran, dan hasil penelitian terdahulu yang memiliki hubungan dengan penelitian ini. Bab ini memberikan kerangka dasar mengenai konsep dan teori yang akan digunakan untuk pemecahan masalah.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini, dijelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini yang dituangkan dalam bentuk bagan alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data penelitian berupa jenis dan sumber data serta analisis yang digunakan dalam mengolah data yang didapatkan dari lapangan maupun dari laboratorium.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, disusun hasil-hasil pengujian geser balok.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab yang menyimpulkan hasil dari analisis penelitian dan memberikan saran-saran dan rekomendasi penelitian.



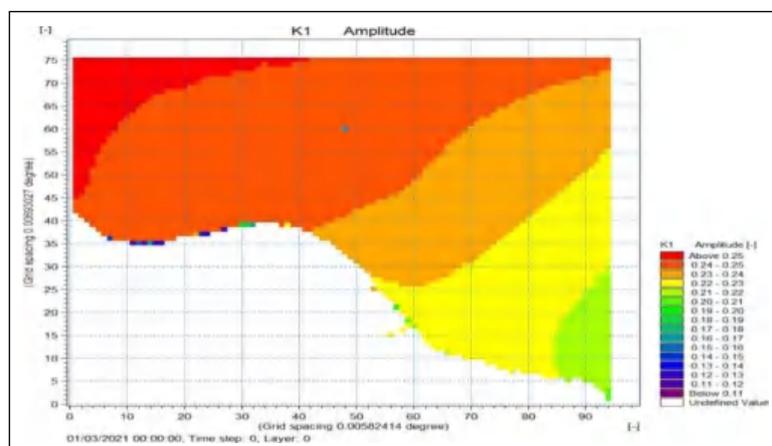
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah hasil dari penelitian terdahulu yang telah dipublikasikan dan masih relevan dengan simulasi hidrodinamika penelitian terdahulu digunakan untuk mengetahui metode dan hasil penelitian yang masih relevan dengan hidrodinamika. Beberapa dari penelitian tersebut digunakan sebagai tolak ukur untuk menganalisis penelitian ini.

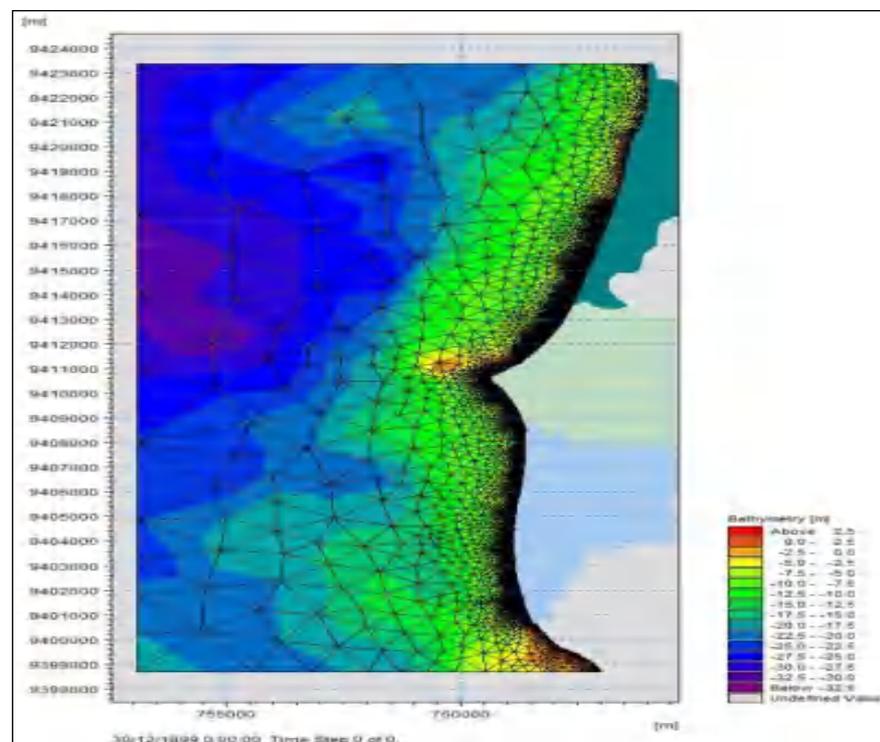
Herlina Adelina, dkk (2021) dalam penelitian “Pemodelan Pasang Surut dengan Menggunakan Metode Flexible Mesh untuk Mengetahui Genangan ROB di Pesisir Karawang” memiliki tujuan memodelkan pasang surut untuk mengetahui banjir akibat meluapnya air pasang. Program mike zero banyak digunakan dalam berbagai pemodelan data dan hidrodinamika seperti pemodelan arus, gelombang, pasang surut, dll menjadikan program ini alasan untuk digunakan dalam penelitian ini. Kondisi batas area pada penelitian ini dibuat flexible mesh. Batas area penelitian ditentukan dengan data bathimetri dan garis pantai. Pada kondisi batas dimasukkan data pasang surut. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 1. Pada penelitian ini dapat diketahui MIKE ZERO dapat membuat pemodelan pasang surut dan model luas genangan rob di pesisir Kabupaten Karawang.



Gambar 1. Pemodelan pasang surut di pesisir karawang setelah simulasi
 al Karamma, dkk (2022) dalam penelitian “Numerical Modelling of
 : Changes of Galesong, Takalar’s Coast” memiliki tujuan menganalisis



variabilitas garis pantai, terutama proses akresi erosi dengan perhitungan permodelan komputasi dilakukan menggunakan *MIKE Zero*. Rancangan penelitian ini secara bertahap meliputi pendahuluan, pengumpulan data, pembuatan grid, simulasi model, lalu diakhiri dengan hasil dan pembahasan. Pada penelitian ini, *grid boundry area* dibuat dengan *flexible* mesh yang dapat dilihat pada Gambar 2. Penelitian ini menggunakan data pasang surut, batimetri, dan angin sebagai *boundary conditions*. Pada penelitian ini dapat diketahui grid flexible mesh pada *MIKE Zero* dapat memodelkan analisis perubahan garis pantai dengan data pasang surut, batimetri, dan angin.

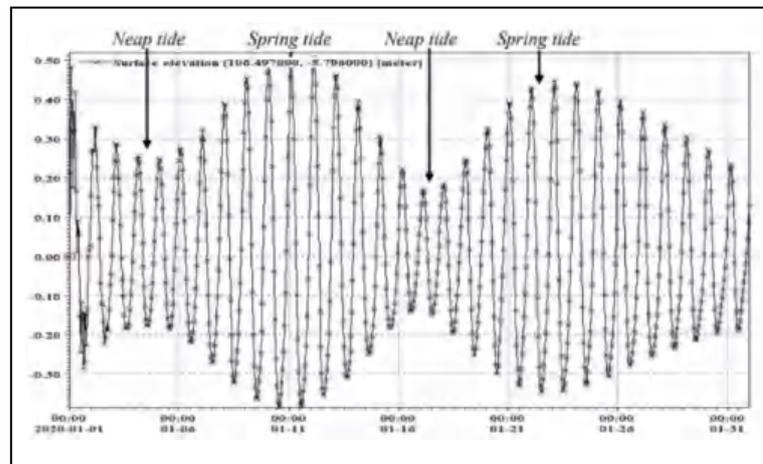


Gambar 2. Boundary condition di area model di pesisir Takalar

Larasati Putri Hapsari, dkk (2022) dalam penelitian “Pemodelan Hidrodinamika Pola Arus dan Pasang Surut di Perairan Pulau Tidung” memiliki tujuan untuk menganalisis tipe pasang surut di Kepulauan Tidung, Jakarta Utara. Alasan penelitian ini menggunakan *MIKE Zero* adalah karena sistem pemodelannya yang komprehensif atau bersifat luas dan lengkap untuk simulasi hidrolika dan hidrolik di muara, pesisir, dan laut. Data yang digunakan pada penelitian jauh berbeda dengan data yang digunakan pada penelitian terdahulu, yaitu data pasang surut dan batimetri. Salah satu hasil dari penelitian



ini adalah grafik pasang surut untuk menganalisis jenis pasang surut. Pada Gambar 3 dapat dilihat elevasi muka air tertinggi dan terendah oleh *MIKE Zero*.

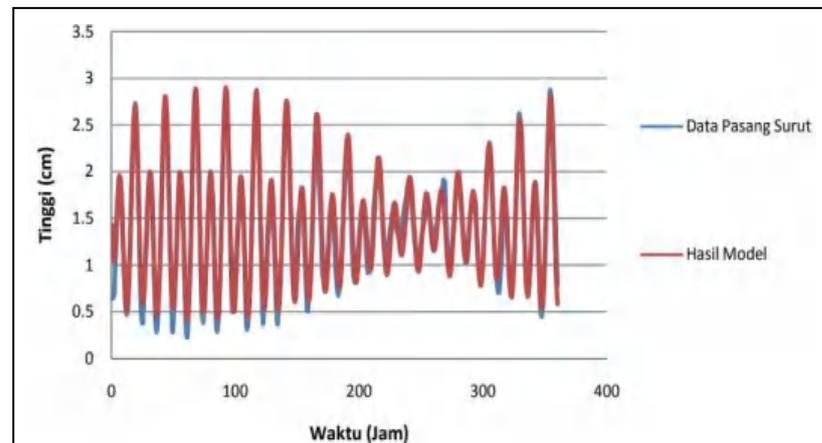


Gambar 3. Hasil running nilai ketinggian pasang surut

Aditya Dendy Pratama, dkk (2015) dalam penelitian “Peramalan Pasang Surut di Perairan Pelabuhan Kuala Stabas, Krui, Lampung Barat” menggunakan tiga program yaitu *NAO Tide*, *WORLD TIDES*, dan *MIKE21*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meramalkan pasang surut di Perairan Pelabuhan Kuala Stabas, Lampung Barat selama 3 tahun dengan menggunakan tiga program tersebut. Pada penelitian ini menjelaskan program *MIKE 21* dapat meramalkan pasang surut secara Point dan Line Series yang memiliki arti bahwa program ini dapat meramalkan pasang surut pada satu titik atau lebih dalam garis koordinat. Data input program ini adalah koordinat lokasi penelitian dengan output berupa nilai elevasi pasang surut. Hasil dari verifikasi model *MIKE 21* diperoleh nilai error sebesar 12,588%. Penelitian ini menjelaskan perbedaan nilai elevasi hasil model dengan nilai pengamatan langsung di lapangan tersebut terjadi karena program peramalan pasang surut *MIKE 21* ini berdasarkan data elevasi air laut dunia yang direkam oleh satelit *TOPEX/Poseidon* dan seterusnya digunakan untuk menentukan komponen-komponen pasang surut, dan digunakan sebagai komponen peramalan pasang surut untuk tahun-tahun kedepannya hanya dengan memasukkan koordinat lokasi pengamatan dan tanggal pengamatan yang kita inginkan.



Afrianto Sinaga, dll (2013) dalam penelitian “Pola Sebaran Sedimen Tersuspensi Berdasarkan Model Pola Arus Pasang Surut di Perairan Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur” memiliki tujuan untuk mengetahui pola sebaran sedimen tersuspensi berdasarkan model pola arus pasang surut pada saat pasang surut purnama dan perbani di perairan Teluk Balikpapan, Kalimantan Timur dengan menggunakan pendekatan model MIKE 21. Pemilihan penggunaan model ini berguna untuk menggambarkan pola sebaran sedimen tersuspensi secara spasial dan temporal adalah karena model merupakan prototipe atau peniruan dari keadaan alam yang sebenarnya sehingga dapat dibuat prediksi berbagai scenario, dapat mengontrol hasil analisis atau hitungan. Pada penelitian ini, model yang digunakan merupakan model hidrodinamika dengan data batimetri dan data pasang surut sebagai penggerak utama dan nilai inputan yang konstan sebagai masukan konsentrasi sedimen tersuspensi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan elevasi muka air simulasi MIKE 21 yang overlay dengan data pengukuran lapangan. Pada Gambar 4 dapat dilihat pola pasang surut hasil model dengan data pengukuran



Gambar 4. Grafik overlay hasil model dengan data pasang surut pengamatan memiliki pola yang hamper sama.

Chaeril Anwar, dll (2001), dalam penelitian “Pemodelan Pola Arus dan Gelombang di Sepanjang Pantai Delta Muara Sungai Saddang” menulis bahwa sirkulasi arus yang terjadi setiap musim berbeda karena arah datang gelombang setiap musim yang berbeda, sedangkan kecepatan arus yang terbentuk di pengaruhi arah datang gelombang, periode dan tinggi pada setiap musim-musim yang berbeda. Pada saat angin muson barat berhembus, arus datang dari arah barat laut dengan kecepatan 0,0005 m/dtk – 0,029 m/dtk dan arah barat laut dengan kecepatan



0,016 m/dtk – 0,069 m/dtk. Pada saat angin muson timur berhembus, arus datang dari arah dengan kecepatan 0,004 m/dtk – 0,021 m/dtk, arah barat daya dengan kecepatan 0,015 m/dtk – 0,034 m/dtk dan arah selatan barat daya dengan kecepatan 0,016 m/dtk – 0,38 m/dtk. Sedangkan pada musim peralihan arus laut datang dari arah barat dengan kecepatan 0,004 m/dtk – 0,018 m/dtk, arah barat daya dengan kecepatan 0,017 m/dtk – 0,043 m/dtk dan arah barat laut dengan kecepatan 0,011 m/dtk – 0,042 m/dtk.

2.2 Pasang Surut

Pasang surut merupakan peristiwa pergerakan naik atau turunnya permukaan air laut yang disebabkan oleh kombinasi dari gaya gravitasi dan gaya Tarik-menarik antara laut, matahari, dan bulan. Pasang surut menyebabkan perubahan kedalaman air dan pusaran yang disebut arus pasang surut sehingga memprediksi kejadian pasang surut sangat penting dalam permasalahan perairan.

Pasang surut dihitung dari persamaan hidrodinamika untuk laut yang memiliki gravitasi sendiri pada bumi yang berputar dan elastis. Gaya penggerak adalah perubahan kecil dalam gravitasi akibat gerak bulan dan matahari relatif terhadap bumi. Variasi kecil yang terdapat pada gravitasi muncul dari dua mekanisme terpisah. Untuk melihat cara kerjanya, pertimbangkan rotasi bulan terhadap bumi.

1. bulan dan berotasi di sekitar pusat massa sistem bumi-bulan. Hal ini menimbulkan percepatan sentripetal di permukaan bumi yang mendorong air menjauh dari pusat massa dan menuju sisi bumi menjauhi bulan.
2. Pada saat yang sama, terjadi tarikan gravitasi gravitasi timbal balik massa di bumi dan bulan menyebabkan air tertarik di bulan.

Jika bumi adalah planet Samudra sangat dalam maka kedua proses tersebut akan menghasilkan sepasang tonjolan air di bumi, satu sisi menghadap bulan dan satu sisi lainnya menjauhi bulan. Pasang surut menghasilkan arus yang kuat di banyak bagian lautan. Arus pasang surut dapat memiliki kecepatan hingga m/s di perairan pesisir (Stewart, 2000).



Surut erat kaitannya dengan gaya gravitasi oleh bulan dan matahari. Peristiwa pasang surut tertinggi terjadi pada saat bulan purnama, karena gravitasi bulan memiliki pengaruh yang lebih besar daripada gravitasi matahari. Walaupun massa bulan jauh

lebih kecil daripada massa matahari, namun jarak bulan ke bulan jauh lebih dekat daripada jarak matahari ke bumi, hal ini sesuai dengan hukum dengan hukum Newton tentang gravitasi yang dituangkan dalam persamaan berikut,

$$F_g = G \frac{M_1 M_2}{R^2} \quad (1)$$

Dimana M_1 dan M_2 adalah massa masing-masing benda (kilogram), R adalah jarak antara kedua benda (meter), dan G adalah konstanta universal ($6,6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{Kg}^2$) (Cahyana, 2011).

Menurut Triadmojo (2016), pasang surut adalah fluktuasi (Gerakan naik turunnya) muka air secara berirama karena adanya gaya Tarik benda-benda langit, terutama bulan dan matahari terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi lebih dekat maka pengaruh gaya Tarik bulan terhadap massa air laut di bumi lebih besar daripada gaya tarik matahari. Gaya Tarik bulan yang memengaruhi pasang ada 2,2 kali lebih besar daripada gaya Tarik matahari. Donkers (1964) dalam Pasomba, dkk (2019) berpendapat bahwa pasang surut laut merupakan 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 kecil.

2.2.1 Metode Analisis Pasang Surut

Dalam analisis pasang surut terdapat komponen-komponen utama pasang surut yang terdiri dari komponen tengah hari dan harian. Dr. Poerbandono dalam Pasomba (2019) menjelaskan secara garis besar konstanta harmonic pasang surut dibagi menjadi empat kelompok utama, yaitu:

- a. Konstanta harmonic periode setengah harian (*semidiurnal period tide*)
- b. Konstanta harmonic periode harian (*diurnal period time*)
- c. Konstanta harmonic periode Panjang (*long period time*)
- d. Konstanta harmonic periode dangkal (*shallow water tide*)



rso dalam Pasomba (2019) menjelaskan komponen-komponen harian dan urian. Namun demikian, karena interaksinya dengan bentuk (morfologi) un superposisi antar gelombang pasang surut komponen utama, akan

terbentuklah komponen-komponen pasang surut yang baru yang dijelaskan pada Tabel

Tabel 1. Komponen/konstanta harmonic utama pasang surut

Jenis	Nama Komponen	Periode (Jam)	Fenomena
Semidiurnal	M_2	12,24	Gravitasi bulan dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi
	S_2	12,00	Gravitasi matahari dengan orbit lingkaran dan sejajar ekuator bumi
	N_2	12,66	Bulan akibat variasi bulanan jarak bumi ke Bulan
	K_2	11,97	Matahari ke bulan akibat perubahan sudut deklinasi matahari ke bulan
Diurnal	K_1	23,93	Deklinasi sistem bulan dan matahari
	O_1	25,82	Deklinasi bulan
	P_1	24,07	Deklinasi matahari
Periode Panjang	M_f	327,86	Variasi setengah bulanan
	M_{sa}	661,30	Variasi bulanan
	S_{sa}	2191,43	Variasi semi tahunan
Periode Dangkal	$2SM_2$	11,61	Interaksi bulan dan matahari
	MNS_2	13,13	Interaksi bulan dan matahari dengan perubahan jarak bulan akibat lintasan berbentuk elips
	MK_3	8,18	Interaksi bulan dan matahari dengan perubahan jarak bulan akibat lintasan berbentuk elips
	M_4	6,21	2x kecepatan sudut M_2
	MS_4	2,20	Interaksi M_2 dan S_2

Sumber: Abdul Malik, 2008, *Pasang Surut*

Dalam pelaksanaan perhitungan pasang surut air laut terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan konstanta harmonic pasang surut selama periode waktu, yaitu:

1) Metode *Admiralty*

Metode harmonic yang digunakan untuk menghitung dua konstanta harmonic, yaitu amplitud dan beda fase dalam rentang waktu yang pendek (29 hari). Output yang dihasilkan dalam metode *admiralty* meliputi amplitud (A) dan fase (g) dari setiap komponen pasang surut dan elevasi beberapa muka air penting. Komponen pasang surut hasil pengolahan metode *admiralty* meliputi 9

komponen utama pasang surut yaitu: M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 , P_1 , M_4 , MS_4 , dan sedangkan nilai elevasi yang dihasilkan dari pengolahan data ini antara MSL , HWL , $HHWL$, dan $LLWL$. Dalam pengolahan lebih lanjut, nilai



amplitude (A) digunakan untuk menentukan nilai Formzhal (F), sehingga akan didapatkan tipe pasang surut pada lokasi penelitian.

2) Metode *Least Square*

Perhitungan metode Least Square dilakukan dengan mengabaikan factor meteorologis, namun dapat diturunkan dengan menggunakan nilai persamaan yang telah ditetapkan. Data pasang surut pada lokasi penelitian telah diolah akan menghasilkan nilai kedudukan muka air yang berupa nilai LWL (*Lowest Water Level*), MSL (*Mean Sea Level*) dan HWL (*Highest Water Level*). Pengolahan data ini juga menghasilkan nilai komponen pasang surut yang meliputi nilai amplitude (A), fase, serta nilai frekuensi dari masing-masing komponen pasang surut. Nilai amplitude komponen pasang surut kemudian diolah untuk mnedapatkan nilai formzhal (F) sehingga dapat diketahui tipe pasang surut dari lokasi penelitian.

3) Metode *Fast Fourier Transform (FFT)*

Pengolahan data pasang surut menggunakan metode FFT bertujuan untuk mengubah sistem dengan fungsi yang kompleks menjadi penjumlahan dari sistem sederhana, dalam hal ini pasang surut akan diubah menjadi penjumlahan fungsi sinusoidal. Pengolahan dengan metode FFT menghasilkan nilai komponen-komponen pasang surut yang telah ditentukan sebelumnya. Nilai komponen pasang surut tersebut meliputi nilai amplitude (A) dan fase (g). Dari nilai amplitude tersebut kemudian akan diperoleh perhitungan nilai formzhal sehingga diketahui tipe pasang surut dilokasi penelitian.

2.2.2 Gaya Pembangkit Pasang Surut

Gaya pembangkit pasang surut disebabkan oleh gaya gravitasi dan gaya tarik menarik antara matahari, bumi, bulan. Ongkosongo (1989) menjelaskan gaya tarik menarik antara bumi dan bulan tersebut menyebabkan sistem bumi-bulan menjadi satu sistem kesatuan yang beredar Bersama-sama di sekeliling sumbu perputaran Bersama (*common axis of revolution*). Pembentukan pasang surut air

gat dipengaruhi oleh Gerakan utama matahari dan bulan, yaitu:

Revolusi bulan terhadap bumi, dimana orbitnya berbentuk elips dan memerlukan periode untuk menyelesaikan revolusi itu selama 29,5 hari.



- b. Revolusi bumi terhadap matahari dengan orbitnya berbentuk elips, periode yang diperlukan adalah 365 hari
- c. Perputaran bumi terhadap sumbunya sendiri, periode yang diperlukan untuk Gerakan ini adalah 24 jam.

Penjelasan di atas adalah dengan anggapan bahwa bumi dikelilingi oleh laut secara merata tapi kenyataannya di bumi terdapat daratan. Selain itu dasar laut juga tidak rata (palung, perairan dangkal, selat, teluk, dsb). Keadaan tersebut menyebabkan penyimpangan dari kondisi yang ideal, dan dapat menimbulkan pasang surut yang berbeda di suatu lokasi. Selain itu, posisi bulan dan matahari juga berubah-ubah terhadap bumi, sehingga tinggi pasang surut tidak konstan dalam satu periode Panjang (satu bulan) (Triatmodjo, 2016).

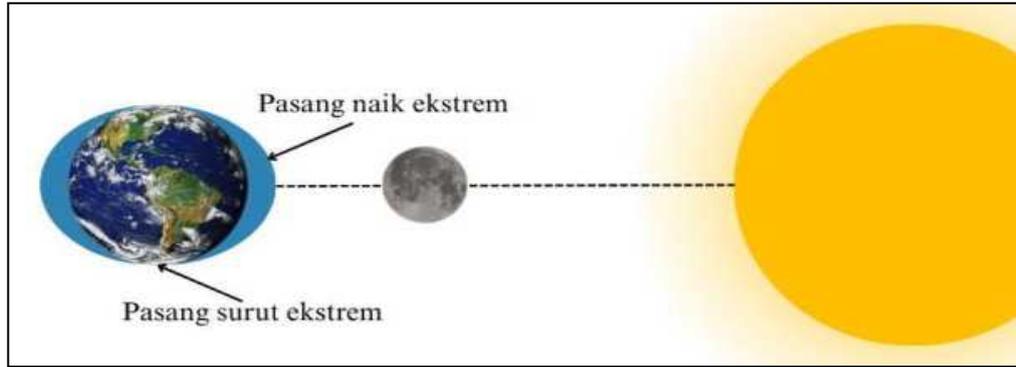
2.2.3 Jenis Pasang Surut

Pengaruh gaya Tarik matahari, bumi, dan bulan membuat lapisan air yang semula berbentuk bola menjadi elips karena peredaran bumi dan bulan pada orbitnya (Triatmodjo, 2016). Berdasarkan posisi matahari, bumi, dan bulan maka dibedakan menjadi dua jenis pasang surut.

1. Pasang Purnama

Pasang purnama atau *spring tides* terjadi ketika bulan memasuki fase bulan purnama dan bulan baru (sekitar tanggal 1 dan 15). Fenomena tersebut terjadi karena matahari, bumi, dan bulan sejajar (membentuk sudut 180°). Karena posisi ketiga benda astronomi tersebut yang sejajar sehingga gaya Tarik menariknya tinggi yang menyebabkan pasangannya tinggi dan surutnya rendah. Oleh karena itu, fenomena pasang purnama ditandai dengan pasang naik yang sangat tinggi dan Ketika surut akan sangat rendah.

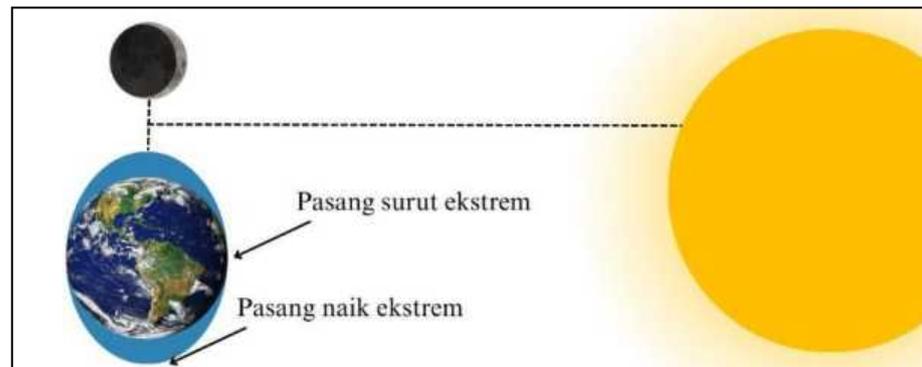




Gambar 5. Pasang purnama

2. Pasang Perbani

Pasang perbani atau *neap tides* terjadi Ketika bulan memasuki fase paruh akhir dan paruh awal. Fase $\frac{3}{4}$ atau $\frac{1}{4}$ bulan (bulan sabit) juga termasuk dalam jenis pasang surut perbani. Fenomena tersebut terjadi karena posisi matahari, bumi, dan bulan yang tegak lurus (membentuk sudut 90°). Ketika pasang perbani terjadi maka pasang dan pasang surut yang terjadi tidak setinggi dan serendah ketika pasang purnama terjadi.



Gambar 6. Pasang perbani

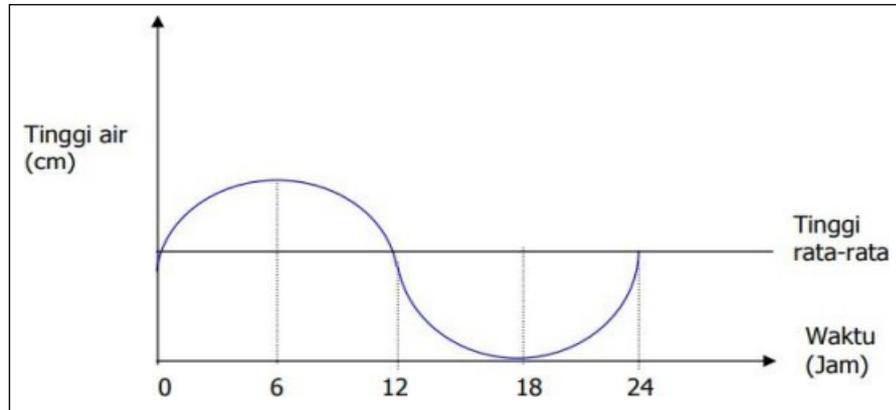
2.2.4 Tipe Pasang Surut

Bentuk pasang surut berbeda-beda di setiap daerah. Suatu daerah dapat terjadi satu atau dua kali pasang surut dalam satu hari. Pasang surut di Indonesia dibagi menjadi empat tipe berdasarkan periode gelombangnya, yaitu:

a) Pasang Surut Diurnal (Harian Tunggal)



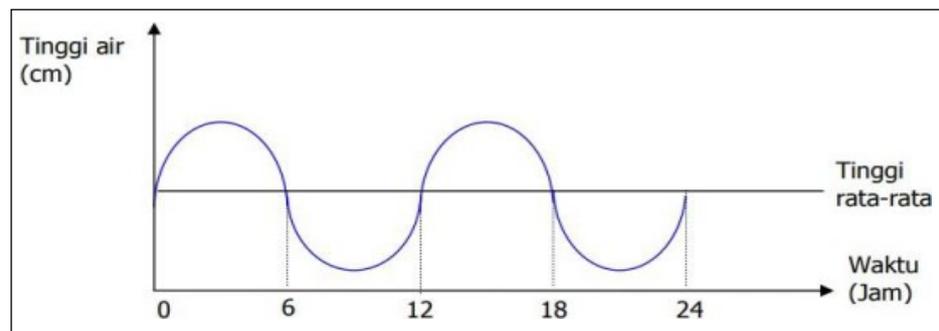
Tipe pasang surut yang terjadi sebanyak satu kali pasang naik dan satu kali pasang surut dalam satu hari. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di Selat Karimata



Gambar 7. Pola gerak pasang surut diurnal (harian tunggal)

b) Pasang Surut Semidiurnal (Harian Ganda)

Tipe pasang surut yang terjadi sebanyak dua kali pasang naik dan dua kali pasang surut dalam satu hari. Periode pasang surut ini rata-rata 12 jam 45 menit. Pasang surut tipe ini terdapat di Selat Malaka hingga Laut Andaman.

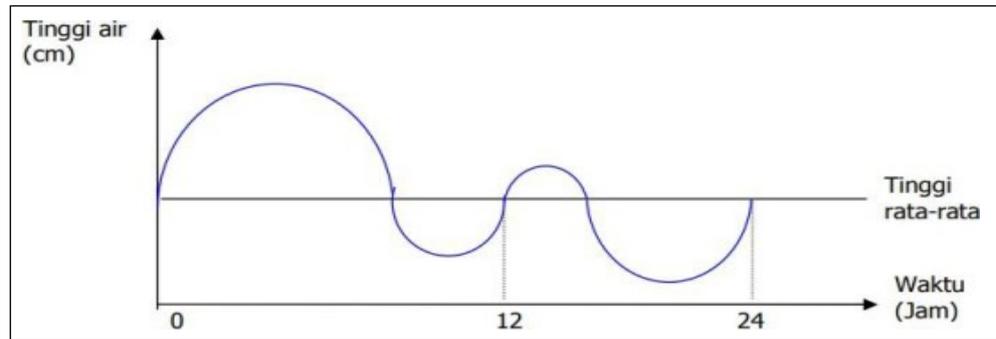


Gambar 8. Pola gerak pasang surut semidiurnal (harian ganda)

c) Pasang Surut Campuran Condong Harian Tunggal (*Mixed Tide Prevailing Diurnal*)

Tipe pasang surut yang satu hari terjadi satu kali pasang naik dan pasang surut, namun terkadang dalam beberapa waktu terjadi dua kali pasang naik dan pasang surut dengan periode dan tinggi yang sangat berbeda. Pasang surut tipe ini terdapat di Selat Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.

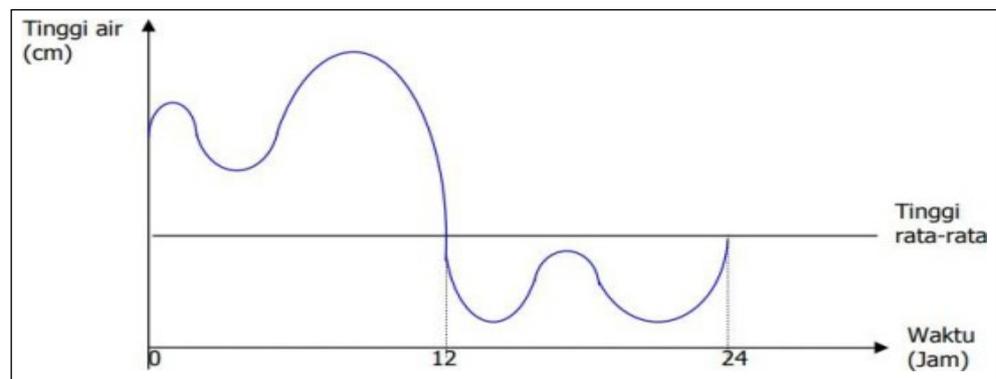




Gambar 9. Pola gerak pasang surut campuran condong harian Tunggal

d) Pasang Surut Campuran Condong Harian Ganda (*Mixed Tide Prevailing Semi Diurnal*)

Tipe pasang surut dalam satu hari terjadi dua kali pasang naik dan pasang surut, namun terkadang terjadi satu kali pasang naik dan pasang surut dengan periode dan tinggi yang berbeda. Pasang surut tipe ini terdapat di pantai selatan Jawa dan Indonesia bagian timur.



Gambar 10. Pola gerak pasang surut campuran condong harian ganda

Tipe pola gerak muka air pasang surut harian ganda banyak terjadi di wilayah Indonesia. Pola tersebut dapat dilihat pada Gambar 11. Untuk menentukan tipe pasang surut dapat digunakan bilangan formzahl yang memiliki range tertentu untuk menentukan tipe pasang surut di suatu wilayah. Bilangan Formzahl adalah hitungan membagi antara amplitude konstanta pasang surut harian utama dengan amplitude konstanta pasang surut ganda utama yang dapat dinyatakan dalam bentuk,

$$F = \frac{AK_1 + AO_1}{AM_2 + AS_2} \quad (2)$$



ana:

F = Bilangan formzahl

AK_1 = Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari

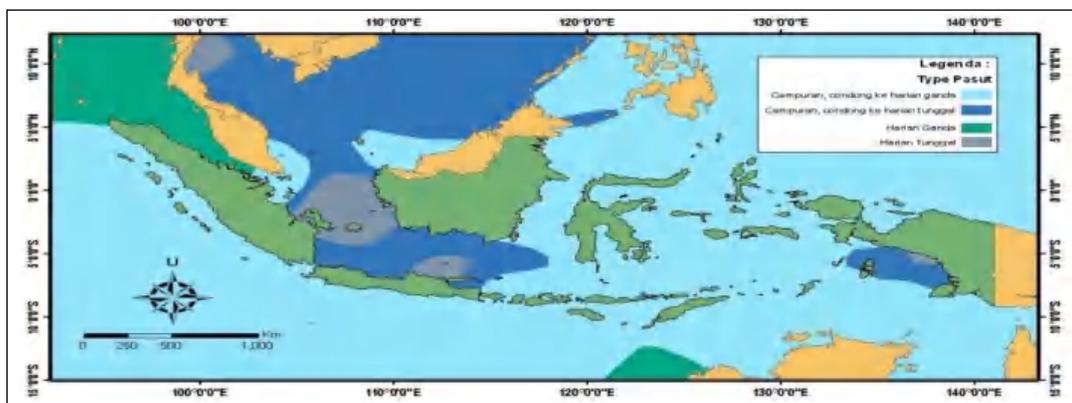
AO_1 = Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

AM_2 = Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan

AS_2 = Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

Dengan ketentuan tipe pasang surut berdasarkan nilai F adalah sebagai berikut:

1. $F \leq 0,25$ = Pasang surut harian ganda
2. $0,25 < F \leq 1,5$ = Pasang surut campuran condong harian ganda
3. $1,25 < F \leq 3,0$ = Pasang surut campuran condong harian Tunggal
4. $F > 3,0$ = Pasang surut harian tunggal



Gambar 11. Pola tipe pasang surut di Indonesia

2.2.5 Elevasi Muka Air

Berdasarkan data pasang surut maka dapat diketahui suatu elevasi muka air karena mengingat elevasi muka air suatu daerah berubah setiap saat. Elevasi



apat dilihat pada Tabel 2. Elevasi muka air berfungsi dalam perencanaan pantai dan Pelabuhan. Elevasi muka air rencana dapat ditentukan akan komponen pasang surut yang didapat dari perhitungan analisis

pasang surut dengan metode *admiralty* (Pasomba, dkk, 2019).

Tabel 2. Definisi elevasi muka air

No.	Nama	Keterangan
1	Muka Air Tinggi (<i>High Water Level, HWL</i>)	Muka air tertinggi yang dicapai pada saat pasang dalam siklus pasang surut
2	Muka Air Rendah (<i>Low Water Level, LWL</i>)	Kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam siklus pasang surut
3	Muka Air Tinggi Rerata (<i>Mean High Water Level, MHWL</i>)	Rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun
4	Muka Air Rendah Rerata (<i>Mean Low Water Level, MLWL</i>)	Rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun
5	Muka Air Laut Rerata (<i>Mean Sea Level, MSL</i>)	Muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata.
6	Muka Air Tinggi Tertinggi (<i>Highest High Water Level, HHWL</i>)	Air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati
7	Muka Air Rendah Terendah (<i>Lowest Low Water Level, LLWL</i>)	air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati

Sumber: Teknik Pantai (2016)

2.3 Arus

Arus laut adalah pergerakan massa air yang disebabkan oleh angin, yang bertiup di permukaan laut pada kedalaman kurang dari 200 m dan berpindah dari suatu tempat dengan tekanan udara yang tinggi ke tempat lain dengan tekanan udara yang sangat luas terjadi di seluruh lautan manusia. Menurut Triatmodjo (2016), arus laut adalah Gerakan massa air dalam arah vertical atau horizontal yang dapat menyebabkan keseimbangan distribusi massa dan suhu. Arus laut di suatu perairan adalah superposisi dari berbagai arus yang disebabkan oleh sejumlah faktor termasuk angin, perbedaan densitas, pasang surut, gelombang, dan sebagainya. Arus laut dipengaruhi oleh sifat air (viskositas/densitas), gravitasi bumi, kedalaman air, dan rotasi bumi. Arus pasang surut adalah aliran air horizontal yang periodiknya merupakan respon terhadap naik turunnya muka air yang disebabkan oleh pasang surut. Sedangkan arus non pasang surut adalah arus yang pergerakannya tidak bergantung pada pasang surut (Triatmodjo, 2016).



2.4 Debit

Debit adalah besar volume aliran yang melalui suatu penampang melintang sungai persatuan waktu, dan biasanya dinyatakan dalam satuan meter per detik (m^3/det) atau liter per detik. Pada dasarnya pengukuran debit adalah pengukuran luas penampang basah, kecepatan aliran dan tinggi muka air. Debit dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q = A \cdot v \quad (3)$$

Dimana Q adalah debit (m^3/det), A luas penampang (m^2), dan V adalah kecepatan arus pada luas penampang basah (m/det).

2.5 Batimetri

Batimetri adalah pengukuran dan pemetaan topografi laut. Peta batimetri menampilkan dataran dengan garis-garis kontur. Namun peta batimetri memiliki perbedaan dengan peta topografi pada keterangan petanya. Peta batimetri adalah peta yang menampilkan bentuk kedalaman wilayah dibawah permukaan air laut, sedangkan peta topografi menampilkan bentuk ketinggian wilayah di atas permukaan air laut.

2.6 Breakwater

Breakwater adalah bangunan pantai yang berfungsi sebagai peredam gelombang datang. Tujuannya untuk memberikan perlindungan terhadap kerusakan wilayah pantai yang berada dibelakangnya.

$$L_{gap} = (0.5Y)L_s$$

L_{gap} = Jarak Antar Breakwater

L_s = Panjang Breakwater

Y = Jarak Breakwater dengan Garis Pantai



nsep Hidrodinamika

odinamika adalah salah satu cabang dari mekanika fluida. Hidrodinamika kan sebagai ilmu yang mempelajari gerak fluida, terutama zat cair yang

tidak dapat ditekan (*incompressible liquid*) yang dipengaruhi oleh gaya eksternal dan internal. Hidrodinamika terdiri dari beberapa konsep yaitu; momentum, kontinuitas, tekanan, viskositas, waktu, turbulensi, gesekan, transport, dan sebagainya.

Pemodelan hidrodinamika dalam makalah ini dilakukan dengan menggunakan matematis sebagai persamaan pengatur dan kondisi batas model (Karamma, 2022).

Gaya gravitasi merupakan gaya yang dominan dalam hidrodinamika. Gaya berat dari air laut yang merupakan akibat dari adanya gravitasi, menghasilkan tekanan hidrostatik. Perubahan gravitasi yang diakibatkan oleh matahari dan bulan terhadap bumi, menyebabkan terjadinya pasang surut, arus, dan pencampuran. Gaya gesek adalah gaya yang bekerja pada dua permukaan yang saling bersentuhan dan terjadi gerak relatif antara keduanya. Permukaan dalam hidrodinamika laut dapat berupa hembusan angin di atas permukaan laut. Angin yang berhembus mengantarkan momentum horizontal kepada laut sehingga menghasilkan arus. Gaya Coriolis adalah gaya semu yang dominan mempengaruhi gerak dalam sistem koordinat yang disesuaikan terhadap bumi (Cahyani, 2011).

2.8 Program *MIKE ZERO*

MIKE adalah salah satu dari program dari DHI. *MIKE* adalah program sistem pemodelan dua dimensi berbasis komputer untuk muara, perairan pesisir, dan laut. Program ini cocok untuk memodelkan aliran, ketinggian air, gelombang, sedimen, transportasi polutan, dan kualitas air. Modul dasar *MIKE* berisi fasilitas pemodelan hidrodinamika, basis data yang sederhana, fasilitas grafis, dan pra dan pasca pemrosesan.

MIKE ZERO adalah nama yang umum digunakan oleh salah satu program marine modelling system yang berbasis numerik. Program *MIKE* terdapat banyak modul yang dapat digunakan untuk membuat model arus, gelombang, dan sedimentasi di suatu perairan baik dilautan, area pantai, sungai, danau serta area estuaries, coastal waters and open sea.



del Hidrodinamika *MIKE21*

Pada aplikasi *MIKE Zero* terdapat beberapa item yang dibuat berdasarkan kebutuhan yang ingin diolah. Salah satunya adalah *MIKE21* yang merupakan pemodelan hidrodinamika 2D untuk muara, pesisir, dan laut terbuka. *MIKE21* menggunakan persamaan berdasarkan persamaan Navier-stokes 2/3 dimensi rata-rata incompressible Reynolds pada asumsi Boussineq dan tekanan hidrostatik. Dengan demikian, pemodelan terdiri dari persamaan kontinuitas, momentum, temperature, salinitas, dan densitas dan ditutup dengan skema penutupan turbulen. Kepadatan tidak tergantung pada tekanan, tetapi hanya pada suhu dan salinitas. Di bawah adalah persamaan dengan koordinat kartesian. Persamaan pengaturannya adalah persamaan kontinuitas yang tertulis sebagai berikut,

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = S \quad (4)$$

Dan persamaan momentum dua horizontal untuk komponen x adalah,

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = 0 - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\partial_0} \int_z^\eta \frac{\partial p}{\partial x} dz + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left(V_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S \quad (5)$$

Dan persamaan momentum dua horizontal untuk komponen y adalah,

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial y} + \frac{\partial vu}{\partial x} + \frac{\partial wu}{\partial z} = 0 - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\partial_0} \int_z^\eta \frac{\partial p}{\partial y} dz + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left(V_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S$$

Dimana:

- t = Waktu (s)
- x, y, z = Koordinat karterius
- u, v, w = Komponen kecepatan aliran
- S = Besaran debit karena titik sumber (m³/s)
- g = Gravitasi bumi (m²/s)
- F = Gaya (N)
- = Massa jenis (kg/m³)



2.9 RMSE (*Root Mean Square Error*)

Evaluasi dengan *Root Mean Square Error* (RMSE) adalah sebuah metode konvensional yang digunakan untuk menghitung rata-rata ukuran dari sebuah deviasi dan disebut juga sebagai perbedaan antara nilai aktual dengan nilai prediksi (Barreto dan Howland, 2006). RMSE adalah metode pengukuran dengan mengukur perbedaan nilai dari prediksi sebuah estimasi atas nilai yang diobservasi. *Root Mean Square Error* adalah hasil dari akar kuadrat *Mean Square Error*. Keakuratan metode estimasi kesalahan pengukuran ditandai dengan adanya nilai RMSE yang kecil. Jadi, *Root Mean Square Error* (RMSE) atau disebut juga sebagai *Root Mean Square Deviation* (RMSD) suatu ukuran yang digunakan dari perbedaan antara nilai-nilai yang diprediksi oleh sebuah model dengan nilai-nilai aktual (Bisri dan Wahono, 2015). RMSE (*Root Mean Square Error*) secara matematis adalah:

$$\sqrt{\frac{1}{2} \sum_i^N |\eta_{Mi} - \eta_{oi}|^2}$$

Dimana:

N = Waktu (s)

η_{Mi} = Elevasi muka air hasil simulasi MIKE Zero (m)

η_{oi} = Elevasi muka air pengukuran lapangan (m)





Optimized using
trial version
www.balesio.com