

# **ANALISIS POLA SINYAL SINTETIS HASIL DEKOMPOSISI BERBASIS *WAVELET* *MULTIRESOLUTION* (MRA) LEVEL 8 DI STASIUN PASUT PANGANDARAN SAAT TERJADI GEMPA**

**NI MADE RAI RATIH<sup>1</sup>, MFAUJAN HI. MASUARA<sup>2</sup>**

1. Teknik Geodesi Institut  
Teknologi Nasional Email :  
[faujanmc203@gmail.com](mailto:faujanmc203@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Tsunami yang terjadi di selatan Pulau Jawa tahun 2006 melanda wilayah Pangandaran dengan kekuatan 6 SR (Mardiyanto et al.2013). Maka dari itu, membangun kesiapsiagaan masyarakat menghadapi bencana sedini mungkin adalah suatu hal yang di haruskan dalam upaya pencegahan bencana. Hal ini seiring dengan munculnya perubahan paradigma terkait penanggulangan bencana yang awalnya berorientasi pada respon kedaruratan akibat bencana menjadi penanggulangan bencana dilakukan sedini mungkin mulai dari pencegahan dan kesiapsiagaan hingga sampai tahap pemulihan rehabilitasi. Pengamatan pasut dilakukan untuk menentukan nilai komponen pasut yang nantinya dapat digunakan untuk keperluan kerekayasaan dan pemetaan. Metode *Wavelet multiresolution* (MRA) digunakan untuk menentukan komponen-komponen pasut selain metode *Wavelet multiresolution* terdapat banyak metode analisis atau algoritma pendeteksi tsunami. Studi literatur metode analisis gelombang pasang surut air laut untuk algoritma pendeteksi tsunami yang akurat diperlukan, tujuannya agar dapat dijadikan acuan yang dapat digunakan sebagai konsep dasar untuk merancang perangkat lunak pendukung keputusan peringatan dini bencana tsunami Indonesia. Melihat permasalahan yang terjadi maka penelitian ini dilakukan untuk melakukan analisis pola sinyal sintesis hasil dekomposisi berbasis wavelet multiresolution level 8 di stasiun pasut Pangandaran.

**Kata Kunci :** Pasang Surut, Analisis Wavelet multiresolution(MRA), Analisis pola sinyanya sintesis

## **1. PENDAHULUAN**

Kabupaten Pangandaran adalah salah satu Kabupaten yang memiliki beberapa kawasan pantai yang dimanfaatkan manusia untuk kegiatan kehidupannya. Di kawasan pantai terjadi peristiwa-peristiwa alam, pasang surut air laut salah satunya, pasang surut yang merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi, dan bulan. Negara Indonesia merupakan negara yang rentan terjadinya bencana gempa bumi karena dilalui oleh jalur pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu: lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik (Reba, 2 (Sasmito, 2020). Pantai Pangandaran ialah salah satu pantai yang terletak di selatan Pulau Jawa dan sangat rawan akan terjadinya gempa dan tsunami. Hal ini dikarenakan letaknya yang berada di tumbukan diantara lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Tsunami yang terjadi di selatan Pulau Jawa tahun 2006 melanda wilayah Pangandaran dengan kekuatan 6 SR (Mardiyanto et al. 2013). Maka dari itu, membangun kesiapsiagaan masyarakat menghadapi bencana sedini mungkin adalah suatu hal yang di haruskan dalam upaya pencegahan bencana. Hal ini seiring dengan munculnya perubahan paradigma terkait penanggulangan bencana yang awalnya berorientasi pada respon kedaruratan akibat bencana menjadi penanggulangan bencana dilakukan sedini mungkin mulai dari pencegahan dan kesiapsiagaan hingga sampai tahap pemulihan rehabilitasi (Raja, Hendarmawan, & Sunardi, 2017). Selain itu, perlu juga untuk dibuatnya zonasi rawan bencana tsunami supaya masyarakat di sekitar kawasan pesisir Pantai Pangandaran dapat melakukan mitigasi bencana dengan semestinya.

## 2. METODOLOGI

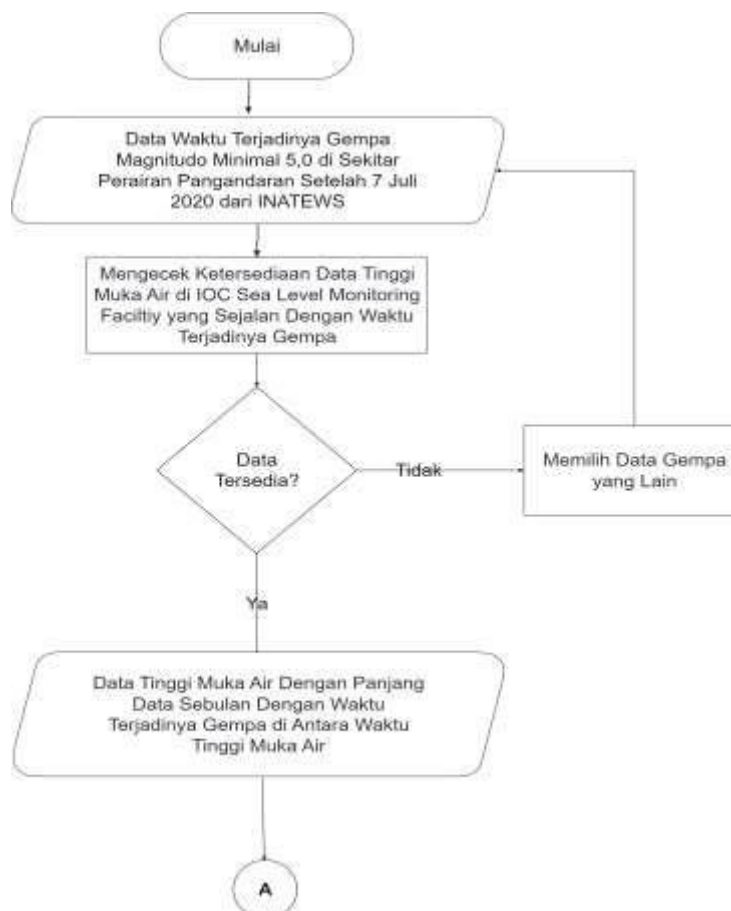
### 2.1 Data Penelitian

Data-data penelitian yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

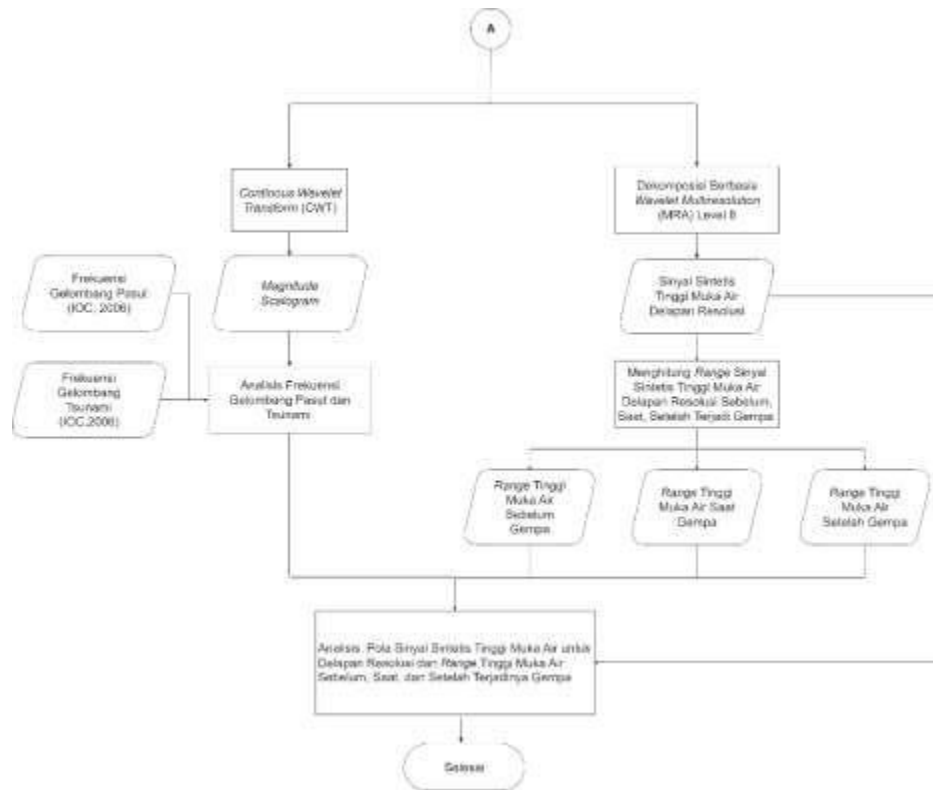
**Tabel 2.1 Data Penelitian**

| No | Data                                                                    | Format Data                | Sumber                            | Tahun |
|----|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------|
| 1  | Data pasut 30 hari Stasiun Pangandaran                                  | H (meter) – waktu (detik)  | IOC Sea Level Monitoring Facility | 2023  |
| 2  | Data waktu gempa lebih besar dari magnitudo 5,0 di Perairan Pangandaran | DD-MM-YYYY-H-Minute-Second | InaTEWS                           | 2023  |

### 2.2 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 2.1**  
**Metodologi Penelitian**

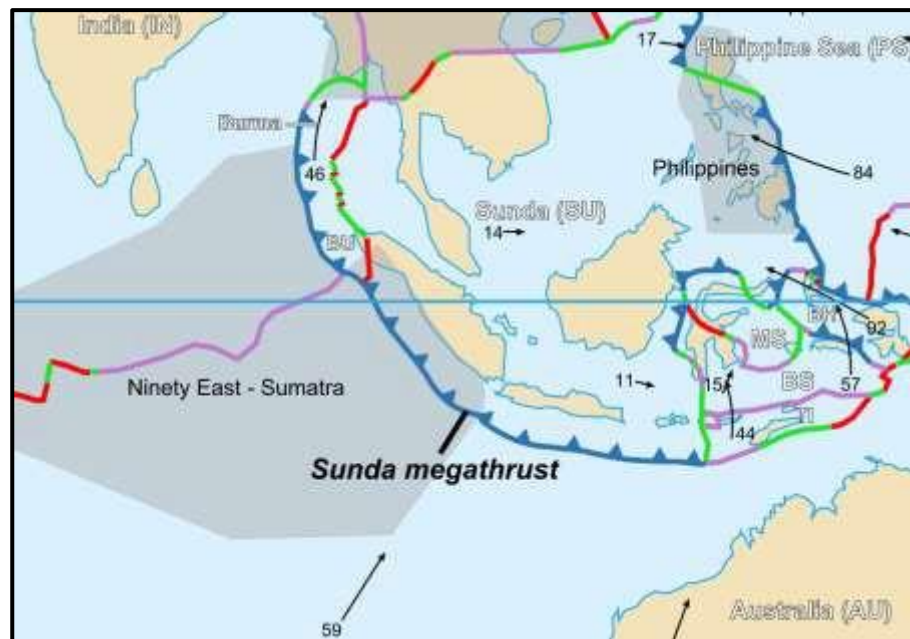


**Gambar 2.2**  
**Metodologi Penelitian**

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

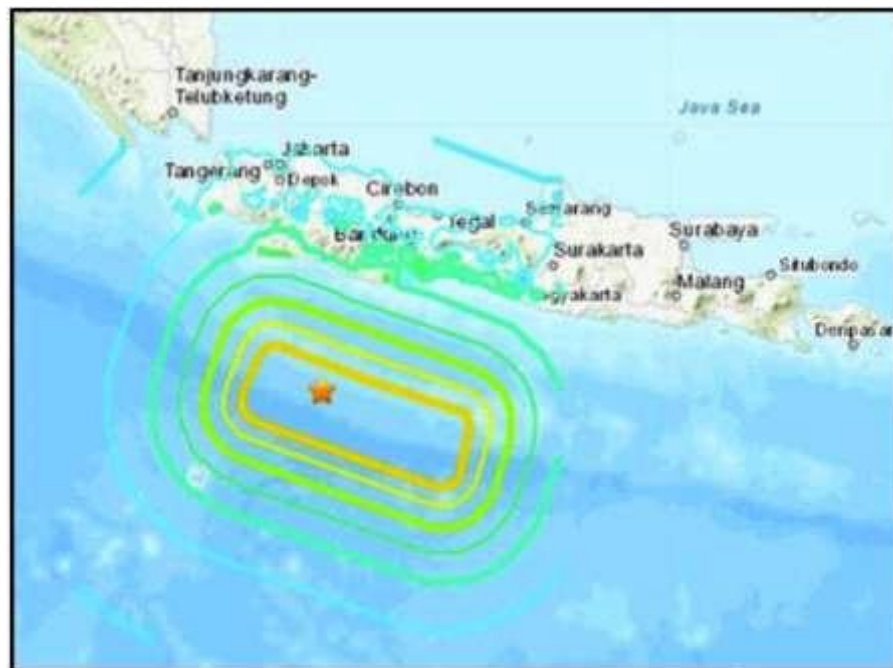
#### 3.1 Gempa dan Tsunami di Perairan Pangandaran

Gempa bumi besar terjadi 225 km (140 mil) di sebelah timur laut Pulau Christmas atau 355 km (220 mil) di sebelah selatan Jakarta, Jawa, Indonesia pada pukul 15:19 WIB tanggal 17 Juli 2006. Gempa bumi ini terjadi akibat patahan naik di perbatasan antara Lempeng Australia dan Lempeng Sunda. Lempeng Australia bergerak ke arah timur laut terhadap lempeng Sunda dengan kecepatan sekitar 59 mm/tahun. Lempeng Australia menunjam ke bawah lempeng Sunda di Palung Jawa (seperti dapat dilihat pada Gambar 4.1), di sebelah selatan Jawa dengan subduksi semakin dalam di bawah dan utara Jawa. Gempa bumi terjadi di bagian dangkal batas lempeng, sekitar 50 km sebelah utara Palung Jawa (NEIC, 2013). Lokasi terjadinya gempa terletak pada 9,254LS dan 107,411 BT seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Sum  
ber:

Tectonic plates boundaries detailed-en.svg (2009)  
Gambar 3.1 Sunda Megathrust



**Gambar 3.2**  
**Lokasi Gempa Pembangkit Tsunami Pangandaran 17 Juli 2006**  
**Sumber: Alfaris, 2020**

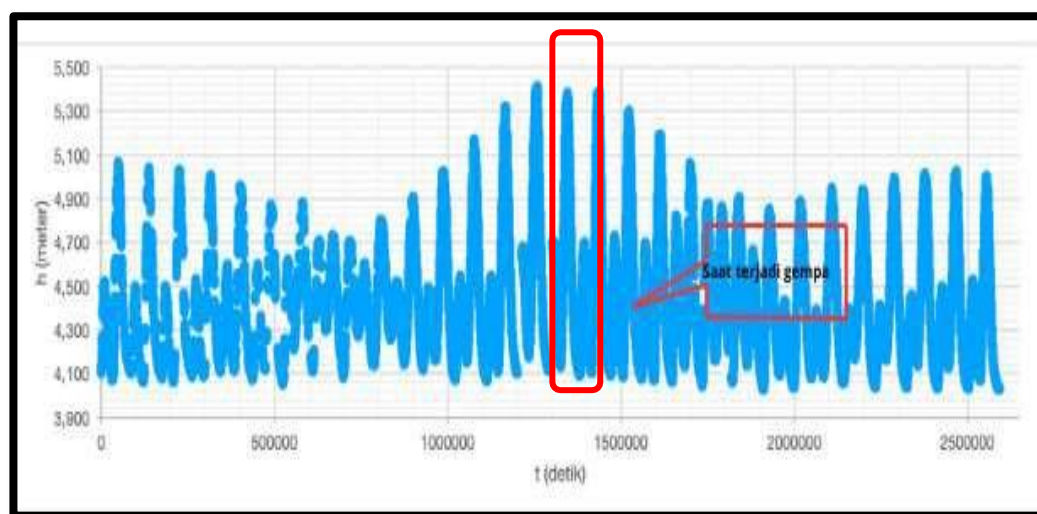
Gempa bumi Jawa Barat pada tanggal 17 Juli 2006 ( $M_w = 7,7$ ) berlokasi di lepas pantai dekat palung zona subduksi Sunda di selatan Jawa. Gempa bumi di zona subduksi ini menghasilkan tsunami besar di sepanjang pantai selatan Jawa yang mengakibatkan lebih dari 600 orang meninggal dan lebih dari 75.000 orang mengungsi. Peristiwa ini merupakan "gempa tsunami", yang berarti bahwa tingkat radiasi seismik frekuensi tinggi relatif rendah untuk ukuran peristiwa tersebut. Gempa bumi dirasakan lemah di mana tsunami besar terjadi, dan ini adalah salah satu kemungkinan penyebab banyaknya korban jiwa (Mori, dkk., 2007).

Kaharuddin, dkk. (2011) menyatakan bahwa gempa bumi bawah laut yang berpotensi menimbulkan tsunami memiliki magnitudo gempa di atas 6, gempa bumi dangkal dengan kedalaman kurang dari 60 km dari permukaan laut, kedalaman air yang cukup (500–5000 meter), letak fokus gempa berada pada bagian luar tebing laut yang curam terhadap daratan (luar zona subduksi), dan terjadi pola pergerakan sesar secara vertikal. Berdasarkan kriteria kekuatan gempa yang berpotensi menimbulkan tsunami maka pada penelitian ini data gempa yang dipertimbangkan adalah gempa dengan magnitudo minimal 5 dan dengan kedalaman kurang dari 60 km. Pada tanggal 24 Desember 2022 tsunami

besar memang tidak terjadi di perairan Pangandaran, namun dengan gempa bermagnitudo 5,0 dengan kedalaman 42 km dan terletak di dekat Palung Jawa maka dianalisis pola tinggi muka air yang terjadi terkait terjadinya gempa.

### 3.2 Pola Tinggi Muka Air Sebelum, Saat, dan Setelah Terjadinya Gempa

Data tinggi muka air di Stasiun Pangandaran dalam rentang waktu satu bulan mulai tanggal 9 Desember 2022 s.d. 8 Januari 2023 dapat dilihat pada Gambar



**Gambar 3.3**  
**Data Tinggi Muka Air di Stasiun Pasut Pangandaran**  
(9 Desember 2022 s.d. 8 Januari 2023)

Data tinggi muka sampai detik ke 70.000 memperlihatkan adanya kekosongan data, namun dengan interval pengukuran yang cukup rapat (1 menit) data ini masih dapat memperlihatkan pola tinggi muka air yang cukup jelas. Gempa dengan magnitudo 5,0 terjadi pada tanggal 24 Desember 2022 jam 20:57:34,946957. Pada data tinggi muka air gempa terjadi di antara detik ke 1.371.060 dan 1.371.120. Dari Gambar 4.3 terlihat bahwa tinggi muka air terlihat normal, di waktu sebelum gempa mulai detik ke 80.000 saat pasang tinggi berubah secara bertahap makin besar sampai saat pasang purnama. Tidak terlihat lonjakan tinggi muka air yang signifikan saat terjadi gempa.

Dari data dengan panjang sebulan ini terlihat terjadi pasang purnama dan

pasang perbani. Menurut Hicks (2006) pasang purnama dan perbani terjadi dua kali

dalam sebulan seperti terlihat dalam Gambar 4.3. Gempa terjadi di sekitar waktu terjadinya pasang purnama, terlihat sedikit lonjakan saat gempa, pasang tinggi yang

berikutnya agak lebih tinggi sedikit dari yang sebelumnya. Setelah terjadi gempa di detik ke 1.500.000 pasang tinggi terlihat normal kembali, turun secara bertahap. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa dari data tinggi muka air sebulan dari 9 Desember 2022 s.d. 8 Januari 2023 memiliki pola yang normal. Untuk mendeteksi dan memberi gambaran lebih rinci mengenai lonjakan kecil yang terjadi setelah gempa maka data tinggi muka air akan dianalisis menggunakan sinyal sintesis hasil dekomposisi wavelet multiresolusi.

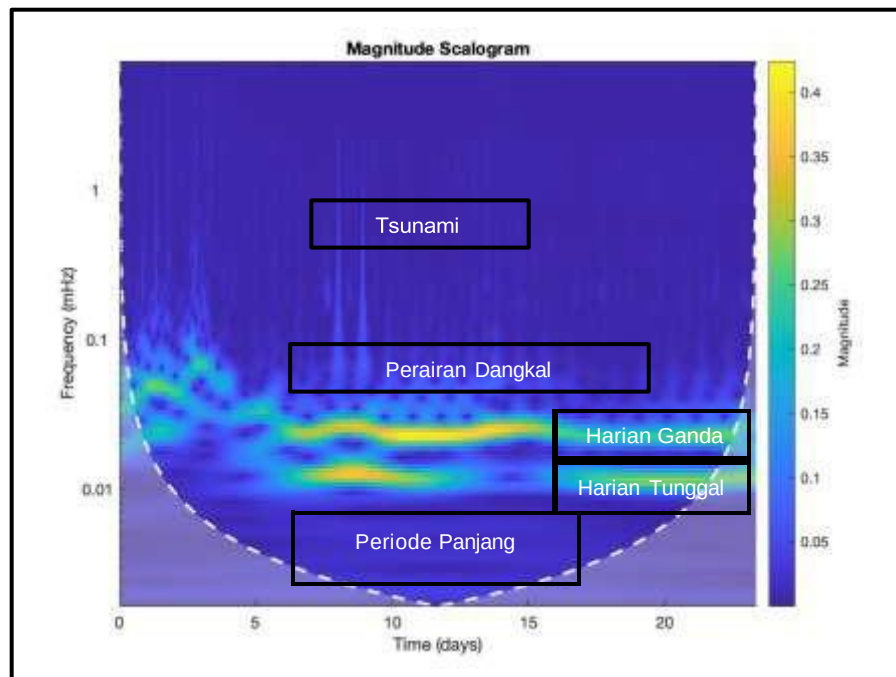
### **3.3 Pola Sinyal Sintesis Tinggi Muka Air Sebelum, Saat, dan Setelah Terjadinya Gempa**

Variasi tinggi muka air bergantung pada kontribusi sumber fisis yang dibedakan dari periodenya, tsunami memiliki periode kisaran menit sampai lebih dari satu jam, pasut utama sekitar setengah dan satu hari. Tsunami hebat pada 26 Desember 2004 di Samudra Indonesia memperjelas situasi bahwa selang pengambilan data pasut yang biasa tidak cukup dan perlu untuk ditingkatkan dalam periode satu menit dan idealnya setiap 15 detik (IOC, 2006). Data pasut Stasiun Pangandaran setelah gempa 17 Juli 2006 direkam dengan selang waktu satu menit. Artinya pengambilan data yang cukup rapat ini dapat digunakan untuk mendeteksi potensi terjadinya tsunami.

Skalogram adalah nilai absolut dari continuous wavelet transform (CWT) suatu sinyal yang diplot sebagai fungsi waktu dan frekuensi. Skalogram dapat lebih dipahami dibandingkan spektrogram untuk menganalisis sinyal dari data pengukuran dan memiliki fitur dengan skala yang bervariasi, misalnya sinyal dari keadaan dengan bervariasi normal yang diselingi oleh perubahan mendadak. Skalogram dapat digunakan untuk lokalisasi waktu yang lebih baik untuk kejadian berdurasi pendek dan frekuensi tinggi, dan lokalisasi frekuensi yang lebih baik untuk kejadian frekuensi rendah dan berdurasi lebih lama (Mathworks, 2023). Dengan demikian pada penelitian ini digunakan skalogram hasil continuous



wavelet transform (CWT) yang menggambarkan besarnya energi dan waktu kejadian setiap frekuensi di dalam tinggi muka air di Stasiun Pangandaran seperti dapat dilihat pada Gambar 3.4



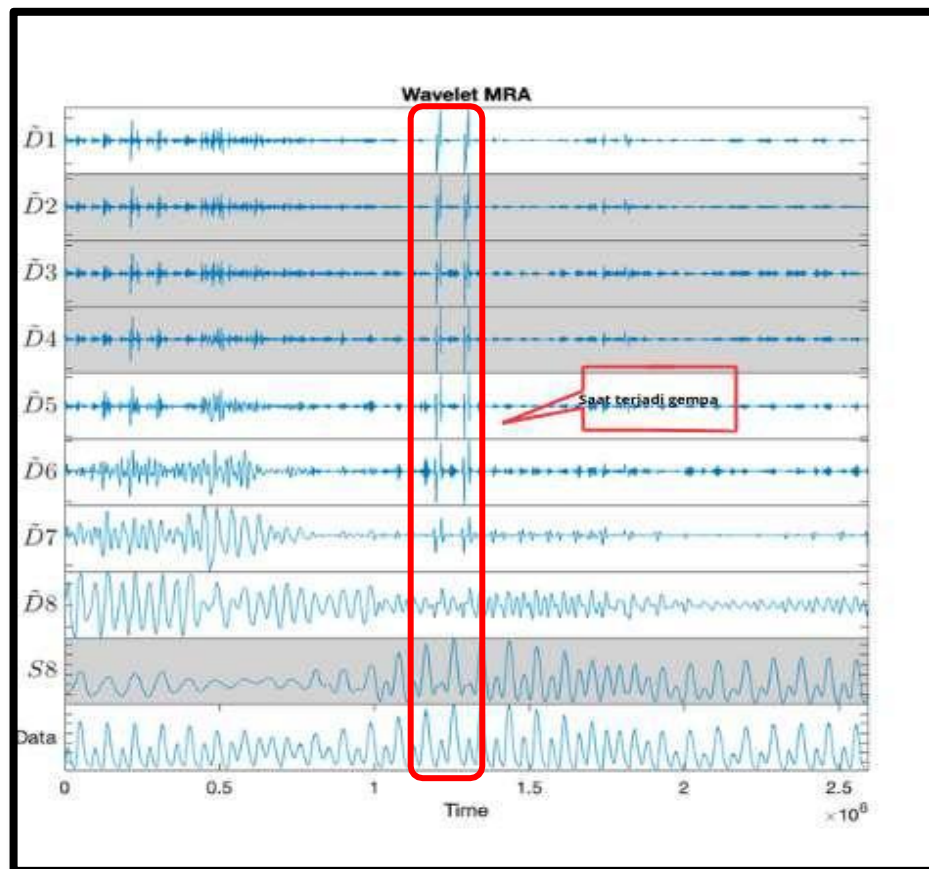
**Gambar 3.4**  
**Scalogram Tinggi Muka Air di Stasiun Pasut Pangandaran**  
**(9 Desember 2022 s.d. 8 Januari 2023)**

Dari Gambar 3.4. dapat dilihat bahwa tinggi muka air di Stasiun Pasut Pangandaran dari tanggal 9 Desember 2022 s.d. 8 Januari 2023 frekuensi gelombang yang memiliki energi tinggi yang diwakili oleh besarnya gelombang didominasi oleh gelombang pasut harian tunggal dan harian ganda. Pada hari ke-7 s.d. 11 gelombang harian tunggal dan ganda berkolaborasi menyumbangkan energi lebih besar dibandingkan hari lainnya.

Gelombang harian ganda memiliki pengaruh dengan waktu lebih panjang dibandingkan gelombang-gelombang lainnya, artinya gelombang harian ganda lebih dominan dari gelombang lainnya. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian Sasmito (2020) yang menyatakan bahwa perairan selatan Pulau Jawa memiliki tipe pasut campuran condong ke harian ganda. Gelombang tsunami yang memiliki periode menit s.d. jam (frekuensi berkisar antara 0,3 s.d. 17 mHz) dari skalogram pada Gambar 3.4 tidak menunjukkan lonjakan energi yang besar, besarnya gelombang tidak lebih dari 10 cm. Berdasarkan informasi dari InaTEWS

saat terjadi gempa pada tanggal 24 Desember 2022 tidak disertai dengan tsunami yang memiliki energi yang sangat besar.

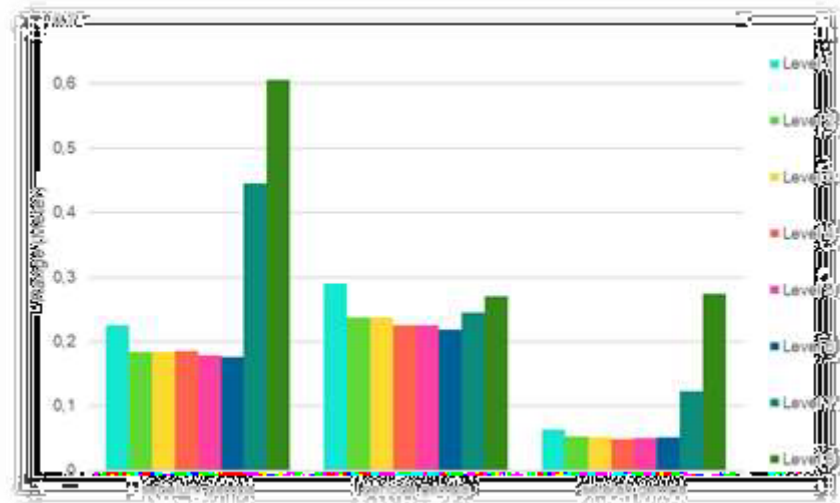
Sinyal sintesis tinggi muka air delapan resolusi hasil dekomposisi berbasis multiresolusi wavelet dapat dilihat pada Gambar 3.5



**Gambar 3.5**  
**Sinyal Sintesis Tinggi Muka Air Delapan Resolusi di Stasiun Pasut Pangandaran**  
**(9 Desember 2022 s.d. 8 Januari 2023)**

Walaupun tidak terjadi tsunami saat gempa di perairan Pangandaran pada tanggal 24 Desember 2024, namun sinyal sintesis di level  $\tilde{D}1$  s.d.  $\tilde{D}7$  seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.5 menunjukkan adanya lonjakan tinggi muka air di sekitar waktu terjadinya gempa. Tinggi muka air tidak mengalami lonjakan yang berarti, bahkan hampir tidak terlihat. Namun, lonjakan yang menunjukkan perilaku tsunami terlihat jelas pada sinyal sintesis. Tinggi muka air yang besar pada level  $\tilde{D}8$  dan  $S8$  terlihat berpola periodik, yaitu oleh gelombang pasut.

*Range* sinyal sintesis tinggi muka air delapan resolusi hasil dekomposisi berbasis multiresolusi wavelet dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Tabel 3.1



Gambar 3.6  
Range Sinyal Sintesis Tinggi Muka Air Delapan Resolusi di Stasiun Pasut Pangandaran  
(9 Desember 2022 s.d. 8 Januari 2023)

**Tabel 3.1**  
**Range Sinyal Sintesis Tinggi Muka Air Delapan Resolusi di Stasiun Pasut Pangandaran**  
**(9 Desember 2022 s.d. 8 Januari 2023)**

| Level         | D1    | D2    | D3    | D4    | D5    | D6    | D7    | D8    | S8    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Sebelum gempa | 0,226 | 0,184 | 0,184 | 0,186 | 0,178 | 0,176 | 0,445 | 0,605 | 1,146 |
| Periode gempa | 0,291 | 0,237 | 0,237 | 0,225 | 0,225 | 0,218 | 0,246 | 0,270 | 1,254 |
| Setelah gempa | 0,064 | 0,053 | 0,052 | 0,049 | 0,050 | 0,052 | 0,123 | 0,274 | 1,146 |

Lonjakan tinggi muka air seperti yang terlihat pada Gambar 3.5 terlihat pada sinyal sintesis Level D1 s.d. D6 dan mulai berkurang di Level D7. Range tinggi muka air dari Level D1 s.d. D6 menunjukkan peningkatan di periode gempa dan kemudian turun kembali. Pada Level D7 dan D8 pengaruh gempa sudah tidak terlihat.

#### **4. KESIMPULAN**

Kesimpulan Berdasarkan analisis pola sinyal sintetis hasil dekomposisi berbasis analisis wavelet multiresolusi level delapan di stasiun pasut Pangandaran saat terjadi gempa maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Data tinggi muka air sebulan dari 9 Desember 2022 s.d. 8 Januari 2023 memiliki pola yang normal, terjadi dua kali pasang purnama dan perbani.
2. Gelombang tsunami yang memiliki periode menit s.d. jam (frekuensi berkisar antara 0,01 s.d. 0,3 mHz) dari skalogram tidak menunjukkan lonjakan energi yang besar, besarnya gelombang tidak lebih dari 10 cm.
3. Sinyal sintesis di level D1 s.d. D7 menunjukkan adanya lonjakan tinggi muka air di sekitar waktu terjadinya gempa. Lonjakan yang menunjukkan perilaku tsunami terlihat jelas pada sinyal sintesis. Tinggi muka air yang besar pada level D8 dan S8 terlihat berpola periodik, yaitu oleh gelombang pasut.
4. Range tinggi muka air dari Level D1 s.d. D6 menunjukkan peningkatan di periode gempa dan kemudian turun kembali. Pada Level D7 dan D8 pengaruh gempa sudah tidak terlihat.

#### **5. SARAN**

Saran Adapun beberapa saran dalam penelitian yang dapat diterapkan untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya adalah:

1. Untuk mengetahui pola terjadinya pasut perlu dilakukan analisis harmonik.
2. Penelitian perlu dilakukan di titik-titik gempa lainnya untuk melihat pengaruh gempa secara spasial terhadap tinggi muka air di Stasiun Pangandaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Sasmito, B. (2020). KAJIAN DINAMIKA PASANG SURUT PANTAI SELATAN PULAU JAWA. *ELIPSOIDA Vol 03 No 01, Juni 2020 (80-86)*.
- I MADE SAPTA HADI, A. B. (2016). Analisis Perubahan Kondisi Pasang Surut Laut dengan Menggunakan Model Pasang Surut Global. *Universitas Gadjah Mada,, viii-ix*.
- Theodorus Pasomba' M. Ihsan Jasin, T. J. (2019). ANALISIS PASANG SURUT PADA DAERAH PANTAI TOBOLOLO KELURAHAN TOBOLOLO KOTA TERNATE PROVINSI MALUKU UTARA. *Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.11 November 2019 (1515-1526) ISSN: 2337-6732, (1515-1526)*.
- Sangkop, N., & J. D. Mamoto, M. I. (2015). Analisis Pasang Surut Di Pantai Bulu Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa. *Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado, Vol.13, 60-69*.
- Nugraha2), H. S. (2016). ANALISIS PERBANDINGAN AKURASI MODEL PREDIKSI PASANG SURUT: STUDI KASUS DI SELAT LARANTUKA, FLORES TIMUR, NUSA TENGGARA TIMUR. *MASPARI JOURNAL Juli 2016, 8(2):119-126, 8(2), 119-126*.
- Prayogo1, L. M. (2020). Perbandingan Metode Admiralty dan Least Square untuk Analisis Pasang Surut di Pulau Mandangin Kabupaten Sampang, Jawa Timur. *Perikanan dan Kelutan, 10 Nomor 2., 59-69*.
- DONY HAASYA HAFIYYAN FAIKAR, NI MADE RAI RATIH CAHYA PERBAN(2023). Analisis Keandalan Rekonstruksi Tinggi Muka Air Hasil Analisis Harmonik, Analisis Wavelet Multiresolusi, dan Hybrid dalam Memodelkan Data Tinggi Muka Air . *Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2023, 1306-1322*

- Farah1, S. A. ( Tahun 2018). ANALISIS MULTIREOLUSI WAVELET DENGAN TRANSFORMASI WAVELET DISKRIT BERBASIS GUI R (STUDI KASUS: INFLASI DI INDONESIA PADA PERIODE OKTOBER 2007-MEI 2018). *JURNAL GAUSSIAN*, Halaman 143-151.
- Alfaris. (2020). ANALISA NUMERIK TSUNAMI PANGANDARAN DAN IMPLIKASINYA TERHADAP MITIGASI BENCANA. *home > (2020) > Alfaris*, Vol 1, No 1.
- Mardiatno, D. (2020, june). The future tsunami risk potential as a consequence of building development in Pangandaran Region, West Java, Indonesia. Volume 46.
- Mori, J. (2007, March/April). The 17 July 2006 Tsunami Earthquake in West Java, Indonesia. *Seismological Research Letters*, Volume 78,.
- Azeem, B. d. (2006). *The 2006 IEEE International Joint Conference on Neural Network Proceedings* (Vols. 0-7803-9490-9). Vancouver, BC, Canada.
- DNAN KHASHMAN, K. D. (2008, may). Image Compression using Neural Networks and Haar Wavelet. *WSEAS TRANSACTIONS on SIGNAL PROCESSING*, Volume 4, ISSN: 1790-5052.
- Mallat, S. (1999). *a wavellet tour of signal processing*. newyork.
- Campos–Cantón, J. M. (2006). Wavelet analysis of chaotic time series. *Revista mexicana de física*, vol.52, no.2.