

# MODEL NUMERIK PENGARUH ARTIFICIAL REEF DALAM REDUKSI GELOMBANG DAN PERUBAHAN MORFOLOGI PANTAI MENGGUNAKAN DELFT3D

Muhammad Zulfiqar Daffa<sup>1</sup>, Haryo Dwito Armono<sup>2</sup>, Sujantoko<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

## ABSTRACT

In this study, there will be an analysis of the effects of Artificial Reef in the form of wave models and changes in the morphological model of the beach base with variations in the location of the Artificial Reef structures from the shoreline (xb) as well as variations in waves (H and T) based on the journal to be calibrated. This modeling is calculated using a numerical model in the form of Delft3D software. With the Delft3D-WAVE and Delft3D-FLOW modules, you can find out the condition of the wave model and the morphological model of the beach to know the value of waves and the beach bottom at a certain point. First, what is done in this research is the collection of test data based on journals to be calibrated such as sediment data, wave data, sea level fluctuation data, submerged breakwater data, etc. Then, modeling preparations are carried out at Delft3D, namely preparing a model environment such as grids and bathymetry in accordance with the journals to be calibrated and inputting the Artificial Reef structure in the environment of the model being made. Next, run the modeling that has been made with Delft3D whose output is a wave model and a morphological model. Then, the process of calibrating the results of the models that have been made in Delft3D is carried out with the results of the models in comparative journals, for the calibration of the results of the model can be done numerically on the graph of a certain point or line of a certain area. After the calibration process is successful, an exploration of the model is carried out in accordance with the specified variations as above. From here we can find out the effect of the Artificial Reef structure as a submerged breakwater in reducing waves and changes in sea floor morphology.

Keywords: Artificial Reef, Delft3D, Wave Model, Morphological Model

## 1. PENDAHULUAN

Pantai sebagai tempat yang membatasi pengaruh laut menuju daratan merupakan obyek yang harus dijaga dan dipelihara kelestariannya. Hal ini berkaitan dengan banyak digunakannya pantai sebagai tempat wisata, tempat bekerja, juga sebagai tempat pemukiman penduduk. Kegiatan manusia telah banyak beranjak ke arah pantai seperti reklamasi untuk daerah pemukiman, daerah wisata, pembuatan tambak, dan lain-lain. Untuk mengatasi kerusakan pantai akibat kegiatan-kegiatan tersebut, maka perlu studi kelakuan pantai terhadap pengaruh lingkungan sehingga dapat ditentukan sistem pengaman pantai yang paling efisien. Oleh karena itu direncanakan suatu konstruksi pemecah gelombang ambang rendah (*submerged breakwater*) atau disebut *Artificial Reef*. Konstruksi ini merupakan struktur bangunan yang diletakkan pada dasar air yang memiliki karakteristik menirukan fungsi terumbu karang alami dalam meredam energi gelombang yang menuju ke pantai. Fungsi utama struktur ini adalah dapat memberikan tempat perlindungan dan aktivitas bagi biota-biota laut.

*Artificial Reef* juga dapat memberikan estetika yang bagus untuk lingkungan pantai dan juga lebih ramah lingkungan daripada pemecah gelombang konvensional. Sehingga sekarang telah ada pemanfaatan terumbu karang buatan sebagai pengganti *submerged breakwater*, yang tidak hanya berfungsi sebagai pereduksi gelombang tetapi juga untuk proses perbaikan terumbu karang yang rusak. Salah satu dampak lain dari pemasangan *Artificial Reef* ini adalah terjadinya sedimentasi yang akan terjadi pada garis pantai. Sedimentasi diakibatkan karena adanya tahanan yang mempengaruhi medan hidrodinamik yang dapat mempengaruhi proses pengangkutan sedimen di sekitar struktur, sehingga hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya perubahan morfologi.

Oleh karena itu, untuk mengetahui pengaruh struktur *Artificial Reef* diperlukan penelitian berupa pemodelan gelombang laut dan morfologi dasar laut akibat pemasangan struktur *Artificial Reef* di daerah tersebut. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Delft3D untuk mengetahui perubahan ketinggian gelombang dan perubahan *bed level* yang terjadi sebelum dan sesudah adanya *Artificial Reef*. Dengan hasil yang akan didapatkan pada penelitian ini, diharapkan hasil analisa dalam penelitian ini dapat digunakan oleh instansi atau penelitian lain untuk menggunakan *Artificial Reef* tersebut.

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Muhammad Zulfiqar Daffa Telp.081235912479, zulfiqardaffa@gmail.com

## 2. DATA DAN METODE PENELITIAN

### Studi Literatur & Data

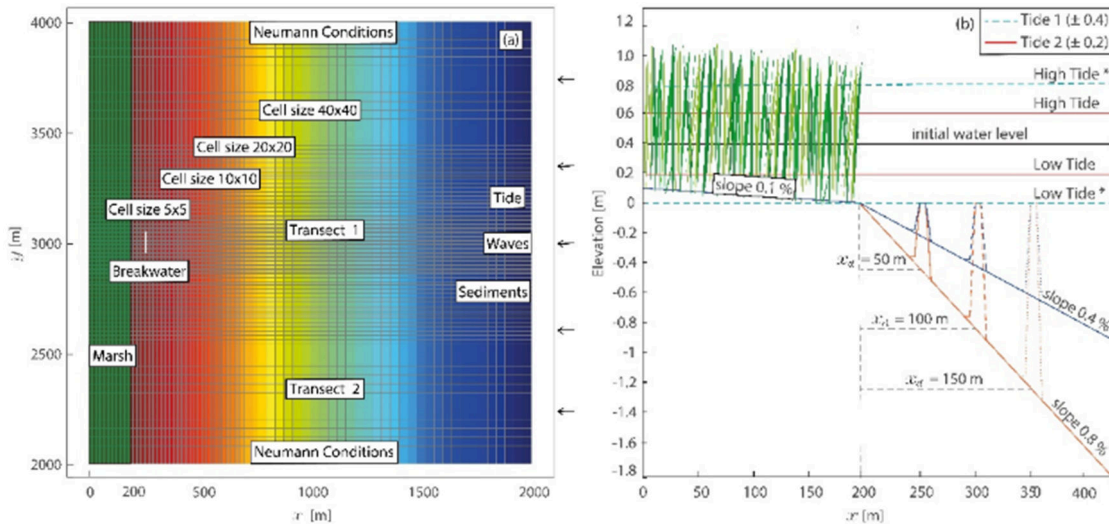
Langkah awal dalam mengerjakan penelitian ini adalah melakukan pencarian beberapa studi literatur yang terkait dengan topik penelitian kami, yaitu pemodelan gelombang dan pemodelan morfologi dengan Delft3D. Untuk studi literatur yang akan divalidasi dengan penelitian beserta data yang digunakan antara lain :

- 1). Jurnal kalibrasi pemodelan gelombang (Voorde et al. 2009) dengan judul “*Physical and Numerical Study of Breaker Types Over an Artificial Reef*”.
  - Model bidang yang digunakan ialah Flume 2D dengan ukuran panjang 73.0 m, lebar 3.0 m dan kedalaman 2.0 m.
  - *Artificial Reef Breakwater* memiliki karakteristik ketinggian 0,67 m; tan  $\alpha$  1:10; dan tan  $\beta$  1:50.
  - Data *metocean* berupa data gelombang ( $H_s$ ) 0,1 m dan 0,35 m, kedalaman ( $h$ ) 0,75 m dan 0,91 m, dan periode gelombang ( $T_p$ ) 2,84 s.
- 2) Jurnal kalibrasi pemodelan morfologi (Vona, Gray, and Nardin 2020) dengan judul “*The impact of submerged breakwaters on sediment distribution along marsh boundaries*”.
  - Model bidang dengan ukuran (2 km x 2 km) dengan dengan kemiringan pantai (slope) 0,8% serta titik elevasi 0 pada garis  $x = 200$ .
  - Data *Artificial Reef Breakwater* memiliki karakteristik ketinggian kerendaman di elevasi 0 m dan memiliki panjang & lebar (100 m x 10 m) serta peletakan struktur dalam pengerjaan ini di titik  $x,y$  (300-310,1000-1100) yang berarti  $xb = 100$ .
  - Data gelombang berupa tinggi gelombang ( $H_s$ ) 0,5 m dan periode gelombang ( $T_p$ ) 5 s serta arah gelombang tegak lurus dengan *submerged breakwater* dengan asumsi tidak terjadi refleksi gelombang.
  - Data fluktuasi permukaan air laut ( $T$ )  $\pm 0,2$  m.
  - Data sedimen dengan konsentrasi sedimen ( $C$ )  $0,2 \text{ kg/m}^3$  dan median diameter ( $D_{50}$ )  $100 \mu\text{m}$  serta sedimen merupakan *non-cohesive sediments* dengan *specific density*  $2650 \text{ kg/m}^3$  dan *dry bed density*  $1600 \text{ kg/m}^3$ .

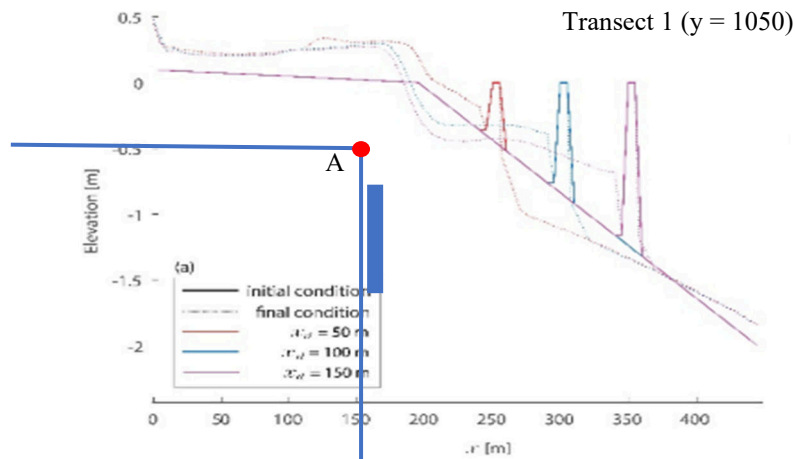
### Pemodelan di Delft3D

Persiapan Pemodelan bertujuan untuk mempersiapkan apa yang dibutuhkan dalam proses running pemodelan nanti yang digunakan pada saat validasi maupun eksplor pemodelan, persiapan yang dibagi menjadi 2 persiapan, yaitu : Persiapan Lingkungan Model (grid dan batimetri) serta Persiapan Data Input yang akan dimasukkan pada Delft3D-WAVE ataupun Delft3D-FLOW seperti data lingkungan dan data struktur *Artificial Reef*. Langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi model dengan data referensi sehingga pencocokan hasil numerik tersebut. Setelah model terkalibrasi maka dilakukan eksplorasi model dengan berbagai variasi model, yakni: posisi submerge breakwater ( $xb$ ) serta gelombang rencana tahunan ( $H$  dan  $T$ ).

- 1) Berdasarkan data jurnal diatas selanjutnya dapat dimulai proses pengerjaan pemodelan ini dengan modul Delft3D-FLOW dengan data sebagai berikut:
- 2) Model bidang yang digunakan dalam jurnal penelitian tersebut dengan ukuran (2 km x 2 km) dengan komputasi grid  $147 \times 143$  cells dan dalam pengerjaan model ini dengan kemiringan pantai (slope) 0,8% serta titik elevasi 0 pada garis  $x = 200$ .
- 3) Data *Artificial Reef Breakwater* memiliki karakteristik ketinggian kerendaman di elevasi 0 m dan memiliki panjang & lebar (100 m x 10 m) serta peletakan struktur dalam pengerjaan ini di titik  $x,y$  (300-310,1000-1100) yang berarti  $xb = 100$ .
- 4) Data gelombang berupa tinggi gelombang ( $H_s$ ) 0,5 m dan periode gelombang ( $T_p$ ) 5 s serta arah gelombang tegak lurus dengan *submerged breakwater* dengan asumsi tidak terjadi refleksi gelombang.
- 5) Data fluktuasi permukaan air laut ( $T$ )  $\pm 0,2$  m.
- 6) Data sedimen dengan konsentrasi sedimen ( $C$ )  $0,2 \text{ kg/m}^3$  dan median diameter ( $D_{50}$ )  $100 \mu\text{m}$  serta sedimen merupakan *non-cohesive sediments* dengan *specific density*  $2650 \text{ kg/m}^3$  dan *dry bed density*  $1600 \text{ kg/m}^3$ .



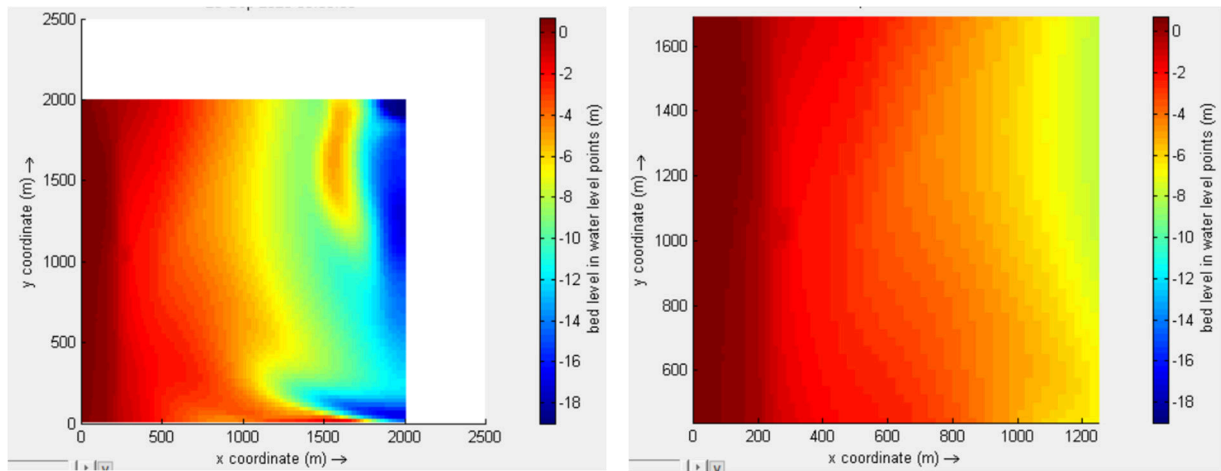
Gambar 1. Model grid kalibrasi & Data kondisi awal pemodelan Delft 3D-FLOW  
 Sebelum model diterapkan maka dilakukan kalibrasi model untuk mencocokkan antara hasil model dengan data (jurnal). Hasil kalibrasi ditampilkan dalam gambar dan Tabel berikut:



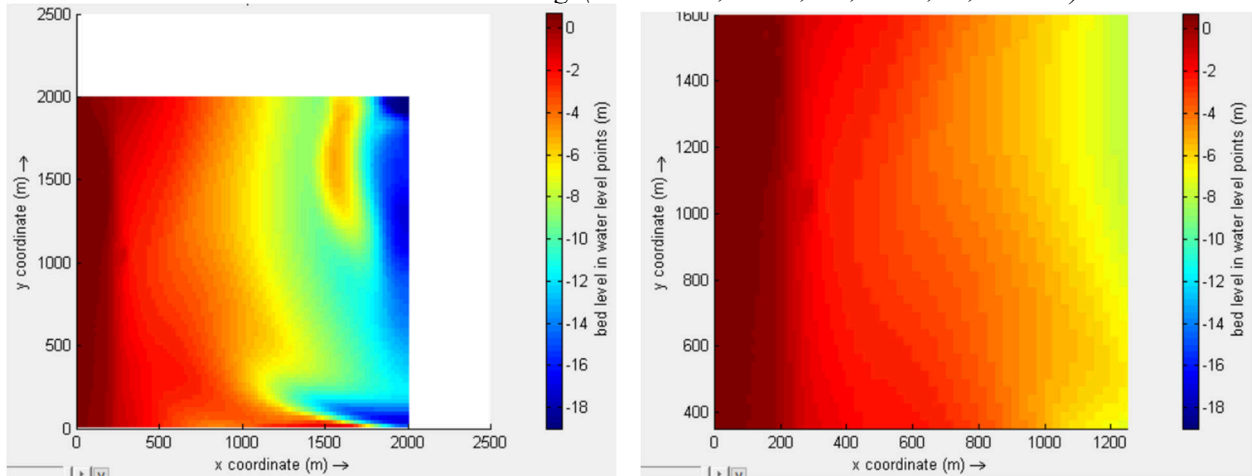
Gambar 2. Hasil model kalibrasi Delft3D-FLOW ( $X_b = 100$ )  
 Tabel 1. Kalibrasi model dengan bed level

Diskripsi	Data jurnal	Model Delft3D
Bed Level pada titik A ( $x=200, y=1050$ ) awal simulasi pemodelan	0 m	0 m
Bed Level pada titik A ( $x=200, y=1050$ ) akhir simulasi pemodelan	-0,24 m	-0,316 m

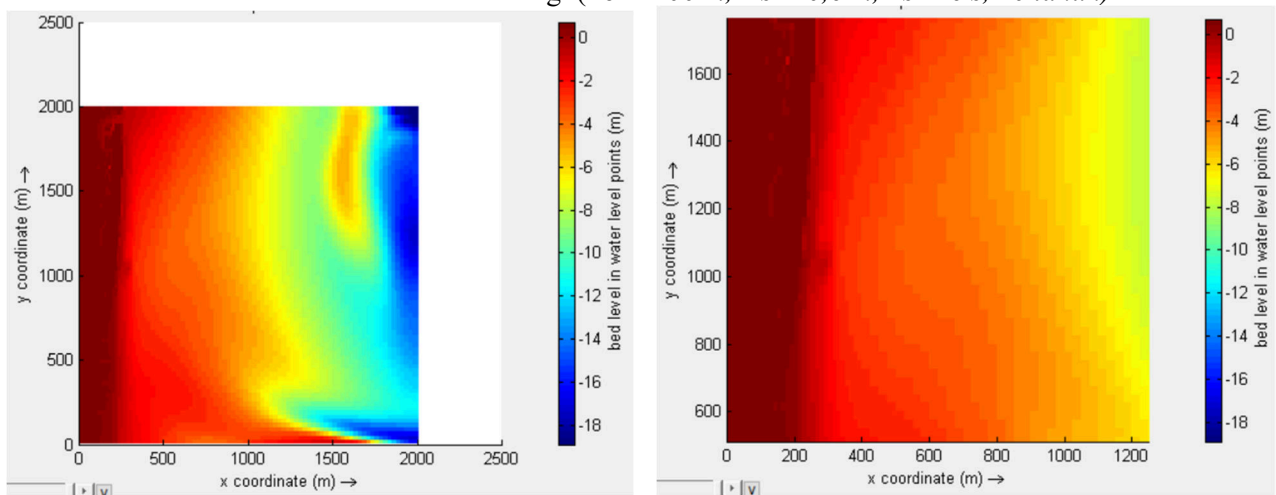
Dilihat dari hasil diatas maka nilai error yang didapatkan dari perbedaan hasil model paper FLOW dengan model *Delft3D-FLOW* mencapai 31,67%. Setelah uji hasil kalibrasi model diatas maka selanjutnya dilakukan eksplorasi model morfologi ini dengan mengubah jarak *submerge breakwater* pada garis pantai ( $x_b$ ) dengan variasi 50 m dan 150 m dan juga variasi gelombang rencana tahunan simulasi (5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun) dengan hasil model seperti pada sebagai berikut :



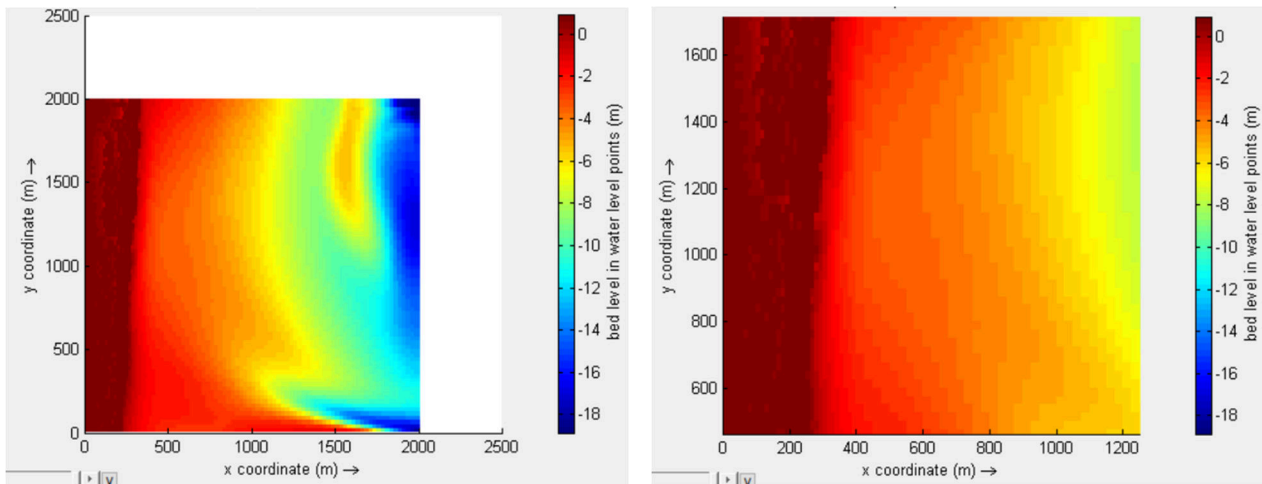
Gambar 3. Hasil model morfologi ( $X_b=100\text{ m}$ ,  $H_s=5,5\text{ m}$ ,  $T_s=5,5\text{ s}$ , 5 tahun)



Gambar 4. Hasil model morfologi ( $X_b = 100\text{ m}$ ,  $H_s = 0,6\text{ m}$ ,  $T_s = 6\text{ s}$ , 10 tahun)



Gambar 5. Hasil model morfologi ( $X_b = 100\text{ m}$ ,  $H_s = 0,7\text{ m}$ ,  $T_s = 7\text{ s}$ , 25 tahun)



Gambar 6. Hasil model morfologi ( $X_b = 100\text{ m}$ ,  $H_s = 1\text{ m}$ ,  $T_s = 8\text{ s}$ , 50 tahun)

Berikut tabel rangkuman hasil model variasi gelombang rencana tahunan dalam aspek bed level pada masing-masing model :

Tabel 3. Perubahan bed level change dengan simulasi 5<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup>, 25<sup>th</sup> dan 50<sup>th</sup>

Bed Level Change pada Koord: x=200, y=1050	Hasil model Delft3D ( $X_b=100\text{ m}$ )
Lama simulasi 5 tahun: awal	0 m
Lama simulasi 5 tahun: akhir	- 0,222 m
Lama simulasi 10 tahun: awal	0 m
Lama simulasi 10 tahun: akhir	0,08 m
Lama simulasi 25 tahun: awal	0 m
Lama simulasi 25 tahun: akhir	0,64 m
Lama simulasi 50 tahun: awal	0 m
Lama simulasi 50 tahun: akhir	0,69 m

### 3. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil simulasi model numerik pemodelan gelombang dan model perubahan morfologi dasar laut yang disebabkan Artificial Reef, disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pada model gelombang dengan variasi  $H_s$  (1 m dan 3,5 m) dan  $d$  (0,71 m dan 0,9 m) disimpulkan bahwa semakin tinggi rendaman *Artificial Reef* dan semakin tinggi gelombang signifikan maka menghasilkan pecahan gelombang yang terjadi di sebelum/saat menyentuh titik lokasi struktur tersebut sehingga *Artificial Reef* menjadi pilihan yang tepat untuk memberikan perlindungan terhadap pantai dalam mereduksi gelombang.
- 2) Pada model perubahan morfologi dengan variasi  $x_b$  (50 m, 100 m, 150 m) disimpulkan bahwa peluang terjadinya proses akresi/sedimentasi pada garis pantai semakin besar jika variasi jarak submerge breakwater dengan garis pantai (50 m, 100 m, dan 150 m) semakin dekat.
- 3) Pada model perubahan morfologi dengan variasi gelombang rencana tahunan (5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun) disimpulkan bahwa terjadinya proses sedimentasi/kenaikan *bed level* akan terjadi seiring berjalannya waktu dengan variasi gelombang rencana tahunan (5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun).

### DAFTAR PUSTAKA

[1] van der Baan, A.L. 2013. “Developing a Design Criterion for the Shoreline Response to Multiple Submerged Breakwaters.” : 127.

[2] Klonaris, Georgios Th, Anastasios S. Metallinos, Constantine D. Memos, and Konstantina A. Galani. 2020. “Experimental and Numerical Investigation of Bed Morphology in the Lee of Porous Submerged Breakwaters.” Coastal Engineering 155, <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2019.103591>.

[3] Kristensen, Sten Esbjørn, Nils Drønen, Rolf Deigaard, and Jørgen Fredsoe. 2013. “Hybrid Morphological Modelling of Shoreline Response to a Detached Breakwater.” Coastal Engineering 71: 13–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2012.06.005>.

- [4] Vona, Iacopo, Matthew W. Gray, and William Nardin. 2020. "The Impact of Submerged Breakwaters on Sediment Distribution along Marsh Boundaries." *Water (Switzerland)* 12(4).
- [5] CERC. 1984. *Shore Protection Manual Volume I & II*. U.S Army, Coastal Engineering Research Center, Washington.
- [6] Dean, R.G., 1991. Equilibrium Beach Profiles: Principles and Applications. *Journal of Coastal Research*, 7(1): 53–84.
- [7] Deltares, 2015. *Delft3D Model Description and Manual*. Unesco-IHE Institute for Water Education, Deltares and Delft University of Technology.
- [8] Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset, Yogyakarta.
- [9] [http://www.coastalwiki.org/wiki/Detached\\_breakwaters](http://www.coastalwiki.org/wiki/Detached_breakwaters)
- [10] Armono et al. 2003. Wave Transmission on Submerged Breakwaters made of Hollow Hemispherical Shape Artificial Reefs.
- [11] Dean et al. 1997. Full Scale Monitoring Study of a Submerged Breakwater, Palm Beach, Florida, USA.
- [12] Johnson et al. 2005. Modelling of Waves and Currents around Submerged Breakwaters.
- [13] Kawasaki et al. 1999. Numerical Analysis of Wave Breaking due to Submerged Breakwater in Three-Dimensional Wave Field."
- [14] Mory et al. 1997. Wave Height, Setup and Currents around a Detached Breakwater Submitted to Regular or Random Wave Forcing"
- [15] Safari et al. 2018. A Short Review of Submerged Breakwaters.
- [16] Voorde et al. 2009. Physical and Numerical Study of "Breaker Types" Over an Artificial Reef.