

Studi Perencanaan *Revetment* dan *Groin* Sebagai Upaya Penanganan Erosi Pantai Camplong di Kabupaten Sampang Madura

Planning study of Revetment and Groin as a Response to Camplong Beach Erosion Treatment in Sampang Madura Regency

Yani Nurita Purnawanti^{a,1*}, Levani Disi Ayunda^{b,2}, Achmad Ronie Santoso^{c,3}

^a Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia

^{b,c} Institut Teknologi Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

^{1*} yaninurita@gmail.com, ² Levani.disi@yahoo.com, ³ ronysantoso121@gmail.com

*corresponding e-mail

This is an open access article under the terms of the CC-BY-NC license

ABSTRACT

Camplong District Sampang Regency, Madura has a beach by the road along the Camplong Highway. Camplong Beach has a coastline that is very close to the highway. The existing beach protector is less able to resist erosion so that in some locations the Camplong Highway is damaged due to coastal erosion. Coastal protective structures needed are revetments and groins to resist erosion and poorly distributed distribution of sediment transport. The calculation starts with collecting wind data, tidal data, and bathymetric maps. Then the location survey, fetch calculation, repeat period analysis, refraction analysis, break wave calculation, shoreline change, layout planning, and detailed structural design. From the results of the calculation, a suitable coastal protection structure for Camplong Beach is a structure with a 1: 3 slope in the form of a revetment with a length of 100 m with a peak width of 1.76 m, a height of 4.66 m, a protective layer weight of 823.40 kg and 3 groins along 25 m with a height of 3.91 m, a peak width of 3.9 m, a protective layer weight of 607.80 kg. The distance between the groins is 50 m.

Keywords : *camplong, coastal line, sampang, madura, revetment, groin*

ABSTRAK

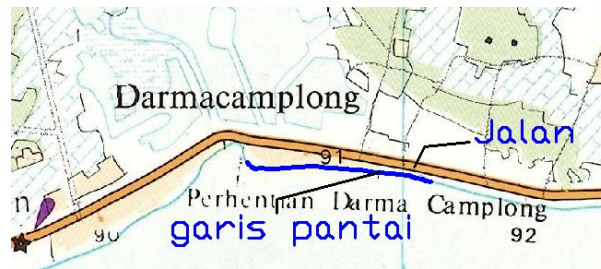
Kecamatan Camplong Kabupaten Sampang, Madura terdapat pantai di sepanjang Jalan Raya Camplong. Pantai Camplong memiliki garis pantai yang sangat dekat dengan jalan raya. Pelindung pantai yang ada kurang mampu menahan erosi sehingga di beberapa lokasi Jalan Raya Camplong rusak karena erosi pantai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain struktur pelindung pantai yang sesuai untuk lokasi tersebut. Struktur pelindung pantai yang dibutuhkan adalah *revetment* dan *groin* untuk menahan erosi dan meratakan distribusi transportasi sedimen. Perancangan struktur dimulai dengan mengumpulkan data angin, data pasang surut, dan peta batimetri. Selanjutnya survei lokasi, melakukan perhitungan, analisis periode ulang, analisis refraksi, perhitungan gelombang pecah, perubahan garis pantai, perencanaan tata letak, dan desain detail struktur menggunakan Persamaan Hudson. Dari hasil perhitungan, struktur pelindung pantai yang cocok untuk Pantai Camplong adalah struktur dengan kemiringan 1:3 dalam bentuk *revetment* dengan panjang 100 m dengan lebar puncak 1,76 m, tinggi 4,66 m, berat lapisan

pelindung 823,40 kg dan 3 groin sepanjang 25 m dengan ketinggian 3,91 m, lebar puncak 3,9 m, berat lapisan pelindung 607,80 kg. Jarak antara *groin* adalah 50 m.

Kata Kunci: camplong, garis pantai, sampang, madura, *revetmen*, *groin*

1. Pendahuluan

Kecamatan Camplong Kabupaten Sampang, Madura memiliki bentang pantai yang cukup panjang. Tepatnya di tepi Jalan Raya Camplong terdapat Pantai Camplong yang jarak garis pantainya sangat dekat dengan jalan. Hal ini memicu terjadinya kerusakan jalan akibat erosi pantai. Erosi pantai dan sedimentasi yang tidak terdistribusi dengan baik akan berpengaruh besar terhadap perubahan garis pantai di beberapa lokasi. Sedikit demi sedikit garis pantai yang terkikis akan mengakibatkan kerusakan jalan sehingga perlu dilakukan perlindungan garis pantai dari erosi yang berlebihan terutama untuk garis pantai yang jaraknya paling dekat dengan jalan.



Gambar 1. Garis Pantai Camplong berdasarkan peta bathimetri 1993

Pelindung pantai yang saat ini telah ada di kawasan Pantai Camplong masih sangat minim dan kurang efektif. Hal ini terbukti dari masih terdapat kerusakan di beberapa lokasi di kawasan Jalan Raya Camplong akibat erosi Pantai Camplong. Hal ini dikarenakan pelindung pantai yang dipasang di tepi Jalan Raya Camplong kurang mampu menahan hempasan gelombang yang besar dari Pantai Camplong. Berdasarkan permasalahan tersebut, dapat disimpulkan bahwa dibutuhkan pelindung pantai yang memadai untuk melindungi kawasan Jalan Raya Camplong (Gambar 2). Pelindung pantai yang dianggap sesuai adalah *revetment* dan *groin* karena melihat kontur pantai yang landai dan sebaran sedimentasi yang kurang terdistribusi dengan baik. Tujuan dari studi ini adalah untuk mendapatkan desain bangunan pelindung pantai berupa *groin* dan *revetmen* yang efektif di kawasan Pantai Camplong.



Gambar 2. Kerusakan Jalan Raya Camplong

Penelitian tentang studi perancangan bangunan pelindung pantai di Indonesia telah banyak dilakukan. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Faza (2016) tentang perancangan bangunan pelindung pantai sebagai penanggulangan abrasi di kawasan pantai Provinsi Jambi. Bangunan pelindung pantai yang dipasang akan menimbulkan perubahan garis pantai. Efendi (2015) telah melakukan penelitian tentang terjadinya perubahan garis pantai di Pantai Sanur sebagai efek dari pemasangan groin. Seiring berjalannya waktu sedimentasi akan timbul di sekitar groin, seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Pranoto (2016) yaitu tentang pengaruh sedimentasi pada groin di kawasan perairan Kabupaten Demak.

Lokasi studi yang dipilih untuk penelitian ini adalah Pantai Camplong di kawasan Jalan Raya Camplong, Kecamatan Camplong Kabupaten Sampang, Madura Jawa Timur. Tepatnya terletak pada koordinat longitude 113.2664 E latitude 7.242325 S (Gambar 3).



Gambar 3. Pantai Camplong (earth.google.com)

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) untuk data distribusi kecepatan angin. Untuk data pasang surut tahunan didapat dari buku terbitan Dinas Hidro-Oceanografi TNI-AL (DISHIDROS) pada tahun 2012. Analisa refraksi dan perubahan garis pantai dilakukan dengan peta bathimetri tahun 1993 yang diperoleh dari Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL). Perhitungan *fetch* dan *layout* dilakukan dengan peta dari *google earth*.

3. Metode Penelitian

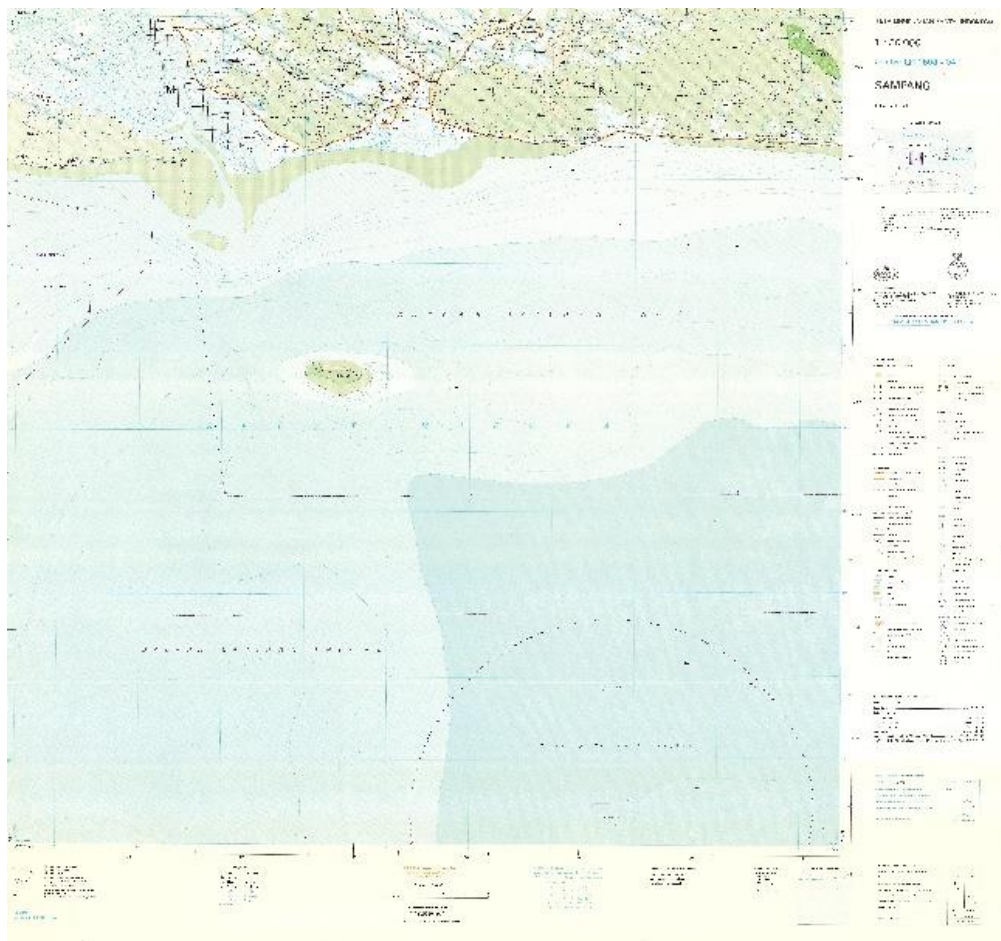
Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Data angin yang dipergunakan dalam peramalan gelombang terjadi antara tahun 2010 hingga 2013 untuk wilayah Sampang, Madura, Jawa Timur. Penggunaan data angin tahunan diperlukan untuk mengestimasi pembangkitan gelombang di lokasi dimana struktur pelabuhan akan dibangun. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung di atas permukaan laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi pengukuran. Data angin tersebut disajikan seperti dalam gambar dibawah ini :

	Directions / Wind Classes (Knots)	0 - 3	4 - 7	8 - 11	12 - 15	16 - 19	>= 19	Total
1	348.75 - 11.25	351	13	0	0	0	0	324
2	11.25 - 33.75	338	19	0	0	0	0	357
3	33.75 - 56.25	438	14	0	0	0	0	452
4	56.25 - 78.75	513	182	0	0	0	0	695
5	78.75 - 101.25	1201	2015	166	0	0	0	3382
6	101.25 - 123.75	1694	4306	282	0	0	0	6282
7	123.75 - 146.25	1234	1504	8	0	0	0	2746
8	146.25 - 168.75	673	462	0	0	0	0	1135
9	168.75 - 191.25	440	73	0	0	0	0	513
10	191.25 - 213.75	377	16	0	0	0	0	393
11	213.75 - 236.25	377	15	0	0	0	0	392
12	236.25 - 258.75	718	199	9	0	0	0	926
13	258.75 - 281.25	901	1016	388	28	0	0	2333
14	281.25 - 303.75	844	1040	454	107	0	0	2245
15	303.75 - 326.25	517	239	51	0	0	0	807
16	326.25 - 348.75	299	22	2	0	0	0	323
	Sub-Total	10685	11125	1360	135	0	0	23305
	Calm							0
	Missing/complete							1
	Total							23306

Gambar 4 Prosentase kejadian data angin hasil ekstraksi WRPLOT

Peta bathimetri diperlukan untuk mengetahui kondisi dasar laut di sekitar lokasi Pantai Camplong, Sampang seperti pada Gambar 4.2



Gambar 5 Peta Bathimetri di Sekitar Kabupaten Sampang
 Untuk perhitungan *fetch* efektif, menggunakan peta dari *google earth*.

Pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu pengolahan distribusi kecepatan angin dengan bantuan WRPLOT sehingga didapatkan arah dominan dan kecepatan angin dominan, perhitungan gelombang rencana sehingga didapatkan tinggi

gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan, perhitungan periode ulang gelombang, analisis refraksi, perhitungan gelombang pecah, perhitungan transport sedimen sehingga didapatkan perubahan garis pantai. Perubahan garis pantai dihitung berdasarkan teori Ijima Sato yang mendekati dengan *trend* garis pantai.

Dari analisis perubahan garis pantai didapatkan daerah yang mengalami erosi dan sedimentasi. Kemudian dilakukan pembuatan *layout* (peletakan) struktur pelindung pantai sesuai daerah yang berpotensi terkena erosi. Jumlah dan panjang struktur bangunan pelindung pantai disesuaikan dengan kestabilan garis pantai setelah dibangun struktur pelindung tersebut. Untuk Pantai Camplong struktur pelindung yang sesuai adalah revetment sepanjang 100 m dan tiga groin sepanjang 25 m. Struktur pelindung dibangun setelah gelombang pecah.

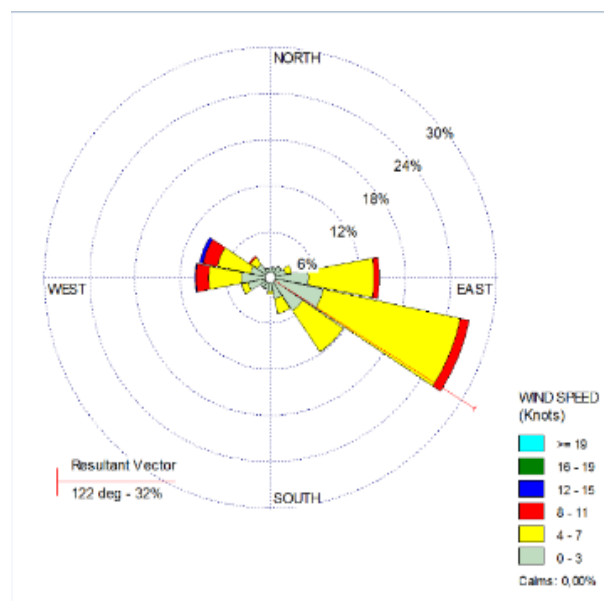
Perencanaan detail struktur dilakukan untuk menghitung dimensi struktur, yaitu tinggi, elevasi, lebar puncak, jumlah lapis lindung, tebal lapis lindung, berat butir lapis lindung dan jumlah butir lapis lindung tiap satuan luas (Ikhwani, 2013). Setelah didapatkan seluruh dimensi struktur, kemudian digambar dengan tampak depan, samping, dan atas struktur. Penggambaran detail struktur dilakukan dengan AutoCAD.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan, didapatkan hasil – hasil sebagai berikut :

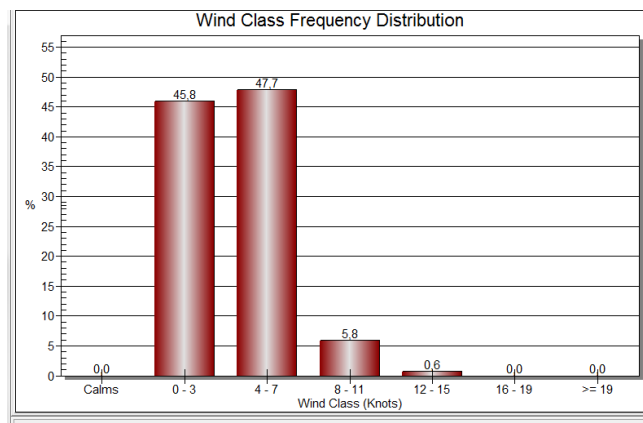
3.1. Windrose

Data angin yang diolah dengan menggunakan software WRPLOT menghasilkan windrose dan distribusi kecepatan angin dominan. Dari *windrose* pada Gambar 6 dapat diketahui arah angin dominan di kawasan Pantai Camplong adalah dari arah timur menenggara (112.5°) dengan kecepatan angin dominan 4-7 knot.



Gambar 6 Windrose di kawasan Pantai Camplong

Distribusi kecepatan angin dapat dilihat pada diagram batang pada Gambar 7.

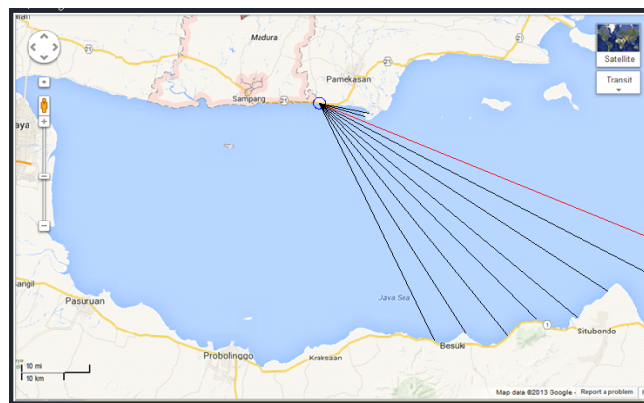


Gambar 7. Diagram batang distribusi frekuensi kecepatan angin di kawasan Pantai Camplong

Dari diagram batang pada Gambar 7 kecepatan angin dominan adalah 4-7 knot dengan jumlah frekuensi 4306 data dan distribusinya 0,18477 sebesar 47,7 % dari keseluruhan data yang ada.

3.2. Fetch Efektif

Fetch efektif adalah jarak efektif gelombang berhembus diatas permukaan laut yang menghasilkan gelombang (CERC, 1984) dan didapatkan dari hasil konversi data angin. *Fetch* efektif dari arah dominan angin berhembus di kawasan Pantai Camplong sejauh 48,87 km (Gambar 8). Dari *fetch* efektif dapat digunakan untuk menghitung tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan.



Gambar 8. Pembagian pias *fetch* tiap 6°

3.3. Peramalan Gelombang

Peramalan gelombang didapatkan dari kecepatan angin yang berhembus di permukaan laut (UL) dan *fetch* efektif yang diolah dengan persamaan dari Triatmodjo (1999). Sehingga didapatkan tinggi gelombang signifikan Pantai Camplong sebesar 0,9 m dan periode gelombang signifikan Pantai Camplong selama 4,1 s.

3.4. Periode Ulang

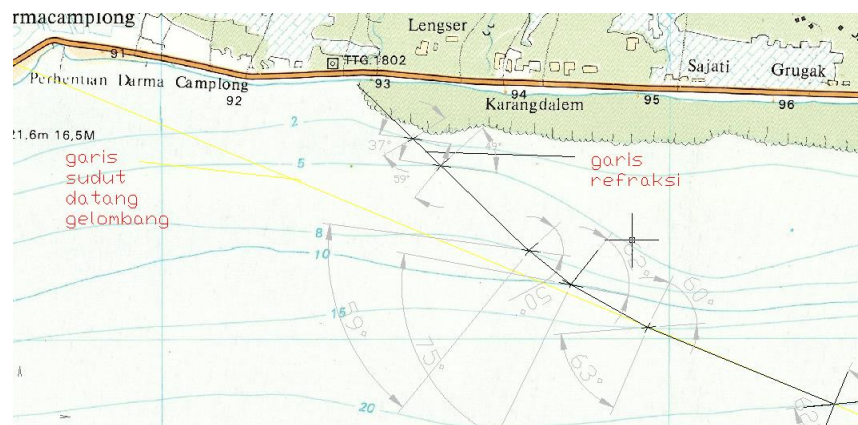
Periode ulang adalah peramalan gelombang untuk kurun waktu tertentu. Tujuannya adalah untuk mengetahui kemungkinan kejadian pada karakteristik gelombang selama beberapa waktu tertentu. Perhitungan periode ulang gelombang di kawasan Pantai Camplong dilakukan dengan Metode Weibull dengan koefisien $k=1$ (CERC, 1992). Hasil dari perhitungan didapatkan tinggi gelombang setelah x tahun pada Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi Gelombang Setelah X Tahun

T (tahun)	H (m)
5	1,23
10	1,55
15	1,74
20	1,87
25	1,98
30	2,06

3.5. Refraksi

Refraksi dilakukan dengan menghitung dan menganalisis pada setiap pias yang dibuat. Pada penelitian ini dibuat 5 pias yang mewakili daerah kawasan Pantai Camplong yang akan dibangun pelindung pantai sesuai dengan arah dominan gelombang datang. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan sudut datang gelombang, koefisien refraksi dan shoaling, panjang gelombang, serta tinggi gelombang tiap kedalaman setelah terjadi refraksi yang kemudian digunakan dalam perhitungan gelombang pecah.



Gambar 9. Gambar Hasil Perhitungan Refraksi

Dari hasil refraksi pada Gambar 9 diketahui tinggi gelombang pada kontur 2 m yang awalnya 0,621 berubah menjadi 0,604 setelah mengalami refraksi.

3.6. Gelombang Pecah

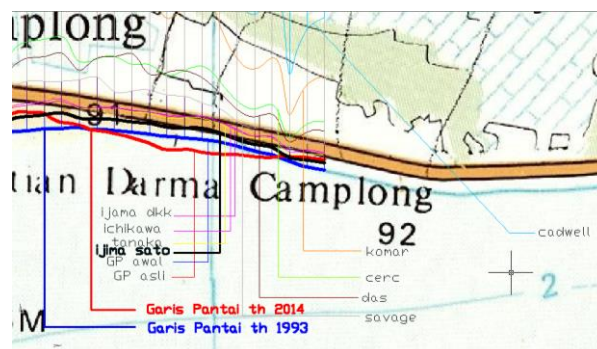
Dari data yang didapat dari analisa refraksi dimasukkan dalam perhitungan gelombang pecah untuk mengetahui ketinggian dan kedalaman gelombang pecah.

Tabel 2. Hasil perhitungan gelombang pecah

Pias	Tinggi Gelombang Pecah (Hb)	Kedalaman Gelombang Pecah (db)	Cepat Rambat Gelombang Pecah (Cb)
1	0,841	0,567	2,360
2	0,841	0,879	2,937
3	0,842	1,255	3,508
4	0,831	0,554	2,330
5	0,842	0,561	2,346

3.7 Transpor Sedimen dan Perubahan Garis Pantai

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus Ijima Sato (Triatmodjo, 1999), transport sedimen yang terjadi (Qs) di kawasan Pantai Camplong sebanyak 0,05 m³/hari. Hal ini berarti bahwa angkutan partikel sedimen yang dibawa gelombang dari gelombang pecah hingga garis pantai sebanyak 0,05 m³ setiap harinya. Banyaknya angkutan sedimen ke garis pantai sangat mempengaruhi perubahan garis pantai. Sehingga beberapa pakar telah merumuskan perubahan garis pantai berdasarkan banyaknya transpor sedimen.



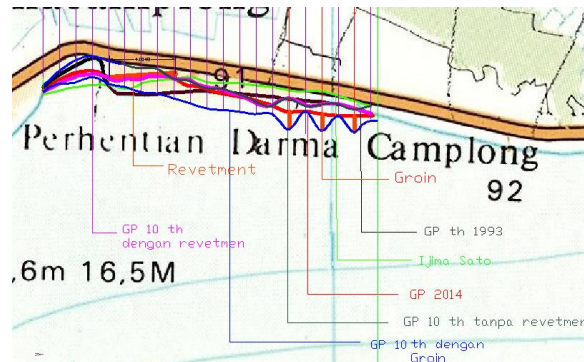
Gambar 10. Perubahan garis pantai berdasarkan beberapa teori

Dari analisa perubahan garis pantai pada Gambar 10 menurut beberapa teori didapatkan *trend* atau perubahan garis pantai selama 10 tahun seperti gambar diatas. Terlihat bahwa teori atau rumus transpor sedimen dari Ijima Sato adalah yang perubahan garis pantainya lebih mendekati atau lebih sesuai dengan profil Pantai Camplong. Untuk selanjutnya teori dari Ijima Sato ini digunakan untuk perhitungan transpor sedimen saat penempatan layout struktur pelindung pantai.

3.8 Perancangan layout

Peletakan struktur pelindung pantai diutamakan pada daerah yang diramalkan akan terjadi erosi berlebihan terutama pada garis pantai yang jaraknya sangat dekat dengan jalan. Perencanaan layout dilakukan untuk simulasi perubahan garis pantai setelah diletakkan struktur. Peletakan dan dimensi struktur yang tidak tepat justru akan memicu

terjadinya erosi dan sedimentasi yang berlebihan pada bagian lain sehingga dapat merusak atau mengikis garis pantainya.



Gambar 11. Perencanaan layout revetment dan groin

Berdasarkan Gambar 11 garis pantai di kawasan Pantai Camplong selama 10 tahun telah stabil dengan dibangunnya revetment sepanjang 100 m dan 3 groin sepanjang 25 m dari garis pantai dengan jarak antar groin 50 m. Kestabilan garis pantai ditandai dengan tidak ada tanda – tanda gelombang dan akan terjadi erosi di sepanjang garis pantai.

3.9 Detail Struktur *Revetment* dan *Groin*

Data gelombang yang akan digunakan untuk perencanaan struktur adalah gelombang dari arah timur menenggara atau arah 112,5o.

3.9.1 Perencanaan Gelombang

Dari pengolahan data gelombang dan peta bathimetri yang diperoleh, didapatkan data perencanaan gelombang pada Tabel 3 untuk perencanaan struktur pelindung.

Tabel 3. Data Perencanaan Gelombang

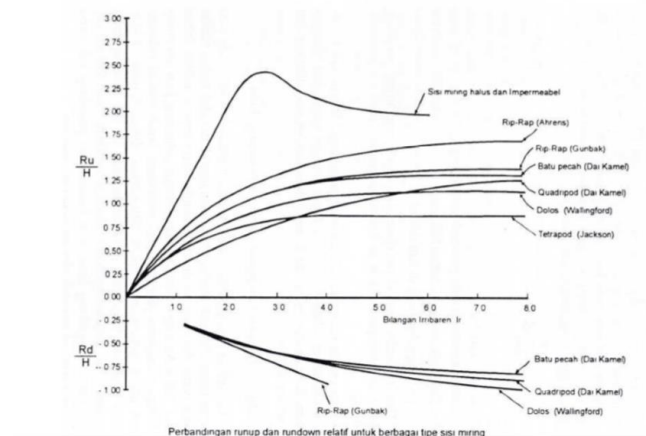
Variabel	Nilai	Keterangan
H0	0,90m	tinggi gelombang laut dalam
H	0,57m	tinggi gelombang pada kedalaman yang akan dibangun groin
Hb	0,84m	tinggi gelombang pecah
db	0,57m	kedalaman gelombang pecah
L0	26,22m	panjang gelombang laut dalam
T	4,10 s	periode gelombang
g	9,81m/s ²	gravitasi
mpantai	0,0229	slope kemiringan pantai

Perhitungan dimensi struktur diawali dengan menghitung *run up* gelombang. *Run up* gelombang ditentukan untuk mengetahui tinggi limpasan gelombang akibat menghempas struktur (Triatmodjo, 1999). *Run up* gelombang ditentukan oleh kedalaman struktur, tinggi gelombang, panjang gelombang laut dalam, dan kemiringan struktur. Berdasarkan grafik *run up*, didapatkan *run up* gelombangnya adalah 0,5 m (Triatmodjo, 1999). Untuk kemiringan struktur groin dan *revetment* memakai 1:3 karena kondisi pantai yang sangat landai dengan kemiringan pantai 0,02 m juga untuk memperkecil *run up* gelombangnya.

H = Tinggi gelombang di lokasi bangunan

L_o = Panjang gelombang di laut dalam

Grafik tersebut juga dapat digunakan untuk menentukan *run-down* (R_d).



Gambar 12. Grafik *run up* gelombang (Triatmodjo,1999)

3.9.2. Tinggi Elevasi Revetment dan Groin

Struktur *revetment* merupakan tipe struktur yang tidak terlampaui (*non overtopping structure*). Oleh karena itu, elevasi puncak struktur ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$EL. P = HHWL + Ru + Pg + hu \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

HHWL: Highest High Water Level (elevasi muka air tertinggi)

Ru : Run Up gelombang

Pg : Pemanasan global (hal ini diabaikan)

Hu : Tinggi kebebasan (diambil sekitar 25-30 cm)

El. P : Elevasi puncak (m)

Sedangkan untuk perhitungan Tinggi Revetment dan Groin menggunakan persamaan:

$$HB = \text{Elevasi Puncak (EL. P)} - \text{Elevasi Dasar laut (Ed. L)} \dots\dots\dots(2)$$

3.9.3 Berat Butir Lapis Lindung

a. Lapis Lindung Revetmen dan Groin

Di dalam perencanaan pemecah gelombang sisi miring, ditentukan berat butir batu pelindung, yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus Hudson sebagai berikut :

$$W = \frac{\gamma_r H}{K_d (S_r - 1) \dots \cot \theta} \quad S_r = \frac{\gamma_r}{\gamma_a} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- W : berat butir batu pelindung
H : tinggi gelombang rencana
 θ : sudut kemiringan sisi revetment
Kd : koefisien stabilitas tergantung pada bentuk batu pelindung (diberikan pada tabel pada Gambar 19)
 γ_r : berat jenis batu bersudut kasar
 γ_a : berat jenis air laut

Perhitungan diameter batu pelindung menggunakan persamaan:

$$\emptyset = 2 \times ((W \times 3) / (4 \times \gamma_r \times p))^{1/3} \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

- W = WPL : berat butir batu pelindung groin untuk primary layer (ton)
W/10 = WSL : berat butir batu pelindung groin untuk secondary layer (ton)
W/200 = Wc : berat butir batu inti groin untuk core (ton)
 $\emptyset_{PL}$: diameter butiran batu groin untuk primary layer (m)
 $\emptyset_{SL}$: diameter butiran batu groin untuk secondary layer (m)
 $\emptyset_c$: diameter butiran batu groin untuk core (m)
 $\emptyset_{toe}$: diameter butiran batu groin untuk toe (m)

b. Perhitungan Lebar Puncak Groin, Tebal Lapis Pelindung, dan Jumlah Batu Pelindung
Perhitungan lebar puncak groin dan revetment, tebal lapis pelindung, dan jumlah batu pelindung dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$B = n k \Delta \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \dots \dots \dots (5)$$

$$t = n \cdot k \Delta \cdot \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} \dots \dots \dots (6)$$

$$N = A n k \Delta \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3} \dots \dots \dots (7)$$

dimana :

- B : lebar puncak
n : jumlah lapis batu dalam lapis pelindung

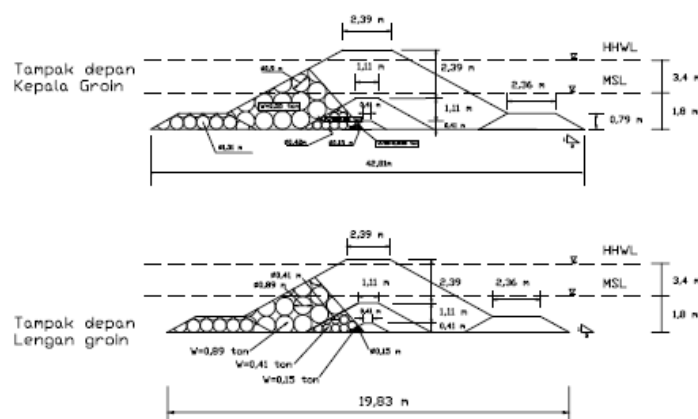
- $k\Delta$: koefisien lapis (dari tabel pada Gambar 20)
 W : berat butir pelindung
 γ_r : berat jenis batu pelindung
 t : tebal lapis lindung
 N : jumlah butir batu pelindung
 A : luas penampang lintang revetment
 P : porositas rata-rata dari lapis pelindung

Dimensi struktur revetment dan groin ditentukan oleh tinggi gelombang dan pasang surut. Untuk Pantai Camplong, lokasi pasang surut mengikuti arus pasang surut Surabaya Timur (DISHIDROS, 2012). Tabel 4 merupakan hasil dimensi struktur pelindung dari perhitungan menggunakan Persamaan 1 hingga Persamaan 7 yang didapatkan dari Buku Teknik Pantai Bambang Triatmodjo Tahun 1999.

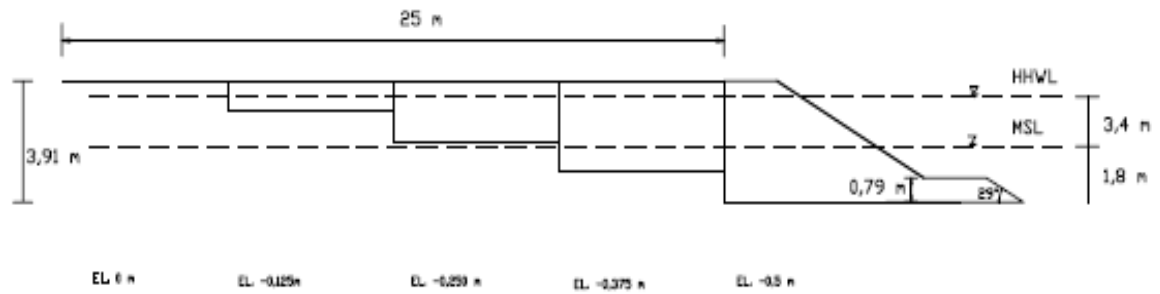
Tabel 4. Dimensi Struktur Pelindung

Dimensi	Revetment	Groin
Tinggi	4,66 m	3,91 m
Kemiringan sisi	1:3	1:3
Lebar puncak	1,76 m	2,39 m
Berat lapis lindung	823,40 kg	607,80 kg
Tebal lapis lindung	1,76 m	2,39 m
Jumlah butir batu lapis lindung	124 batu	303 batu
Jumlah lapis batu dalam lapis lindung	2 lapis	3 lapis

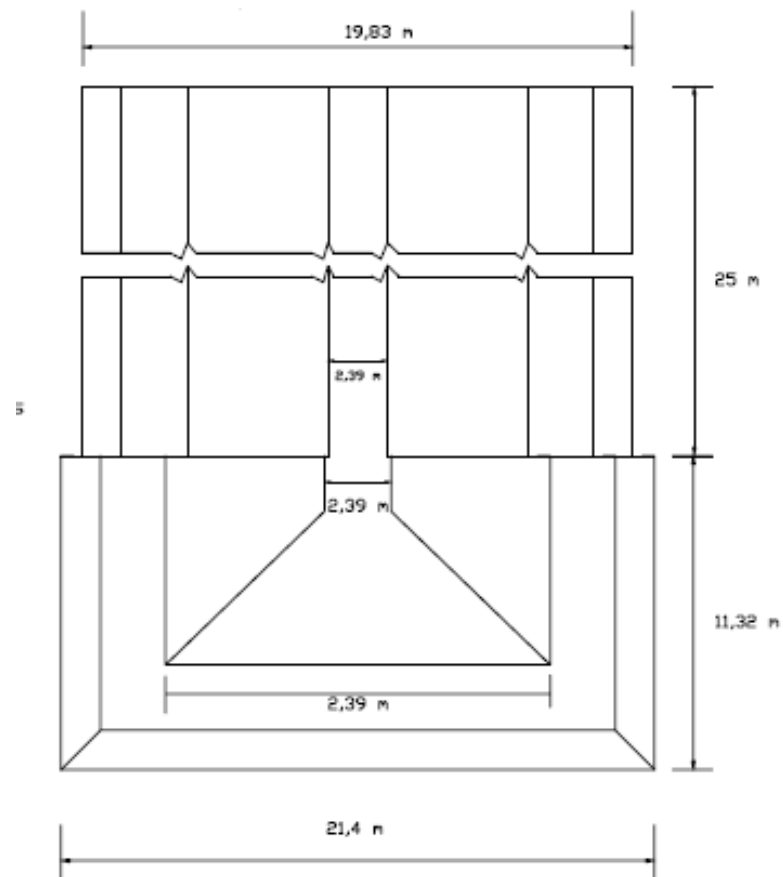
Gambar detail struktur groin tampak depan, samping, dan atas dapat dilihat pada Gambar 13,14,dan 15. Sedangkan untuk gambar detail desain struktur revetmen dapat dilihat pada Gambar 16, 17, dan 18.



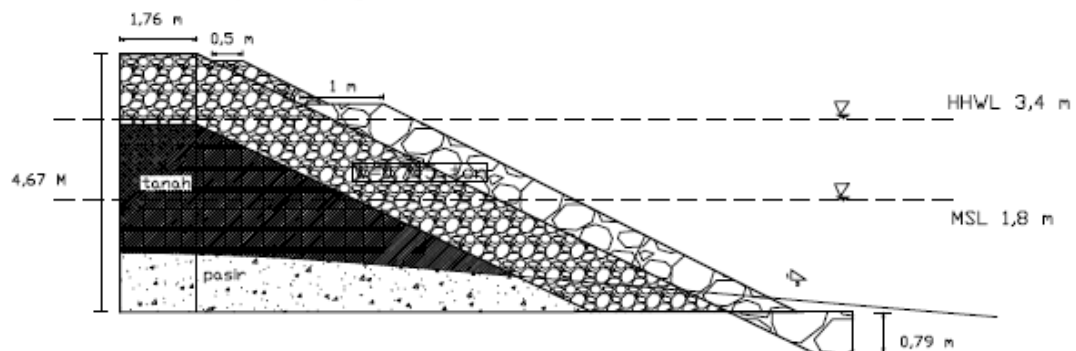
Gambar 13 Detail Struktur Groin Tampak Depan



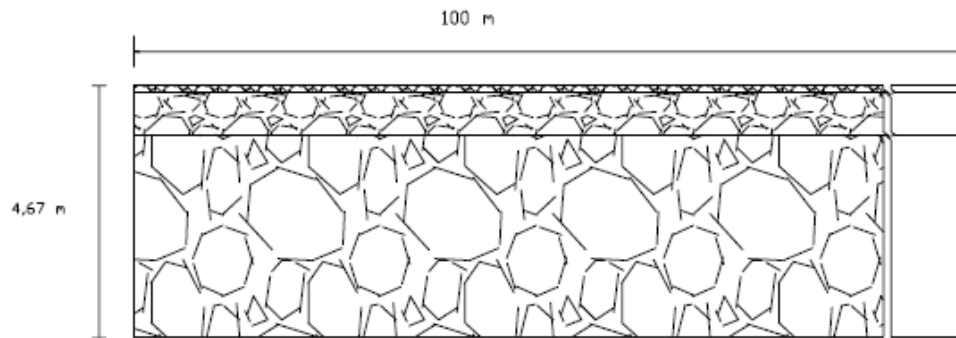
Gambar 14 Detail Struktur Groin Tampak Samping



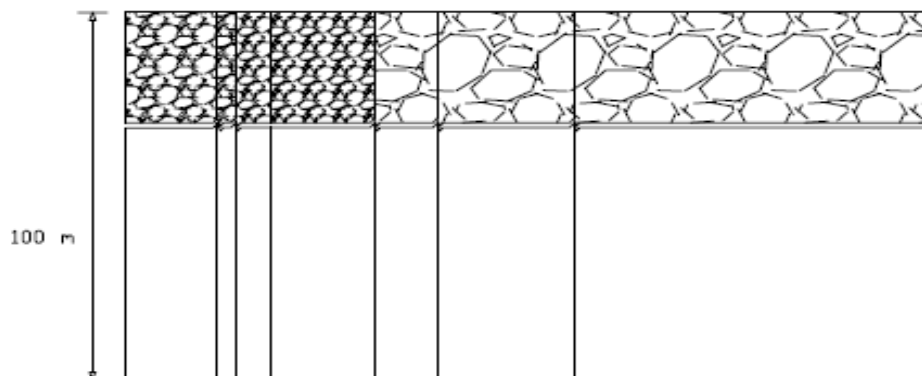
Gambar 15 Detail Struktur Groin Tampak Atas



Gambar 16 Detail Struktur Revetmen Tampak Samping



Gambar 17 Detail Struktur Revetmen Tampak Depan



Gambar 18 Detail Struktur Revetmen Tampak Atas

Untuk stabilitas lapis lindungnya dihitung berdasarkan koefisien stabilitas dari CERC 1984 dan tabel koefisien lapis dari Triatmodjo (1999) pada Gambar 19 dan 20.

Lapis lindung	n	Penempatan	Lengan Bangunan		Ujung Bangunan		Kemiringan
			K _D		K _D		
			Gelombang		Gelombang		
			Pecah	Tdk pecah	Pecah	Tdk Pecah	
Batu Pecah							
➤ Bulat halus	2	Acak	1,2	2,4	1,1	1,9	1,5-3,0 *2
➤ Bulat halus	>3	Acak	1,6	3,2	1,4	2,3	*3
➤ Bersudut kasar	1	Acak	*1	2,9	*1	2,3	
Bersudut kasar	2	Acak	2,0	4,0	1,9 1,6 1,3	3,2 2,8 2,3	1,5 2,0 3,0
➤ Bersudut kasar	>3	Acak	2,2	4,5	2,1	4,2	*2
➤ Bersudut kasar	2	Khusus *3	5,8	7,0	5,3	6,4	*2
➤ Parallel epiped	2	Khusus	7,0-20	8,5-24	-	-	
Tetrapoda Dan Quadripod	2	Acak	7,0	8,0	5,0 4,5 3,5	6,0 5,5 4,0	1,5 2,0 3,0
Tribar	2	Acak	9,0	10,0	8,3 7,8 6,0	9,0 8,5 6,5	1,5 2,0 3,0
Dolos	2	Acak	15,8	31,8	8,0 7,0	16,0 14,0	2,0 3,0

Gambar 19 Koefisien Stabilitas K_D untuk Berbagai Jenis Butir
(Sumber : Triatmodjo,1999)

Batu Pelindung	n	Penempatan	K_{Δ}	Porositas P (%)
Batu alam (halus)	2	Random (acak)	1,02	38
Batu alam (kasar)	2	Random (acak)	1,15	37
Batu alam (kasar)	>3	Random (acak)	1,10	40
Kubus	2	Random (acak)	1,10	47
Tetrapoda	2	Random (acak)	1,04	50
Quadripod	2	Random (acak)	0,95	49
Hexapoda	2	Random (acak)	1,15	47
Tribard	2	Random (acak)	1,02	54
Dolos	2	Random (acak)	1,00	63
Tribar	2	Seragam	1,13	47
Batu alam	1	Random (acak)		37

Gambar 20 Daftar Koefisien Lapis (K_{Δ}) (Sumber : Triatmodjo,1999)

Untuk kemiringan $\cot \theta = 3,0$ didapatkan nilai koefisien stabilitas (K_D) = 2,0 dengan peletakan struktur bangunan pelindung pantai setelah terjadi gelombang pecah. Jumlah lapis batu dalam lapis lindung dipengaruhi oleh koefisien lapis (K_{Δ}) dan porositas. Untuk struktur pelindung ini memakai jenis batu alam kasar dengan penempatan random (acak) dengan harga K_{Δ} 1,1 dan porositas 40%.

4. Simpulan

Berdasarkan kondisi daerah di kawasan Pantai Camplong dibutuhkan pelindung pantai dengan kemiringan 1:3 berupa revetment sepanjang 100 m dengan ukuran lebar puncak 1,76 m, tinggi 4,66 m, berat lapis lindung 823,40 kg dan 3 groin sepanjang 25 m dengan tinggi 3,91 m, lebar puncak 3,9 m, berat lapis lindung 607,80 kg. Jarak antar groin 50 m.

5. Daftar Pustaka

- CERC, 1992. Shore Protection Manual. Vol. I ed. Washington: US Army Coastal Engineering Research Center.
- CERC, 1984. Shore Protection Manual. Washington DC: US Government Printing Office.
- Dinas Hidro Oseanografi. 2012. Daftar Pasang Surut Tide Tables Tahun 2012. Jakarta : DISHIDROS.
- Efendi, S.S., 2015. Evolusi Perubahan Garis Pantai Setelah Pemasangan Bangunan Pantai . *Jurnal Spektran Vol.3, No.1. hal. 65*. Denpasar.

- Faza, H.L, Kurniadi, Y.N. 2016. Desain Bangunan Pelindung Pantai Sebagai Penanggulangan Abrasi Di Kawasan Pantai Ujung Jabung Provinsi Jambi. *Jurnal Teknik Sipil Itenas Vol.2 No.2*. Bandung: Jurnal Online Institut Teknologi Nasional.
- Ikhwani, H., Koswara, A.Y. 2013. Perancangan Detached Breakwater di Pulau Giliketapang Sebagai Upaya Mempermudah Sandar Perahu Nelayan. *Seminar Nasional IX-2013 Teknik Sipil ITS . Surabaya, IV(Peran Industri Konstruksi dalam Menunjang MP3EI)*, hal. 121. Surabaya: Teknik Sipil ITS.
- Pranoto, H.R. 2016. Studi Sedimentasi Pada Bangunan Groin Di Perairan Timbulsloko, Kabupaten Demak. *Jurnal Oceanografi Vol. 5. No. 1*, Semarang: Universitas Diponegoro.
- Triatmodjo, B., 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.