

# KINERJA GROIN TERHADAP GELOMBANG DAN PASANG SURUT DI PANTAI KALASEY KECAMATAN PINELENG KABUPATEN MINAHASA SULAWESI UTARA

Ais Majojo

Tommy Jansen, Muhamad Ihsan Jasin

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [ays.majojo3112@gmail.com](mailto:ays.majojo3112@gmail.com)

## ABSTRAK

Indonesia sebagai Negara kepulauan mempunyai lebih dari 3700 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km. Wilayah pantai ini merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia. Sehingga menimbulkan permasalahan yang sering kali terjadi di pantai salah satunya ialah erosi pantai. Erosi pantai sendiri terjadi secara alami karena gelombang atau karena adanya kegiatan manusia. Groin adalah bangunan pelindung pantai berfungsi untuk menahan transpor sedimen sepanjang pantai, sehingga bisa mengurangi dan menghentikan erosi yang terjadi. Gelombang di perairan Pantai Kalasey didominasi oleh gelombang dari arah Utara dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Januari 2019 dengan tinggi 9,731 m dan periode 5,057 det. Tinggi gelombang pecah yang didapatkan dari hasil perhitungan berkisar pada 1,1706 m sampai 2,1578 m pada kedalaman 1 m sampai 10 m. Tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ) = 2,1578 m, dan gelombang pecah pada kedalaman ( $D_b$ ) = 1,01. dan berdasarkan hasil penelitian terhadap groin eksisting pada area pengembangan menunjukkan bahwa groin dikatakan aman terhadap gelombang yang ada sekarang. Maka, efektifitas kinerja groin dikatakan masih efektif.

**Kata kunci:** Groin, Fetch, Karakteristik Gelombang, Pasang Surut.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Garis pantai kalasey sendiri terbuka ke arah barat laut dan utara, sehingga kawasan pantainya secara logis menerima gempuran serangan gelombang dari arah tersebut. Gelombang yang datang dari barat laut akan mendekati garis pantai dengan membentuk sudut yang potensial menimbulkan arus susur pantai. Arus susur pantai yang terbentuk bergerak dari arah barat menuju ke timur itulah sebabnya di bangun rangkaian groin untuk menghalangi arus susur pantai mengerosi garis pantai di pantai kalasey.

Groin adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus garis pantai, dan berfungsi untuk menahan transpor sedimen sepanjang pantai, sehingga bias mengurangi dan menghentikan erosi yang terjadi.

Bangunan pengaman pantai atau dalam hal ini groin yang sudah di bangun di pantai kalasey setiap waktu mengalami factor alam yaitu gelombang. Oleh karena itu groin tersebut harus di analisis kembali kiranya melihat groin tersebut sampai saat ini apakah

masih mampu melindungi garis pantai di pantai kalasey.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang, maka akan dilakukan perhitungan kinerja groin terhadap gelombang dan pasang surut yang sudah ada berdasarkan analisis yang dilakukan dengan gaya alam yang terdapat disekitar pantai.

### Batasan Masalah

Batasan masalah disini dimaksudkan agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan awal penelitian. Berikut adalah batasan masalah dalam penelitian ini:

- Penelitian hanya dilakukan dipantai Kalasey.
- Gelombang yang dihitung adalah gelombang yang di akibatkan oleh angin
- Data Angin yang digunakan adalah data angin 10 tahun terakhir.
- Karakteristik gelombang yang ditinjau adalah tinggi gelombang, periode gelombang, proses transformasi gelombang, dan pasang surut.
- Tinggi dan periode gelombang diperoleh dengan metode hindcasting gelombang.

- f. Tidak menghitung gaya-gaya lain akibat pengaruh dari muara sungai
- g. Tidak menganalisa stabilitas konstruksi terhadap penurunan tanah (*settlement*)
- h. gelombang dan pasang surut diperoleh dari data sebelumnya

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan menjelaskan kinerja bangunan pantai terhadap gelombang dan pasang surut di pantai kalasey dan sejauh mana bangun-an pantai dapat bertahan terhadap gelombang.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang di harapkan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui kinerja bangunan pantai terhadap gelombang dan pasang surut.
- b. Memberikan informasi yang dicermati dengan memperhatikan gejala yang ditimbulkan terhadap pantai dan objek yang dilindungi.
- c. Menambah pengetahuan bagi penulis untuk memperdalam ilmu dalam bidang Teknik pantai khususnya bangunan pengaman pantai.

## **LANDASAN TEORI**

### **Definisi Pantai**

Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah. Daerah daratan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan daratan dimulai dari batas garis pasang tertinggi. Kriteria sempadan pantai adalah daratan sepanjang tepian yang lebarnya sesuai dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 m dari titik pasang tertinggi kearah daratan. (Traitmodjo B. Teknik Pantai)

### **Teknik Pantai**

Teknik pantai adalah cabang dari Teknik Sipil yang baersandar pada ilmu kelautan (*oceanography*), meteorology, mekanika fluida, elektronika, mekanika struktur, geologi dan morfologi, metamatika, dan statistika, komputer, mekanika tanah, dan mekanika bahan. Teknik pantai mempunyai aplikasi di daerah pantai, seperti penanggulangan masalah erosi pantai dengan membuat bangunan-bangunan pantai, penanggulangan endapan di muara sungai dan alur pelayaran serta kolam

pelabuhan, pembangun pelabuhan, dan sebagainya.

### **Bangunan Pantai**

Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai, yaitu:

1. Memperkuat/melindungi pantai agar mampu menahan serangan gelombang;
2. Mengubah laju transpor sedimen sepanjang pantai;
3. Mengurangi energy gelombang yang sampai ke pantai;
4. Reklamasi dengan menambah suplai sedimen ke pantai atau dengan cara lain.

### **Groin**

Groin adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya di buat tegak lurus garis pantai, dan berfungsi untuk menahan transpor sedimen sepanjang pantai, sehingga bisa mengurangi / menghentikan erosi yang terjadi. Bangunan ini juga bisa digunakan untuk menahan masuknya transpor sedimen sepanjang pantai ke pelabuhan atau muara sungai.

### **Gelombang**

Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai. Gelombang merupakan faktor utama dalam penentuan tata letak (*layaout*) pelabuhan, alur pelayaran, perencanaan bangunan pantai dan sebagainya. Oleh karna itu seorang ahli Teknik pantai harus memahami dengan baik karekteristik dan perilaku gelombang di laut baik dalam, selama penjarannya menuju pantai maupun di daerah pantai, dan terhadap bangunan pantai. (Traitmodjo B. Teknik Pantai).

### **Teori Gelombang Amplitudo Kecil**

Teori paling sederhana adalah teori gelombang Airy, yang juga disebut teori gelombang linier atau teori gelombang amplitudo kecil, yang pertama kali dikemukakan oleh Sir. George Biddell Airy pada tahun 1845. Selain mudah dipahami, teori tersebut sudah dapat digunakan sebagai dasar dalam meren-canakan bangunan pantai. Teori gelombang amplitudo kecil diturunkan

berdasarkan persamaan Laplace untuk aliran tak rotasi (*Irrotational flow*) dengan kondisi di atas dipermukaan air dan laut. Kondisi batas permukaan air di dapat dengan melinierkan persamaan Bernoulli untuk aliran tak mantap. Penyelesaian persamaan tersebut memberikan potensial kecepatan periodik untuk aliran rotasional. Potensial kecepatan ini kemudian digunakan untuk menurunkan persamaan dari sebagai karakteristik gelombang seperti fluktuasi muka air, kecepatan dan percepatan partikel, tekanan, kecepatan rambat gelombang, dan sebagainya.

**Hindcasting Gelombang**

*Hindcasting* gelombang adalah teknik peramalan gelombang yang akan datang dengan menggunakan data angin dimasa lampau. Data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi dan periode gelombang di laut. Terjadinya gelombang di laut paling dipengaruhi oleh tiupan angin. Pada daerah tiupan angin, terjadi peristiwa transfer energi angin ke air. Permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil diatas permukaan air, sebagai akibat dari ketegangan yang ditimbulkan oleh kecepatan angin pada permukaan laut. Dengan bertambahnya kecepatan angin, riak akan menjadi besar dan pada akhirnya terbentuk gelombang apabila angin terus berhembus. Semakin lama angin berhembus, maka gelombang yang terbentuk akan semakin besar. *Hindcasting* gelombang akan menghasilkan perkiraan tinggi (H) dan perioda (T) gelombang akibat adanya angin dengan besar, arah, dan durasi tertentu. Jadi, *hindcasting* gelombang dimaksudkan untuk mentransformasi data angin menjadi data gelombang.

**Fetch**

*Fetch* adalah daerah pembangkit gelombang laut yang dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut tersebut. Daerah *fetch* adalah daerah dengan kecepatan angin konstan. Sedangkan jarak *fetch* merupakan jarak tanpa rintangan dimana angin sedang bertiup (Hutabarat dan Evans, 1984).

Arah *fetch* bisa datang dari segala arah, yang besarnya dapat dihitung sebagai berikut:

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

Dimana:

$F_{eff}$  : *Fetch* efektif

$X_i$  : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*.

$\alpha$  : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

**Estimasi Angin Permukaan untuk Peramalan Gelombang**

Sebagai langkah awal dalam menganalisis data angin, hal yang harus diperhatikan adalah mendapatkan nilai *Wind Stress Factor* ( $U_A$ ), sebagai nilai yang akan digunakan dalam melakukan peramalan gelombang. Prosedur untuk mendapatkan *Wind Stress Factor* ( $U_A$ ) adalah dengan melakukan koreksi-koreksi terhadap data angin yang kita miliki sebagai berikut:

- Koreksi Elevasi

$$U_{(10)} = U (y) \left( \frac{10}{y} \right)^{\frac{1}{7}}$$

Dimana:

$U_{(10)}$  = Kecepatan angin pada ketinggian 10m.

Y = Ketinggian pengukuran angin ( $y < 20m$ )

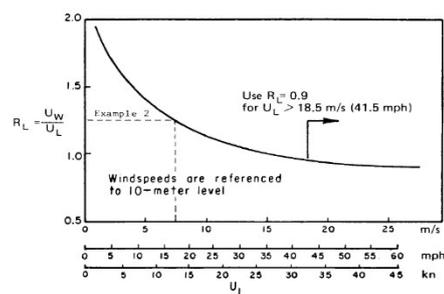
- Koreksi Stabilitas

$$U = R_T \cdot U_{10}$$

Jika tidak terdapat perbedaan data temperature, maka  $R_T = 1,1$  (SPM'88, hal 3-30)

- Koreksi Lokasi Pengamatan

$$U = R_T \cdot R_L \cdot U_{10}$$



Gambar 1. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat (Sumber: SPM'84)

**Peramalan Gelombang Dengan Periode Ulang (Analisis Frekuensi)**

**Metode Gumbel**

Untuk menentukan periode ulang dipergunakan analisis harga-harga ekstrim tinggi gelombang, biasanya diambil satu gelombang tertinggi tiap tahunnya. Pada metode Gumbel, tinggi gelombang pada

periode ulang di tuliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut (Nur Yuwono,1992):

**Deformasi Gelombang**

**Proses Refraksi Gelombang**

Refraksi dan pendangkalan gelombang (*wave shoaling*) akan dapat menentukan tinggi gelombang di suatu tempat berdasarkan karakteristik gelombang datang. Refraksi mempunyai pengaruh cukup besar terhadap tinggi dan arah gelombang serta distribusi energi gelombang di sepanjang pantai. Persamaan perubahan tinggi gelombang di rumuskan sebagai berikut:

$$H = K_s \cdot K_r \cdot H_0$$

Dimana:

- H : Tinggi gelombang pada kedalaman tertentu.
- K<sub>s</sub> : Koefisien pendangkalan
- K<sub>r</sub> : Koefisien refraksi
- H<sub>0</sub> : Tinggi gelombang di laut

**Proses Pecahnya Gelombang**

Gelombang yang menjalar dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Tiga tipe gelombang pecah yaitu spilling, plunging, dan surging.

Gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang.

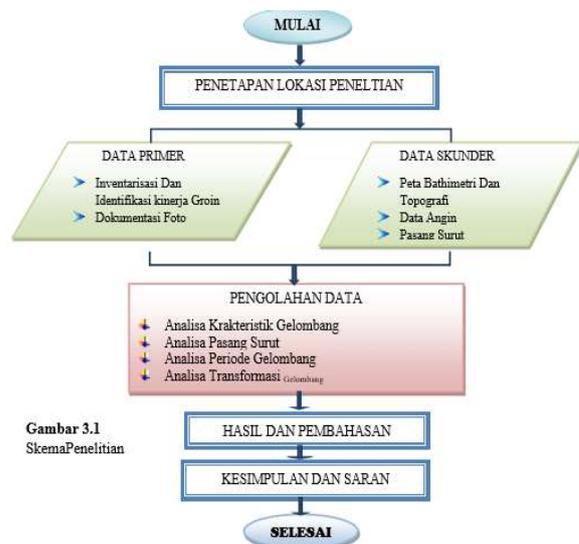
**METODOLOGI PENELITIAN**

**Survey Lokasi dan Pengumpulan Data**

Survey Lokasi dilakukan guna mendapatkan permasalahan kinerja groin yang ada di pantai kalasey, Pengumpulan data ini dilaksanakan dengan cara mengunjungi lembaga-lembaga atau instansi-instansi terlibat sebagai sumber data untuk dimintai keterangan dan bahkan data-data yang berhubungan dengan studi ini, ataupun dengan menggunakan software-software penunjang. Data-data yang dimaksud meliputi:

- Data kecepatan angin minimal 10 tahun terakhir dari BMG Minahasa.
- Data pasang surut
- Data karakteristik gelombang
- Peta lokasi penelitian
- Peta Batimetri.

**Bagan alur penelitian**



Gambar 3.1 Skema Penelitian

Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Data**



Gambar 3. Fetch Arah Barat, Barat Laut, Utara, dan Barat Daya  
Sumber: Google Earth

**Perhitungan Fetch:**

Arah Utara:

- Panjanggaris *fetch* untuk sudut 0° adalah 15022 m dengan skala 1: 1000 m = 100.000 cm  
Untuk mendapatkan jarak sebenarnya maka dilakukan perhitungan jarak sebenarnya. Jarak sebenarnya = Jarak pada peta × Skala = 15022 m × 1000 × 100 = 1502200000 cm = 15022 km
- Nilai dari cosines 0° adalah 1, maka: Fcos (α) = 15022 × 1 = 15022 km  
Pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa panjang *fetch* lebih banyak tidak dibatasi oleh pulau-pulau disekitarnya, sehingga lokasi studi

termasuk dalam “open water”. Dengan mengetahui panjang fetch didapat Feff

$$F_{eff} = \frac{\sum F \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

$$\frac{18555,17 + 16139,65 + 17355,27 + 17709,35 + 15022 + 0 + 11381,5 + 156,2844}{0,940 + 0,966 + 0,985 + 0,996 + 1,00 + 0,996 + 0,985 + 0,966 + 0,940}$$

= 13178,31 km

Selanjutnya perhitungan ini dibuat dalam bentuk tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perhitungan Panjang Fetch Untuk Delapan Arah Mata Angin

Arah Mata Angin	(α)	Jarak Sebenarnya (km)	Jarak Sebenarnya (km)	Fcos(α)	cos(α)	Feff (km)
UTARA (N)	-20	197400000	19746	18555.17	0.940	13178.31
	-15	1670900000	16709	16139.65	0.966	
	-10	1762300000	17623	17355.27	0.985	
	-5	1777700000	17777	17709.35	0.996	
	0	1502200000	15022	15022	1	
	5	1937100000	19371	19297.29	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	1178300000	11783	11381.5	0.966	
	20	1101700000	11017	156.2844	0.940	
TIMUR LAUT (NE)	-20	0	0	0	0.940	4666.19
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	1057300000	10573	10573	1	
	5	1023900000	10239	10200.04	0.996	
	10	1027800000	10278	10121.85	0.985	
	15	1039700000	10397	10042.73	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
TIMUR (E)	-20	0	0	0	0.940	0
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
TENGGAH (SE)	-20	0	0	0	0.940	0
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
SELATAN (S)	-20	0	0	0	0.940	0
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
BARAT DAYA (SW)	-20	0	0	0	0.940	0
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
BARAT (W)	-20	0	0	0	0.940	0
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	0	0	0	1	
	5	0	0	0	0.996	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
BARAT LAUT (NW)	-20	0	0	0	0.940	4382.96
	-15	0	0	0	0.966	
	-10	0	0	0	0.985	
	-5	0	0	0	0.996	
	0	1951600000	19516	19441.74	0.996	
	5	1901100000	19011	19011	1	
	10	0	0	0	0.985	
	15	0	0	0	0.966	
	20	0	0	0	0.940	
Feff (total)					22227.46	
Feff (dominan)					13178.31	

Sumber: data penulis, (2021)

**Analisa Angin**

Data angin yang dianalisa adalah data kecepatan dan arah angin maksimum harian dalam selang waktu 10 tahun terakhir, yakni tahun 2010 – 2019. Data angin diperoleh dari BMKG Minahasa. Arah angin diklasifikasikan dalam delapan arah mata angin.

**Perhitungan Faktor Tegangan Angin**

Kecepatan angin diukur dengan anemometer dan dinyatakan dalam knot. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui katulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1.852 km/jam = 0.515 m/d. Data angin diperlukan untuk perkiraan tinggi dan periode gelombang. Data angin tersebut harus dikoreksi terhadap elevasi, stabilitas, dan efek lokasi untuk mendapatkan faktor tegangan angin (U<sub>A</sub>). Data angin yang digunakan adalah data angin maksimum harian yang setelah diolah pada akhirnya akan didapat tinggi gelombang maksimum.

Langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan nilai U<sub>A</sub> (Perhitungan pada data angin tanggal 31 Desember 2019) :

- Koreksi Terhadap Elevasi  
Data angin diambil dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Minahasa yang diukur +10m dari muka air laut.

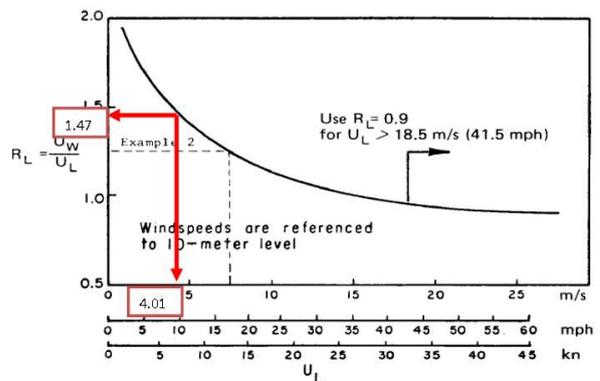
dimana :  $U_z = 4.01 \text{ m/det}$   
 $Z = 10 \text{ m}$

Sehingga:

$$U_{10} = 4.01 \left( \frac{10}{10} \right)^{1/7} = 4,01 \text{ m/det}$$

- Koreksi Terhadap Stabilitas Dan Efek Lokasi

Karena tidak ada data perbedaan rata-rata suhu udara dan air laut, maka diambil R<sub>T</sub> = 1.1, sedangkan nilai R<sub>L</sub> bervariasi sesuai dengan kecepatan angin (Gambar 4.)



Gambar 4. Pembacaan Rasio Aplikasi R<sub>L</sub>  
Sumber: SPM'84

$$U_A = R_T \cdot R_L \cdot U_{10}$$

dimana:

$$\begin{aligned} U_{10} &= 4.01 \text{ m/det} \\ R_L &= 1.47 \text{ m/det} \\ R_T &= 1.1 \\ U_A &= 1.1 \times 1.47 \times 4.01 = 6.18 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Tabel 2. Perhitungan Faktor Tekanan Angin Pada Bulan Desember 2019

Perhitungan Wind Stress Factor Pada Tahun 2019					Z = ±	18
					RT	1,1
Tanggal	Arah	Uz	Uz (BULAT)	$U_z - U_z \left(\frac{10}{Z}\right)^{-R_L}$	$U_A = R_T \cdot R_L \cdot U_{10}$	
01/12/2019	S	1,50	1,5	1,50	1,9	3,14
02/12/2019	W	7,30	7,3	7,30	1,3	10,43
03/12/2019	W	5,72	5,7	5,72	1,4	8,81
04/12/2019	SW	1,70	1,7	1,70	1,7	3,18
05/12/2019	N	3,45	3,4	3,45	1,52	5,77
06/12/2019	NE	7,85	7,8	7,85	1,39	12,00
07/12/2019	NNE	1,20	1,2	1,20	1,89	2,49
08/12/2019	W	6,26	6,2	6,26	1,36	9,36
09/12/2019	W	7,30	7,3	7,30	1,3	10,44
10/12/2019	W	6,77	6,7	6,77	1,33	2,59
11/12/2019	W	7,30	7,3	7,30	1,32	10,43
12/12/2019	NW	3,60	3,6	3,60	1,57	6,22
13/12/2019	W	7,30	7,3	7,30	1,3	10,44
14/12/2019	NNE	4,85	4,8	4,85	1,48	7,90
15/12/2019	NNE	1,16	1,1	1,16	1,89	2,41
16/12/2019	W	6,41	6,4	6,41	1,38	9,73
17/12/2019	NNE	5,72	5,7	5,72	1,4	8,81
18/12/2019	NNE	1,60	1,6	1,60	1,8	3,17
19/12/2019	W	6,77	6,7	6,77	1,33	2,59
20/12/2019	NNE	5,72	5,7	5,72	1,4	8,81
21/12/2019	NNE	9,01	9,0	9,01	1,2	11,90
22/12/2019	N	3,60	3,6	3,60	1,5	5,94
23/12/2019	W	3,60	3,6	3,60	1,5	5,94
24/12/2019	W	6,26	6,2	6,26	1,36	9,36
25/12/2019	W	6,26	6,2	6,26	1,36	9,36
26/12/2019	W	6,77	6,7	6,77	1,33	2,59
27/12/2019	W	7,30	7,3	7,30	1,3	10,44
28/12/2019	WNW	6,26	6,2	6,26	1,36	9,36
29/12/2019	NE	1,60	1,6	1,60	1,8	3,17
30/12/2019	N	9,01	9,0	9,01	1,2	11,90
31/12/2019	N	4,01	4,0	4,01	1,47	4,66

Sumber: data penulis, (2021)

**Peramalan Tinggi Dan Periode Gelombang**  
Langkah-langkah perhitungan *hind-casting* gelombang untuk mendapatkan nilai  $H_0$  dan  $T_0$  adalah sebagai berikut.

Diambil perhitungan data tanggal 31 Desember 2019:

- ❖ Karena Termasuk *Open Water*  
Hitunglah nilai  $t_{fetch}$ .  
 $F_{eff} = 13178.31 \text{ km} = 13178310 \text{ m}$  (arah utara)  
 $U_A = 4.66 \text{ m/det}$   
 $g = 9.81 \text{ m/det}^2$   
 $t_i = 6 \text{ jam}$

$$t_{fetch} = 68.8 \frac{F^{\frac{2}{3}}}{g^{\frac{1}{3}} U_A^{\frac{1}{3}}} = 231280 \text{ det}$$

Karena  $t_{fetch} > t_i$  maka kondisi gelombang termasuk *Duration Limited*.

- ❖ Hitung nilai  $H_0$  dan  $T_0$

$$\begin{aligned} H_0 &= 0,0000851 \left( \frac{U_A^2}{g} \right) \left( \frac{gt_i}{U_A} \right)^{\frac{5}{7}} \\ &= 0.39994 \text{ m} \end{aligned}$$

$$T_0 = 0,072 \left( \frac{U_A}{g} \right) \left( \frac{gt_i}{U_A} \right)^{0,411} = 2.80788 \text{ det}$$

- ❖ Kontrol apakah kondisi *fully developed* atau *non fully developed*.

Syarat kondisi *fully developed*:

$$\begin{aligned} \frac{gH}{U_A^2} &\geq 2,433 \cdot 10^{-4} \\ \rightarrow \frac{9.81 \times 0.39994}{4.66^2} &= 0.18067 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{gT}{U_A} &\geq 8,134 \\ \rightarrow \frac{9.81 \times 2.80788}{4.66} &= 5.91100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{gT}{U_A} &\geq 7,15 \cdot 10^4 \\ \rightarrow \frac{9.81 \times 21600}{4.66} &= 45471,2 \end{aligned}$$

Karena hasil yang diperoleh tidak memenuhi syarat kondisi *fully developed*, maka gelombang tersebut termasuk gelombang *non fully developed*. Sehingga  $H$  dan  $T$  yang dipakai adalah  $H$  dan  $T$  yang dihitung sebelumnya, yaitu:

$$H = 0.39994 \text{ m}$$

$$T = 2.80788 \text{ det}$$

Tabel 3. Perhitungan *Hindcasting* Gelombang Maksimum Bulan Desember 2019

Tanggal	Arah	U <sub>z</sub>	U <sub>10</sub>	R <sub>L</sub>	U <sub>A</sub>	F <sub>EFF</sub>	t <sub>i</sub>
		m/d	m/d		m/d	km	d
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
12/1/2019	S	1.50	1.50	1.4	2.32	0.000	21600
12/2/2019	W	7.30	7.30	1.32	10.60	0.000	21600
12/3/2019	W	5.72	5.72	1.46	9.19	0.000	21600
12/4/2019	SW	1.69	1.69	1.55	2.89	0.000	21600
12/5/2019	N	3.45	3.45	1.95	7.40	13178.31	21600
12/6/2019	NE	7.85	7.85	1.42	12.26	0.000	21600
12/7/2019	NNE	1.19	1.19	1.57	2.05	0.000	21600
12/8/2019	W	6.26	6.26	1.48	10.19	0.000	21600
12/9/2019	W	7.30	7.30	1.4	11.24	0.000	21600
12/10/2019	W	6.77	6.77	1.57	11.69	0.000	21600
12/11/2019	W	7.30	7.30	1.49	11.96	0.000	21600
12/12/2019	NW	3.60	3.60	1.57	6.22	1190.73	21600
12/13/2019	W	7.30	7.30	1.69	13.57	0.000	21600
12/14/2019	NNE	4.85	4.85	1.45	7.73	0.000	21600
12/15/2019	N	1.16	1.16	1.62	2.06	13178.31	21600
12/16/2019	NW	6.41	6.41	1.65	11.63	4382.96	21600
12/17/2019	NNE	5.72	5.72	1.49	9.38	0.000	21600
12/18/2019	NNE	1.60	1.60	1.46	2.57	0.000	21600
12/19/2019	W	6.77	6.77	1.5	11.17	0.000	21600
12/20/2019	NNE	5.72	5.72	1.41	8.87	0.000	21600
12/21/2019	NNE	9.01	9.01	1.39	13.77	0.000	21600
12/22/2019	N	3.60	3.60	1.51	5.98	13178.31	21600
12/23/2019	W	3.60	3.60	1.57	6.22	0.000	21600
12/24/2019	W	6.26	6.26	1.43	9.84	0.000	21600
12/25/2019	W	6.26	6.26	1.52	10.46	0.000	21600
12/26/2019	W	6.77	6.77	1.56	11.61	0.000	21600
12/27/2019	W	7.30	7.30	1.55	12.44	0.000	21600
12/28/2019	NNW	6.26	6.26	1.33	9.15	0.000	21600
12/29/2019	NE	1.60	1.60	1.61	2.84	4666.19	21600
12/30/2019	N	9.01	9.01	1.69	16.75	13178.31	21600
12/31/2019	N	4.01	4.01	1.62	7.14	13178.31	21600

Sumber: data penulis, (2021)

Dibagian atas kanan disajikan tabel 4 yang memperlihatkan rekapitulasi arah, tinggi dan periode gelombang dari masing– masing *fetch* berdasarkan *Hindcasting* Gelombang tahun 2010 – 2019.

Dari tabel 4 tentang rekapitulasi tersebut dapat diketahui bahwa gelombang dominan dan maksimum terjadi berasal dari arah utara. Hal ini disebabkan gelombang dari arah utara mempunyai daerah pembangkitan gelombang yang lebih besar.

### Analisa Gelombang dengan Periode Ulang Metode Gumbel

Untuk mendapatkan tinggi gelombang kala ulang, yang pertama perlu dilakukan adalah mengumpulkan harga-harga ekstrim tinggi gelombang, yang umumnya diambil dari gelombang tertinggi setiap tahun

Tabel 4. Tabel rekapitulasi arah, tinggi dan periode gelombang dari masing–masing *fetch* berdasarkan *Hindcasting* Gelombang tahun 2010 – 2019

Bulan	H - T	Arah Datang Gelombang				MAX TIAP BULAN	
		B	BL	BD	U	ARAH	H-T
		DOMINAN					
JANUARI	H(m.)	1.689	0.000	0.000	1.372	U	1.689
	T (det)	5.432	0.000	0.000	4.939		5.432
FEBRUARI	H(m.)	2.010	0.000	0.000	1.667	U	2.010
	T (det)	5.883	0.000	0.000	5.400		5.883
MARET	H(m.)	9.731	0.000	0.000	1.012	U	9.731
	T (det)	12.117	0.000	0.000	4.297		12.117
APRIL	H(m.)	1.756	0.000	0.833	2.085	U	1.756
	T (det)	5.530	0.000	3.929	5.983		5.530
MEI	H(m.)	2.186	0.260	1.643	0.000	B	2.186
	T (det)	6.113	2.307	5.364	0.000		6.113
JUNI	H(m.)	1.463	0.000	0.869	0.000	B	1.463
	T (det)	5.087	0.000	4.007	0.000		5.087
JULI	H(m.)	1.373	0.000	1.337	0.000	B	1.373
	T (det)	4.941	0.000	4.881	0.000		4.941
AGUSTUS	H(m.)	0.528	0.372	1.446	0.000	BD	1.446
	T (det)	3.188	2.716	5.059	0.000		5.059
SEPTEMBER	H(m.)	1.672	0.000	1.321	0.410	B	1.672
	T (det)	5.407	0.000	4.853	2.839		5.407
OKTOBER	H(m.)	1.701	0.000	1.809	0.000	B	1.701
	T (det)	5.450	0.000	5.605	0.000		5.450
NOVEMBER	H(m.)	2.214	0.738	0.864	0.604	B	2.214
	T (det)	6.149	3.719	3.996	3.392		6.149
DESEMBER	H(m.)	2.073	0.000	0.000	0.664	BD	0.249
	T (det)	5.966	0.000	0.000	3.541		2.259
MAX TIAP ARAH	H(m.)	9.731	0.738	1.809	2.085	U	1.689
	T (det)	12.117	3.719	5.605	5.983		5.432

Sumber: data penulis, (2021)

Tabel 5. Analisa Frekuensi Gelombang

NO	Tahun	H Max (m)			T Max (det)		
		H (m)	$H - \bar{H}_s$	$(H - \bar{H}_s)^2$	T	$(T - \bar{T}_0)$	$(T - \bar{T}_0)^2$
1	2010	1.261	-1.112	1.236	4.788	-0.161	0.026
2	2011	1.282	-1.091	1.189	5.071	0.122	0.015
3	2012	1.451	-0.922	0.849	5.068	0.119	0.014
4	2013	1.417	-0.956	0.913	4.752	-0.197	0.039
5	2014	1.483	-0.890	0.791	4.788	-0.161	0.026
6	2015	1.257	-1.116	1.245	5.087	0.138	0.019
7	2016	1.444	-0.929	0.862	5.013	0.064	0.004
8	2017	2.186	-0.187	0.035	5.118	0.169	0.029
9	2018	2.214	-0.159	0.025	4.745	-0.204	0.041
10	2019	9.731	7.358	54.146	5.057	0.108	0.012
Σ		23.726		61.292	49.487		0.225
$\bar{H}_s$		2.373		$\bar{T}_0$	4.949		

Sumber: data penulis, (2021)

Langkah-langkah dalam perhitungan tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T) dengan menggunakan kala ulang metode Gumbel adalah sebagai berikut:

1. Data tinggi gelombang maksimum tiap tahun (kolom 3 tabel 6)
2. Menghitung nilai  $H - \bar{H}_s$  untuk setiap tinggi gelombang

Tabel 6. Perhitungan Refraksi untuk Potongan 1 Arah Utara.

$a_0$	d	$H_0$	T	$L_0$	d/ $L_0$	d/L
90	10	0.4487	2.8517	12.6861	0.788	0.79007
86.1234	9	0.4593	3.0876	14.8718	0.605	0.61056
81.4574	8	0.4730	3.1454	15.4341	0.518	0.51952
80.6264	7	0.4677	3.1231	15.2154	0.460	0.46275
78.7877	6	0.4600	3.0905	14.8997	0.403	0.40782
75.5994	5	0.4482	3.0400	14,4	0.347	0.55100
37.5635	4	0.9159	4.2483	28,2	0.142	0.17662
29.3654	3	0.8653	4.1966	27,5	0.109	0.14875
21.0983	2	0.8743	4.2073	27,6	0.072	0.11582
13.0092	1	1.0363	4.2945	28,8	0.035	0.07748

Tabel 6. Lanjutan

L	$C_0$	C	$\sin a$	a	$\cos a_0/\cos a$	$K_r$
12.6571	4.4486	4.4385	0.9977	86.1234	1.0450	1.0223
14.7406	4.8166	4.7741	0.9889	81.4574	1.0573	1.0282
15.3988	4.9068	4.8956	0.9866	80.6264	1.0103	1.0051
15.1270	4.8720	4.8436	0.9809	78.7877	1.0233	1.0116
14.7124	4.8212	4.7605	0.9686	75.5994	1.0422	1.0209
9.0744	4.742	2.9850	0.6096	37.5635	2.0126	1.4187
22.6475	6.627	5.3309	0.4904	29.3654	1.2792	1.1310
20.1681	6.547	4.8058	0.3600	21.0983	1.3918	1.1798
17.2682	6.563	4.1044	0.2251	13.0092	1.6218	1.2735
12.9066	6.699	3.0054	0.1010	5.7959	2.2446	1.4982

Sumber: data penulis, (2021)

Perhitungan Koefisien *Shoaling*

Koefisien pendangkalan:

$$K_s = \sqrt{\frac{n_0 L_0}{nL}}$$

Dimana:  $n_0 = 0.5$ ;  $L_0 = 43,4958$  m

Dari tabel perhitungan *shoaling* untuk nilai  $d/L_0 = 0,5736$ , diperoleh nilai  $n = 0.5053$

$$K_s = \sqrt{\frac{0,5 \times 43,4958}{0,5053 \times 42,8376}} = 1,0023$$

Perhitungan Gelombang Pecah

Tentukan nilai  $H'_0$  dan  $H_b$

Diketahui:  $H_0 = 0,4887$  m

$$T_0 = 9,822 \text{ detik}$$

$$H = 1,1425 \text{ m}$$

$$K_s = 1,0023$$

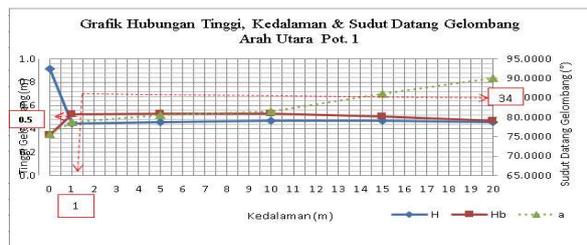
$$d/L_0 = 0,5836$$

maka:

$$H'_0 = H_0/K_s$$

$$= 0,4887/1,002 = 0,4876$$

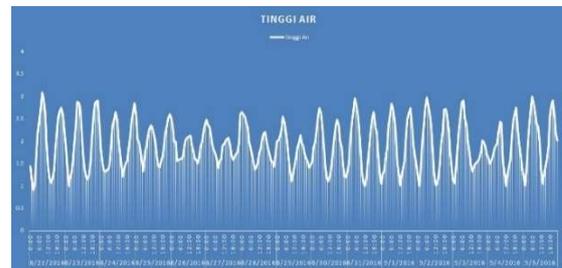
$$H'_0/gT^2 = 0,4876/9.81 \times 9,822^2$$



Gambar 5. Grafik hubungan tinggi & sudut datang gelombang arah utara Pot. 1

Analisa Pasang Surut

Pengukuran titik kontrol vertikal dilakukan untuk pengikatan data kedalaman ke data elevasi sehingga mempunyai titik kontrol/datum yang sama. Ketinggian ortometrik terdefinisi sebagai ketinggian terhadap bidang permukaan air laut terendah Lowest Water Spring (LWS). Bidang LWS ini diperoleh dari pengukuran tinggi muka air laut/pasang surut air laut selama 15 hari. Hasil pengukuran menggunakan metode perhitungan admiralty menunjukkan bahwa muka air laut terendah/Lowest Water Spring di perairan Pantai Kalasey adalah 1,10 m dari nol palem.



Gambar 6. Grafik Pasang Surut di Pantai Kalasey

Analisa Perhitungan Run-up dan Overtopping

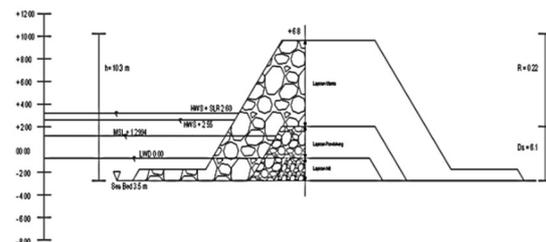
Perhitungan Run-up pada Rubble Mound Groin

Berikut ini akan disajikan contoh perhitungan *run-up* pada rubble mound groin pada kedalaman 3,5 meter, yang diukur dari HWS.

Diketahui:

$$H_0 = 0,488 \quad T = 9,822 \text{ detik}$$

$$D_s = 6,1 \text{ m} \quad K_r = 1,0165 \quad h = 10,3 \text{ m}$$



Gambar 7. Potongan Melintang A-A rubble mound groin kedalaman -3,5

Langkah-langkah perhitungan:

- Hitung  $H'_0$

$$H'_0 = H_0 * K_r = 0,4887 * 9,822 = 4,801 \text{ m}$$

- Hitung  $\frac{H'o}{gT^2} = \frac{4,801}{9,81 \cdot 4,8397^2} = 0,0209$
- Hitung  $ds/H'o$
- $\frac{ds}{H'o} = \frac{6,1}{0,4887} = 12,4821$

Kemudian nilai  $H'o/gT^2$  dan  $ds/H'o$  diplot ke figure 7-15, SPM 1984 Vol.2

Sehingga didapat nilai:

$$\frac{R}{H'o} = 0,46, \text{ maka: } R = 0,46 \cdot 0,4887 = 0,22 \text{ m}$$

Tabel 7. Perhitungan Tinggi *Run-up* pada Kedalaman 3,5 m

Muka Air Diam (SWL) (m)	Sea Level Rise (SLR) (m)	Ho (m)	Koefisien Refraksi (Kr)	Tinggi Gelombang Ekuivalen [H'o (m)=Ho*Kr]	Periode Gelombang [T(det)]	H'o/gT <sup>2</sup>
HWS	0,05	0,4887	9,822	4,801	4,8397	0,0065
MSL	0,05	0,4887	9,822	4,801	4,8397	0,0065
LWS	0,05	0,4887	9,822	4,801	4,8397	0,0065

Sumber: data penulis, (2021)

Tabel 8. Tabel Perhitungan Overtopping

Muka Air Diam (SWL) (m)	Kedalaman Laut (m)	Run-up Gelombang [R(m)]	Tinggi Bangunan [h(m)]	Kedalaman di Kaki Bangunan [ds(m)]	h(m)-ds(m)	Syarat [0s (h-ds) < R]	Keterangan
HWS	2,2	0,846	9	4,8	4,2	0s (4,2),Rc (4,2)	Tidak Terjadi Overtopping
	2,8	0,846	9,3	5,4	3,9	0s (3,9),Rc (3,9)	Tidak Terjadi Overtopping
	3	0,846	9,8	5,6	4,2	0s (4,2),Rc (4,2)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,5	0,846	10,3	6,1	4,2	0s (4,2),Rc (4,2)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,6	0,846	10,4	6,2	4,2	0s (4,2),Rc (4,2)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,7	0,846	10,5	6,3	4,2	0s (4,2),Rc (4,2)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,8	0,846	10,6	6,4	4,2	0s (4,2),Rc (4,2)	Tidak Terjadi Overtopping
MSL	2,2	2,464	9	3,55	5,45	0s (5,45),Rc (5,45)	Tidak Terjadi Overtopping
	2,8	2,942	9,3	4,15	5,15	0s (5,15),Rc (5,15)	Tidak Terjadi Overtopping
	3	2,979	9,8	4,35	5,45	0s (5,45),Rc (5,45)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,5	0,846	10,3	4,85	5,45	0s (5,45),Rc (5,45)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,6	0,846	10,4	4,95	5,45	0s (5,45),Rc (5,45)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,7	0,846	10,5	5,05	5,45	0s (5,45),Rc (5,45)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,8	0,846	10,6	5,15	5,45	0s (5,45),Rc (5,45)	Tidak Terjadi Overtopping
LWS	2,2	3,678	9	2,25	6,75	0s (6,75),Rc (6,75)	Tidak Terjadi Overtopping
	2,8	2,115	9,3	2,85	6,45	0s (6,45),Rc (6,45)	Tidak Terjadi Overtopping
	3	2,207	9,8	3,05	6,75	0s (6,75),Rc (6,75)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,5	2,464	10,3	3,55	6,75	0s (6,75),Rc (6,75)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,6	2,630	10,4	3,65	6,75	0s (6,75),Rc (6,75)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,7	2,795	10,5	3,75	6,75	0s (6,75),Rc (6,75)	Tidak Terjadi Overtopping
	3,8	2,758	10,6	3,85	6,75	0s (6,75),Rc (6,75)	Tidak Terjadi Overtopping

Sumber: data penulis, (2021)

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap *Groin di Pantai Kalasey* pada area pengembangan melalui analisis data yang dilakukan terhadap pengaruh transformasi gelombang dan pasang surut maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Gelombang di perairan Pantai Kalasey didominasi oleh gelombang dari arah Utara dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Januari 2019 dengan tinggi 9,731 m dan periode 5,057 det. Tinggi gelombang pecah yang didapatkan dari hasil perhitungan berkisar pada 1,1706 m sampai 2,1578 m pada kedalaman 1m sampai 10m.
2. Tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ) = 2,1578 m, dan gelombang pecah pada kedalaman ( $Db$ ) = 1,01 dan berdasarkan hasil penelitian terhadap *groin* eksisting pada area pengembangan menunjukkan bahwa *groin* dikatakan aman terhadap gelombang yang ada sekarang. Maka, efektifitas kinerja *groin* dikatakan masih efektif

### Saran

1. Karena perhitungan mengenai transformasi gelombang yang dilakukan pada penelitian ini hanya dengan pendekatan empiris, maka perlu dilakukan penelitian tentang tinggi gelombang dengan menggunakan alat pencatat gelombang (*wave recorder*), serta penyelesaian analisa transformasi gelombang dengan menggunakan software terkait seperti SMS (*Surface Modeling System*) yang dapat dijadikan sebagai nilai pembanding.
2. Dengan adanya pelindung pantai, arus laut dan gelombang akan tereduksi dalam hal ini justru akan memicu terjadinya sedimentasi disekitar pemecah gelombang. Hal ini perlu dilakukan analisis mengenai kajian terhadap *groin* seperti pengaruh angin yang dating dari arah utara dan harus dikaji lebih lanjut agar tidak terjadi pendangkalan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2016. *Foto Satelit Lokasi Pantai Kalasey*. Diakses, dari [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com), pada Desember 2016.

- CERC. 1984. *Shore Protection Manual*. US Army Coastal Engineering, Research Center. Washington.
- Danial, M. M., 2008. *Rekayasa Pantai*. Alfabeta. Bandung
- Dinas Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut, 2017. *Daftar Pasang Surut Kepulauan Indonesia*. Jakarta
- Hadikusumah, 2009. *Karakteristik Gelombang dan Arus di Eretan, Indramayu*. MAKARA, SAINS, VOL. 13, NO. 2, NOVEMBER 2009
- Nur Yuwono, 1992. *Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai*, Vol. 1 dan 2, UGM, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 1999. *Teknik Pantai*, Beta offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, B., 2003. *Perencanaan Pelabuhan*, Beta offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., 2003. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta offset. Yogyakarta.