
KAJI ULANG DIMENSI DAN MATERIAL KONTRUKSI PEMECAH GELOMBANG METODE GROIN PADA KONTRUKSI AMPIANG PARAK PESISIR SELATAN

Ahmad Refi¹⁾, Haifa Jamilah²⁾

¹⁾Dosen Teknik Sipil

²⁾Mahasiswa Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Padang

Diterima 17-12-2016; revisi 11-01-2017; disetujui 19-01-2017; publish 01-02-2017

ABSTRAK

Groin adalah konstruksi bangunan pantai yang menjorok tegak lurus ke arah laut. Bangunan ini digunakan untuk menahan gerakan sedimen sepanjang pantai dan meredam energi gelombang. Fungsi *groin* sangat dipengaruhi oleh jenis materialnya. Material yang biasa digunakan adalah batu alam. Sumber material batu alam di quari akan habis, sehingga dibuat alternatif material dari batu buatan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dimensi batu alam dengan batu buatan. Penelitian dilakukan pada bulan April sampai September 2016 di pantai Ampiang Parak Pesisir Selatan. Kajian dilakukan dengan menganalisa ulang dimensi *groin* yang menggunakan batu alam dan dibandingkan dengan material batu buatan (tetrapod, dolos, quadripod). Dari hasil perhitungan dengan menggunakan kelandaian konstruksi *groin* 1:2 didapat elevasi mercu *groin* untuk batu alam 4,2 m, tetrapod 3,8 m, dolos 4,205 m, quadripod 3,606 m. Dapat disimpulkan bahwa ketiga material beton buatan memiliki dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan batu alam, sehingga batu buatan dapat digunakan material *groin*.

KATA KUNCI: *groin*, batu alam, batu buatan, dimensi

1. PENDAHULUAN

Pantai merupakan bagian darilingkungan kawasan pesisir yang dinamis dan selalu berubah. Proses perubahan yang terjadi di pantai merupakan akibat kombinasi berbagai gaya yang bekerja dipantai meliputi angin, gelombang (Bambang Triatmodjo, 1999). Dapat disimpulkan bahwa pantai adalah suatu daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Daerah yang berada di sekitar pantai dinamakan pesisir, yakni suatu daerah di tepi laut yang masih mendapatkan pengaruh laut, seperti pasang surut, angin laut dan rembesan air laut. (Aswandi, 2015). Wilayah pantai di provinsi Sumatera Barat merupakan daerah yang intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia seperti kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, pertambangan, industri, pelabuhan, perikanan, pariwisata dan sebagainya.

Permasalahan yang sering muncul pada daerah pantai yaitu Abrasi. Abrasi merupakan salah satu pengikisan pantai yang diakibatkan oleh arus, angin, dan gelombang yang menuju pantai tetapi bukan hanya itu aktivitas manusia dapat menjadi penyebab terjadinya abrasi juga seperti; pembukaan lahan baru dengan menebang hutan *mangrove* untuk kepentingan permukiman, dan pembangunan infrastruktur. Juga pemanfaatan ekosistem terumbu karang sebagai sumber pangan (ikan-ikan karang), sumber bahan bangunan (galian karang), komoditas perdagangan (ikan hias), dan obyek wisata (keindahan dan keanekaragaman hayati). Pantai Ampiang Parak merupakan salah satu pantai yang terabrasi oleh air laut baik pada saat pasang maupun pada saat surut. Pantai Ampiang Parak yang dibatasi dengan Muara Batang Ampiang Parak dengan panjang garis pantai lebih kurang 2,5 Km yang berpotensi digunakan sebagai objek pariwisata maupun untuk dermaga sandaran kapal-kapal nelayan yang masuk ke muara Batang Ampiang Parak. Pantai harus ditangani secara terpadu baik yang ada di muara maupun disepanjang pantai yang berpotensi terabrasi atau erosi tersebut. Karena pentingnya keberadaan suatu dermaga dan perkembangan kawasan tersebut untuk menunjang pertumbuhan ekonomi daerah perlu pengamanan prasarana yang ada maupun prasarana yang akan dikembangkan terhadap ancaman abrasi pantai (laporan final SI dan DD sarana & prasarana pengamanan pantai ampiang parak, 2014).

2. TUJUAN DAN MANFAAT

2.1 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengkajian Ulang Dimensi dan MaterialKontruksi Pemecah Gelombang Metode *Groin* pada pantai “Ampiang Parak” PesisirSelatan.

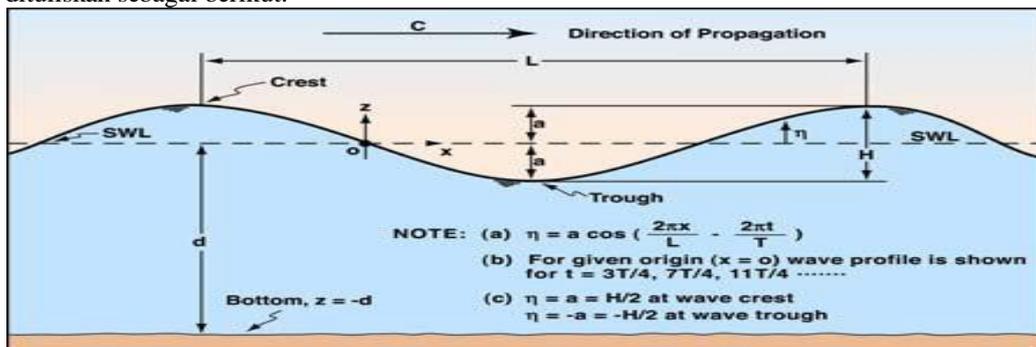
2.2 Manfaat

- a. Sebagai masukan bagi perencana bangunan pantai untuk memanfaatkan material buatan sebagai pengganti batu alam yang persediaanya semakin menipis untuk material *groin*
- b. Untuk menambah wawasan dan pengetahuan bagi peneliti terutama dalam bidang konstruksi pemecah gelombang di pantai.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Gelombang Airy/gelombang amplitudo kecil

Hitungan stabilitas pemecah gelombang tumpukan batu didasarkan pada keseimbangan antara gaya-gaya menyerang dan gaya-gaya yang mempertahankan. Gaya-gaya yang menyerang adalah gaya-gaya yang diakibatkan oleh gaya gelombang. Gelombang ini dimodelkan berdasarkan pada teori gelombang amplitudo kecil (teori gelombang Airy). (Bambang triatmojo, 1999). Persamaan umum gelombang amplitudo kecil dapat dituliskan sebagai berikut:



Gambar 1. Sketsa Gelombang

$$C = \frac{L}{T} \tag{1}$$

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \left[\frac{2\pi d}{L} \right] \tag{2}$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \left[\frac{2\pi d}{L} \right] \tag{3}$$

$$Co = \sqrt{\frac{g \cdot Lo}{2\pi}} = \frac{Lo}{T} \tag{4}$$

$$Co = \frac{gT}{2\pi} \tag{5}$$

$$Co = 1,56 \cdot T \tag{6}$$

$$Lo = \frac{gT^2}{2\pi}, Lo = 1,56 T^2 \tag{7}$$

3.2 Stabilitas Unit Lapis Lindung

Didalam perencanaan pemecah gelombang sisi miring, ditentukan berat butir batu pelindung, yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus Hudson

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_d (sr-1)^3 \cot^2 \alpha} \tag{8}$$

Lebar puncak pemecah gelombang dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$B = n \cdot k \Delta \tag{9}$$

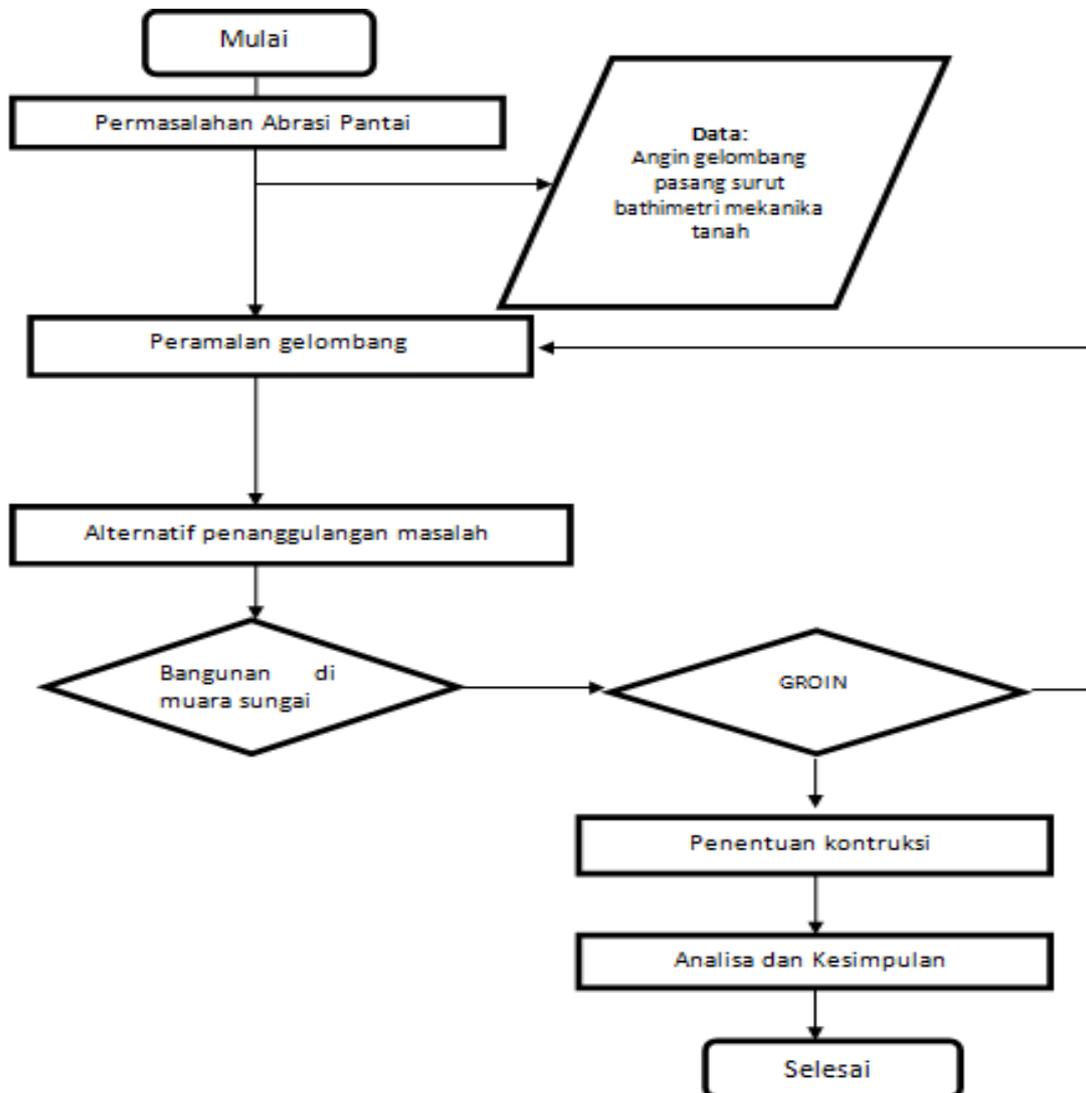
Tebal lapis pelindung dan jumlah butir batu tiap satu luasan diberikan dengan rumus brikut ini :

$$t = n K \Delta \tag{10}$$

$$N = A n K \Delta \tag{11}$$

3.3 Flowchart analisis

Flow Chart ini merupakan bagan alir dari rencana langkah analisis yang dilakukan :



Gambar 2. Bagan Alir Rencana

4. ANALISA MASALAH

Prinsipnya yang sering terjadi di daerah – daerah pesisir pantai salah satunya yaitu Permasalahan yang sering muncul pada daerah pantai yaitu Abrasi. Abrasi merupakan salah satu pengikisan pantai yang diakibatkan oleh arus, angin, dan gelombang yang menuju pantai tetapi bukan hanya itu aktivitas manusia dapat menjadi penyebab terjadinya abrasi juga seperti; pembukaan lahan baru dengan menebang hutan mangrove untuk kepentingan permukiman, dan pembangunan infrastruktur. Juga pemanfaatan ekosistem terumbu karang sebagai sumber pangan (ikan-ikan karang), sumber bahan bangunan (galian karang), komoditas perdagangan (ikan hias), dan obyek wisata (keindahan dan keanekaragaman hayati).

Abrasi juga terjadi karena ketidak seimbangan transportasi sedimen di pantai. Ketidak seimbangan ini bisa diakibatkan secara alami ataupun buatan (Berkala ilmiah teknik keairan ISSN, 2006).

4.1 Data Arah dan tinggi Gelombang Signifikan

Untuk menentukan dimensi groin diperlukan beberapa data untuk menghitung elevasi (ketinngian puncak groin), tebal alpis lindung dan berat material yang digunakan.

Tabel 1. Elevasi acuan relatif terhadap MSL

Elevasi-elevasi acuan relatif terhadap MSL (cm)			
Highest High Water Level	(HHWL)	:	71.8
Mean High Water Spring	(MHWS)	:	68.9
Mean High Water Level	(MHWL)	:	43.2
Mean Sea Level	(MSL)	:	0.0
Mean Low Water Level	(MLWL)	:	-39.2
Mean Low Water Spring	(MLWS)	:	-95.9
Lowest Low Water Level	(LLWL)	:	-103.5
Tanggung pasang (cm):	175		

Tabel 2. Data arah dan tinggi gelombang signifikan pantai ampiang parak

Arah	Tinggi Gelombang (m)						Total	
	< 0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	> 2.5		
Utara	1.169	0.082	0.015	0.000	0.000	0.000	1.27	
Timur Laut	0.670	0.081	0.056	0.000	0.000	0.000	0.81	
Timur	0.747	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.78	
Tenggara	0.296	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.30	
Selatan	1.224	0.208	0.031	0.000	0.010	0.000	1.47	
Barat Daya	4.548	1.440	0.139	0.015	0.000	0.000	6.14	
Barat	8.288	4.196	0.299	0.039	0.000	0.010	12.83	
Barat Laut	1.383	0.147	0.025	0.016	0.000	0.000	1.57	
Bergelombang							=	25.17
Tidak Bergelombang (<i>calm</i>)							=	74.83
Tidak Tercatat							=	0.00
T o t a l							=	100.00

Sumber: Direktorat Sumbar daya Air, 2014

Tabel 3. Gelombang Rencana di Lepas Pantai Amping Parak

Periode Ulang (tahun)	Utara		Timur Laut		Timur		Tenggara	
	H (m)	T (dt)						
1	0.64	3.61	0.53	3.27	0.42	2.88	0.27	2.28
2	0.76	3.96	0.70	3.79	0.51	3.20	0.32	2.49
3	0.88	4.28	0.87	4.26	0.60	3.49	0.37	2.70
5	1.02	4.64	1.05	4.71	0.70	3.79	0.43	2.92
10	1.19	5.04	1.30	5.28	0.81	4.10	0.49	3.13
25	1.41	5.51	1.63	5.96	0.96	4.49	0.57	3.40
50	1.57	5.84	1.89	6.45	1.07	4.76	0.63	3.58
100	1.73	6.15	2.16	6.93	1.19	5.04	0.69	3.76
200	1.89	6.45	2.43	7.38	1.30	5.28	0.75	3.93
Periode Ulang (tahun)	Selatan		Barat Daya		Barat		Barat Laut	
	H (m)	T (dt)						
1	0.68	3.73	0.96	4.49	1.15	4.94	0.68	3.73
2	0.93	4.41	1.17	4.99	1.45	5.60	0.97	4.51
3	1.18	5.01	1.38	5.45	1.75	6.19	1.26	5.19
5	1.45	5.60	1.61	5.92	2.11	6.84	1.58	5.86
10	1.80	6.28	1.90	6.47	2.62	7.68	1.99	6.63
25	2.24	7.06	2.27	7.11	3.32	8.72	2.50	7.49
50	2.56	7.59	2.54	7.55	3.91	9.52	2.88	8.08
100	2.88	8.08	2.81	7.97	4.55	10.32	3.25	8.62
200	3.20	8.55	3.08	8.38	5.24	11.13	3.63	9.15

Sumber: Direktorat Sumbar daya Air, 2014

4.2 Perhitungan Tinggi Gelombang Ekvivalen

kedalaman air laut di lokasi bangunan berdasarkan HWL dan LWL adalah :

HWL = 0,718 m

LWL= -1,035 m

$$\frac{d}{Lo} = \frac{d_{HHWL}}{Lo} = \frac{1,753}{119} = 0,01473 \approx 0,01080$$

Dari tabel pada fungsi d/L untuk pertambahan nilai d/Lo

$$\frac{d}{L} = 0,04964 \text{ dan koefesien shoaling / pendangkalan: } K_s = 1,307$$

Tinggi gelombang dilaut dalam :

$$\frac{H_s}{K_s \times K_r} = \frac{3,32}{1,307 \times 0,8504}$$

Tinggi gelombang ekvivalen :

$$H'o = K_r \times H_o = 0,8504 \times 2,9870 = 2,5401 \text{ m}$$

4.3 Perhitungan Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah

$$\frac{H'o}{gT^2} = \frac{2,5401}{9,81 \times 8,72} \times 0,003405 = 0,003$$

Dari grafik hubungan antara H_b / H'_o versus H'_o / gT^2 dengan $m = 1:50$ didapat :

$$\frac{H_b}{H'_o} = 1,225$$

$$H_b = H'_o \times 1,225 = 2,5041 \times 1,225 = 3,1116 \text{ m} \approx 3,1 \text{ m}$$

Jadi tinggi gelombang pecah $H_b = 3,1 \text{ m}$

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{3,1}{9,81 \times 8,72^2} = 0,00415 \approx 0,004$$

Dari grafik hubungan antara α, β , versus H_b / gT^2 dengan $m = 0,1$ di dapat :

$$\left(\frac{db}{H_b} \right) = 1,16$$

Sehingga diperoleh :

Kedalaman gelombang pecah dengan $\beta = 1,16$

$$db = H_b \times 1,16 = 3,1 \times 1,16 = 3,596 \text{ m}$$

Jadi proses gelombang pecah terjadi pada kedalaman 3,596 m. Dalam perhitungan selanjutnya digunakan kedalaman 3,596 m sebagai kedalaman gelombang pecah yang terdekat dengan pantai.

$$\frac{d}{L_o} = \frac{3,596}{119} = 0,03021 \approx 0,0300$$

Dari tabel fungsi d/L_o pada lampiran diperoleh nilai :

$$\frac{d}{L} = 0,07135$$

$$L = \frac{3,596}{0,07135} = 50,4 \text{ m}$$

$$\frac{L_o}{\sin \alpha_o} = \frac{L}{\sin \alpha} = \frac{46,272}{\sin \alpha} = \frac{119}{\sin 45} = \frac{71,27}{168,291}$$

$$\sin \alpha = 0,4235$$

$$\alpha = 25,055^\circ$$

Jarak gelombang Pecah ke garis pantai (0,00 Msl di pantai) adalah :

$$1/m \times db$$

Untuk kemiringan pantai, $m = 1/50$

$$(50/1) \times 3,596 \text{ m} = 179,8 \text{ m}$$

4.4 Perhitungan panjang dan Jarak Groin untuk seluruh Material

a. Panjang minimum groin = jarak gelombang pecah dari garis pantai (L)

$$\begin{aligned} L &= (20 \times 2,353) + (50 \times 3,596) \\ &= 226,86 \approx 227 \end{aligned}$$

b. Ujung groin ditempatkan pada jarak 20 m dari lokasi gelombang pecah + panjang groin (L_k) :

$$\begin{aligned} L_k &= 227 + 20 \\ &= 247 \end{aligned}$$

4.5 Perhitungan Run – Up Gelombang

Untuk Run – Up gelombang tipe Tetrapod :

Data untuk perhitungan :

$H = 3,32 \text{ m}$

$L_o = 119$

$\theta = 1 : 2$

$$\frac{\tan \theta}{(H/L_o)^{1/2}} = \frac{0,5}{(3,32/119)^{1/2}} = 2,993 \approx 3$$

Dari grafik Run – Up gelombang

$$\frac{R_u}{H} = 0,85$$

$$R_u = \frac{R_u}{H} \cdot l_o$$

$R_u = 0,85 \times 2,9870 = 2,5390 \text{ m}$

Jadi besar Run – up gelombang (R_u) = 2,5390 m

a. Untuk Run- Up gelombang tipe dolos :

$$\frac{R_u}{H} = 1,00$$

$$\frac{R_u}{H} \times H_o$$

$R_u = 1,00 \times 2,9870 = 2,9870 \text{ m}$

Jadi besar Run – up gelombang (R_u) = 2,9870 m

b. Untuk Run- Up gelombang tipe Quadripod :

$$\frac{R_u}{H} = 0,8$$

$$R_u = \frac{R_u}{H}$$

$R_u = 0,8 \times 2,9870 = 2,3896 \text{ m}$

Jadi besar Run – up gelombang (R_u) = 2,3896 m

4.6 Untuk Run- Up gelombang tipe batu alam permukaan kasar :

$$\frac{R_u}{H} = 1,125$$

$$\frac{R_u}{H} \times H_o$$

$R_u = 1,125 \times 2,9870 = 3,36 \text{ m}$

Jadi besar Run – up gelombang (R_u) = 3,36 m

4.7 Perhitungan Dimensi Struktur Menggunakan Tetrapod

a. Elevasi Groin

data untuk perhitungan :

Elvasi MSL = +0.00 m

dMSL = +0.00 – (-3,596) = 3,596 m

db = 3,596
 Ru = 2,539
 Fb = 0,5

Perhitungan:

Elevasi mercu = HWL + Ru + tinggi kebebasan
 = 0,718 + 2,539 + 0,5
 = 3,757 m terhadap MSL
 Elevasi db = 3,596 m terhadap elevasi 0.00 MSL
 Elevasi HWL = 0,718 m terhadap elevasi 0.00 MSL
 dHWL = elv. HWL + elv. Db
 = 0,718 + 3,596
 = 4,314 m

b. Ketinggian Ujung Groin

data untuk perhitungan :

Ru = 2,539
 Fb = 0,5 (freeboard)
 dHWL = 4,314

perhitungan :

Tinggi groin = dHWL + Ru + fb
 = 4.314 + 2,539 + 0,5
 = 7,353 m ≈ 7,4 meter

c. Jumlah Butir Batu Pelindung Dalam Tiap Satuan Luas (10 m²)

data untuk perhitungan :

n = 3
 KΔ = 1,04
 W = 2,39375 ton
 γr = 2,4 ton

Perhitungan :

$$N = A \cdot nK\Delta \cdot \left(1 - \frac{P}{100} \cdot \frac{\gamma_r}{W} \right)^{2/3}$$

$$N = 10 \times 3 \times 1,04 \cdot \left(1 - \frac{50}{100} \cdot \frac{2,4}{2,39375} \right)^{2/3}$$

Keterangan

H	=Tinggi gelombang	Δ	=Berat jenis batu pelindung
Hs	=Tinggi gelombang rencana	Sw	=Wave setup
H _{max}	=Tinggi gelombang maksimum yang mungkin terjadi	Hs	=Tinggi Gelombang Signifikan
L	=Panjang gelombang	Ts	=Periode gelombang signifikan
C	=Cepat rambat gelombang	γr	=Berat jenis
Co	=Cepat rambat gelombang di laut dalam	γw	=Berat jenis batu
T	=Periode gelombang	Kd	=Koefesien Stabilitas
a	=Amplitudo gelombang	T	= Tebal lapis pelindung
h	=Simpangan Vertikal	A	=Luas permukaan
ho	=Kedalaman Laut	P	=porositas rerata dari lapis pelindung (%)yang diberikan
Hb	=Tinggi gelombang Pecah (m)	n	=Jumlah lapis batu dalam lapis pelindung
Ho'	=Tinggi gelombang dilaut dalam (m)	N	=Jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan A
Lo	=Panjang gelombang laut dalam (m)	HHWL	=Highest high water level
db	=kedalaman air pada gelombang pecah (m)	MHWS	=Mean high water spring
DWL	=design water level	MHWL	=Mean high water level
□	=Sudut kemiringan bangunan	MSL	=Mean sea level
fb	=freeboard (nilai kebebasan)	MLWL	=Mean low water level
I _r	=Bilangan irribaren		

- B =Lebar puncak
- KA =Koefesien lapis
- W =Berat butir batu Pelindung
- MLWS =Mean low water spring
- LLWL =Lowest low water level
- Ru =Run up

4.8 Perbandingan Elevasi dan Dimensi Bangunan Groin Hasil Analisis dengan Bangunan Groin yang Sudah Ada

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terdapat perbedaan di beberapa parameter dengan konstruksi yang ada.

Tabel 4. Perbedaan Hasil Analisis dengan Konstruksi yang Ada.

No	ITEM	Batu Alam Yang Sudah Ada	Batu Alam Hasil Analisis
1	Koefesien Refraksi	0,8504	0,8504
2	Koefesien Refleksi	2,9934	2,9934
3	Run Up	3,360 m	2,5390 m
4	Elevasi Atas	+4,578 m	+4,240 m
5	Tinggi Konstruksi	8 m	7,8 m
6	Panjang Konstruksi	247 m	247 m
7	KD (Koefesien Stabilitas)	1,9 (n=2)	2,1 (n=3)
8	KA (Koefesien Lapis)	1,15	1,10
9	Porositas (P%)	37	40
10	Lebar Puncak	3,1845 m	4,4192 m
11	Tebal Pelindung Luar	3,1845 m	4,4192 m
12	Tebal Pelindung Kedua	-	2,05122 m
13	Berat Lapis Pertama	6,901 ton	6,24 ton
14	Berat Lapis Kedua	609 kg	624 kg
15	Berat Lapis Ketiga	-	31 kg
16	Berat Pelindung Kaki	409,76 kg	59 kg
17	Kemiringan Lereng	1 : 15	1 : 2
18	Tebal Pelindung Kaki	3,1845 m	1,5 m
19	Lebar Pelindung Kaki	1,242 m	1 m

Penanggulangan masalah pada abrasi pantai Ampiang Parak yaitu dengan melakukan pembangunan groin, dari table di atas terlihat bahwa:

- a. Data angin yang diperoleh dari kantor pekerjaan umum direktorat sumber daya air balai wilayahsungai SumatraPadang. Di dapatkan data arah angin signifikan dari arah barat dengan tinggi gelombang signifikan 3,32 m dengan periode 8,2 detik.
- b. Elevasi mercu diperhitungkan pada ketinggian air rencana HHWL+RU+FB, didapat :
 - 1) Elevasi mercu untuk tetrapod adalah 3,8 m
 - 2) Elevasi mercu untuk dolos adalah 4,205 m
 - 3) Elevasi mercu untuk quadripod adalah 3,606 m
 - 4) Elevasi mercu untuk batu alam adalah 4,240 m
- c. Dari hasil perhitungan analisa kalkulasi desain dimensi berbagai material didapatkan :
 - 1) Tetrapod, Tinggi : 7,4 meter , panjang : 247 meter, dan lebar puncak : 3,7 meter
 - 2) Dolos, Tinggi : 7,8 meter , panjang : 247 meter, dan lebar puncak : 2,25 meter
 - 3) Quadripod, Tinggi : 7,2 meter , panjang : 247 meter, dan lebar puncak : 3,91 meter
 - 4) Batu alam, Tinggi : 7,8 meter , panjang : 247 meter, dan lebar puncak : 4,42 meter

5. KESIMPULAN

Hasil kajian ulang dimensi konstruksi groin dari berbagai material didapatkan bahwa material batu buatan (tetrapod, Dolos, quadripod) memiliki dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan batu alam, sehingga batu buatan dapat digunakan sebagai material groin.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswandi, Boy. 2015. Penggunaan Groin untuk Penanganan Abrasi Pantai Padang dengan Material Batu Alam. Program Studi Teknik Sipil. Padang: Insitut Teknologi Padang.
- CERC, 1984. Shore Protection Manual US Army Coastal Engineering Research Center, Washington. (SPM,1984)
- Direktorat Jendral Sumber daya Air, Satuan Kerja Balai Wilayah Sungai Sumatera V, Laporan Akhir pengamanan Pantai Ampiang Parak, 2014
- Pasific, Mitratama Asia P.T., 2014. SI dan DD sarana Prasarana Pengaman Pantai Ampiang Parak Kabupaten Pesisir Selatan. kementerianpekerjaanumumdirektorat jenderal sumber daya airsatuan kerja balai wilayahsungai Sumatrav. Padang.
- Pebriana, Tori. Desain Pengaman Pantai Manokwari dan Pantai Pulau Mansinan Kabupaten Manokwari. ProgramStudi Teknik Sipil. Bandung : Insitut Teknologi Bandung.
- Triadmodjo, Bambang. 1999. Teknik Pantai. Yogyakarta: Betta Offset.
- Triadmodjo, Bambang. 2011. Perencanaan Bangunan Pantai. Yogyakarta: Betta Offset.
- Yoanita, Arieni. 2010. Perencanaan Dimensi Jetty untuk Pengamanan Muara Bujur Kanal Purus Padang. Program Studi Teknik Sipil. Padang: Insitut Teknologi Padang.
- Yurwono, Nur. 1992. Dasar Perencanaan Bangunan Pantai Vol. 2 Laboratorium Hidraulika dan Hidrologi, PAU – IT – UGM.