

# Analisis Transformasi Gelombang Di Pantai Matani Satu Minahasa Selatan

Hansje J. Tawas

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi

## ABSTRAK

Mundurnya garis pantai pada Pantai Matani Satu akibat gelombang yang mengancam pemukiman warga dan infrastruktur jalan yang berada di pesisir pantai sehingga diperlukan suatu informasi atau pengetahuan mengenai karakteristik gelombang yang dapat digunakan untuk penanganan mundurnya garis Pantai Matani Satu lebih lanjut. Data angin yang ada adalah hasil pengukuran yang dilakukan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika Winangun Manado, berupa data kecepatan angin maksimum dan arahnya. Dari data kecepatan angin ini kemudian diolah dengan menggunakan persamaan-persamaan yang ada sehingga dapat diprediksi berapa besar tinggi gelombang yang terjadi di laut dalam. Berdasarkan analisa transformasi gelombang terhadap pantai Matani Satu dengan menggunakan data angin 10 tahun diperoleh Tinggi Gelombang Pecah Maksimum 1.8003 m, Gelombang Pecah pada Kedalaman 1.106 m pada jarak 49m dari garis pantai.

Kata kunci : transformasi, gelombang pecah, pantai Matani Satu

## PENDAHULUAN

Pantai Matani Satu merupakan bagian dari pantai utara Sulawesi yang terletak di Desa Matani Satu, Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara. Secara Geografis terletak pada koordinat  $1^{\circ}14'20.62''$  LU -  $124^{\circ}37'03.00''$  BT. Pada bulan-bulan tertentu tinggi gelombang cukup besar pada daerah pantai Matani Satu. Hal ini mengganggu nelayan dan juga pemukiman masyarakat yang sebagian besar tinggal berada dekat dengan garis pantai. Serangan gelombang laut tersebut menyebabkan kemunduran garis pantai yang berkelanjutan setiap tahun sehingga pemukiman yang berada di pesisir pantai ikut terkena dampak seperti air pasang gelombang yang mengancam pemukiman warga dan infrastruktur jalan. Sehubungan dengan kondisi tersebut maka diperlukan suatu informasi atau pengetahuan mengenai karakteristik gelombang yang terjadi pada daerah pantai Matani Satu. Sehingga diharapkan nantinya pengetahuan mengenai karakteristik gelombang ini dapat dipergunakan untuk penelitian pantai yang lebih lanjut. Sehingga pantai Matani dapat menjadi pantai yang lebih stabil dan terhindarnya infrastruktur jalan dan pemukiman yang berada dekat dengan pesisir pantai matani dari ancaman erosi maupun gelombang. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah memperoleh karakteristik gelombang berupa tinggi gelombang, periode gelombang, gelombang pecah, proses refraksi dan transformasi gelombang pada pantai matani satu.

## STUDI PUSTAKA

### Gelombang

Gelombang adalah setiap perubahan bentuk permukaan air yang disebabkan oleh gaya dari luar dan diimbangi oleh gaya gravitasi & gaya akibat

tegangan permukaan. Gaya dari luar antara lain geseran angin pada permukaan, gaya tarik bulan dan matahari terhadap massa air, letusan gunung berapi, gempa bumi, benda yang bergerak di dalam air dan benda yang jatuh ke dalam air. Secara umum gelombang dapat dibedakan menjadi 2 (dua) bagian yaitu :

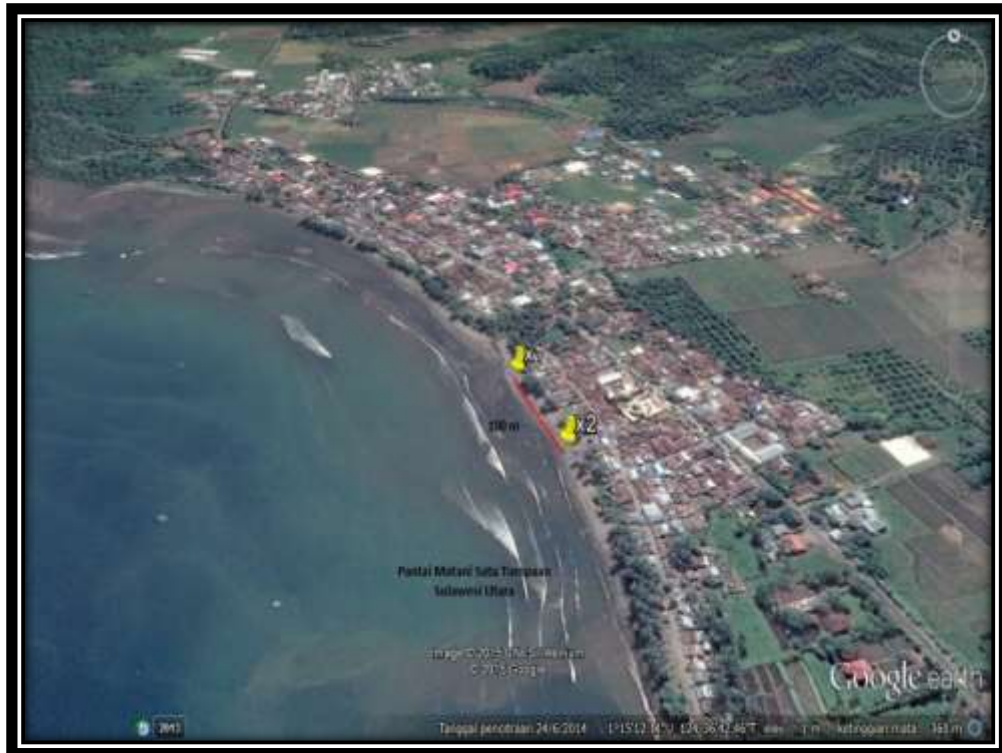
- Gelombang Pendek (*wave of short period*), yaitu gelombang dengan periode kurang dari 5 menit. Gelombang pendek sering dikenal sebagai ombak dan dapat diakibatkan oleh angin, gempa dan gerakan kapal. Bentuk gelombang pendek di laut pada umumnya tidak beraturan (*irreguler*).
- Gelombang Panjang (*long wave*), yaitu gelombang dengan periode beberapa jam. Gelombang panjang sering dikenal dengan pasang surut yang terjadi akibat gaya tarik menarik antara bumi dengan benda-benda ruang angkasa terutama bulan dan matahari. Pasang surut merupakan gelombang panjang dengan periode 12 jam untuk semi diurnal dan periode 24 jam untuk pasang surut diurnal.

### Teori Gelombang Linier (Airy)

Teori gelombang amplitudo kecil diturunkan berdasarkan persamaan Laplace untuk aliran tak rotasi (*irrotational flow*) dengan kondisi batas di permukaan dan dasar laut. Kondisi batas di permukaan air didapat dengan melinierkan persamaan Bernoulli untuk aliran tak mantap. Dengan kondisi batas tersebut dan kondisi batas di dasar laut, dicari potensial kecepatan periodik yang mempengaruhi pengaliran *irrotational*. Potensial kecepatan ini kemudian digunakan untuk menurunkan persamaan dari berbagai karakteristik gelombang seperti fluktuasi muka air, kecepatan dan partikel,

tekanan, kecepatan rambat gelombang, dan sebagainya. Berdasarkan kedalaman relative, yaitu perbandingan antara kedalaman air  $d$  dan panjang gelombang  $L$  ( $d/L$ ), gelombang dapat diklasifikasikan

menjadi tiga macam. Dapat dilihat pada tabel 1. Sehingga didapat kecepatan gelombang dan panjang gelombang untuk kedalaman tertentu menurut teori gelombang linier (Airy) yang dapat dilihat pada tabel 2



Gambar 1. Lokasi Studi Pantai Matani Satu

Tabel 1. Pembagian jenis gelombang menurut kedalaman

Klasifikasi	$d/L$	$2\pi d/L$	$\tanh(2\pi d/L)$
Perairan dalam	$> 1/2$	$> \pi$	$\approx 1$
Perairan menengah	$1/25$ sampai $1/2$	$1/4$ sampai $\pi$	$\tanh(2\pi d/L)$
Perairan dangkal	$< 1/25$	$1/4$ sampai $\pi$	$\tanh(2\pi d/L)$

Tabel 2. Klasifikasi Gelombang Terhadap Kedalaman

Keterangan	Gelombang Di Laut Dangkal	Gelombang Di Laut Transisi	Gelombang Di Laut Dalam
Cepat Rambat Gelombang	$C = \frac{L}{T} = \sqrt{gd}$	$C = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left[\frac{2\pi d}{L}\right]$	$C = C_o = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi}$
Panjang Gelombang	$L = T\sqrt{gd}$	$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left[\frac{2\pi d}{L}\right]$	$L = L_o = \frac{gT^2}{2\pi} = 1.56T^2$

## **Gelombang Angin**

Terjadinya gelombang di atas permukaan laut umumnya disebabkan karena adanya tiupan angin. Angin yang berhembus di atas permukaan air yang semula tenang, akan menyebabkan gangguan pada permukaan tersebut, dengan timbulnya riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, maka semakin besar pula gelombang terbentuk. Pada daerah tiupan angin, terjadinya peristiwa transfer energi angin ke energi gelombang dalam spektrum frekuensi yang luas. Distribusi frekuensi dan luasnya daerah tiupan angin, sangat tergantung pada lamanya angin bertiup, dan luasnya daerah tiupan. Pada saat gelombang telah terbentuk tersebut, akan menjalar keluar daerah pembangkitannya hingga mencapai daerah dangkal atau pantai, dan melepaskan energinya. Daerah dimana gelombang dibentuk disebut daerah pembangkitan gelombang atau area pembentukan gelombang (wave generation area). Gelombang yang terjadi di daerah pembentukan gelombang disebut gelombang SEA. Sedangkan gelombang yang terbentuk telah menjalar ke luar daerah pembentukan disebut SWELL.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Data Primer**

Survey data primer adalah pengumpulan data utama melalui survey langsung di lapangan untuk mendapatkan data akurat yang terjadi di lokasi studi, Survey lapangan merupakan survey pendahuluan untuk mendapatkan gambaran mengenai lokasi studi. Survey dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara dengan masyarakat sekitar pantai. Data-data yang perlu diketahui adalah kerusakan pada garis pantai, kondisi serta letak pemukiman penduduk terhadap garis pantai, kejadian fenomena alam laut yang sering terjadi. Survey ini terdiri dari beberapa bagian.

### **Data Sekunder**

Pengumpulan data – data sekunder diperoleh dari hasil penelitian yang relevan dan dari informasi instansi – instansi terkait sebagai sumber data – data yang berhubungan dengan studi ini, ataupun dengan menggunakan software – software penunjang seperti Microsoft Encarta, Google Earth, dan Autocad. Data – data yang dimaksud meliputi Peta lokasi dan foto udara dari software Microsoft Encarta dan Google Earth yang kemudian diolah menggunakan software Autocad, Data kecepatan angin minimal 10 tahun terakhir dari BMG Winangun.

### **Metode Analisa Data Primer**

#### **Survey Lapangan**

Survey Lapangan diperlukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada daerah Pantai Matani

Satu, dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara dengan masyarakat sekitar.

#### **Survey Tapak**

Survey tapak adalah survey yang dilakukan dengan kasat mata untuk mendapatkan gambaran morfologi pantai Buloh secara garis besar. Survey ini dilakukan dengan pengamatan visual dan pengambilan gambar lokasi studi, serta memperkirakan arah angin secara kasat mata

#### **Data Bathimetri**

Data Bathimetri didapatkan dengan cara pengukuran langsung di lapangan secara manual. Data bathimetri diperlukan untuk mengetahui keadaan kedalaman laut di sekitar lokasi penelitian.

### **Metode Analisa Data Sekunder**

#### **Peta Lokasi**

Dalam peramalan gelombang, perlu diketahui berapa panjang fetch efektif dari tiap-tiap arah utama. Sehingga dalam perhitungan fetch memerlukan peta lokasi dan foto udara yang diambil dari software Microsoft Encarta dan Google Earth. Setelah peta lokasi didapat kemudian diolah menggunakan software Autocad untuk mendapatkan hasil fetch efektif dengan memperhitungkan skala yang terdapat pada peta tersebut.

#### **Data Angin**

Untuk mengetahui karakteristik gelombang suatu perairan diperlukan data gelombang dalam kurun waktu yang panjang, namun terbatasnya data gelombang menjadikan kendala dalam memahami karakteristik gelombang tersebut. Apabila terdapat data gelombang biasanya hanya pada beberapa hari, bulan, atau paling lama satu tahun, sehingga belum memadai bilamana data tersebut digunakan untuk analisis gelombang ekstrim. Untuk mengatasi keterbatasan data gelombang di atas, peneliti melakukan peramalan gelombang dengan menggunakan data angin, karena data angin relatif tersedia dan mudah diperoleh. Data angin dapat diperoleh dari data yang tersedia di bandar udara terdekat atau Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data angin dalam studi ini diambil dari BMG Winangun. Data yang dipakai adalah data bulanan dalam 10 tahun terakhir. Yang diperlukan dari data angin untuk digunakan dalam peramalan gelombang yaitu kecepatan, arah dan durasi. Kecepatan angin dinyatakan dalam satuan knot, dimana 1 knot = 0.515 meter/detik. Arah angin dinyatakan dalam 8 penjuruan arah angin (Utara, Timur laut, Timur, Tenggara, Selatan, Barat Daya, Barat, Barat Laut).

## **PEMBAHASAN**

### **Pengolahan Data Fetch**

Data fetch yang dimaksud adalah data lokasi. Data lokasi yang digunakan dalam peramalan gelombang adalah data lokasi dimana tinggi dan periode

gelombang akan ditentukan. Data lokasi yang dimaksud adalah peta daerah pantai Matani Satu Tumpaan yang akan digunakan untuk menentukan panjang pembentukan (fetch) untuk tiap-tiap arah angin. Dari hasil penggambaran hanya arah, barat laut, barat, barat daya dan selat yang mempunyai panjang fetch karena keempat arah mata angin yang lain tidak memiliki jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitnya, karena sudah dibatasi daratan yang mengelilingi titik penelitian. Pada Gambar 2 dapat dilihat letak pantai tersebut berada di bagian teluk sehingga panjang *fetch* lebih banyak dipengaruhi oleh daerah sekitar teluk sehingga lokasi studi termasuk dalam "Restricted Fetch".

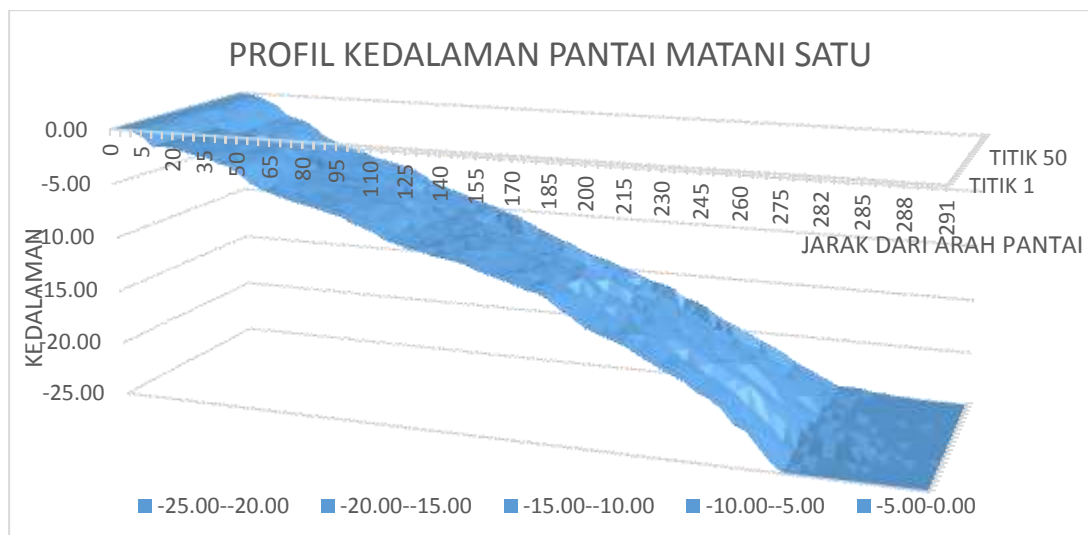
### Pengolahan Data Angin

Angin mengakibatkan gelombang laut, oleh karena itu data angin dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi, periode dan arah gelombang. Data angin dalam studi ini diperlukan sebagai masukan dalam peramalan gelombang. Untuk mendapatkan data arah

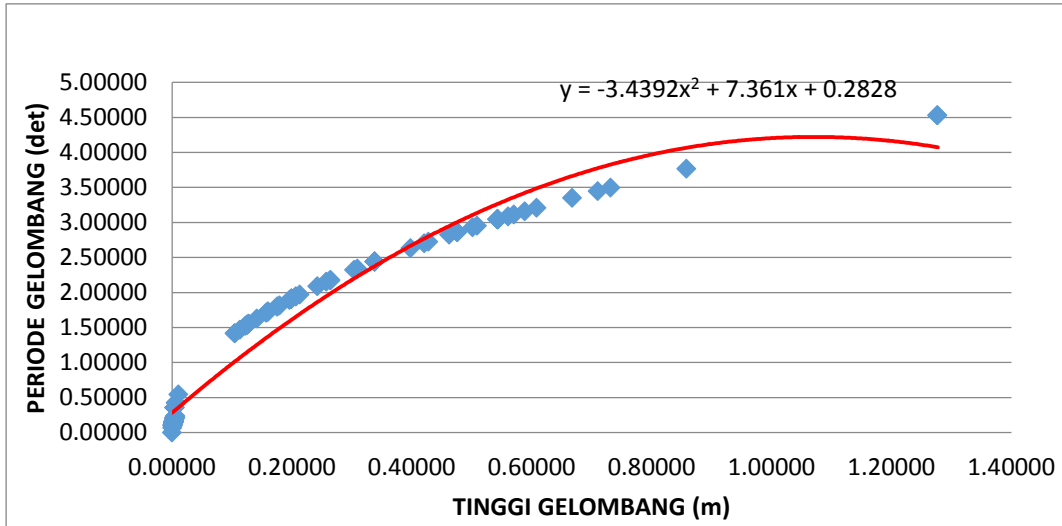
dan kecepatan angin di perairan pantai Matani Satu, didapat dari stasiun pengukuran angin milik Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Winangun dengan stasiun pengamatan di Tondano dengan periode waktu dari tahun 2003 sampai tahun 2013. Kecepatan angin diukur dengan anemometer dan dinyatakan dalam satuan knot. Satu knot adalah panjang satu menit garis bujur melalui khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau 1 knot = 1.852 km/jam = 0.5144 m/d. Peramalan gelombang dari data angin maksimum harian selama 10 tahun akan menghasilkan tinggi dan periode gelombang ekstrim yang maksimum pula. Gelombang maksimum ini dapat digunakan dalam perencanaan bangunan pengaman pantai. Hal ini dimaksudkan agar nanti bangunan pengaman pantai yang direncanakan tetap aman pada saat gelombang besar datang. Akan tetapi gelombang-gelombang ekstrim ini tidak terjadi setiap hari sehingga tidak dapat dianggap sebagai pola yang mewakili gelombang pantai.



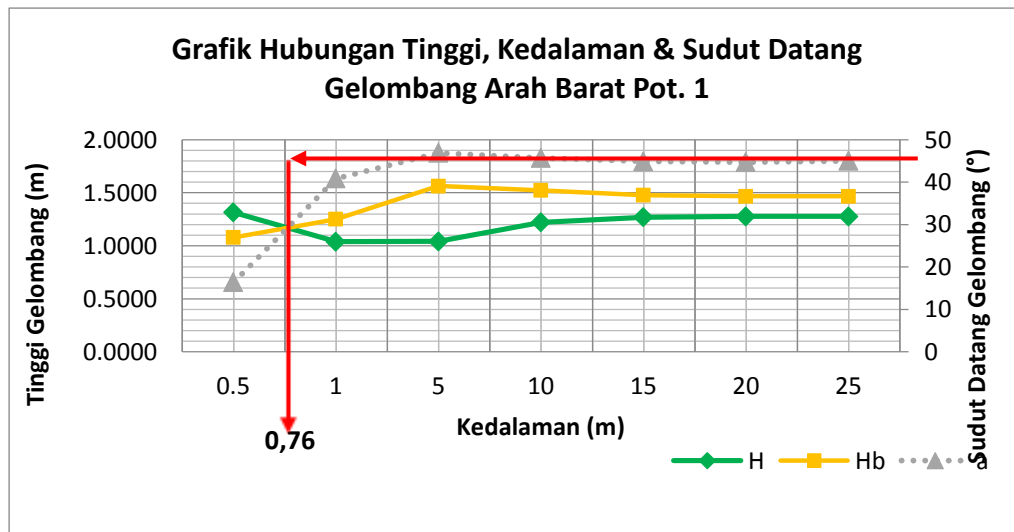
Gambar 2. Fetch Barat Laut, Barat, Barat Daya, Selatan



Gambar 3. Profil Kedalaman Laut di Pantai Matani Satu



Gambar 4. Grafik Hubungan Tinggi dengan Periode Gelombang



Gambar 5. Grafik Hubungan Tinggi, Kedalaman & Sudut Datang Gelombang Arah Barat

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penggambaran dan perhitungan menggunakan metode SMB, pembentukan gelombang yang didapatkan berasal dari empat arah yaitu, barat, barat daya, barat laut, dan selatan. Dimana gelombang di perairan matani satu didominasi oleh gelombang arah barat dengan gelombang maksimum terjadi pada bulan Desember 2003 dengan tinggi 1.2770m dan periode 4.5279 det. Dengan perhitungan menggunakan metode analitis diperoleh nilai koefisien refraksi yang terjadi berkisar antara 0.9505 sampai 1.1485 dan koefisien shoaling yang terjadi berkisar pada 0.8980 sampai 1.5405. Tinggi gelombang pecah yang didapat dari hasil perhitungan setelah memperhitungkan refraksi dan shoaling berkisar pada 1.0799 m sampai 1.8003 m pada kedalaman 0.5 m sampai 25 m. Berdasarkan analisa

transformasi gelombang terhadap pantai Matani Satu dengan menggunakan data angin 10 tahun (masa lalu) diperoleh :

Tinggi gelombang pecah maksimum :  
(Hb)=1.8003 m

Gelombang pecah pada kedalaman :  
(Db)=1.106 m

Pada jarak 49 m dari garis pantai

Berdasarkan hasil analisa di atas, gelombang yang terjadi di pantai Matani Satu dapat merusak pantai tersebut dan menyebabkan kemunduran garis pantai yang disebabkan oleh pelepasan energi dari gelombang pecah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Yuwono, Nur, 1982, *Teknik Pantai Volume I*, Yogyakarta.
- Yuwono, Nur, 1991, *Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai*, Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. 2012. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Danial,M,M. 2008. *RekayasaPantai*.Alfabeta.Bandung
- CERC. 1984. *Shore Protection Manual*. US Army Coastal Engineering, Research Center. Washington
- Douglass, S dan Chen, J. 2004. *Overview of Coastal Engineering : Waves*. Coastal Transportation Engineering Research and Education Center, South Alabama University. USA
- Nalvian, 2005, *Kajian Kinerja Bangunan Pengaman Pantai Padang*, Kota Padang, Institut Teknologi Bandung
- Sigit Purnomo 2005, *Kajian Penanggulangan Erosi Pantai Wisata di Tegal*, Institut Teknologi Bandung
- <http://jun13-oseanografidaniilmukelautan.blogspot.com/gelombang>
- <http://adharikunae.blogspot.com>