JURNAL | SAINS DAN TEKNOLOGI
KEILMUAN DAN APLIKASI TEKNOLOGI INDUSTRI
E-ISSN : 2615-2827 P-ISSN : 1412-5455
Volume 26, Nomor 1 Tahun 2026
https://ejurnalsttind.id/index.php/SainsdanTeknologi

Efektivitas *Groin* dan *Breakwaters* Sebagai Bangunan Pelindung Pantai Sunur Kota Pariaman dengan Simulasi Numerik

Sulastry Syaid [1)*], Mas Mera [2)]

[1,2,] Teknik Sipil Universitas Andalas, Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

sulastry_syaid@yahoo.co.id*; mas_mera@eng.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja *groin* dan *breakwater* sebagai bangunan pelindung pantai dalam mengurangi dampak abrasi di Pantai Sunur, Kota Pariaman. Kajian dilakukan menggunakan pendekatan pemodelan numerik melalui perangkat lunak *Surface Water Modeling System* (SMS). Analisis difokuskan pada perubahan morfologi dasar perairan dan pola sedimentasi yang muncul setelah penerapan masing-masing struktur. Pemodelan dilakukan pada lingkungan pasang tinggi arah penyebaran gelombang dominan dari barat. Dua skenario diuji, yaitu pemasangan *groin* dan pemasangan *breakwater*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *breakwater* menghasilkan akumulasi sedimen yang lebih besar pada area terlindung di belakang bangunan. Sebaliknya, *groin* lebih berfungsi mengendalikan perpindahan sedimen sepanjang garis pantai. Berdasarkan hasil tersebut, *breakwater* dinilai memberikan tingkat perlindungan yang lebih baik terhadap abrasi di Pantai Sunur.

Kata kunci: *Sistem Pemodelan Pesisir, Bangunan Krib, Pemecah gelombang, Abrasi, Pesisir*

ABSTRACT

This study aims to evaluate the performance of groins and breakwaters as coastal protection structures in reducing the impacts of coastal erosion at Sunur Beach, Pariaman City. The study was conducted using a numerical modeling approach through the Surface Water Modeling System (SMS) software. The analysis focused on changes in seabed morphology and sedimentation patterns resulting from the implementation of each structure. Simulations were carried out under high-tide conditions with the dominant wave direction coming from the west. Two scenarios were tested: the installation of groins and the installation of breakwaters. The simulation results showed that breakwaters generated greater sediment accumulation in the sheltered area behind the structure. In contrast, groins were more effective in controlling sediment transport along the shoreline. Based on these findings, breakwaters were considered to provide a higher level of protection against coastal erosion at Sunur Beach.

Keywords: *Coastal Modeling System, Groynes, Breakwaters, Abrasion, Coast*

Copyright (c) 2026 Sulastry Syaid, Masmera
DOI: https://doi.org/10.36275/jp57s911

PENDAHULUAN

Kota Pariaman merupakan hamparan dataran rendah yang landai terletak di pantai barat Sumatra dengan ketinggian antara 2 sampai dengan 35 meter di atas permukaan laut. Kota Pariaman memiliki luas daratan 73,36 km² dengan panjang pantai ±12,7 km serta luas perairan laut 282,69 km² dengan 6 buah pulau-pulau kecil di antaranya Pulau Bando, Pulau Gosong, Pulau Ujung, Pulau Tangah, Pulau Angso dan Pulau Kasiak. Pantai Sunur merupakan kawasan pesisir yang berlokasi di Kelurahan Pasir Sunur, Kecamatan Pariaman Selatan, Sumatera Barat. Lokasinya berada pada bagian selatan kawasan wisata pantai Kota Pariaman dan berdekatan

dengan bagian ujung Muara Sunur yang menjadi batas administratif dengan Kabupaten Padang Pariaman.

Pantai Sunur memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai destinasi wisata. Kawasan ini dimanfaatkan masyarakat sebagai lokasi wisata bahari sekaligus pusat kuliner. Pada beberapa pantai di Kota Pariaman telah dibangun struktur pelindung pantai, seperti *groin* dan jetty, yang berfungsi mengurangi dampak abrasi. Akan tetapi, hingga saat ini Pantai Sunur belum memiliki bangunan pelindung pantai yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis bangunan pengaman pantai yang paling efektif, yaitu *groin* atau *breakwater*, dalam mengurangi abrasi di pantai sunur kota pariaman dengan memanfaatkan perangkat lunak Sistem Pemodelan Perairan Permukaan.

Penelitian yang dilakukan oleh Solihuddin (2011) mengenai karakteristik pantai dan proses abrasi di wilayah pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat, menggunakan data ini sekunder berupa data angin dari BMKG Stasiun Meteorologi dan Geofisika Tabing Padang selama periode 1995–2005. Data tersebut digunakan guna memprediksi gelombang, kemudian dilengkapi dengan data pasang surut serta observasi langsung kondisi pantai di lapangan.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa petunjuk angin yang paling dominan berasal dari barat dengan persentase sebesar 8,49%. Arah gelombang dominan juga berasal dari barat dengan persentase 8,47%, sehingga hampir tegak lurus terhadap garis pantai. Tipe pasang surut di wilayah pesisir Padang Pariaman termasuk pasang surut campuran yang cenderung harian ganda, dengan selisih antara muka air pasang dan surut sebesar 109,57 cm. Selain itu, karakteristik pantainya didominasi oleh *sandy beach* dengan kemiringan berkisar antara 4° hingga 15°, serta proses pantai yang didominasi oleh abrasi. Efendi (2015) melakukan kajian mengenai dinamika perubahan garis pantai pascapembangunan struktur pelindung pantai di Pantai Sanur, Bali. Penelitian ini memanfaatkan data garis pantai, batimetri, topografi, dan karakteristik gelombang sebagai sumber data utama. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pemodelan perubahan garis pantai terhadap kondisi lapangan yang diperoleh dari pengukuran tahun 2012. Pada area yang menunjukkan abrasi atau kemunduran garis pantai yang cukup besar di sekitar *groin*, dilakukan penyesuaian desain *groin* serta penambahan bangunan pemecah gelombang (*breakwater*). Hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan desain dan penambahan struktur tersebut efektif dalam menekan laju kemunduran garis pantai secara signifikan.

Dalam penelitiannya, Aziz dkk. (2016) menjelaskan bahwa program *Surfacewater Modeling System* (SMS) dapat digunakan untuk memodelkan kondisi oseanografi di alam dalam bentuk model numerik satu dimensi, dua dimensi, maupun tiga dimensi dengan pendekatan metode elemen hingga (finite element method). Kajian tersebut mempertimbangkan empat alternatif bangunan pelindung pantai, yaitu jetty, revetment, *groin*, dan *breakwater*. Penilaian kesesuaian setiap alternatif dilakukan dengan memperhatikan karakteristik wilayah pesisir serta morfologi pantai yang menjadi lokasi kajian.

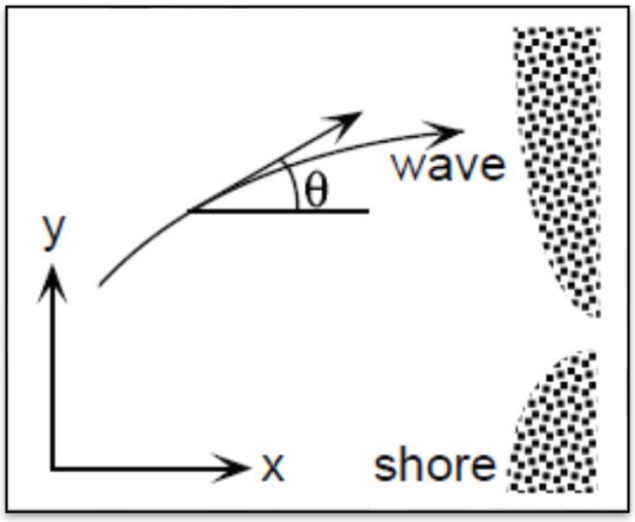
METODE

Kajian Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Sistem Pemodelan Perairan Permukaan (SMS) versi 10.1 untuk mengkaji bangunan pelindung pantai yang mirip di Pantai Sunur, Kota Pariaman. kajian dilakukan untuk mempertimbangkan arah angin yang paling dominan, yaitu dari arah barat. SMS merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pemodelan kondisi perairan dan lingkungan. Program ini mampu melakukan simulasi dalam satu, dua, maupun tiga dimensi.

Pengembangannya dilakukan oleh Brigham Young University bersama beberapa lembaga pemerintah di Amerika Serikat. Pada versi 10.1, SMS dilengkapi dengan modul CMS-*Wave* untuk simulasi gelombang dan CMS-*Flow* untuk simulasi arus, transport sedimen, serta perubahan bentuk dasar pantai. Kedua modul tersebut bekerja secara terintegrasi dalam sistem

CMS (*Coastal Modeling System*), yang digunakan untuk menganalisis proses gelombang, arus, muka air, pergerakan sedimen, dan perubahan morfologi wilayah pesisir.

Modul CMS-Wave menggunakan pendekatan keseimbangan aksi gelombang (*wave action balance equation*) untuk menghitung transformasi gelombang. Model ini juga memperhitungkan kehilangan energi akibat pecahnya gelombang dan pengaruh difraksi gelombang sehingga hasil simulasi menjadi lebih representatif terhadap kondisi di lapangan.



Gambar 1. Perambatan Gelombang Menuju Pantai

$$\frac{\partial(C_x N)}{\partial x} + \frac{\partial(C_y N)}{\partial y} + \frac{\partial(C_\theta N)}{\partial \theta} = \frac{\kappa}{2\sigma}\left[(CC_g\, cos^2\, \theta N_{yy}\right] - \varepsilon_b\, N - S$$

Dimana:
$N = \frac{E(\sigma,\theta)}{\sigma}$ = *wave action density*
$E(\sigma,\theta)$ = *spectral wave density* (spektrum gelombang)
C = seleritas gelombang
C_g = seleritas grup gelombang
C_x, C_y, C_θ = seleritas gelombang dalam arah x, y, θ
K = koefisien dikfraksi
ε_b = koefisien energi dissipasi gelombang pecah
S = *wind forcing*, bottom friction dan jenis kehilangan energi lainnya

Dalam proses interaksi antara gelombang dan arus, kecepatan gelombang dapat berubah karena pengaruh aliran arus di perairan C_x, C_y, C_θ pada persamaan (1) dapat diuraikan menjadi:

$C_x = C_g \cos\theta + U$

$C_y = C_g \sin\theta + V$

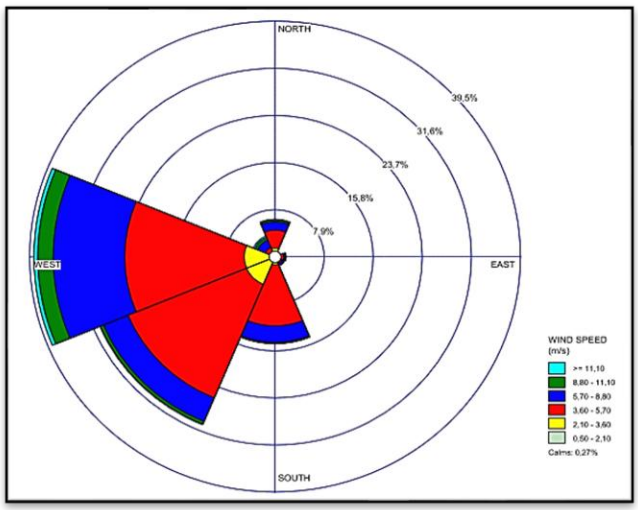
$C_\theta = \frac{\sigma}{\sinh 2kh}\left(\sin\theta \frac{\partial h}{\partial x} - \cos\theta \frac{\partial h}{\partial y}\right) + \cos\theta \sin\theta \frac{\partial U}{\partial x} - cos^2\,\theta \frac{\partial U}{\partial y} + \sin^2\theta \frac{\partial V}{\partial x} - \sin\theta\cos\theta \frac{\partial V}{\partial y}$

CMS-Flow bagian **Sistem Pemodelan Pesisir** yang dibuat oleh U.S. Army Corps of Engineers Coastal and Hydraulics Laboratory. Program ini digunakan untuk membantu memodelkan kondisi di daerah pantai dengan bantuan komputer.Model ini bekerja dengan cara membagi wilayah laut atau pantai menjadi kotak-kotak kecil (grid). Setiap kotak bisa memiliki ukuran yang sama atau berbeda. *CMS-Flow* kemudian menghitung pergerakan air dengan dua tahap, yaitu menghitung kecepatan aliran terlebih dahulu, lalu menghitung perubahan tinggi air. Dengan metode ini, CMS-Flow dapat digunakan untuk mempelajari bagaimana air bergerak di pantai, perubahan tinggi permukaan air, perpindahan sedimen (pasir atau lumpur), dan perubahan bentuk dasar laut atau pantai dari waktu ke waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi Data Angin

Data angin yang sudah diperoleh selama 10 (sepuluh) tahun (2010–2019) pengamatan dikelompokkan dengan menggunakan program jadi WRPlot. Hasil rekapitulasi data angin digambarkan pada mawar angin (*wind rose*) seperti yang ditampilkan pada Gambar 2, sehingga dapat diketahui arah angin yang berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang (Chrisnatilova, 2020).



Gambar 2. *Wind Rose* Data Angin

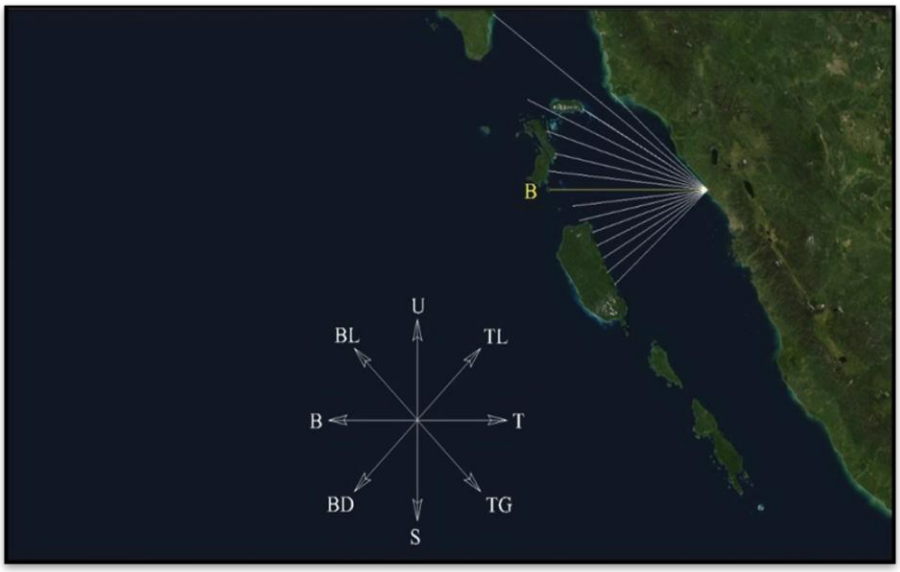
Berdasarkan *wind rose* dapat diketahui bahwa arah angin dominan berasal dari barat dengan persentase kejadian angin sebesar 38,72%, kemudian barat daya 30,44%, selatan 14,57%, utara 6,30% dan barat laut 3,78%. Arah angin dari daratan yaitu dari timur laut, timur dan tenggara tidak diperhitungkan dalam pengukuran panjang *fetch.*

Fetch Efektif

Arah angin yang berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang digambarkan ke dalam peta, untuk mengetahui jarak jemput gelombang oleh angin (*fetch*). Dalam penelitian, setelah digambarkan ke dalam peta, hanya ada 4 (empat) arah mata angin yang berpengaruh terhadap pembangkitan gelombang, yaitu dari barat, barat daya, selatan dan barat laut. Arah angin dari utara tidak memungkinkan untuk membentuk *fetch*, karena langsung berhadapan dengan daratan.

Fetch Arah Barat

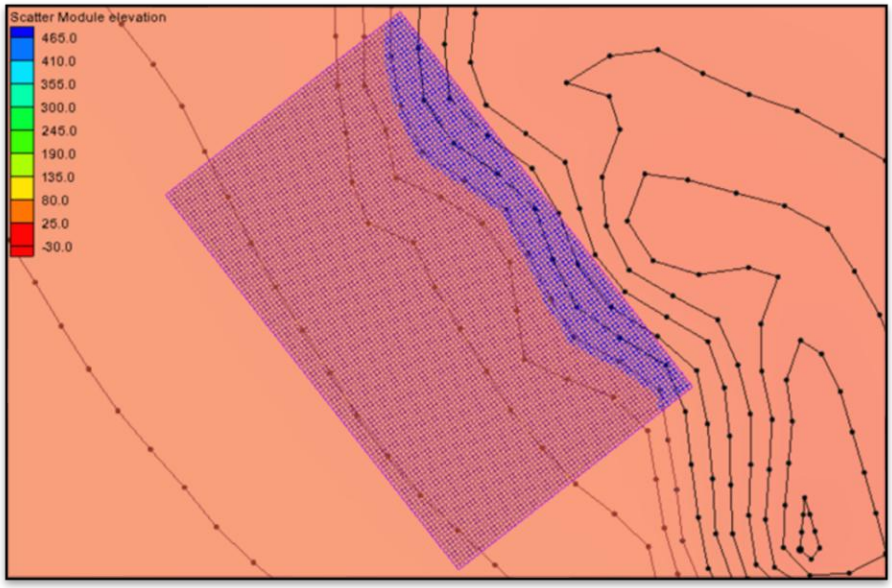
Pada gambar 3 menunjukkan gambar *fetch* dari arah barat, di mana dalam penggambaran *fetch*, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin (garis jingga untuk angin dari arah barat), tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin.



Gambar 3. *Fetch* Dari Arah Barat

Simulasi Tahap I : *CMS-Wave*

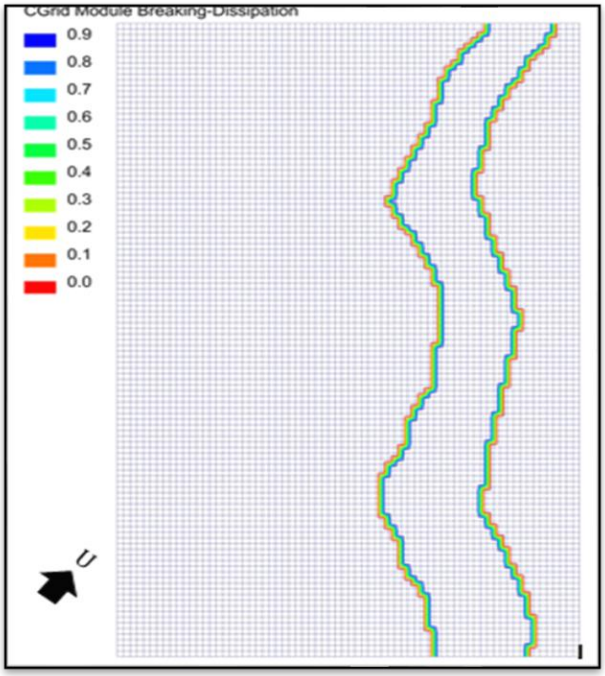
Pada simulasi ini *boundary grid* berukuran 560 m x 350 m dengan ukuran *grid cell* 5 m x 5 m dapat dilihat pada Gambar 4. Simulasi dilakukan pada kondisi batimetri eksisting tanpa penambahan struktur pengaman pantai dan arah angin dominan saja yaitu arah barat.



Gambar 4. *Boundary Grid* Simulasi Tahap I

***Output* Simulasi Tahap I**

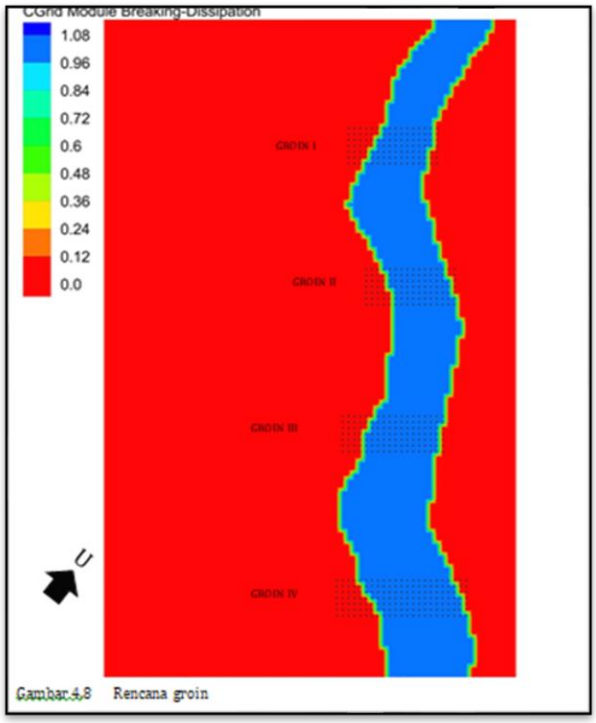
Output yang dihasilkan dari simulasi tahap I adalah berupa profil daerah gelombang pecah (*surfzone*), pada arah datang gelombang dari arah barat. Lebar daerah gelombang pecah (*surfzone*) yang diperoleh dari simulasi tahap I bervariasi, lebar rata-rata yang diperoleh yaitu 65 m. Daerah gelombang pecah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Daerah Gelombang Pecah

Perencanaan *Groin*

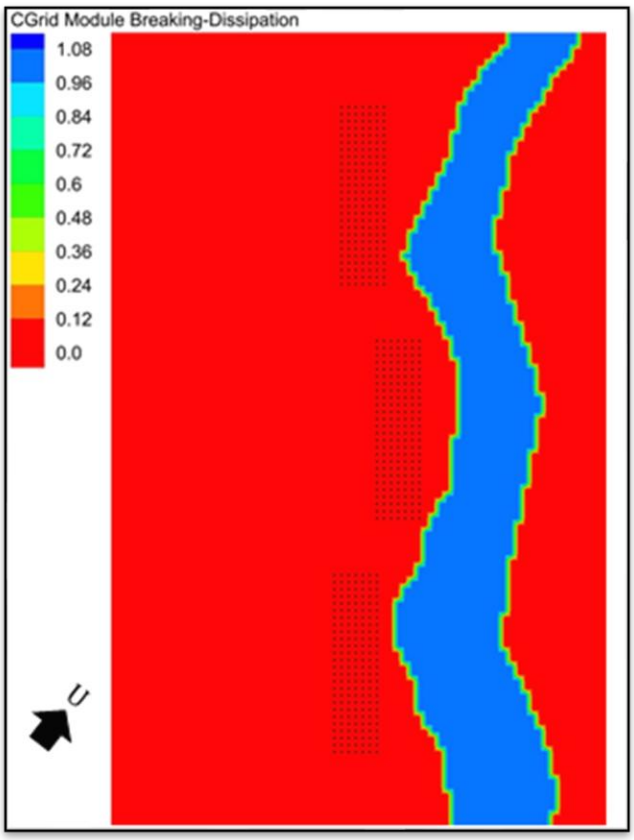
Lebar daerah gelombang pecah (*surfzone*) dapat diketahui dari hasil simulasi tahap I (*CMS-Wave*) pada arah barat, dapat dilihat pada Gambar 5. Panjang *groin* yang direncanakan melewati *surfzone*, jadi panjang *groin* yang diperoleh yaitu *groin* I = 65 m, II = 65 m, III = 75 m, dan IV = 100 m. Jarak antar *groin* adalah sebesar 115 m sampai 120 m. Tinggi *groin* yang direncanakan adalah 0,5 m di atas *MSL*. Perencanaan *groin* Pantai Sunur dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rencana Groin

Perencanaan *Breakwaters*

Penempatan *breakwaters* direncanakan berada di luar *surfzone* sekitar 5 m sampai dengan 15 m dari titik awal gelombang pecah, supaya *breakwaters* dapat berfungsi melemahkan energi gelombang yang datang. Panjang *breakwaters* direncanakan dalam simulasi adalah 100 m. Jarak antar *breakwaters* direncanakan sebesar 65 m. Tinggi *breakwaters* yang direncanakan adalah 0,5 m di atas *MSL*. Gambar perencanaan *breakwaters* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 6. Rencana *Breakwaters*

Simulasi Tahap II: *Coupling CMS-Wave dan CMS-Flow*

Ukuran *boundary grid* pada simulai Tahap II sama dengan simulasi Tahap I yaitu berukuran 560 m x 350 m dengan ukuran *grid cell* 5 m x 5. Simulasi pada tahap II dilakukan sebanyak 2 kali, masing-masing dengan skenario yang akan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skenario Pemodelan Pada Simulasi Tahap II

Arah Gelombang	**Skenario Pasang Maksimum (Gelombang Badai)**	
Barat	Dengan *Groin*	Dengan *Breakwaters*

Koefisien Refleksi

Koefisien refleksi untuk struktur *groin* dan *breakwaters* ditetapkan sebagai tipe bangunan tumpukan batu sisi miring (lihat Triatmodjo, 1999 Tabel 3.3 Koefisien Refleksi), sehingga dalam simulasi digunakan nilai koefisien refleksi = 0,3.

Koefisien Difraksi

Koefisien difraksi untuk struktur *breakwaters* antara 3 sampai dengan 4, tergantung antara perbandingan panjang gelombang dengan lebar celah (*gap*) *breakwaters*. Apabila

panjang gelombang lebih besar dari lebar celah terjadi difraksi kuat, sehingga koefisien difraksi = 4 dan apabila panjang gelombang lebih kecil dari lebar celah, koefisien difraksi = 3 (Lin dkk, 2008). Sedangkan koefisien difraksi untuk struktur *groin* adalah 2.

Koefisien Kekasaran Manning

Berdasarkan nilai default modul *CMS* dan (Barua, 2017) nilai koefisien kekasaran *Manning* untuk sedimen dengan diameter butiran rata-rata (D_{50}) 0,2 mm adalah 0,025.

Numerical Set-Up untuk *CMS-Wave* dan *CMS-Flow*

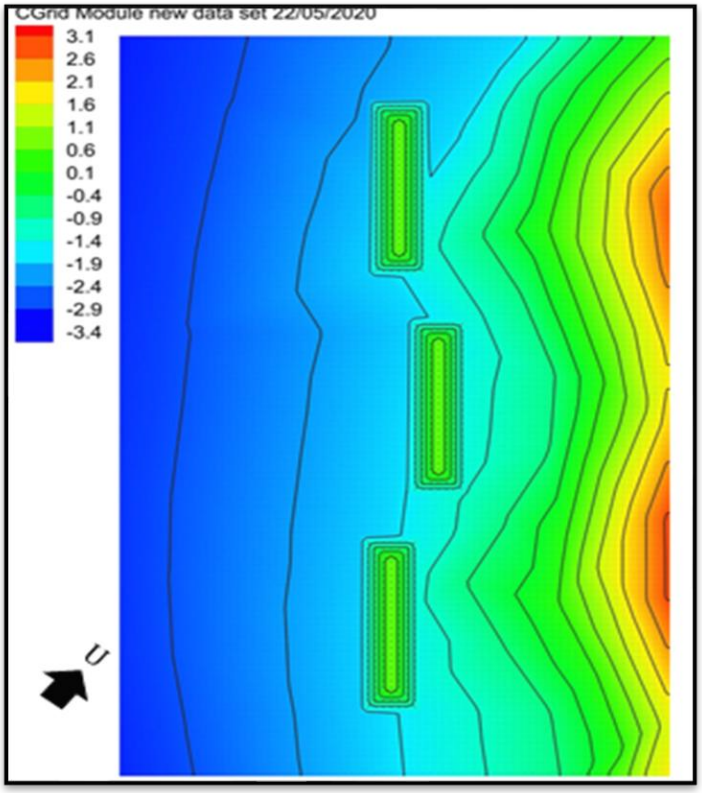
Input data parameter untuk *CMS-Flow* ditampilkan pada Tabel 2

Tabel 2. Input Data Parameter *CMS-Flow*

No.	Parameter	Data Input	Keterangan
1	D_{50}	0,2 mm	Pasir Halus
2	Koefisien Kekasaran manning (Pasir Halus)	0,025	*n pasir halus*
3	Koefisien Kekasaran manning (Struktur *groin* dan *Breakwaters*)	0,032	*n rubbled mound*
4	Massa Jenis Air	1025 kg/m^3	
5	Massa Jenis Sedimen	2650 kg/m^3	
6	Hydrodynamic Time Step	0,025 s	

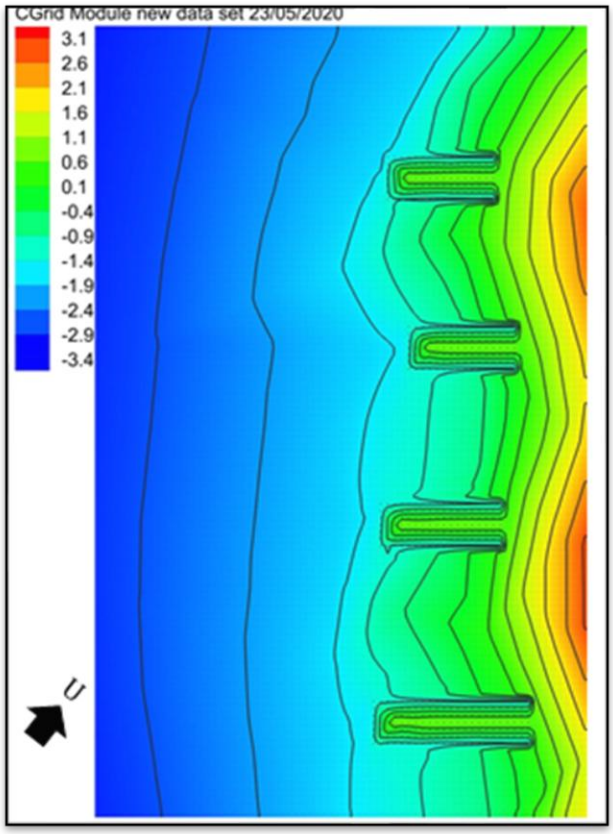
Hasil Simulasi

Batimetri awal untuk kondisi dengan penambahan *groin* dan dengan *breakwaters* ditampilkan pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Batimetri Awal Dengan Struktur *Breakwaters*

Gambar 7 merupakan kondisi batimetri awal dengan penambahan struktur *breakwaters* sebelum simulasi dilakukan. Untuk perubahan morfologi akan ditampilkan setiap simulasi ke-24 jam (hari ke-1), 48 jam (hari ke-2), 72 jam (hari ke-3), 96 jam (hari ke-4), dan 120 jam (hari ke-5). Gambar 8 menunjukkan kondisi perubahan morfologi (gelombang dari arah barat) dengan menggunakan struktur *groin* dan *breakwaters* setelah simulasi hari ke-1, 2, 3, 4 dan 5 hari.



Gambar 8. Perubahan Morfologi Dengan Struktur *Groin* Pada Hari ke-1

SIMPULAN

Berdasarkan arah datangnya gelombang yang dominan dari barat, arah tersebut digunakan sebagai acuan dalam simulasi gelombang pada batas wilayah laut lepas. Simulasi dilakukan selama 5 hari karena proses komputasi model membutuhkan waktu yang cukup lama. Periode simulasi dipilih antara tanggal 22 sampai 26 Mei 2020 karena pada jangka tersebut terjadi kondisi pasang tinggi.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa pemasangan 4 buah *groin* hanya mampu menahan pergerakan sedimen di sepanjang struktur sekitar ±40 meter dengan ketinggian endapan sekitar ±0,30 meter. Sementara itu, pemasangan 3 buah *breakwater* lebih efektif dalam melindungi pantai dari abrasi. Di belakang struktur *breakwater* terbentuk endapan sedimen dengan pola salient dan tombolo, dengan ketinggian mencapai sekitar ±0,50 meter dari kondisi awal.Secara keseluruhan, hasil simulasi selama 5 hari menunjukkan bahwa baik *groin* maupun *breakwater* dapat mengurangi pergerakan sedimen di Pantai Sunur. Namun, dari kedua struktur tersebut, *breakwater* terbukti lebih efektif dalam melindungi garis pantai dari abrasi.

DAFTAR PUSTAKA

Adean Hariatama 2025. Numerical Simulation to See the Performance of Groynes and *Breakwater*s as Shore-Protection Structures at Ketaping Beach, Padang Pariaman. Jurnal Talenta Sipil 8(1):214.Fakultas Teknik Universitas Batang Hari

Aziz, M.K., S.L. Adidar, S. Pranoto dan P. Nugroho, 2016. "Penanganan Abrasi Pantai Desa Sei Raja Kabupaten Sukamara Kalimantan Tengah*", Jurnal Karya Teknik Sipil,* Vol.5, No.2, Tahun 2016, 63-74, (http://ejournal-S1.undip.ac.id/index.php/jkts).

BIG. (2019). *Seamless Digital Elevation Model (DEM) dan Batimetri Nasional*. http://tides.big.go.id/DEMNAS/#Info. (diakses tanggal 20 Desember 2019).

Buttolph, A.M., C.W. Reed, N.C. Kraus, T.V. Wamsley, N. Ono, M. Larson & A.K. Zundel. 2006. *Two Dimensional Depth Averaged Circulation Model CMS-M2D:Version 3.0, Report 2, Sediment Transport and Morphology Change*. Vicksburg, Mississippi: US Army Corps of Engineers, Engineers Research and Development Center.

CERC. 1984. *Shore Protection Manual.* Vicksburg, Mississippi: Department of the Army, Waterways Experiment Station, Corps of Engineer Coastal Engineering Research Center.

Chrisnatilova, D. 2020. *Simulasi Numerik Untuk Melihat Efektivitas Groin dan Breakwaters Sebagai Bangunan Pengaman Pantai Gandoriah Kota Pariaman*. Tesis Magister pada Program Studi Teknik Sipil, Universitas Andalas.

Efendi, S.S., Sila, D., & Ketut, S., 2006. "*Evolusi* Perubahan Garis Pantai Setelah Pemasangan Bangunan Pantai*", Jurnal Teknik Sipil,* Vol.3, No.1, Januari 2015, (https://www.researchgate.net).

Hasan, V., 2006. *Kajian Kinerja Bangunan Pantai Labuhan Maringgai Propinsi Lampung,* Tesis pada Program Magister Profesional Pengembangan Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung.

Kumaat, S., Dundu., & Mandagi., 2016. *"Pemilihan Tipe Bangunan Pengaman Pantai Dengan Kearifan Lokal di Pulau Bunakaen, Jurnal Ilmiah Media Engineering ,* Vol.6, No.2, Mei 2016, ISSN: 2087-9337.

Lin, L. 2012. *CMS Wave - Background and Capabilities*. Materi Webinar, Vicksburg, Mississippi: US Army Corps of Engineers, Engineers Research and Development Center.

Lin, L., Z. Demirbilek, H. Mase, J. Zheng, & F. Yamada. 2008. *CMS-Wave: A Nearshore Spectral Wave Processes Model for Coastal Inlets and Navigation Projects*. ERDC/CHL TR-08-13. Vicksburg, Mississippi: US Army Corps of Engineers, Engineers Research and Development Center.

Mase, H. 2001. "Multi-Directional Random Wave Transformation Model Based on Energy Balance Equation". *Coastal Engineering Journal*, *43*(4), p. 317–337. https://doi.org/10.1142/S0578563401000396.

Muhammad Yusuf. 2025. *Pemilihan Groin dan Breakwater sebagai Bangunan Pengaman Pantai Tiram Padang Pariaman*. Jurnal Talenta Sipil 8(1):259.Fakultas Teknik Universitas Batang Hari

PUPR, 2010. "*Pemberlakuan Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya"* Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 08/SE/M/2010, Jakarta.

Samudra, A., 2006. *Kajian Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Desa Pasar Madang Kecamatan Kota Agung Kabupaten Tanggamus Teluk Semangka Propinsi Lampung,* Tesis pada Program Magister Pengembangan Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung.

Sanchez, A., T. Beck, L. Lin, Z. Demirbilek, M. Brown & H. Li. 2012. *Coastal Modeling System Draft User Manual*. Vicksburg, Mississippi: US Army Corps of Engineers, Engineers Research and Development Center.

Solihuddin, T. 2011. "Karakteristik Pantai Dan Proses Abrasi di Pesisir Padang Pariaman, Sumatera Barat". *Majalah Ilmiah Globe*, *13*(2), 112–120.http://jurnal.big.go.id/index.php/GL/article/view/93/90.

Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.

USACE. 2002. *Coastal Engineering Manual*. Washington: Department of the Army, US. Army Corps of Engineer.