

**STUDI LAPIS LINDUNG PEMECAH GELOMBANG  
HEXAPOD, TETRAPOD, DAN KUBUS MODIFIKASI**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

NABILLA KUSUMA

NPM. : 09 02 13350



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
APRIL 2013**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

**STUDI LAPIS LINDUNG PEMECAH GELOMBANG  
HEXAPOD, TETRAPOD, DAN KUBUS MODIFIKASI**

Benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide atau hasil studi maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 10 Mei 2010

Yang membuat pernyataan



Nabilla Kusuma

## PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

### STUDI LAPIS LINDUNG PEMECAH GELOMBANG HEXAPOD, TETRAPOD, DAN KUBUS MODIFIKASI

Oleh :

NABILLA KUSUMA

NPM. : 09 02 13350

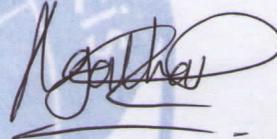
telah disetujui oleh Pembimbing  
Yogyakarta, 16 Mei 2013

Pembimbing I



Ir.V.Yenni Sulistyawati, M.T.

Pembimbing II



Agatha Padma L, S.T., M.Eng.

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



FAKULTAS  
TEKNIK

J. Januar Sudjati, ST., MT.

# PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

## STUDI LAPIS LINDUNG PEMECAH GELOMBANG HEXAPOD, TETRAPOD, DAN KUBUS MODIFIKASI

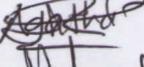
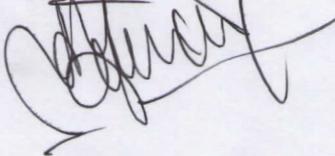


Oleh :

NABILLA KUSUMA

NPM. : 09 02 13350

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: YENNI SULISTYAWATI		16 Mei 2013
Anggota	: Agatha Padmo L		16 Mei 2013
Anggota	: A. Junika		17/5/2013

## KATA HANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus yang atas penyertaanNya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“STUDI LAPIS LINDUNG PEMECAH GELOMBANG HEXAPOD, TETRAPOD, DAN KUBUS MODIFIKASI”**. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata-1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. J. Januar Sudjati, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
2. Ir.V.Yenni Sulistyawati, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 dan Kepala Laboratorium Hidrolika dan Rekayasa Lingkungan, Dosen Koordinator Peminatan Hidro,
3. Agatha Padma L, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing 2 dan Kepala Laboratorium Komputer, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
4. Pak Herris selaku Tim konsultan dan Pengawas PPI Logending yang bersedia membimbing dan memberikan data PPI Logending,
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil UAJY yang telah memberikan ilmunya kepada penulis,
6. Orang tua, saudara-saudara kami, atas doa, bimbingan, perhatian, serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini,
7. Putu Crishna yang selama ini selalu memberikan semangat, dukungan, cinta dan kasih sayang,
8. Ekasisca, Sumarni, Bara, dan teman – teman lainnya yang selalu cetar membahana untuk mendukung penulis dalam suka maupun duka.

- 
- 

Kami menyadari laporan tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat yang banyak bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut. Amin.

Yogyakarta, 10 April 2013

Nabilla Kusuma





**DAFTAR ISI**

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Lembar Pernyataan.....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Lembar Pengesahan Penguji Tugas Akhir .....	iv
Kata Hantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	ix
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran .....	xv
Intisari .....	xvi

**BAB I PENDAHULUAN**

1.1	Latar Belakang .....	1
1.2	Perumusan Masalah.....	2
1.3	Batasan Masalah.....	2
1.4	Keaslian Tugas Akhir .....	3
1.5	Maksud dan Tujuan.....	3

**BAB II STUDI PUSTAKA**

2.1	Tinjauan Umum.....	4
2.2	Pemecah Gelombang.....	6
	2.2.1 Stabilitas Batu Lapis Pelindung .....	7
	2.2.2 Stabilitas Pelindung Kaki .....	9
2.3	Stabilitas Pemecah Gelombang.....	9
2.4	<i>Hydro-oceanografi</i> .....	14
	2.4.1 Angin .....	14
	2.4.2 Gelombang .....	18
	2.4.3 Pasang Surut .....	24
	2.4.4 Bathimetri.....	26



### **BAB III METODOLOGI**

3.1	Tahap Persiapan .....	27
3.2	Metode Pengumpulan Data .....	27
3.3	Metode Pengolahan dan Analisis Data.....	28
3.4	Bagan Alir .....	30

### **BAB IV ANALISIS DATA**

4.1	Penentuan Kondisi Gelombang.....	31
4.1.1	Koefisien Pendangkalan ( $K_s$ ) .....	33
4.1.2	Koefisien Refraksi ( $K_R$ ) .....	34
4.1.3	Koefisien Difraksi ( $K'$ ) .....	35
4.2	Perencanaan Pemecah Gelombang dengan Bentuk Batuan Tertentu... 37	
4.2.1	Elevasi Puncak Pemecah Gelombang .....	38
4.2.2	Berat Butir Lapis Lindung.....	42
4.2.3	Lebar, Tebal, dan Jumlah Butir Pemecah Gelombang.....	46
4.3	Stabilitas Pemecah Gelombang dengan Bentuk Batuan Tertentu .....	55
4.3.1	Gaya yang Bekerja pada Pemecah Gelombang.....	55
4.3.2	Kontrol Stabilitas.....	75
4.4	Rekapitulasi Hasil Perhitungan .....	85
4.4.1	Kondisi Gelombang.....	85
4.4.2	Perencanaan Pemecah Gelombang.....	85
4.4.3	Stabilitas Pemecah Gelombang.....	91

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	94
5.2	Saran.....	95
	Daftar Pustaka .....	96
	Lampiran .....	97

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien Lapis dan Porositas Batu Pelindung
Tabel 2.2	Nilai Faktor Daya Dukung Terzaqhi
Tabel 2.3	Data Presentase Kejadian Angin Di Kemayoran tahun 1974-1985
Tabel 2.4	Klasifikasi Gelombang
Tabel 4.1	Data Kedalaman Air di Lokasi Bangunan
Tabel 4.2	Penentuan Kondisi Gelombang
Tabel 4.3	Nilai Koefisien Refraksi dan Koefisien <i>Shoaling</i>
Tabel 4.4	Tinggi dan Kedalaman Gelombang Pecah
Tabel 4.5	Elevasi dan Tinggi Pemecah Gelombang Tetrapod
Tabel 4.6	Elevasi dan Tinggi Pemecah Gelombang Hexapod
Tabel 4.7	Elevasi dan Tinggi Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi
Tabel 4.8	Berat Batu Lapis Lindung 1 (Tetrapod)
Tabel 4.9	Berat Batu Lapis Lindung 1 (Hexapod)
Tabel 4.10	Berat Batu Lapis Lindung 1 (Kubus Modifikasi)
Tabel 4.11	Perbandingan Berat Batu Lapis Lindung 1
Tabel 4.12	Berat Batu Lapis Lindung 2
Tabel 4.13	Lebar dan Tebal Lapis Lindung 1 (Tetrapod)
Tabel 4.14	Lebar dan Tebal Lapis Lindung 1 (Hexapod)
Tabel 4.15	Lebar dan Tebal Lapis Lindung 1 (Kubus Modifikasi)
Tabel 4.16	Perbandingan Lebar dan Tebal Lapis Lindung 1
Tabel 4.17	Jumlah Batu dalam Lapis Lindung 1 (Tetrapod) tiap $10 \text{ m}^2$
Tabel 4.18	Jumlah Batu dalam Lapis Lindung 1 (Hexapod) tiap $10 \text{ m}^2$
Tabel 4.19	Jumlah Batu dalam Lapis Lindung 1 (Kubus Modifikasi) tiap $10 \text{ m}^2$
Tabel 4.20	Perbandingan Jumlah Batu dalam Lapis Lindung 1 tiap $10 \text{ m}^2$
Tabel 4.21	Lebar dan Tebal Lapis Lindung 2
Tabel 4.22	Jumlah Batu dalam Lapis Lindung 2 tiap $10 \text{ m}^2$
Tabel 4.23	Lapis Lindung 3 (Tetrapod)
Tabel 4.24	Lapis Lindung 3 (Hexapod)
Tabel 4.25	Lapis Lindung 3 (Kubus Modifikasi)



Tabel 4.26	Pelindung Kaki
Tabel 4.27	Luas dan Berat Sendiri pada Lapis Lindung 3 persatuan panjang (Pemecah Gelombang dengan Tetrapod)
Tabel 4.28	Luas dan Berat Sendiri pada Lapis Lindung 3 persatuan panjang (Pemecah Gelombang dengan Hexapod)
Tabel 4.29	Luas dan Berat Sendiri pada Lapis Lindung 3 persatuan panjang (Pemecah Gelombang dengan Kubus Modifikasi)
Tabel 4.30	Luas dan Berat Sendiri pada Lapis Lindung 2 persatuan panjang (Pemecah Gelombang dengan Tetrapod)
Tabel 4.31	Luas dan Berat Sendiri pada Lapis Lindung 2 persatuan panjang (Pemecah Gelombang dengan Hexapod)
Tabel 4.32	Luas dan Berat Sendiri pada Lapis Lindung 2 persatuan panjang (Pemecah Gelombang dengan Kubus Modifikasi)
Tabel 4.33	Luas dan Berat Sendiri pada Lapis Lindung 1 persatuan panjang (Pemecah Gelombang dengan Tetrapod)
Tabel 4.34	Luas dan Berat Sendiri pada Lapis Lindung 1 persatuan panjang (Pemecah Gelombang dengan Hexapod)
Tabel 4.35	Luas dan Berat Sendiri pada Lapis Lindung 1 persatuan panjang (Pemecah Gelombang dengan Kubus Modifikasi)
Tabel 4.36	Luas dan Berat Sendiri pada Pelindung Kaki 1
Tabel 4.37	Luas dan Berat Sendiri pada Pelindung Kaki 2
Tabel 4.38	Hasil Perhitungan Berat Sendiri Pemecah Gelombang dengan Tetrapod
Tabel 4.39	Hasil Perhitungan Berat Sendiri Pemecah Gelombang dengan Hexapod
Tabel 4.40	Hasil Perhitungan Berat Sendiri Pemecah Gelombang dengan Kubus Modifikasi
Tabel 4.41	Hasil Perhitungan Gaya <i>Uplift</i> untuk Pemecah Gelombang dengan Tetrapod
Tabel 4.42	Hasil Perhitungan Gaya <i>Uplift</i> untuk Pemecah Gelombang dengan Hexapod



- Tabel 4.43 Hasil Perhitungan Gaya *Uplift* untuk Pemecah Gelombang dengan Kubus Modifikasi
- Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Total Gaya Vertikal pada Pemecah Gelombang Tetrapod
- Tabel 4.45 Hasil Perhitungan Total Gaya Vertikal pada Pemecah Gelombang Hexapod
- Tabel 4.46 Hasil Perhitungan Total Gaya Vertikal pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi
- Tabel 4.47 Perbandingan Hasil Perhitungan Total Gaya Vertikal pada Pemecah Gelombang
- Tabel 4.48 Hasil Perhitungan Beban Gempa pada Pemecah Gelombang Tetrapod
- Tabel 4.49 Hasil Perhitungan Beban Gempa pada Pemecah Gelombang Hexapod
- Tabel 4.40 Hasil Perhitungan Beban Gempa pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi
- Tabel 4.51 Perbandingan Hasil Perhitungan Momen Akibat Beban Gempa pada Pemecah Gelombang
- Tabel 4.52 Hasil Perhitungan Beban Akibat Angin pada Pemecah Gelombang Tetrapod
- Tabel 4.53 Hasil Perhitungan Beban Akibat Angin pada Pemecah Gelombang Hexapod
- Tabel 4.54 Hasil Perhitungan Beban Akibat Angin pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi
- Tabel 4.55 Hasil Perhitungan Momen Akibat Beban Angin pada Pemecah Gelombang Tetrapod
- Tabel 4.56 Hasil Perhitungan Momen Akibat Beban Angin pada Pemecah Gelombang Hexapod
- Tabel 4.57 Hasil Perhitungan Momen Akibat Beban Angin pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi



- Tabel 4.58 Hasil Perhitungan Total Gaya Horizontal pada Pemecah Gelombang Tetrapod
- Tabel 4.59 Hasil Perhitungan Total Gaya Horizontal pada Pemecah Gelombang Hexapod
- Tabel 4.60 Hasil Perhitungan Total Gaya Horizontal pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi
- Tabel 4.61 Perbandingan Hasil Perhitungan Total Gaya Horizontal pada Pemecah Gelombang
- Tabel 4.62 Hasil Perhitungan Kontrol Stabilitas Terhadap Bahaya Geser pada Pemecah Gelombang Tetrapod
- Tabel 4.63 Hasil Perhitungan Kontrol Terhadap Bahaya Geser pada Pemecah Gelombang Tetrapod Setelah Perbaikan
- Tabel 4.64 Hasil Perhitungan Kontrol Stabilitas Terhadap Bahaya Geser pada Pemecah Gelombang Hexapod
- Tabel 4.65 Hasil Perhitungan Kontrol Terhadap Bahaya Geser pada Pemecah Gelombang Hexapod Setelah Perbaikan
- Tabel 4.66 Hasil Perhitungan Kontrol Stabilitas Terhadap Bahaya Geser pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi
- Tabel 4.67 Hasil Perhitungan Kontrol Terhadap Bahaya Geser pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi Setelah Perbaikan
- Tabel 4.68 Hasil Perhitungan Kontrol Stabilitas Terhadap Bahaya Guling pada Pemecah Gelombang Tetrapod
- Tabel 4.69 Hasil Perhitungan Kontrol Stabilitas Terhadap Bahaya Guling pada Pemecah Gelombang Hexapod
- Tabel 4.70 Hasil Perhitungan Kontrol Stabilitas Terhadap Bahaya Guling pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi
- Tabel 4.71 Hasil Perhitungan Eksentrisitas pada Pemecah Gelombang Tetrapod
- Tabel 4.72 Hasil Perhitungan Eksentrisitas pada Pemecah Gelombang Hexapod



Tabel 4.73	Hasil Perhitungan Eksentrisitas pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi
Tabel 4.74	Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah pada Pemecah Gelombang Tetrapod
Tabel 4.75	Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah pada Pemecah Gelombang Hexapod
Tabel 4.76	Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah pada Pemecah Gelombang Kubus Modifikasi
Tabel 4.77	Perbandingan Kondisi Gelombang
Tabel 4.78	Perbandingan Dimensi Pemecah Gelombang pada Kedalaman 1 meter
Tabel 4.79	Perbandingan Dimensi Pemecah Gelombang pada Kedalaman 2 meter
Tabel 4.80	Perbandingan Dimensi Pemecah Gelombang pada Kedalaman 3 meter
Tabel 4.81	Perbandingan Dimensi Pemecah Gelombang pada Kedalaman 4 meter
Tabel 4.82	Perbandingan Dimensi Pemecah Gelombang pada Kedalaman 5 meter
Tabel 4.83	Perbandingan Dimensi Pemecah Gelombang pada Kedalaman 6 meter
Tabel 4.84	Perbandingan Stabilitas Pemecah Gelombang
Tabel 5.1	Perbandingan Dimensi dan Stabilitas Pada Kedalaman 1 meter dan 6 meter

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1 Peta Jawa Tengah
- Gambar 2.1 Pemecah Gelombang PPI Logending Pantai Ayah
- Gambar 2.2 Pemecah Gelombang Lepas Pantai
- Gambar 2.3 Pemecah Gelombang Sambung Pantai
- Gambar 2.4 Pemecah Gelombang Sisi Miring Serangan Gelombang pada Satu Sisi
- Gambar 2.5 *Windrose*
- Gambar 2.6 *Fetch*
- Gambar 2.7 Grafik peramalan gelombang
- Gambar 2.8 Difraksi Gelombang
- Gambar 2.9 Penentuan Tinggi Gelombang Pecah
- Gambar 2.10 Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah
- Gambar 2.11 Grafik *Runup* Gelombang
- Gambar 2.12 Elevasi Muka Air Laut
- Gambar 2.13 Peta Bathimetri PPI Logending Pantai Ayah
- Gambar 3.1 Bagan Alir Penyusunan Laporan Tugas Akhir
- Gambar 4.1 Kontur Dasar Laut
- Gambar 4.2 Perencanaan Pemecah Gelombang
- Gambar 4.3 Perencanaan Dimensi Pemecah Gelombang
- Gambar 4.4 Perhitungan Stabilitas
- Gambar 4.5 Perhitungan Uplift
- Gambar 4.6 Peta Gempa Indonesia
- Gambar 4.7 Perhitungan Beban Akibat Angin
- Gambar 4.8 Perhitungan Beban Hidrostatik
- Gambar 4.9 Kontrol Stabilitas Terhadap Bahaya Geser
- Gambar 4.10 Kontrol Stabilitas Terhadap Bahaya Guling

- 
- 

**DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Fungsi d/L untuk penambahan nilai d/L<sub>o</sub>
- Lampiran 2 Koefisien Difraksi Gelombang
- Lampiran 3 Koefisien Stabilitas
- Lampiran 4 Angka Stabilitas N<sub>s</sub>
- Lampiran 5 Data Kondisi PPI Logending
- Lampiran 6 Spesifikasi Bentuk Batuan Buatan
- Lampiran 7 Desain Pemecah Gelombang



## INTISARI

**STUDI LAPIS LINDUNG PEMECAH GELOMBANG HEXAPOD, TETRAPOD, DAN KUBUS MODIFIKASI**, Nabilla kusuma, NPM 09.02.13350, tahun 2013, Bidang Peminatan Hidro, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Kabupaten Kebumen berada di Provinsi Jawa Tengah dengan letak memanjang di bagian selatan Pulau Jawa menjadikan Kebumen sebagai daerah yang memiliki banyak pantai dan difungsikan sebagai daerah wisata ataupun perikanan, salah satunya Pantai Ayah. Pelabuhan Pendaratan Ikan (PPI) Logending Pantai Ayah Kabupaten Kebumen diadakan untuk mendukung kegiatan tersebut. Dalam perencanaannya, PPI Logending dilengkapi dengan bangunan pengaman yaitu *breakwater* menggunakan tipe sisi miring dengan hexapod. pemecah gelombang dengan bentuk batuan buatan berkembang dengan pesat sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang ada. Bentuk batuan buatan dapat berupa tetrapod, tribar, hexapod, dolos, kubus modifikasi. Bentuk batuan dapat mempengaruhi desain dan stabilitas yang ada.

Studi ini merencanakan pemecah gelombang yang masing-masing menggunakan batuan buatan hexapod, tetrapod, dan kubus modifikasi dengan daerah studi PPI Logending Pantai Ayah Kabupaten Kebumen. Dalam merencanakan pemecah gelombang dengan tiga bentuk batuan buatan diperlukan data angin, data gelombang, data pasang surut, dan data tanah. Perhitungan data dilakukan dengan teori yang mendukung sehingga dihasilkan desain pemecah gelombang dan perhitungan stabilitas yang berbeda tiap pemecah gelombang sesuai dengan titik kedalaman yang ditinjau.

Dari hasil studi lapis lindung pemecah gelombang hexapod, tetrapod dan kubus modifikasi diperoleh nilai faktor keamanan geser dan guling yang relatif sama dengan dimensi pemecah gelombang hexapod adalah yang terkecil kemudian pemecah gelombang tetrapod dan pemecah gelombang kubus modifikasi. Apabila ditinjau dari kemudahan dalam produksi batuan buatan maka pemecah gelombang dengan bentuk batuan kubus modifikasi adalah yang termudah kemudian bentuk batuan tetrapod dan hexapod.

**Kata kunci** : *Breakwater*, Tetrapod, Hexapod, Kubus modifikasi, Stabilitas Pemecah Gelombang.