

LAPORAN PENELITIAN TAHUN PERTAMA

Hibah
PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI
(Hibah PEKERTI)

MENGENAL KORELASI ANTARA GEOMETRI KURVA GARIS PANTAI DENGAN INTENSITAS DAMPAK TSUNAMI DI INDONESIA BERDASARKAN ANALISIS FRAKTAL

TPP

T. Listyani R.A., S.T., M.T.
Ir. A. Isjudarto, M.T.
(STTNAS, Yogyakarta)

TPM

Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., MSc.
Dr. Ir. Heru Sigit Purwanto, M.T.
(UPN "Veteran" Yogyakarta)



Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Departemen Pendidikan Nasional,
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian
Nomor : 138/SP3/DP2M/II/2006, tanggal 1 Februari 2006

JURUSAN TEKNIK GEOLOGI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL
YOGYAKARTA

Oktober, 2006



HALAMAN PENGESAHAN

1. **Judul : MENGAJAI KORELASI ANTARA GEOMETRI KURVA GARIS PANTAI DENGAN INTENSITAS DAMPAK TSUNAMI DI INDONESIA BERDASARKAN ANALISIS FRAKTAL**
2. **Ketua TPP**
 - a. Nama Lengkap : T. Listyani R.A., S.T., M.T.
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. N I K : 1973 0077
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor
 - e. Jabatan Struktural : -
 - f. Bidang Keahlian : Geologi Pengembangan Wilayah
 - g. Jurusan : Teknik Geologi
 - h. Perguruan Tinggi : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
3. **Anggota Peneliti** : Ir. Ag. Isjudarto, M.T.
4. **Ketua TPM**
 - a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., MSc.
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP : 030 178 657
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - e. Jabatan Struktural : Dekan FTM
 - f. Bidang Keahlian : Geohidrologi
 - g. Jurusan : Teknik Geologi
 - h. Perguruan Tinggi : UPN Veteran Yogyakarta
5. **Jangka Waktu dan Pendanaan Penelitian**
 - a. Jangka waktu yang diusulkan : 2 tahun
 - b. Jangka waktu yang sudah dijalani : 1 tahun
 - c. Biaya yang disetujui tahun I : Rp. 72.060.000,00 (Tujuh puluh dua juta enam enam puluh ribu rupiah).

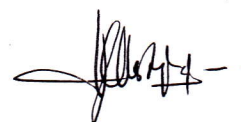
Menyetujui,
Ketua TPM



(Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., MSc.)
NIP. 030 178 657

Yogyakarta, 10 Oktober 2006

Ketua TPP,



(T. Listyani R.A., S.T., M.T.)
NIK : 1973 0077



Mengetahui,
Ketua STTNAS Yogyakarta

(Ir. R. Soekrisno, MSME, Ph.D.)
NIP : 130 530 568



Menyetujui,
Ketua P3M STTNAS Yogyakarta,

(Drs. H. Triwuryanto, M.T.)
NIP 130 936 823

SARI

Pada tanggal 26 Desember 2004 yang lalu, telah terjadi bencana gempa bumi dan tsunami yang melanda wilayah Pantai Barat Sumatera Utara dan Daerah Istimewa Aceh. Bencana ini telah menelan begitu banyak korban jiwa maupun harta benda. Bencana serupa juga pernah terjadi di beberapa daerah di Indonesia yang berbatasan dengan Samudera Indonesia. Dengan terjadinya beberapa kali bencana tsunami tersebut maka peneliti tergerak ingin mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan fenomena tersebut, yaitu untuk menentukan geometri / harga dimensi garis pantai, menentukan korelasi antara geometri garis pantai dengan intensitas dampak yang ditimbulkan oleh bencana tsunami serta membuat peta prediksi intensitas dampak tsunami di daerah pantai Kepulauan Indonesia yang berbatasan dengan Samudera Indonesia.

Kajian kebencanaan tsunami dalam penelitian ini ditekankan di daerah Aceh – Sumatera Utara dan Pangandaran – Cilacap (Jawa Barat – Jawa Tengah). Peta topografi, peta geologi, citra landsat, foto udara dan data penunjang lainnya serta perangkat komputer digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini dilaksanakan dengan cara melakukan pekerjaan studio dan survai lapangan. Analisis dilakukan dengan metode baru analisis geometri fraktal, analisis penginderaan jauh dan analisis statistik. Hasilnya diharapkan dapat digunakan untuk memprediksi intensitas dampak bencana tsunami berdasarkan bentuk kurva garis pantai di daerah yang bersangkutan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada korelasi yang cukup baik antara geometri garis pantai dengan dampak korban tsunami yang berupa korban jiwa di daerah Pangandaran dan sekitarnya dengan koefisien korelasi atau r sebesar 0,73, namun hal tersebut kurang jelas terlihat di daerah Aceh – Sumatra Utara ($r = 0,15$ sampai 0,26). Korelasi antara geometri garis pantai dengan kerusakan infrastruktur di Aceh sebesar 0,64, sedangkan korelasinya dengan kerusakan rumah di Pangandaran dan sekitarnya hanya 0,41. Korelasi antara geometri garis pantai dengan kerusakan *mangrove* di Aceh kurang baik ($r = 0,22$). Daerah dengan pantai yang memiliki geometri garis pantai berliku atau morfologi teluk umumnya memiliki dimensi fraktal yang cukup besar, dan hal ini biasanya ditandai dengan dampak kerusakan tsunami yang besar pula. Peta prediksi potensi tsunami berbagai wilayah di pantai Kepulauan Indonesia yang dibuat berdasarkan geometri garis pantai serta dengan mempertimbangkan kondisi morfologi daerah menghasilkan klasifikasi daerah dengan potensi yang rawan, sedang atau aman terhadap tsunami. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penyelamatan lingkungan dari bencana alam tsunami, disamping bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara umum. Model dan metode ini dapat diterapkan di daerah lain dengan kondisi geografi dan permasalahan serupa.

Kata kunci : intensitas dampak tsunami, bentuk kurva garis pantai, geometri fraktal.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan terima kasih penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang karena belas kasihNya maka penelitian ini dapat selesai pada waktunya. Penelitian ini merupakan hasil penelitian hibah kerjasama antar perguruan tinggi (Hibah PEKERTI), dan merupakan salah satu kegiatan yang termasuk dalam Tri Dharma Perguruan Tinggi. Pada saat ini penulis bersama tim diberi kesempatan untuk melakukan penelitian dengan menggunakan dana bantuan dari Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional. Dalam penelitian ini penulis ingin lebih mengenal aspek geomorfologi pantai yang terkait dengan bencana geologi tsunami. Untuk itu tim telah melaksanakan penelitian yang berjudul **"Mengkaji Korelasi antara Geometri Kurva Garis Pantai dengan Intensitas Dampak Tsunami di Indonesia berdasarkan Analisis Fraktal"**.

Penelitian kali ini berusaha mengkaji hubungan antara morfologi garis pantai dengan dampak bencana tsunami di beberapa daerah di Indonesia, khususnya yang berbatasan dengan Samudera Hindia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dalam ilmu geologi dan kebencanaan wilayah. Laporan ini merupakan hasil penelitian Hibah Pekerti Tahun I dari penelitian yang direncanakan berjalan selama 2 tahun.

Berbagai bantuan, baik moril maupun materiil telah penulis terima selama kegiatan penelitian ini dilakukan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.
2. Ketua Jurusan Teknik Geologi UPN Veteran Yogyakarta.
3. Kepala Laboratorium Penginderaan Jauh, UPN Veteran Yogyakarta.
4. Ketua STTNAS Yogyakarta beserta staf.
5. Kepala P3M STTNAS Yogyakarta beserta staf.
6. Ketua Jurusan Teknik Geologi STTNAS beserta staf.
7. Rekan-rekan dan karyawan STTNAS yang terlibat secara langsung maupun tak langsung dalam penelitian ini serta keluarga dan saudara yang tak sempat penulis sebutkan satu per satu, yang telah banyak memberikan bantuan dan kerjasamanya yang baik.

Selanjutnya, demi perbaikan penelitian berikutnya maka penulis mengharapkan adanya kritik atau saran dari pembaca sekalian. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi masyarakat yang tinggal di sekitar pantai yang berhadapan dengan Samudera Indonesia.

Yogyakarta, 10 Oktober 2006
Tim Peneliti

DAFTAR ISI

Halaman :

HALAMAN PENGESAHAN	i
SARI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Lokasi Penelitian	1
1.2. Latar Belakang	1
BAB II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN TAHUN PERTAMA	5
2.1. Tujuan Penelitian	5
2.2. Manfaat Penelitian	5
BAB III. TINJAUAN PUSTAKA	7
3.1. Geologi Regional	7
3.1.1. Fisiografi	7
3.1.2. Stratigrafi	9
3.1.3. Tektonik	9
3.2. Gempa dan Tsunami	10
3.2.1. Gempa dan Pergerakan Lempeng	10
3.2.2. Tsunami	12
3.2.3. Tsunami dan Garis Pantai	14
3.3. Teori Fraktal	15
3.3.1. Pengantar	15
3.3.2. Geometri Fraktal	16
3.3.2.1. Dimensi <i>Similarity</i>	17
3.3.2.2. Dimensi Boks	17
3.3.3. Fraktal dan Garis Pantai	18
BAB IV. METODE PENELITIAN	19
4.1. Tahapan Kerja	19
4.2. Alat dan Bahan Penelitian	22
4.3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	23
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
5.1. Kajian Geologi	24
5.2. Kajian Tektonik	26
5.3. Kajian Gempa dan Tsunami	29
5.3.1. Kegempaan di Indonesia	29
5.3.2. Gempa Bumi Sumatra 26 Desember 2004	31
5.3.2.1. Karakteristik Gempa	33

5.3.2.2. Kekuatan Gempa	35
5.3.2.3. Gempa Susulan	36
5.3.3. Sejarah Tsunami di Indonesia	36
5.3.4. Tsunami Aceh dan Sumatra Utara 2004	39
5.3.5. Potensi Gempa dan Tsunami di Indonesia	43
5.4. Analisis Penginderaan Jauh	45
5.4.1. Citra Landsat	45
5.4.2. Citra Foto Udara	46
5.5. Analisis Fraktal	53
5.6. Kajian Lapangan	59
5.6.1. Daerah Aceh dan Sekitarnya, Sumatra	59
5.6.1.1. Daerah Banda Aceh	59
5.6.1.2. Daerah Calang	61
5.6.1.3. Lamno	62
5.6.1.4. Meulaboh	63
5.6.2. Daerah Pangandaran – Cilacap dan Sekitarnya (Jawa Barat – Jawa Tengah)	64
5.6.2.1. Pantai Pasir	64
5.6.2.2. Pantai Karangbolong	66
5.6.2.3. Pantai Jetis	67
5.6.2.4. Pantai Widara Payung	69
5.6.2.5. Pantai Teluk Penyus	69
5.6.2.6. Pantai Pangandaran	70
5.7. Dampak Tsunami	73
5.7.1. Macam-macam Dampak Tsunami 26 Desember 2004	73
5.7.1.1. Dampak Kemanusiaan	73
5.7.1.2. Dampak Ekonomi	75
5.7.1.3. Dampak Lingkungan	76
5.7.2. Tinjauan Dampak di Beberapa Kota	76
5.7.2.1. Banda Aceh	78
5.7.2.2. Log Nga	79
5.7.2.3. Meulaboh dan Calang	79
5.7.2. Data Korban Tsunami	80
5.7.2.1. Korban Tsunami Aceh dan Sumatra Utara	80
5.7.2.1.1. Korban Meninggal	81
5.7.2.1.2. Kerusakan Rumah / Bangunan	82
5.7.2.1.3. Kerusakan Ekosistem	84
5.7.2.2. Korban Tsunami Pangandaran	85
5.8. Analisis Statistik	88
5.8.1. Analisis Statistik untuk Daerah Aceh – Sumatra Utara	88
5.8.1.1. Korelasi antara Geometri Garis Pantai dengan Dampak Korban Jiwa	89
5.8.1.2. Korelasi antara Geometri Garis Pantai dengan Dampak Tsunami Kerusakan Infrastruktur dan <i>Mangrove</i>	90
5.8.2. Analisis Statistik untuk Daerah Pangandaran – Cilacap	92
5.8.2.1. Korelasi antara Geometri Garis Pantai dengan	

Dampak Korban Jiwa	92
5.8.2.2. Korelasi antara Geometri Garis Pantai dengan Dampak Kerusakan Rumah	93
5.9. Analisis Prediksi Dampak Tsunami di Tempat Lain	95
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	97
6.1. Kesimpulan	97
6.2. Saran.....	98
BAB VII. RENCANA PENELITIAN TAHUN KEDUA	99
7.1. Tujuan Khusus	99
7.2. Metode	99
7.3. Jadwal Kerja	102
DAFTAR PUSTAKA	103

LAMPIRAN

1. Data Perhitungan Jumlah Kotak, $Nr(F)$.
2. Contoh Hasil Plot $Nr(F)$ vs R

DAFTAR GAMBAR

Halaman :

Gambar 1.1.	Peta lokasi daerah penelitian	2
Gambar 3.1.	Peta Geologi Banda Aceh disederhanakan (Bennett, dkk., 1981)	8
Gambar 3.2.	Posisi lempeng tektonik (USGS, 2005).....	10
Gambar 3.3.	Zonasi daerah bahaya gempa bumi (USGS, 2005)	11
Gambar 3.4.	Peta zone potensi tsunami	14
Gambar 4.1.	Bagan alir metode penelitian	21
Gambar 5.1.	Tatanan tektonik zona penunjaman	26
Gambar 5.2.	Tektonik Sumatra (Davies, 1984)	27
Gambar 5.3.	Zona subduksi di wilayah pantai barat Sumatera	29
Gambar 5.4.	Tatanan tektonik dan zonasi kegempaan di Indonesia (Latief, 2005)	30
Gambar 5.5.	Sejarah kegempaan di Sumatra (Danny, 2002, dalam Latief, 2005)	30
Gambar 5.6.	Daerah yang terkena dampak Gempa Sumatra – Andaman 26 Desember 2004	31
Gambar 5.7.	Pusat-pusat gempa di Sumatra (Latief, 2005)	32
Gambar 5.8.	Mekanisme pembangkitan tsunami oleh gempa (Latief, 2005)	38
Gambar 5.9.	Pola penyebaran gelombang	40
Gambar 5.10.	Kondisi gelombang permukaan air laut, diukur 2 jam setelah gempa tanggal 26 Desember 2004	40
Gambar 5.11.	Peta wilayah rawan gempa bumi merusak di Indonesia	44
Gambar 5.12.	Peta wilayah rawan tsunami di Indonesia	44
Gambar 5.13.	Kenampakan terjangan air laut menuju darat dari citra landsat	46
Gambar 5.14.	Kenampakan foto udara daerah Aceh sebelum tsunami	48
Gambar 5.15.	Foto udara yang menggambarkan keadaan daerah Nangroe Aceh Darussalam sebelum terjadinya tsunami	49
Gambar 5.16.	Citra foto udara pada saat tsunami mulai melanda	49
Gambar 5.17.	Foto udara daerah Aceh sesudah tsunami	50
Gambar 5.18.	Kenampakan foto udara daerah Aceh sesudah tsunami	51
Gambar 5.19.	Foto udara daerah Aceh sesudah tsunami pada tanggal 29 Desember 2006	52
Gambar 5.20.	Metoda <i>box counting</i> untuk menentukan dimensi fraktal (Kusumayudha, 2005)	53
Gambar 5.21.	Contoh hasil plot $Nr(F)$ vs r pada grafik log-log untuk menentukan D	54
Gambar 5.22.	Garis pantai di kepulauan Indonesia bagian selatan dan pembagian ruas	57

Gambar 5.23.	Delineasi daerah di sekitar pantai selatan Kepulauan Indonesia yang berpotensi terkena tsunami	58
Gambar 5.24.	Kerusakan bangunan di tepi pantai Kota Banda Aceh...	59
Gambar 5.25.	Puing-puing bangunan yang rusak dan teronggok akibat tsunami	60
Gambar 5.26.	Bangunan yang kokohpun rusak akibat tsunami	60
Gambar 5.27.	Perahu terdampar di tepi jalan akibat terjangan tsunami	60
Gambar 5.28.	Kenampakan kerusakan bangunan di daerah Calang...	61
Gambar 5.29.	Puing-puing bangunan yang berserakan di tepi pantai di Kota di Calang	61
Gambar 5.30.	Batuan metasedimen penyusun geologi daerah Lamno	62
Gambar 5.31.	Bangunan yang rusak berak akibat gempa dan tsunami di Lamno	62
Gambar 5.32.	Kerusakan bangunan di Meulaboh	63
Gambar 5.33.	Hutan <i>mangrove</i> yang rusak di Meulaboh	63
Gambar 5.34.	Kondisi Pantai Pasir yang rusak akibat terjangan tsunami	64
Gambar 5.35.	Rumah-rumah kecil / warung yang roboh akibat tsunami di Pantai Pasir	65
Gambar 5.36.	Perahu-perahu yang rusak, sebagian terdampar di daratan akibat tsunami di Pantai Pasir	65
Gambar 5.37.	Perahu yang pecah akibat gelombang tsunami di Pantai Pasir	65
Gambar 5.38.	Kondisi Pantai Karangbolong beberapa hari setelah tsunami	66
Gambar 5.39.	Persawahan yang rusak akibat tsunami di Pantai Jetis.	67
Gambar 5.40.	Fondasi di tepi Pantai Jetis roboh akibat tsunami	67
Gambar 5.41.	Bangunan tak permanen di tepi pantai rusak akibat tsunami di Pantai Jetis	68
Gambar 5.42.	Atap bangunan yang masih menyisakan bukti hampasan tsunami di Pantai Jetis	68
Gambar 5.43.	Kondisi areal persawahan yang rusak akibat terjangan tsunami di tepi Pantai Widara Payung	69
Gambar 5.44.	Kenampakan Pantai Teluk Penyu. Tampak P. Nusakambangan	70
Gambar 5.45.	Tinggi muka air laut pada saat tsunami menerjang Pantai Pangandaran	71
Gambar 5.46.	Beberapa hotel di Pangandaran roboh akibat tsunami .	71
Gambar 5.47.	Perahu nelayan yang naik ke daratan akibat hampasan tsunami di Pangandaran	72
Gambar 5.48.	Warung-warung roboh sampai menjadi rata tanah akibat tsunami di Pangandaran	72
Gambar 5.49.	Grafik hubungan antara dimensi fraktal dengan prosentase korban jiwa akibat tsunami Aceh terhadap jumlah penduduk di masing-masing daerah	89
Gambar 5.50.	Grafik hubungan antara dimensi fraktal dengan prosentase jumlah korban jiwa terhadap total jumlah	

	korban yang dapat dianalisis	90
Gambar 5.51.	Grafik hubungan antara dimensi fraktal dengan prosentase kerusakan infrastruktur di Aceh	91
Gambar 5.52.	Grafik hubungan antara dimensi fraktal dengan prosentase kerusakan <i>mangrove</i> di Aceh	91
Gambar 5.53.	Grafik hubungan antara dimensi fraktal dengan jumlah korban jiwa akibat tsunami Pangandaran 2006	92
Gambar 5.54.	Grafik hubungan antara dimensi fraktal dengan prosentase rumah rusak	93
Gambar 5.55.	Peta prediksi dampak tsunami di Kepulauan Indonesia bagian selatan	96
Gambar 7.1.	Bagan Alir Metode Penelitian	100

DAFTAR TABEL

		Halaman :
Tabel 4.1.	Kegiatan penelitian	20
Tabel 4.2.	Peralatan dan bahan penelitian	22
Tabel 4.3.	Lokasi dan subyek penelitian	23
Tabel 4.4.	Jadwal penelitian	23
Tabel 5.1.	Tsunami yang pernah terjadi di Indonesia dan sumber pembangkitnya	37
Tabel 5.2.	Kejadian tsunami 10 tahun terakhir di Indonesia (Latief, 2005)	37
Tabel 5.3.	Sejarah tsunami di Sumatera (Latief, 2002, dalam Latief, 2005)	38
Tabel 5.4.	Pembagian ruas dan dimensi boks pola garis pantai di bagian selatan Kepulauan Indonesia	55
Tabel 5.5.	Data korban jiwa akibat tsunami 26 Desember 2004 di Propinsi Aceh	81
Tabel 5.6.	Data korban jiwa akibat tsunami 26 Desember 2004 di Propinsi Sumatra Utara	82
Tabel. 5.7.	Data jumlah rumah rusak di beberapa kabupaten di Propinsi Nangroe Aceh Darussalam	83
Tabel 5.8.	Tingkat kerusakan infrastruktur	83
Tabel 5.9.	Tingkat kerusakan sarana prasarana	84
Tabel 5.10.	Data kerusakan tambak dan sawah	85
Tabel 5.11.	Data kerusakan hutan <i>mangrove</i>	85
Tabel 5.12.	Data korban tsunami Pangandaran per kabupaten	87
Tabel 5.13.	Jumlah prasarana yang mengalami kerusakan	87
Tabel 5.14.	Data dimensi fraktal dan dampak tsunami Aceh – Sumatra Utara.	88
Tabel 5.15.	Data korban tsunami Pangandaran	92
Tabel 7.1.	Jadwal Penelitian Tahap II	102

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Lokasi Penelitian

Penelitian tentang tsunami kali ini dilakukan terhadap beberapa daerah yang berbatasan dengan Samudera Indonesia dan dilaksanakan dalam dua tahun. Pada tahun pertama ini penelitian dilakukan dengan penekanan studi kasus untuk daerah Aceh dan Sumatera Utara (Gambar 1.1).

Pekerjaan studio dilakukan dengan melakukan kajian geometri garis pantai terhadap beberapa daerah di Indonesia yang memiliki pantai selatan yang berbatasan dengan Samudera Indonesia. Lokasi peninjauan lapangan untuk penelitian tahun pertama ini meliputi daerah Pantai Barat Propinsi Sumatera Utara dan Daerah Istimewa Aceh. Tempat-tempat untuk melakukan analisis dan pengujian dalam penelitian ini antara lain:

- Laboratorium Geologi Dinamik STTNAS, Yogyakarta.
- Studio Gambar Teknik UPN "Veteran" dan STTNAS Yogyakarta.

1.2. Latar Belakang

Hibah PEKERTI yang diprogramkan oleh DIKTI merupakan sarana untuk menggalang kerjasama antar perguruan tinggi melalui penelitian ilmiah. Dalam kegiatan ini pihak TPP berkeinginan untuk belajar meneliti lebih baik di bawah bimbingan TPM. Di lain pihak, TPM juga memperoleh manfaat dengan membagikan dan mengembangkan ilmunya kepada TPP sehingga terbangun kerjasama yang baik bahkan kalau mungkin terjadi inovasi teknologi / IPTEKS. Pada kesempatan ini STTNAS sebagai TPP ingin belajar meneliti dengan sarana dan bimbingan TPM dari institusi UPN Veteran Yogyakarta. Penelitian yang ingin diangkat kali ini berkaitan dengan tsunami yang merupakan fenomena hangat yang baru saja terjadi.

BAB II

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN TAHUN PERTAMA

2.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian bersama ini bagi TPP adalah untuk belajar meneliti / magang kepada pihak TPM. Dengan pembelajaran tersebut diharapkan akan terjadi jalinan kerjasama yang baik antara TPP dan TPM maupun antar institusi yang bersangkutan.

Dari sisi keilmuan, penelitian ini memiliki beberapa tujuan, yaitu :

- 1) Untuk menentukan geometri garis pantai di daerah yang pernah mengalami bencana tsunami, dan menentukan harga dimensinya.
- 2) Menentukan sejauh mana korelasi antara geometri garis pantai dengan intensitas dampak yang ditimbulkan oleh bencana tsunami.
- 3) Membuat peta prediksi intensitas dampak tsunami di daerah pantai. Kepulauan Indonesia yang berbatasan dengan Samudera Indonesia.

Hingga saat ini peta prediksi dampak tsunami belum pernah dibuat. Salah satu tujuan penelitian ini adalah menyusun peta tersebut, dengan demikian penelitian ini merupakan penelitian yang baru dan orisinal. Kontribusinya sangat baik terhadap perkembangan ilmu pengetahuan serta terhadap pembangunan nasional. Pada laporan Hibah Pekerti tahun I ini ingin dicoba membuat peta prediksi bencana alam tsunami di berbagai daerah di Kepulauan Indonesia khususnya yang berada di wilayah Indonesia bagian barat.

2.2. Manfaat Penelitian

Hasil dan manfaat yang dapat diperoleh dari program PEKERTI adalah peningkatan kemampuan dan kualitas menelitian pihak TPP setelah magang pada TPM. Selain itu, hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Peta prediksi intensitas dampak bencana tsunami di sepanjang pantai Kepulauan Indonesia yang berhadapan dengan Samudera Indonesia.

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Geologi Regional

Hampir di semua wilayah Kepulauan Indonesia bagian barat dan selatan berpotensi terhadap kejadian gempa bumi dan tsunami. Daerah-daerah tersebut tersebar dari P. Sumatra, Jawa, Bali, Lombok, Nusa Tenggara Barat hingga Nusa Tenggara Timur.

Daerah yang telah terlanda tsunami yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini adalah daerah Nangroe Aceh Darussalam dan Sumatra Utara yang termasuk dalam Peta Geologi Banda Aceh, Sumatra, skala 1 : 250.000 yang dibuat oleh Puslitbang Geologi, Bandung (1981). Peta geologi sederhana dengan kenampakan struktural dan paleogeografik dari daerah ini diperlihatkan pada Gambar 3.1.

3.1.1. Fisiografi

Pola pengaliran di daerah Sumatra mengikuti puncak Rangkaian Pantai Barat dari Pegunungan Barisan, yang berarah selatan - timur memotong bagian tenggara daerah ini dan mencapai elevasi di atas 2000 m. Reliefnya tajam dengan lereng perbukitan yang dipenuhi oleh hutan. Ke arah timur, perbukitan ini memiliki sayap kaki bukit pantai utara yang kadang-kadang melampar hingga 500 m, dan tersusun oleh sedimen Tersier muda yang lunak. Suatu zone pada daerah rendahan juga tersusun oleh lapisan Tersier yang mencapai elevasi 900 m, menempati daerah di sepanjang pantai barat di bagian barat daya daerah Aceh dan Sumatra Utara.

Gunungapi Plio – Plistosen yang luas membentuk tinggian berumput yang kering di sepanjang pantai utara, ke arah barat Sigli. Morfologi ini umumnya menempati elevasi berkisar dari 500 – 800 m, terpisah dari puncak G. Seulawah Agam yang mencapai elevasi 1810 m. Teluk Banda Aceh memisahkan perbukitan vulkanik ini dari Bukit Barisan, dengan sedimen Plio –

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Tahapan Kerja

Penelitian ini hendak mengkaji korelasi antara bentuk kurva garis pantai suatu daerah yang berada di pantai barat dan selatan Kepulauan Indonesia dengan intensitas kerusakan dan kerugian yang diakibatkan oleh terjadinya bencana tsunami. Kajian ini dilakukan dengan menggunakan metode analisis geometri fraktal. Adapun pendekatan yang diterapkan adalah analisis geometri fraktal yang didukung dengan analisis citra penginderaan jauh foto udara serta citra satelit serta analisis statistik, menggunakan perangkat lunak komputer, dilengkapi dengan peninjauan lapangan secara langsung.

Dalam penelitian ini akan diaplikasikan analisis geometri fraktal yang dikombinasikan dengan interpretasi penginderaan jauh dan analisis statistik. Beberapa aspek geometrik dari berbagai parameter faktor intensitas dampak tsunami akan dikuantifikasi dengan menggunakan metode *box counting*. Dari kuantifikasi tersebut akan dapat dihasilkan segmen-segmen yang menunjukkan harga dimensi fraktal tertentu. Setiap harga dimensi tertentu mencerminkan kondisi fisik tertentu pula. Untuk mengaplikasikan konsep fraktal, obyek yang dipelajari harus ditentukan harga dimensinya. Ada beberapa metode untuk menentukan dimensi fraktal, namun di dalam penelitian ini digunakan metode *box counting*.

Dimensi boks (D) yaitu dimensi fraktal yang diperoleh dari *box counting*, ditentukan dengan persamaan:

$$D = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log Nr(F)}{-\log r}$$

di mana :

$Nr(F)$ adalah jumlah boks bersisi r yang melingkupi / memotong himpunan fraktal (F), dan r adalah panjang sisi boks.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Kajian Geologi

Bencana alam geologi, termasuk gempa bumi dan tsunami sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi suatu daerah. Kondisi geologi tersebut tercermin dalam morfologi, batuan / litologi maupun struktur geologinya.

Kondisi morfologi suatu daerah yang mempengaruhi besar kecilnya dampak tsunami terutama adalah morfologi pantai. Ada berbagai macam morfologi pantai di sepanjang Kepulauan Indonesia, misalnya pantai landai berlumpur, pantai landai berbukit pasir (*dunes*), pantai terjal berbatugamping / liars, pantai terjal berbatu lunak maupun pantai dengan terumbu karang. Sampurno (2005) mengatakan bahwa pantai landai berbukit pasir dapat meredam tsunami, demikian pula pantai terjal berbatu gamping serta pantai dengan terumbu karang. Akan tetapi, pantai terjal berbatu lunak mudah terkikis dan longsor.

Morfologi garis pantai, khususnya bentuk kurva garis pantai juga dapat berpengaruh terhadap besar kecilnya dampak yang ditimbulkan oleh bencana tsunami. Garis pantai yang berkelok-kelok dengan beberapa morfologi teluk atau tanjung tentunya memiliki dampak yang berbeda dengan garis pantai yang lurus. Adanya teluk dapat menjadi sarana pemusatan energi sehingga gelombang laut yang terhempas ke arah teluk tersebut dapat memiliki energi yang sangat kuat.

Beberapa daerah di Aceh memiliki pantai yang berpasir. Pada daerah pantai yang seperti itu dampak gempa dan tsunami dapat lebih dikurangi dibanding daerah pantai yang berbatu lunak. Daerah pantai yang memiliki bukit pasir / *dunes* seperti Parangtritis juga lebih aman terhadap gempa bumi maupun tsunami.

Berbagai jenis batuan, baik batuan sedimen, beku dan metamorf bersama-sama membentuk Kepulauan Indonesia. Dari Sumatra hingga Nusa Tenggara Timur batuan tersebut mengalami deformasi akibat adanya *stress* /

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Penelitian Hibah Pekerti tahun pertama tentang tsunami ini dilakukan dengan mengkaji beberapa daerah yang berbatasan dengan Samudera Indonesia. Penekanan studi dalam penelitian dilakukan di daerah korban bencana tsunami di Aceh – Sumatra Utara dan Pangandaran – Cilacap (Jawa Barat – Jawa Tengah).

Metode analisis fraktal dalam penelitian ini dicoba diterapkan untuk mengenal geometri garis pantai dengan melihat dimensi fraktalnya. Kajian terhadap data sekunder, analisis citra penginderaan jauh, statistik serta survai lapangan dilakukan guna melengkapi penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

1. Ada korelasi yang cukup baik antara geometri garis pantai dengan dampak korban tsunami yang berupa korban jiwa di daerah Pangandaran dan sekitarnya ($r = 0,73$). Korelasi antara kedua parameter tersebut kurang jelas diperlihatkan untuk daerah Aceh – Sumatra Utara ($r = 0,15$ sampai $0,26$).
2. Korelasi antara geometri garis pantai dengan kerusakan infrastruktur dan rumah tidak terlalu baik. Di Aceh – Sumatra Utara korelasinya ditunjukkan dengan harga koefisien korelasi (r) sebesar $0,64$, sedangkan di Pangandaran dan sekitarnya hanya $0,41$. Korelasi antara geometri garis pantai dengan kerusakan *mangrove* di Aceh kurang baik ($r = 0,22$).
3. Daerah dengan pantai yang memiliki geometri garis pantai berliku atau morfologi teluk umumnya memiliki dimensi fraktal yang cukup besar. Harga dimensi fraktal yang cukup besar ini biasanya ditandai dengan potensi dampak kerusakan tsunami yang besar pula.
4. Peta prediksi potensi tsunami berbagai wilayah di pantai Kepulauan Indonesia dibuat berdasarkan geometri garis pantai yang terwakili oleh harga dimensi fraktal serta dengan mempertimbangkan kondisi morfologi daerah di sekitar pantai tersebut. Hasil penelitian ini dituangkan dalam peta

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Penelitian Hibah Pekerti tahun pertama tentang tsunami ini dilakukan dengan mengkaji beberapa daerah yang berbatasan dengan Samudera Indonesia. Penekanan studi dalam penelitian dilakukan di daerah korban bencana tsunami di Aceh – Sumatra Utara dan Pangandaran – Cilacap (Jawa Barat – Jawa Tengah).

Metode analisis fraktal dalam penelitian ini dicoba diterapkan untuk mengenal geometri garis pantai dengan melihat dimensi fraktalnya. Kajian terhadap data sekunder, analisis citra penginderaan jauh, statistik serta survai lapangan dilakukan guna melengkapi penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

1. Ada korelasi yang cukup baik antara geometri garis pantai dengan dampak korban tsunami yang berupa korban jiwa di daerah Pangandaran dan sekitarnya ($r = 0,73$). Korelasi antara kedua parameter tersebut kurang jelas diperlihatkan untuk daerah Aceh – Sumatra Utara ($r = 0,15$ sampai $0,26$).
2. Korelasi antara geometri garis pantai dengan kerusakan infrastruktur dan rumah tidak terlalu baik. Di Aceh – Sumatra Utara korelasinya ditunjukkan dengan harga koefisien korelasi (r) sebesar $0,64$, sedangkan di Pangandaran dan sekitarnya hanya $0,41$. Korelasi antara geometri garis pantai dengan kerusakan *mangrove* di Aceh kurang baik ($r = 0,22$).
3. Daerah dengan pantai yang memiliki geometri garis pantai berliku atau morfologi teluk umumnya memiliki dimensi fraktal yang cukup besar. Harga dimensi fraktal yang cukup besar ini biasanya ditandai dengan potensi dampak kerusakan tsunami yang besar pula.
4. Peta prediksi potensi tsunami berbagai wilayah di pantai Kepulauan Indonesia dibuat berdasarkan geometri garis pantai yang terwakili oleh harga dimensi fraktal serta dengan mempertimbangkan kondisi morfologi daerah di sekitar pantai tersebut. Hasil penelitian ini dituangkan dalam peta

BAB VII

RENCANA PENELITIAN TAHUN KEDUA

dan Khusus

dan dilaksanakannya penelitian bersama ini bagi TPP adalah untuk peneliti / magang kepada pihak TPM. Dengan pembelajaran tersebut akan terjadi jalinan kerjasama yang baik antara TPP dan TPM antar institusi yang bersangkutan.

Aspek keilmuan, penelitian ini memiliki beberapa tujuan, yaitu :

menentukan geometri garis pantai di daerah yang pernah mengalami tsunami, dan menentukan harga dimensinya.

menentukan sejauh mana korelasi antara geometri garis pantai dengan dampak yang ditimbulkan oleh bencana tsunami.

membuat peta prediksi intensitas dampak tsunami di daerah pantai Indonesia yang berbatasan dengan Samudera Hindia.

dan khusus untuk penelitian tahun kedua ini adalah melanjutkan

telah dilakukan pada penelitian tahun pertama, dengan

untuk daerah korban tsunami lainnya, yaitu Jawa Timur

dan Flores (Nusa Tenggara Timur).

penelitian ini akan diaplikasikan analisis geometri fraktal yang

dan dengan interpretasi penginderaan jauh dan analisis statistik.

geometrik dari berbagai parameter faktor intensitas dampak

dikuantifikasi dengan menggunakan metode *box counting*. Dari

sebut akan dapat dihasilkan segmen-segmen yang menunjukkan

fraktal tertentu. Setiap harga dimensi tertentu mencerminkan

tertentu pula. Untuk mengaplikasikan konsep fraktal, obyek yang

ditentukan harga dimensinya. Ada beberapa metode untuk

Daftar Pustaka

- Aniati Murni, A & S. Setiawan (1992), *Pengantar Pengolahan Citra*, PT Elex Media Komputindo, Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Bennett, J.D., Bridge, D.McC., Cameron, N.R., Djunuddin, A., Ghazali, S.A., Jeffery, D.H., Keats, W., Rock, N.M.S., Thompson, S.J. & Whandoyo, R., 1981, *Peta Geologi Lembar Banda Aceh, Sumatra*, Skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bunde, A. & Havlin, S., 1994, *Fractals in Science*, Springer Verlag, Amsterdam.
- Davies, P.R., 1984, *Tertiary Structural Evolution and Related Hydrocarbon Occurrences, North Sumatra Basin*, Proc. Of 13th Ann. Conv. IPA.
- Gobert and Clement, 1999, *Effects of Student-Generated Diagrams versus Student-Generated Summaries on Conceptual Understanding of Causal and Dynamic Knowledge in Plate Tectonics, An experiment looking at the impact of drawing diagrams on the understanding students gain from text.*
- Hamilton, W., 1979, *Tectonics of the Indonesian Region*, United States Government Printing Office, Washington.
- http://ffden-2.phys.uaf.edu/645fall2003/web.dir/elena_suleimani/generation_small.mov, *Tsunami Generation Animation : Miho Aoki, University of Alaska-Fairbanks Art Department, University of Alaska-Fairbanks.*
- [http://id.wiki.pedia.org/wiki/Gempa Bumi-Samudera Hindia, 2004.](http://id.wiki.pedia.org/wiki/Gempa_Bumi-Samudera_Hindia,2004)
- <http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/visualization/collections/tsunami.htm>.
- <http://www.indonesiamercycorp.org>, 2005, program pemulihan pasca bencana.
- Kastens *et al.*, 2001, *Development and Evaluation of Where are We?: Map-skills Software and Curriculum. A study of elementary school students that looks specifically at the relationships between visualization tools and map reading.*
- KOMPAS, 28 Desember 2004, *Tsunami Masih Ancam Wilayah Aceh.*
- KOMPAS, 30 Desember 2004, *Gelombang Tsunami dapat Diprediksi.*
- Korvin, G., 1992, *Fractal Models in Earth Sciences*, Elsevier Science Publishers, 396 hal.

- Kusumayudha, S. B., 1996, Analisis Kinematika Ketidakstabilan Lereng di Sekitar Bendungan Sermo, Kulonprogo, *Buletin Teknologi Mineral*, No 02, Tahun I, hal 2 - 9
- , 2000, *Kuantifikasi Sistem Hidrogeologi dan Potensi Airtanah di Daerah Karst Gunungsewu Pegunungan Selatan DIY, Didekati dengan Analisis Geometri Fraktal*, Disertasi Doktor, ITB, tidak dipublikasikan, 175 hal.
- , 2002, *Memetakan Daerah Rawan Longsor di Kulonprogo dengan Analisis Fraktal: Sebuah alternatif*, Pros Simposium Penanggulangan Bencana Sedimen, S.T.C, hal 251 - 256.
- , 2004, *The Application of Fractal Geometry Analysis to Groundwater Exploration, Research Basin and Hydrological Planning*, A. A. Balkema Publishers, hal 207 - 213.
- , 2005, *Hidrogeologi Karst dan Geometri Fraktal di Daerah Gunungsewu*, Ed. - 1, Adicita Karya Nusa, Yogyakarta.
- Kusumayudha, S. B. & Pratiknyo, P., 2001, Mendeteksi Keberadaan Luhan Airtanah pada Daerah Vulkanik Retakan Menggunakan Analisis Fraktal, Studi kasus: Daerah Kulonprogo, DIY, *Majalah Geologi Indonesia*, Vol 16 No 2, hal 83 - 91
- Kusumayudha, S. B., Zen, M. T., Notosiswoyo, S., Gautama, R. S., 1997, Analisis Fraktal Aliran Kali Oyo di Pegunungan Selatan Jawa Tengah, Kendali Litologi dan Struktur Geologi, *Jurnal Teknologi Mineral*, Vol IV, No 2, hal 71 - 86
- , 1997, Identifikasi pola fraktal sungai bawah tanah dan topografi permukaan batuan karst Gunungsewu Pegunungan Selatan DIY, *Pros. PIT HAGI XXII*, hal 81 - 85
- , 1997, Studi penyebaran batuan karbonat berdasarkan karakteristik fraktal pola lembah dan porositas sekunder, kasus: Daerah Paliyan dan sekitarnya, Gunungkidul, DIY, *Jurnal Teknologi Mineral*, Vol IV, No. 2, 1997, hal 27 - 28
- , 1999, *Fractal Analysis of the Oyo River, Cave Systems and Topography of the Gunungsewu Karst Area, Central Java, Indonesia*, *Hydrogeology Journal* Vol 8 No 3, hal 271 - 278.
- Latief, H. dkk., 2005, *Tsunami Aceh 2004*, Tsunami Research Group, Kelompok Penelitian dan Pengembangan Kelautan, Institut Teknologi Bandung.
- Lillesand & Kiefer, 1990, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Gajah Mada Press, .
- McKee, Maggie, 2005, Power of Tsunami Earthquake Heavily Underestimated, *New Scientist*, 9 February 2005.
- Mandelbrot, B.E., 1983. *The Fractal Geometry of Nature*, W.H. Freeman & Co., Springer Verlag, New York.

- Meng, B., 1996, Determination and Interpretation of Fractal Properties of the Sandstone Pore System, *Material and Structures*, Vol. 29.
- Najoan, Th.F., 2005, *Peta Zonasi Gempa dan Tsunami untuk sebagai Acuan Dasar Perencanaan Bangunan*, Prosiding Diskusi Mitigasi Pasca Bencana Alam Gempa Bumi & Tsunami Aceh, Unika Parahyangan, Bandung.
- Paulson, Tom, 2005, New findings super-size our tsunami threat. 80-foot waves blasted Indonesia, scientists now say. *Seattle PI*, 7 February 2005.
- Peitgen, H.O., Jurgens, H., Saupe, D., 1992, *Fractal for the Classroom: Part One Introduction to Fractals and Chaos*. Springer Verlag, 450 hal.
- Piburn et al., in press, *The Hidden Earth: Visualization of Geologic Features and their Subsurface Geometry*, A description of visualizations/on-line course materials teaching about topography and block diagrams.
- Puspito, N.T., 2005, *Gempa Aceh dan Kegempaan di Sumatera*, Prosiding Diskusi Mitigasi Pasca Bencana Alam Gempa Bumi & Tsunami Aceh, Unika Parahyangan, Bandung.
- Rahardjo, P.P., 2005, *Dampak Kerusakan akibat Gempa Bumi & Tsunami di Nagroe Aceh Darussalam*, Prosiding Diskusi Mitigasi Pasca Bencana Alam Gempa Bumi & Tsunami Aceh, Unika Parahyangan, Bandung.
- Ridwan Djamaluddin, 1995, *Aplikasi Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi dalam Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah di Daerah Cimahi – Padalarang, Jawa Barat*, Proceeding MAPIN, Yogyakarta.
- Sahimi, M. & Yortsos, Y.C., 1990, *Application of Fractal Geometry to Porous Media : A Review*, SPE 20476 Paper.
- Sampurno, 2005, *Pokok-pokok Bahasan Gempa Bumi & Tsunami*, Prosiding Diskusi Mitigasi Pasca Bencana Alam Gempa Bumi & Tsunami Aceh, Unika Parahyangan, Bandung.
- Sukmono, S., 1996, *Analisa Fraktal Kegempaan Sesar Aktif Sumatra*, Prosiding PIT HAGi XX.
- Surono, 2005, *Mitigasi Bencana Geologi di Indonesia, Studi Kasus Hasil Pemeriksaan Bencana Gempabumi – Tsunami di Propinsi Nangroe Aceh Darussalam Tanggal 26 Desember 2004*, Prosiding Diskusi Mitigasi Pasca Bencana Alam Gempa Bumi & Tsunami Aceh, Unika Parahyangan, Bandung.
- Tempo, 10 – 16 Januari 2005, *Geliat di Balik Kerusakan; Tak seperti Makan Cabe; Juru Ramal Gelombang Laut*.

- Tricot, C., 1995, *Curves and Fractal Dimension*, Springer Verlag, 323 hal.
- USGS, 2005, *Preliminary Earthquake Report for the West Coast of Northern Sumatra (2004 December 26 00:58:53 UTC)*, United States Geological Survey, USGS alert, Retrieved, March 3, 2005.
- Van Bemmelen, R. W. (1949), *The Geology of Indonesia*, Vol I A, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland, 792 hal.
- [www.globalsecurity.org / military / world / Indonesia / Aceh- andaman - tsunami-imagery.htm](http://www.globalsecurity.org/military/world/Indonesia/Aceh-andaman-tsunami-imagery.htm), 2005.
- Xie, H., 1993, *Fractals in Rock Mechanics*, A.A. Balkema, Rotterdam, 453 hal.
- , 2005, *An Information Portal on Tsunami 2004 with 100's of Weblinks to Key Facts including Trauma Counselling, Health Management and Aid Agencies to Help Victims and Those involved in Rehabilitation.*