

# Analisa Gelombang Jangka Waktu Panjang untuk Perairan Selatan Sukabumi

Erwandi<sup>1</sup>, Cahyadi Sugeng Jati Mintarso<sup>1</sup>

## Abstrak

Agar pelaksanaan kegiatan Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Ombak (PLTO-Nagalistrik) dapat efektif bekerja serta menghasilkan energi listrik sesuai dengan desain (target yang ingin dicapai) maka diperlukan analisa prediksi gelombang jangka waktu panjang menurut rencana daerah yang dipakai sebagai kandidat penempatan PLTO-Nagalistrik. Analisa gelombang jangka waktu panjang tujuannya adalah untuk memprediksi dan merekonstruksi satu per tiga tinggi gelombang rata-rata tertinggi yang akan terjadi dalam jangka 1 tahun, 5 tahun, 10 tahun mendatang.

**Kata kunci :** PLTO-Nagalistrik, Energi Listrik, Analisa Gelombang.

## Abstract

*For the implementation of Wave Power Generation Plan (PLTO-Nagalistrik) can effectively work and produce electrical energy in accordance with the design, it is necessary to analyze long-term wave prediction according to the plan area that is used as a candidate placement PLTO Naga Listrik. Long-term wave analysis the aim is to predict and reconstruct one per three high-highest average wave will happen within a period of 1 year, 5 years, 10 years.*

**Keywords :** PLTO-Nagalistrik, Electrical Energy, Waves Analisis

---

## PENDAHULUAN

Agar rancangan pembangkit listrik naga laut (pelamis) dapat efektif bekerja serta menghasilkan energi listrik sesuai dengan desain maka diperlukan analisa gelombang jangka waktu panjang. Analisa gelombang jangka waktu panjang tujuannya adalah untuk memprediksi dan merekonstruksi satu per tiga tinggi gelombang rata-rata tertinggi yang akan terjadi dalam jangka 1 tahun, 5 tahun, 10 tahun mendatang.

Proses perekonstruksian gelombang jangka waktu panjang memerlukan data-data frekuensi kemunculan gelombang signifikan  $H_s$  dan rata-rata periode gelombang dalam jangka waktu tertentu.

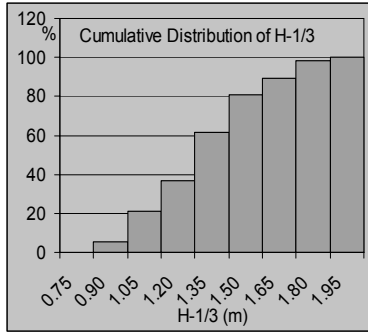
Bagian penting dalam proses rekonstruksi ramalan gelombang jangka waktu panjang adalah pendefinisian kondisi gelombang yang akan direkonstruksi. Dalam banyak kasus kondisi gelombang pada saat terjadinya badai biasanya diambil sebagai patokan untuk prediksi kemungkinan gelombang ekstrim yang muncul dalam jangka panjang.

Kendatipun demikian pembangkit listrik naga laut tidak memerlukan gelombang ekstrim badai. Selain itu gelombang ekstrim saat badai tidak ada dalam rekaman gelombang dalam jangka waktu tertentu. Kondisi ini umum terjadi di perairan Indonesia. Tinggi gelombang lebih dari 3 meter hanya muncul 2 atau 3 kali dalam setahun di perairan tertentu.

---

1. UPT BPPH-BPPT, Surabaya





Gbr. 3 Distribusi Kumulatif H-1/3

### DISTRIBUSI H-1/3 DALAM JANGKA PANJANG

Hal penting dalam analisa gelombang jangka panjang adalah memprediksi intensitas tinggi gelombang jangka panjang dari serangkaian pengukuran gelombang dalam jangka pendek. Jadi data untuk memprediksi jumlahnya terbatas. Dalam banyak kasus seperti dijelaskan dalam bab pendahuluan, kondisi gelombang yang akan diramal dihubungkan jumlah badai atau siklon tropis. Karena pada saat badai kemungkinan akan muncul gelombang tertinggi.

Karena di daerah Selatan Sukabumi tidak ada hal istimewa berkenaan dengan badai atau siklon tropis maka digunakan gelombang signifikan terbesar untuk prediksi tinggi gelombang jangka panjang.

Tabel 4 menunjukkan distribusi probabilitas kumulatif dari H-1/3. Dari teori probabilitas, distribusi probabilitas kumulatif dapat diestimasi dengan menggunakan fungsi analitis dari fungsi distribusi Weibull.

Tabel 4 Distribusi probabilitas kumulatif H-1/3

Class	Interval (m)	Upper limit (m)	frequency (ni)	Cumulative (Zni)	P(H-1/3)	ln(H-1/3)	$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-P(H-1/3)}\right)\right)$
1	0.00-0.75	0.75	0	0.000	0.00000000	-0.288	-
2	0.76-0.90	0.90	3	3.000	0.05217391	-0.105	-2.927
3	0.91-1.05	1.05	9	12.000	0.20869565	0.049	-1.452
4	1.06-1.20	1.20	9	21.000	0.36521739	0.182	-0.789
5	1.21-1.35	1.35	14	35.000	0.60689565	0.300	-0.064
6	1.36-1.50	1.50	11	46.000	0.80000000	0.405	0.476
7	1.51-1.65	1.65	5	51.000	0.88889565	0.501	0.779
8	1.66-1.80	1.80	5	56.000	0.97381304	0.588	1.294
9	1.81-1.95	1.95	1	57.000	0.99130435	0.668	1.557

Fungsi distribusi Weibull diberikan dalam persamaan (1) berikut ini:

$$P(H_{1/3} \leq h) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{h-\gamma}{\beta}\right)^m\right) \quad (1)$$

Notasi  $P(H_{1/3} \leq h)$  berarti probabilitas bahwa H-1/3 kurang atau sama dengan  $h$ . Kuantitas  $m$  adalah parameter bentuk (shape parameter) yang harganya

berkisar antara 0.75 sampai 2.0. Parameter  $\beta$  dan  $\gamma$  ditentukan dari pengamatan data dengan menggunakan metode least square. Bentuk alternatif fungsi distribusi Weibull yang sering digunakan (untuk  $\gamma = 0$ ) diberikan dalam bentuk persamaan (2) berikut ini:

$$P(h) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{h}{\beta}\right)^m\right), m > 0 \quad (2)$$

Densitas probabilitas diperoleh dengan cara menurunkan persamaan (2) dengan variable  $h$

$$p(h) = \frac{m}{\beta} \left(\frac{h}{\beta}\right)^{m-1} \exp\left(-\left(\frac{h}{\beta}\right)^m\right) \quad (3)$$

Jika persamaan (3) disusun kembali, maka persamaan (3) dapat ditulis dalam bentuk persamaan linear:

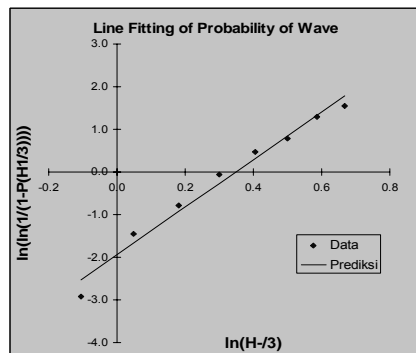
$$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-p(h)}\right)\right) = m \ln h + (-m \ln \beta) \quad (4)$$

dimana  $-m \ln \beta$  adalah titik perpotongan garis dengan sumbu  $Y$  dan  $m$  adalah gradient persamaan garis. Untuk satu set data seperti ditunjukkan pada Tabel 4,

harga  $\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-p(h)}\right)\right)$  dan  $\ln h$  dapat dihitung.

Kolom keenam dalam Tabel 4 adalah densitas probabilitas. Harga di kolom keenam tersebut dapat digunakan untuk menghitung ruas kiri persamaan (4). Hasilnya kemudian ditabulasikan dalam kolom kedelapan. Sedangkan kolom ketujuh adalah  $\ln h$  yang berada di ruas kanan persamaan (4).

Kuantitas  $m$  dan  $-m \ln \beta$  dapat ditentukan dengan cara menggunakan metode least squares. Gbr. 4 menunjukkan garis lurus hasil perhitungan dengan menggunakan data Tabel II.4. Disini harga  $m = 5.572402161$  dan  $-m \ln \beta = 1.943091892$ .



Gbr. 4 Hasil least squares data pada Tabel 4.

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dari teori probabilitas, probabilitas kemunculan gelombang signifikan dalam jangka waktu panjang adalah sama dengan menghitung probabilitas semua gelombang yang mempunyai tinggi gelombang kurang dari tinggi gelombang ekstrem. Hal ini dapat dihitung dengan mudah dengan cara mengurangi probabilitas pasti terjadi (probabilitas = 1) dengan pecahan lamanya waktu terjadinya badai (jam, menit, detik, dll) dengan periode kembali (return period) jangka panjang (10 tahun). Secara matematis hal ini dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$P_{10year}(h) = P(h < H_{10year}) = 1 - \frac{T_{storm}(hour)}{T_{year} \times 365(day) \times 24(hour)} \quad (5)$$

Karena tidak ada data badai di perairan sebelah selatan Sukabumi, maka  $T_{storm}$  diganti dengan periode tinggi gelombang maksimum yang terjadi di perairan sebelah selatan Sukabumi. Dari Tabel II.2 Gelombang signifikan tertinggi terjadi pada data tanggal 8 Agustus 2006, dengan tinggi gelombang signifikan 1.91 meter dan periode peak to peak 7.13 detik. Jadi disini  $T_{storm} = 7.13$  detik.  $P_{10year}(H)$  menjadi:

$$P_{10year}(h) = 1 - \frac{7.13}{10 \times 365 \times 24 \times 3600} = 0.999999774$$

Jika harga di atas diletakkan pada ruas kiri persamaan (4) maka akan didapat :

$$\ln\left(\ln\frac{1}{1 - P_{10year}(h)}\right) = \ln\left(\ln\frac{1}{1 - 0.999999774}\right) = 2.868178077$$

Substitusi harga ini ke persamaan (4) dengan harga  $m = 5.572402161$  dan  $-m \ln \beta = 1.943091892$  akan menghasilkan :

$$\ln h_{10year} = \frac{\ln\left(\ln\frac{1}{1 - p(h)}\right) - (+m \ln \beta)}{m} = 0.8634103$$

Tinggi gelombang signifikan untuk periode kembali 10 tahunan dapat ditentukan dengan cara menginverskan  $\ln h_{10year}$

$$h_{10year} = \exp(0.863410) = 2.3712337 \text{ meter}$$

Jadi tinggi gelombang signifikan 10 tahunan adalah 2.371 meter. Dengan cara yang sama dapat diprediksi gelombang 1 tahunan, 50 tahunan, dan 100 tahunan.

## KESIMPULAN

Dari Analisa dan pembahasan sebelumnya dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

- Tinggi gelombang signifikan 1 tahunan adalah 2.312 meter.
- Tinggi gelombang signifikan 10 tahunan adalah 2.371 meter
- Tinggi gelombang signifikan 50 tahunan adalah 2.409 meter
- Tinggi gelombang signifikan 100 tahunan adalah 2.424 meter

## DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharyya, R. (1978), *Dynamic of Marine Vehicles*, Jhon Willey & Sons, New York.
- Journee, J.M.J (2001), *Theoretical Manual of SEAWAY*, Delft University
- Proceedings Volume II, Seminar Fungsi dan Penerapan Pengujian Hidrodinamika, ITS-BPP Teknologi Surabaya, September 1992