

DISTRIBUSI WEIBULL DAN PARETO UNTUK DATA TINGGI GELOMBANG TSUNAMI ACEH 2004

¹Ari Pani Desvina, ²Marta Erdini

^{1,2}Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau
E-mail: aripanidesvina@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang penerapan metode statistik dalam menentukan model distribusi yang sesuai untuk data tinggi gelombang tsunami di Aceh pada 26 Desember 2004, distribusi statistik yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu Weibull dua parameter dan Pareto. Estimasi parameter yang digunakan pada kedua distribusi tersebut adalah metode maksimum *likelihood* dan menggunakan uji kebaikan (*Goodness of Fit*) Kolmogorov-Smirnov (*D*) dan Anderson-Darling (*A*²). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa, model distribusi Pareto lebih sesuai dibandingkan dengan distribusi Weibull dua parameter untuk data tinggi gelombang tsunami di Aceh, karena model distribusi Pareto menunjukkan lebih mendekati bentuk kurva normal.

Kata kunci: data tinggi gelombang tsunami, distribusi Pareto, distribusi Weibull, *goodness of fit*, metode maksimum *likelihood*

ABSTRACT

This study discusses the application of statistical methods in determining model appropriate distribution for the tsunami wave height data in Aceh on December 26, 2004, the distribution of the statistics used in this study that is the two parameter Weibull and Pareto. Estimation of the parameters used in both the distribution is the maximum likelihood method and by using the goodness (Goodness of Fit) that is Kolmogorov-Smirnov (D) and Anderson-Darling (A²). The results obtained show that, Pareto distribution model is more appropriate than the two parameter Weibull distribution for tsunami wave height data in Aceh, because Pareto distribution model show more come near normal curve.

Key Words: *goodness of Fit, maximum likelihood method, Pareto distribution, tsunami wave height data, Weibull distribution*

PENDAHULUAN

Provinsi Aceh mengalami bencana tsunami yaitu pada tanggal 26 Desember 2004, pukul 7:58:53 di sebelah bagian barat pantai Sumatera Utara. Kejadian tersebut disebabkan adanya gempa bumi tektonik berkekuatan 8,5 skala rikhter yang berpusat di Samudera Hindia pada 2,9 LU dan 95,6 BT di kedalaman 20 km. Tsunami tersebut menghasilkan tinggi gelombang melebihi 30 meter. Tsunami yang terjadi di Aceh telah menelan korban lebih dari 220.000 jiwa penduduk Indonesia (BMKG Pekanbaru, 2004).

Tsunami juga menghancurkan daratan dan apa saja yang dilaluinya, seperti bangunan, tumbuh-tumbuhan, serta menyebabkan genangan, kerusakan pantai, pencemaran air asin lahan pertanian, tanah dan air bersih. Besarnya ketinggian gelombang tsunami yang

terjadi mengakibatkan sebagian kota hancur (Prager, 2006).

Permasalahan yang paling umum yaitu kurangnya persiapan informasi dalam memberikan peringatan awal terjadinya tsunami, daerah yang sulit dijangkau, kurangnya biaya, serta dibutuhkan waktu yang cukup lama untuk menjangkau daerah bencana. Hal ini menjadi alasan untuk menggunakan metode statistik yang tepat untuk memodelkan bentuk distribusi data tinggi gelombang tsunami dalam menafsirkan akibat-akibat yang terjadi dari fenomena tersebut (Choi, 2002).

Banyaknya permasalahan yang disebabkan oleh tsunami, membuat banyak peneliti menjadikan tsunami sebagai topik dalam penelitiannya, yaitu data tinggi gelombang tsunami dapat dimodelkan dalam Matematika dengan menggunakan distribusi

statistik yang sesuai untuk data tersebut. Choi, dkk (2002) dalam penelitiannya menggunakan distribusi Lognormal dan Weibull untuk menentukan distribusi yang sesuai untuk data tinggi gelombang tsunami yang terjadi di Laut Jepang Timur. Hasil dari penelitiannya menyatakan bahwa distribusi yang sesuai untuk memodelkan data tersebut adalah distribusi Log-normal. Dan'azumi, dkk (2010) dalam penelitiannya menggunakan distribusi Pareto, Exponensial, Beta dan Gamma untuk menentukan distribusi yang sesuai untuk data intensitas curah hujan di Malaysia. Hasil dari penelitiannya menyatakan bahwa distribusi Pareto adalah distribusi yang sesuai untuk memodelkan data tersebut.

Berdasarkan pentingnya mengetahui gejala terjadinya tsunami, maka penelitian ini mencoba memberikan suatu bentuk pendekatan model statistik dalam menentukan distribusi yang sesuai untuk data tinggi gelombang tsunami di Aceh. Sehingga dengan adanya distribusi yang sesuai, maka dapat memberikan gambaran kondisi lapisan tanah dibawah laut yang akan mengakibatkan terjadinya gempa bumi dan tsunami. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan distribusi Weibull dan Pareto untuk memodelkan data tinggi gelombang tsunami di Aceh pada Tahun 2004. Selanjutnya memperoleh distribusi yang sesuai antara distribusi Weibull dan Pareto untuk memodelkan data tinggi gelombang tsunami di Aceh pada Tahun 2004.

Tinjauan Pustaka

a. Model Statistik

Distribusi Weibull

Distribusi Weibull adalah distribusi yang dikembangkan dari distribusi eksponensial. Nama distribusi ini berasal dari nama ahli Fisika yang berasal dari Sweden yaitu W. Weibull. Distribusi ini merupakan distribusi yang sering digunakan karena menggambarkan keseluruhan data secara jelas terutama dalam pengujian dan memodelkan data. Distribusi ini juga sering diaplikasikan untuk pemodelan antara lain pemodelan dibidang teknologi, kecepatan angin, unsur-unsur kimia dan juga dibidang hidrologi. Karakteristik dari distribusi Weibull untuk dua parameter yaitu α dan β , dimana $\alpha > 0$ dan

$\beta > 0$, dengan fungsi kepekatan peluang (fkp)

adalah (Rinne, 2009):

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (1)$$

Fungsi distribusi kumulatif (cdf) bagi fungsi distribusi ini adalah:

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{\beta}\right] \quad (2)$$

dengan $x \geq 0$ adalah data tinggi gelombang tsunami, $\beta > 0$ adalah parameter bentuk dan $\alpha > 0$ adalah parameter skala (Rinne, 2009).

Distribusi Pareto

Distribusi Pareto adalah distribusi yang dikenalkan oleh seorang pakar ekonomi Italia bernama Vilfredo Pareto. Distribusi Pareto digunakan untuk pemodelan di bidang hidrologi, yaitu pemodelan banjir atau kejadian hidrologi yang ekstrim. Selain itu, distribusi ini juga digunakan dalam pemodelan frekuensi atau data dengan model gelombang dalam probabilitas rapat kepadatan. Distribusi Pareto ini mempunyai dua parameter yaitu α dan k (Krishnamoorthy, 2006).

Distribusi Pareto juga termasuk distribusi acak kontinu yang juga mempunyai fungsi kepekatan peluang sebagai berikut:

$$f(x, \alpha, k) = \frac{\alpha k^{\alpha}}{x^{\alpha+1}} \quad (3)$$

dengan $k \leq x < \infty$, $\alpha, k > 0$. Sedangkan fungsi distribusi kumulatifnya adalah:

$$F(x, \alpha, k) = 1 - \left(\frac{k}{x}\right)^{\alpha} \quad (4)$$

dengan $k \leq x < \infty$, $\alpha, k > 0$.

b. Estimasi Parameter

Dalam menentukan model distribusi yang sesuai untuk suatu data, terlebih dahulu ditentukan parameter dari distribusi tersebut. Metode maksimum *likelihood* adalah salah satu metode yang digunakan dalam menentukan parameter dari sebuah distribusi. Dalam penelitian ini akan digunakan metode tersebut untuk menentukan parameter dari distribusi Weibull dan Pareto (Krishnamoorthy, 2006).

Estimasi Parameter Distribusi Weibull

Estimasi parameter distribusi Weibull dengan menggunakan estimasi maksimum *likelihood* untuk parameter bentuk dan parameter skala adalah:

$$\hat{\alpha} = \frac{n}{\left(\frac{1}{\beta}\right)^\alpha \sum_{i=1}^n (x_i)^\alpha \left[\ln\left(\frac{1}{\beta}\right) + \ln(x_i)\right] - \sum_{i=1}^n \ln(x_i) - n \ln\left(\frac{1}{\beta}\right)}$$

$$\hat{\beta} = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i)^\alpha \right]^{\frac{1}{\alpha}} \tag{5}$$

dengan x_i adalah sampel data dan n adalah jumlah keseluruhan dari data.

Estimasi Parameter Distribusi Pareto

Estimasi parameter distribusi Pareto dengan menggunakan estimasi maksimum *likelihood* untuk parameter adalah:

$$\hat{\alpha} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{x_i}{k}\right)} \tag{6}$$

Selanjutnya, untuk parameter k dalam distribusi Pareto tidak perlu diturunkan dari fungsi *likelihood* yang telah dimaksimumkan dengan fungsi logaritma, karena parameter k merupakan nilai yang terkecil dari x_i pada data, dengan x_i adalah data tinggi gelombang tsunami. Maka dapat ditulis sebagai berikut:

$$k = \min(x_i) \tag{7}$$

c. Metode Newton-Raphson untuk Menghampiri Nilai Parameter

Metode Newton-Raphson adalah proses iterasi yang dilakukan dalam metode numerik yang dapat digunakan untuk mencari solusi atau pemecahan suatu persamaan. Proses iterasi adalah suatu teknik penghampiran yang dilakukan secara berulang-ulang, dimana setiap pengulangan disebut iterasi. Pada umumnya para ahli statistik sering menggunakan metode Newton-Raphson untuk menghampiri nilai parameter dari suatu persamaan (Yendra, 2010).

Metode Newton-Raphson untuk mencari pemecahan dari x_1, x_2, \dots, x_p sehingga:

$$f_1(x_1, x_2, \dots, x_p) = 0$$

$$f_2(x_1, x_2, \dots, x_p) = 0$$

$$\vdots$$

$$f_p(x_1, x_2, \dots, x_p) = 0 \tag{8}$$

kemudian misalkan a_{ij} adalah turunan parsial dari f_i terhadap x_j atau dapat ditulis sebagai $a_{ij} = \frac{\partial f_i}{\partial x_j}$.

Selanjutnya dibentuk ke dalam sebuah matriks yang disebut dengan matriks Jacobian, yaitu:

$$J = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1p} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2p} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{p1} & a_{p2} & \dots & a_{pp} \end{bmatrix} \tag{9}$$

kemudian dicari invers dari persamaan (9), yaitu:

$$J^{-1} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & a_{1p} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & a_{2p} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ b_{p1} & b_{p2} & \dots & a_{pp} \end{bmatrix} \tag{10}$$

selanjutnya misalkan $x_1^k, x_2^k, \dots, x_p^k$ adalah nilai-nilai hampiran pada iterasi ke k , dan misalkan $f_1^k, f_2^k, \dots, f_p^k$ adalah nilai-nilai yang berhubungan dengan fungsi f_1, f_2, \dots, f_p , yaitu:

$$f_1^k = f_1(x_1^k, x_2^k, \dots, x_p^k)$$

$$f_2^k = f_2(x_1^k, x_2^k, \dots, x_p^k)$$

$$\vdots$$

$$f_p^k = f_p(x_1^k, x_2^k, \dots, x_p^k) \tag{11}$$

dan misalkan b_{ij}^k adalah elemen dari J^{-1} yang dihasilkan pada $x_1^k, x_2^k, \dots, x_p^k$, maka hampiran iterasi selanjutnya dapat dibentuk secara umum, yaitu:

$$x_1^{k+1} = x_1^k - (b_{11}^k f_1^k + \dots + b_{1p}^k f_p^k)$$

$$x_2^{k+1} = x_2^k - (b_{21}^k f_1^k + \dots + b_{2p}^k f_p^k)$$

$$\vdots$$

$$x_p^{k+1} = x_p^k - (b_{p1}^k f_1^k + \dots + b_{pp}^k f_p^k) \tag{12}$$

Proses iterasi dapat dimulai dengan penentuan nilai-nilai awal terlebih dahulu. Nilai awal dapat dicari salah satunya dengan menghampiri fungsi kumulatif dan membentuk persamaan regresi linier sederhana. Selanjutnya, proses iterasi dapat dihentikan jika iterasi yang diperoleh menghasilkan nilai yang sama dengan iterasi sebelumnya (Yendra, 2010).

d. Uji Keباikan (*Goodness of Fit*)

Uji kebaikan (*Goodness of Fit*) adalah uji yang dilakukan untuk memperoleh model distribusi yang sesuai terhadap data observasi yang digunakan dalam sebuah penelitian. Uji kebaikan digunakan berdasarkan fungsi distribusi kumulatif secara lengkap dengan parameter-parameter yang telah ditentukan. Pada penelitian ini, model distribusi yang sesuai untuk data akan ditentukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov (D) dan Anderson-Darling (A^2) (Thode, 2002).

Uji Kolmogorov-Smirnov

Uji statistik Kolmogorov-Smirnov ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$D = \max [D^+, D^-] \quad (13)$$

dimana,

$$D^+ = \max_{i=1, \dots, n} \left[\frac{i}{n} - F(x_i) \right] \quad (14)$$

dan,

$$D^- = \max_{i=1, \dots, n} \left[F(x_i) - \frac{(i-1)}{n} \right] \quad (15)$$

dengan $F(x_i)$ adalah fungsi distribusi kumulatif. Nilai D berdasarkan pada jarak maksimum antara D^+ dan D^- . Model distribusi dikatakan sesuai untuk data jika uji statistik D pada suatu model distribusi tersebut bernilai minimum (Thode, 2002).

Uji Anderson-Darling

Uji Anderson-Darling ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[(2i-1) \ln F(x_i) + (2n+1-2i) \ln(1-F(x_i)) \right] \quad (16)$$

dengan $F(x_i)$ adalah fungsi distribusi kumulatif. Model distribusi dikatakan sesuai untuk data jika uji statistik A^2 pada suatu model distribusi tersebut bernilai minimum (Pani, 2009).

BAHAN DAN METODE

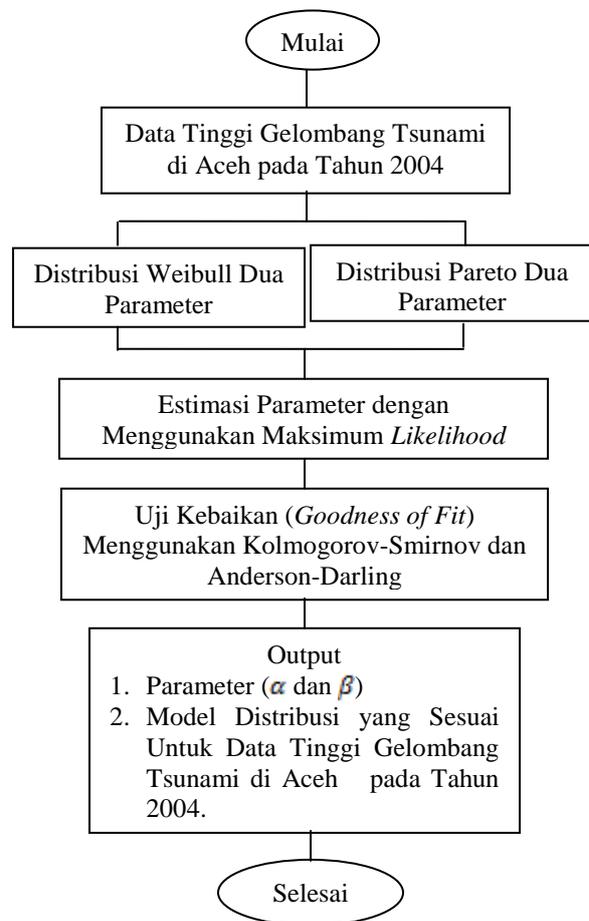
Data Penelitian

Data-data yang digunakan adalah data tinggi gelombang tsunami di Aceh tahun 2004. Data yang digunakan dalam penelitian ini tidak diambil secara langsung dari lapangan. Karena belum tersedianya data di Indonesia, peneliti mengambil data yang sudah ada (dicatat) oleh Tsunami Laboratory, Novosibirsk, Universitas Kebangsaan Malaysia (UKM). Hal ini

disebabkan karena masih kurangnya sarana dan prasarana alat pendeteksi gelombang tsunami di Indonesia. Adapun data yang dihasilkan adalah 107 data tinggi gelombang tsunami dalam m/s..

Metode Penelitian

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan *software* statistik yaitu *Easyfit*. Jalannya penelitian mempunyai aturan-aturan khusus dalam memasukkan data untuk dianalisis, yang disebut sebagai prosedur simulasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini:

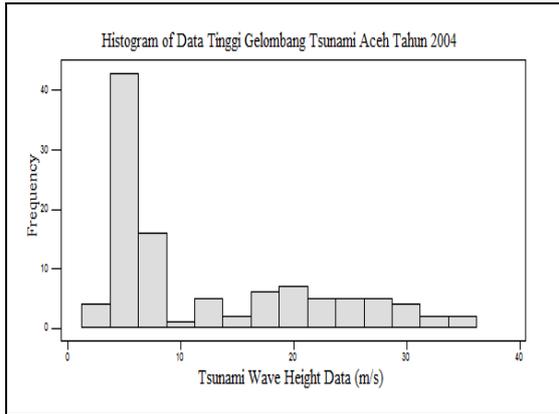


Gambar 1. Flowchart metodologi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Statistik Deskriptif

Gambar berikut adalah histogram data tinggi gelombang tsunami yang terjadi di Aceh pada Tahun 2004.



Gambar 2. Histogram Data Tinggi Gelombang Tsunami Aceh Tahun 2004

Berdasarkan Gambar 2 tersebut dapat dilihat bahwa histogram data tersebut mempunyai kemiringan yang mengarah ke kanan, jadi kedua fungsi distribusi tersebut dapat digunakan untuk memodelkan data tinggi gelombang tsunami. Tabel 1 berikut menunjukkan tentang statistik deskriptif bagi data.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Data Tinggi Gelombang Tsunami di Aceh Tahun 2004

Statistik Deskriptif untuk Data Tinggi Gelombang Tsunami (m/s)	
N	107
Rata-rata	12.269
Standar Deviasi	9.293
Nilai Minimum	3.020
Nilai Maksimum	34.850
Kurtosis	-0.599
Kemiringan	0.9054

Berdasarkan statistik deskriptif yang ada pada Tabel 1 di atas, maka diperoleh hasil bahwa rata-rata untuk data tinggi gelombang tsunami di Aceh adalah 12.269 m/s. Data pengamatan yang digunakan adalah data tinggi gelombang tsunami dengan jumlah pengamatan 107. Tinggi gelombang tsunami yang minimum adalah 3.020 m/s, sedangkan tinggi gelombang tsunami yang maksimum adalah 34.850 m/s. Nilai keruncingan dan kemiringan untuk data ini berturut-turut adalah -0.599 m/s dan 0.9054 m/s, yang berarti bahwa histogram dari data tinggi gelombang tsunami ini mempunyai kemiringan yang mengarah ke kanan.

b. Menentukan Nilai Parameter Distribusi Weibull

Nilai parameter dari distribusi Weibull diperoleh dengan cara menggunakan metode Newton-Raphson untuk menghampiri nilai parameternya, karena metode Newton-Raphson memerlukan nilai awal, maka terlebih dahulu akan dicari nilai awal dengan menghampiri fungsi kumulatifnya pada Persamaan (2), yaitu: $F(x, \alpha, \beta) = 1 - e^{-(x/\beta)^\alpha}$ dengan $\lambda = \frac{1}{\beta}$, maka:

$$F(t) = 1 - e^{-(\lambda t)^\alpha}$$

$$\ln t = \ln \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha} \ln \left(\ln \left(\frac{1}{1-F(t)} \right) \right) \tag{17}$$

Persamaan (17) membentuk persamaan regresi linier sederhana, yaitu: $y = a + bx$ dengan menggunakan nilai hampiran $F(t) = \frac{i-0.5}{n}$, $i = 1, 2, \dots, n$. Sehingga nilai a dan b untuk persamaan regresi linier sederhana adalah $a = 2.4986$ dan $b = 0.50308$. Jadi, nilai parameter awal α^0 dan β^0 adalah $\alpha^0 = 1.987$ dan $\beta^0 = 12.165$.

Setelah diperoleh nilai parameter awal, kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai hampiran parameter α dan β menggunakan metode Newton-Raphson dengan iterasi seperti pada persamaan (12). Iterasi Pertama: Tentukan nilai f_1^0 dan f_2^0 dengan menggunakan Persamaan (8) adalah $f_1^0 = -76.31054$ dan $f_2^0 = -62.36630$.

Selanjutnya nilai ini disubstitusikan ke dalam matriks Jacobian menggunakan Persamaan (9), yaitu:

$$J = \begin{bmatrix} -125.196 & 21.766 \\ -101.873 & 27.664 \end{bmatrix}$$

maka matriks invers dari matrik Jacobian adalah:

$$J^{-1} = \begin{bmatrix} -0.0222 & 0.0175 \\ -0.0817 & 0.1005 \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh nilai α^1 dan β^1 adalah $\alpha^1 = 1.3822$ dan $\beta^1 = 12.1924$. Iterasi berikutnya dapat dicari dengan langkah yang sama, karena data yang digunakan dalam jumlah besar maka nilai α dan β untuk iterasi berikutnya dapat ditentukan dengan

bantuan *software* Maple. Sehingga diperoleh hasil iterasi berikutnya yaitu: Iterasi Kedua yaitu $\alpha^2 = 1.4323$ dan $\beta^2 = 13.5347$. Iterasi Ketiga yaitu $\alpha^3 = 1.4174$ dan $\beta^3 = 13.6034$. Iterasi Keempat yaitu $\alpha^4 = 1.4174$ dan $\beta^4 = 13.6054$. Iterasi Kelima yaitu $\alpha^5 = 1.4174$ dan $\beta^5 = 13.6054$. Nilai iterasi yang dihasilkan pada iterasi keempat sama dengan nilai iterasi kelima, maka proses iterasi dihentikan.

Distribusi Pareto

Nilai parameter α pada distribusi Pareto dapat dicari dengan rumusan parameter yang telah diperoleh sebelumnya pada Persamaan (6), yaitu:

$$\alpha = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \ln(\frac{x_i}{k})} = \frac{107}{120,79628} = 0,88579$$

dan nilai parameter k dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (7), yaitu $k = \min(x_i) = 3,02$.

Estimasi parameter untuk setiap distribusi dapat ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini:

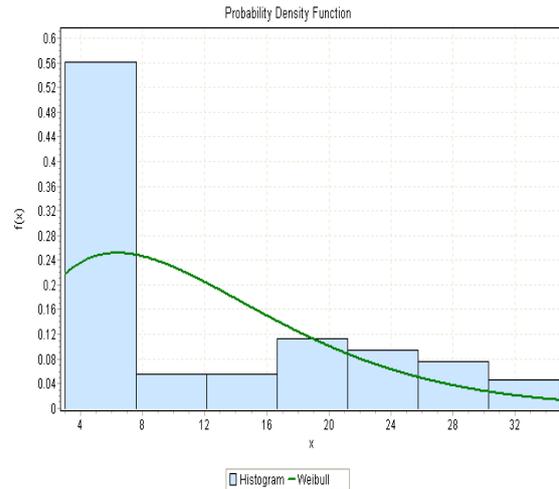
Tabel 2. Estimasi Parameter bagi Model Distribusi

Distribusi	Parameter
Weibull Dua Parameter	$\alpha = 1.4174$
	$\beta = 13.6054$
Pareto	$\alpha = 0.88579$
	$k = 3.02$

c. Model Distribusi untuk Data Tinggi Gelombang Tsunami di Aceh Tahun 2004

Distribusi Weibull

Model distribusi Weibull untuk data tinggi gelombang tsunami di Aceh pada 26 Desember 2004 dapat dilihat pada gambar berikut:

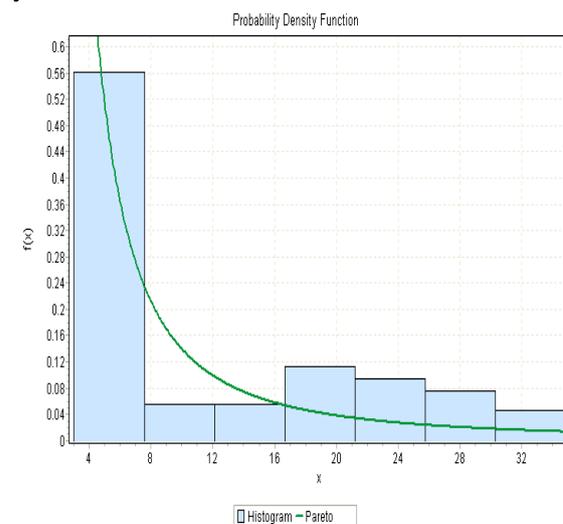


Gambar 3. Model Distribusi Weibull untuk Data Tinggi Gelombang Tsunami di Aceh Tahun 2004

Berdasarkan Gambar 3 tersebut menunjukkan hubungan antara data tinggi gelombang tsunami di Aceh pada 26 Desember 2004 terhadap fungsi kepadatan peluang distribusi Weibull. Hubungan tersebut membentuk histogram yang belum mendekati kurva normal, sehingga model distribusi Weibull belum sesuai untuk data tinggi gelombang tsunami Aceh pada Tahun 2004.

Distribusi Pareto

Berikut ini adalah gambar model distribusi Pareto untuk data tinggi gelombang tsunami di Aceh pada 26 Desember 2004, yaitu:



Gambar 4. Model Distribusi Pareto untuk Data Tinggi Gelombang Tsunami di Aceh Tahun 2004

Berdasarkan Gambar 4 tersebut, menunjukkan hubungan antara data tinggi gelombang tsunami di Aceh pada 26 Desember 2004 terhadap fungsi kepadatan peluang distribusi Pareto. Hubungan tersebut membentuk histogram yang mendekati kurva normal, sehingga model distribusi Pareto sesuai untuk data tinggi gelombang tsunami Aceh pada Tahun 2004.

Berdasarkan kedua plot dari kedua model distribusi tersebut, maka distribusi yang sesuai untuk data tinggi gelombang tsunami di Aceh adalah model distribusi Pareto, karena histogram yang terbentuk mendekati kurva normal. Selain dapat ditunjukkan dengan plot di atas, model distribusi yang sesuai juga dapat ditunjukkan dengan melakukan uji kebaikan (*Goodness of Fit*).

d. Uji Kebaikan (Goodness of Fit)

Hasil uji kebaikan (*goodness of fit*) model untuk model distribusi Weibull dua parameter dan model distribusi Pareto, yaitu:

Tabel 3. Hasil Uji Kebaikan dari Kedua Model Dstribusi

Distribusi	Kolmogorov-Smirnov	Anderson-Darling
Weibull Dua Parameter	0.23882	6.73288
Pareto	0.20930	6.08633

Tabel 3 menunjukkan estimasi uji kebaikan bagi setiap model distribusi. Berdasarkan tabel di atas diperoleh estimasi bagi D_n dan AD yang minimum adalah ditunjukkan oleh distribusi Pareto yaitu $D_n=0.20930$ dan $AD=6.08633$. Sehingga, model distribusi Pareto adalah model distribusi yang paling sesuai bagi data tinggi gelombang tsunami di Aceh pada Tahun 2004 jika dibandingkan dengan distribusi Weibull dua parameter.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menentukan model distribusi yang sesuai bagi data tinggi gelombang tsunami yang terjadi di Aceh pada Tahun 2004, data ini diperoleh dari mengambil data yang sudah ada (dicatat) oleh Tsunami Laboratory, Novosibirsk, Universitas Kebangsaan Malaysia (UKM). Analisis untuk data menggunakan dua model distribusi yaitu

distribusi Weibull dua parameter dan distribusi Pareto. Model distribusi yang paling sesuai bagi data tinggi gelombang tsunami di Aceh ditentukan dengan menggunakan uji kebaikan. Sehingga, diperoleh model distribusi yang paling sesuai bagi data tinggi gelombang tsunami adalah model distribusi Pareto. Hal ini ditunjukkan bahwa kurva model distribusi Pareto lebih mendekati kurva normal. Kemudian hasil uji kebaikan (*goodness of fit*) Kolmogorov-Smirnov dan Anderson-Darling dari distribusi Pareto menunjukkan nilai minimum dibandingkan dengan distribusi Weibull dua parameter.

Saran

Penelitian ini membahas tentang penentuan model distribusi yang sesuai untuk data tinggi gelombang tsunami di Aceh pada 26 Desember 2004, dengan menggunakan dua distribusi yaitu distribusi Weibull dua parameter dan Pareto. Bagi pembaca yang berminat melanjutkan penelitian ini, maka penulis menyarankan untuk menggunakan distribusi statistik yang lain dengan karakteristik yang mendukung untuk data tersebut dalam menentukan model yang sesuai bagi data tinggi gelombang tsunami Aceh Tahun 2004.

DAFTAR PUSTAKA

- Choi, B. H., et. al. (2002). "Distribution Functions of Tsunami Wave Heights". *Natural Hazard* **25**: 1-21.
- Dan'azumi, Salisu, et. al. (2010). "Modeling the Distribution of Rainfall Intensity Using Hourly Data". *American Journal of Environmental Sciences* **6 (3)**: 238-243.
- E Walpole, Ronald dan Raymond H Mayers. (1989). *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung: ITB Bandung.
- Husak, G. J., et. al. (2007). "Use of The Gamma Distribution to Represent Monthly Rainfall in Africa for Drought Monitoring Applications". *International Journal of Climatology*, **27**: 935-944.

- J Dudewicz, Edward dan Satya N Mishra.** (1988). *Modern Mathematical Statistics*. John Wiley and Sons, Inc.
- Koutsoyiannis, Demetris.** (2003). "On The Appropriateness of The Gumbel Distribution in Modelling Extreme Rainfall". *Proceedings of the ESF LESC Exploratory Workshop Held at Bologna, Italy*, October 24-25.
- Krishnamoorthy, K.** (2006). *Handbook of Statistical Distributions with Applications*. Chapman & Hall/CRC.
- Lee, E. T., Wang, J. W.** (2003). *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. 3rd ed. John Wiley & Son, Inc.
- Mojfeld, H. O.** (2000). "Forecasting the Heights of Later Wave in Pacific-Wide Tsunamis". *Natural Hazard* **22**: 71-89.
- Pani, Ari.** (2009). "Model Statistik untuk Data Karbon Monoksida (CO)". *Prosiding Simposium Kebangsaan Sains Matematik, Fakulti Sains, Universiti Putra Malaysia*: 17.
- Prager, E. J., et. al.** (2006). *Sains dan Sifat Gempa Bumi, Gunung Berapi, dan Tsunami*. Pakar Karya: Bandung.
- Thode, H. C.** (2002). *Testing for Normality*. Marcel Dekker. Inc.
- Rinne, H.** (2009). *The Weibull Distribution A Handbook*. Chapman & Hall/CRC.
- Rousas, George.** (2003). *An Introduction to Probability and Statistical Inference*. Academic Press.
- Sulaiha, Jamaludin, et. al.** (2007). "Fitting Daily Rainfall Amount in Malaysia Using the Normal Transform Distribution". *Journal of Applied Sciences* **7 (14)**: 1880-1886.
- Yendra, Rado, dkk.** (2010). *Analisis Survival dan Program R*. Yayasan Pusaka Riau: Pekanbaru.
- Zaharim, Azami, et, al.** (2009). "Fitting of Statistical Distributions to Wind Speed Data in Malaysia". *European Journal of Scientific Research* Vol **1**: pp 6-12.
- Zaharim, Azami, et, al.** (2008). "The Suitability of Statistical Distribution in Fitting Wind Speed Data". *WSEAS Transactions on Mathematics*, Vol **7**.