

No. Reg: 211010000045534

LAPORAN PENELITIAN



PERENCANAAN LANSEKAP ALAMI SEBAGAI MITIGASI BENCANA TSUNAMI

Ketua Peneliti

Zya Dyena Meutia, MT

NIDN: 2003078701

NIPN: 198707032019032014

Anggota:

1. Suci Trimifika

Klaster	Penelitian Peningkatan Kapasitas/Pembinaan (PPK)
Bidang Ilmu Kajian	Sains dan Teknologi
Sumber Dana	DIPA UIN Ar-Raniry Tahun 2021

PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
OKTOBER 2021

**LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
TAHUN 2021**

1. a. Judul : Perencanaan Lansekap Alami Sebagai Mitigasi Bencana Tsunami
- b. Klaster : Penelitian Peningkatan Kapasitas/Pembinaan (PPK)
- c. No. Registrasi : 211010000045534
- d. Bidang Ilmu yang diteliti : Arsitektur Lansekap

2. Peneliti/Ketua Pelaksana
 - a. Nama Lengkap : Zya Dyena Meutia
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP^(Kosongkan bagi Non PNS) : 198707032019032014
 - d. NIDN : 2003078701
 - e. NIPN (ID Peneliti) : 20101104090326
 - f. Pangkat/Gol. : Penata Muda Tk.1/ III b
 - g. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - h. Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi/Arsitektur

 - i. Anggota Peneliti 1
 - Nama Lengkap : Suci Trimifika
 - Jenis Kelamin : Perempuan
 - Fakultas/Prodi : Sains dan Teknologi/Teknik Lingkungan

3. Lokasi Kegiatan : Desa Ulee Lheue, Kecamatan Meuraxa Banda Aceh
4. Jangka Waktu Pelaksanaan : 6 (Enam) Bulan
5. Tahun Pelaksanaan : 2021
6. Jumlah Anggaran Biaya : Rp. 10.200.000
7. Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry B. Aceh Tahun 2021
8. *Output* dan *Outcome* : a. Laporan Penelitian; b. Publikasi Ilmiah; c. HKI

Mengetahui,
Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan
LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

Banda Aceh, 5 Oktober 2021
Pelaksana,



Dr. Anton Widyanto, M. Ag.
NIP. 197610092002121002

Zya Dyena Meutia, MT
NIDN. 198707032019032014

Menyetujui:
Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

Prof. Dr. H. Warul Walidin AK., MA.
NIP. 195811121985031007

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah Ini:

Nama : Zya Dyena Meutia
NIDN : 2003078701
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat/ Tgl. Lahir : Bireuen/03 Juli 1987
Alamat : Lr. Melati No.8 Lamgugob Banda Aceh
Fakultas/Prodi : Fakultas Sains dan Teknologi/Arsitektur

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang berjudul: "Judul Penelitian" adalah benar-benar Karya asli saya yang dihasilkan melalui kegiatan yang memenuhi kaidah dan metode ilmiah secara sistematis sesuai otonomi keilmuan dan budaya akademik serta diperoleh dari pelaksanaan penelitian pada klaster Penelitian Pembinaan/ Kapasitas yang dibiayai sepenuhnya dari DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun Anggaran 2021. Apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan di dalamnya, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 22 September 2021
Saya yang membuat pernyataan,
Ketua Peneliti,



Zya Dyena Meutia
NIDN. 2003078701

PERENCANAAN LANSEKAP ALAMI SEBAGAI MITIGASI BENCANA TSUNAMI

Ketua Peneliti:

Zya Dyena Meutia

Anggota Peneliti:

Suci Trimifika

Abstrak

Kriteria perencanaan pada kawasan tsunami sangat penting untuk diketahui dan dipelajari dari bencana yang pernah terjadi sebelumnya, karena pada dasarnya bencana tsunami memiliki karakteristik yang berbeda-beda pada setiap daerah sehingga perencanaan tidak salah sasaran dan dapat berjalan dengan baik. Perencanaan dilakukan dengan menerapkan teori-teori pendekatan mitigasi tsunami dengan teori konektivitas lanskap. Salah satu perencanaan mitigasi yaitu dengan lansekap alami berupa vegetasi. Vegetasi pada studi kasus penelitian yaitu di kawasan pesisir Uleu Lheue masih sangat minim setelah tsunami menghantam kawasan ini 2004 silam. Hanya terdapat *mangrove* di beberapa area, cemara laut, pohon asam Jawa dan perdu rendah. Oleh karenanya dalam merencanakan kawasan berbasis mitigasi haruslah menata vegetasi yang dapat mengurangi dampak tsunami serta sebagai penyejuk lingkungan disekitar area tersebut. Perencanaan yang diaplikasikan menggunakan vegetasi yang diindikasikan dapat mengurangi dan mereduksi efek tsunami yang menerjang kawasan perancangan antara lain yaitu kategori pohon yaitu : *Pandanus Odoratissimus*, *Casuarina equisetifolia*, *Hibiscus Tiliaceus*, *Tamarindus indica*, *Anacardium occidentale*, bakau, nypah dan waru

Kata Kunci: Kata Kunci; Kata Kunci; Kata Kunci; Kata Kunci

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan salawat beriring salam penulis persembahkan kepangkuan alam Nabi Muhammad SAW, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Perencanaan Lansekap Alami Sebagai Mitigasi Bencana Tsunami”**.

Dalam proses penelitian dan penulisan laporan ini tentu banyak pihak yang ikut memberikan motivasi, bimbingan dan arahan. Oleh karena itu penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Rektor Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ketua LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
3. Sekretaris LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
4. Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
5. Orangtua, Suami dan anak tercinta atas dukungannya;
6. Asisten peneliti yaitu Suci Trimifika;
7. Segenap reviewer yang baik hati atas saran dan masukannya;
8. Segenap Civitas Fakultas Sains dan teknologi UIN Ar-Raniry yang telah membantu administrasi;
9. Segenap Civitas Prodi Arsitektur UIN Ar-Raniry yang telah membantu administrasi;
10. Seluruh pengelola administrasi penelitian dan publikasi ilmiah pada Tata Usaha LP2M dan semua struktur terkait

meliputi Biro, Perencanaan, Keuangan, SPI, Bag. Akademik, Bag. Umum, Humas, dan lain-lain

11. Segenap karyawan Dinas Lingkungan Hidup, Kebersihan dan Keindahan Kota Banda Aceh (DLHK3) ;
12. Segenap pihak yang telah membantu di kantor Camat Meuraxa, Banda Aceh.
13. Segenap karyawan kantor keuchik Desa Ulee Lheue, Banda Aceh.

Akhirnya hanya Allah SWT yang dapat membalas amalan mereka, semoga menjadikannya sebagai amal salih.

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan menjadi salah satu amalan penulis yang diperhitungkan sebagai ilmu yang bermanfaat di dunia dan akhirat. *Amin ya Rabbal 'Alamin.*

Banda Aceh, 2 Oktober 2021

Ketua Peneliti,



Zya Dyena Meutia

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Penelitian Terdahulu.....	7
B. Mitigasi Bencana	10
C. Teori Mitigasi dalam Perancangan Elemen Fisik Dan Lingkungan.....	12
D. Konsep Perancangan Ruang Terbuka Fungsi Proteksi	24
BAB III : METODE PENELITIAN	
A. Kategori dan jenis Penelitian	27
B. Wilayah penelitian	28
C. Sumber Data.....	29
D. Teknik Pengumpulan Data	29
E. Pengelolaan dan Analisis Data	29
F. Metode Analisis dan Tata Guna Lahan/Lansekap	31
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Gambaran Umum Wilayah Studi.....	34
B. Rencana Zonasi Kota Banda Aceh.....	36
C. Kajian Kawasan Studi.....	37
D. Gambaran Umum Kecamatan Meuraxa.....	39

BAB V : PENUTUP	
A. Kesimpulan	54
B. Saran-saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	60
BIODATA PENELITI	79

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Jenis Vegetasi Eksisting di Kecamatan Meuraxa	31
Tabel 2	Rekomendasi dan Saran berdasarkan penelitian dan observasi	49
Tabel 3	Kondisi Vegetasi Untuk Simulasi <i>Numerical</i>	67
Tabel 4	Beberapa Jenis Tanaman Pantai.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Hutan Pantai Sebagai Mitigasi Bencana	13
Gambar 2 Fungsi Perlindungan <i>Mangrove</i> dan vegetasi pantai...	15
Gambar 3 Vegetasi Pantai dan Jenis <i>Mangrove</i>	17
Gambar 4 Pola penanaman vegetasi pada tahap pertama area pantai	19
Gambar 5 Jenis <i>Rhizophora</i> sp (bakau).....	20
Gambar 6 Perhitungan vegetasi untuk tsunami	22
Gambar 7 Efektivitas Lapisan Pantai	23
Gambar 8 Google Maps Kawasan Ulee Lheue sebelum dan sesudah tsunami	27
Gambar 9 Peta Potensi Landaan Tsunami.....	28
Gambar 10 Jenis <i>Rhizophora</i> sp Hutan Bakau di Kawasan penelitian	29
Gambar 11 Teknik Pengelolaan dan Analisis Data	30
Gambar 12 Peta Struktur Ruang Kota Banda Aceh	34
Gambar 13 Peta Topografi dan Kondisi Kota Banda Aceh	35
Gambar 14 Kondisi Kota Banda Aceh Pasca Tsunami	35
Gambar 15 Zonasi Kota Banda Aceh Berdasarkan Besarnya Dampak Tsunami	36
Gambar 16 Rencana Zonasi Baru Kota Banda Aceh.....	37
Gambar 17 Peta Meuraxa	38
Gambar 18 Kondisi Kawasan sebelum dan sesudah tsunami.....	39
Gambar 19 Posisi Ulee Lheue di Kota Banda Aceh	40
Gambar 20 Peta Topografi Kecamatan Meuraxa.....	42
Gambar 21 Perhitungan Ketinggian Tsunami	61
Gambar 22 Perhitungan Run-Up Tsunami	61
Gambar 23 Perhitungan Ketinggian Tanggul yang Digunakan...	62
Gambar 24 Perhitungan Ketinggian Tsunami	63
Gambar 25 Perhitungan Kemiringan Tanah	65
Gambar 26 Perhitungan Kepadatan Vegetasi.....	66
Gambar 27 Kondisi Kemiringan Tanah	67
Gambar 28 Penentuan Diameter Tanaman	68
Gambar 29 Efektivitas Lapisan Pantai	72
Gambar 30 <i>Examples of the effect of vegetation in Sri Lanka</i>	73
Gambar 31 Ketebalan Vegetasi dan Pengurangan Arus	74
Gambar 32 Efektivitas Lapisan Pantai	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tata Vegetasi dan Jenis Vegetasi.....	60
Lampiran 2 Perencanaan dan Desain Vegetasi sebagai sabuk hijau	62
Lampiran 3 Menentukan Kepadatan Hutan.....	69
Lampiran 4 Menghitung Ketebalan Vegetasi dan Pengurangan Arus	74

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu bencana dalam skala besar yang akhir-akhir ini menjadi perhatian utama di sejumlah negara, termasuk Indonesia dikarenakan intensitas dan tingkat kerusakan yang diakibatkannya adalah bencana tsunami. Gempa berkekuatan 8,9 *scala richter* yang terjadi pada 26 Desember 2004 di Provinsi Aceh telah menyebabkan gelombang tsunami setinggi 7-20 meter menyapu bersih sebagian besar kawasan pesisir utara dan barat Provinsi Aceh yang merupakan kota-kota dipinggir pantai (*water front city*) seperti Kota Banda Aceh yang berada di pesisir utara. Gempa dengan kekuatan diatas 8,5 *scala richter* berpotensi tsunami di pesisir Aceh, terlebih Aceh memiliki kontur yang landai.

Dalam hal pengurangan resiko bencana atau sering disebut dengan istilah mitigasi bencana di kawasan pesisir pantai, hal yang dapat dilakukan adalah dengan tahapan perencanaan, desain/perancangan dan rekayasa struktur fisik yang dapat meredam gelombang pasang dari batu, beton seperti bangunan atau peredam alami berupa vegetasi pantai. Jika desain dan komposisinya sesuai, maka konstruksi peredam gelombang pasang dapat meminimalisir tingginya limpasan gelombang pasang tersebut (Emeritus, 2011). Karakter ekologi lansekap memiliki struktur, fungsi dan mengandung perubahan. Struktur lansekap merupakan pola ruang/penataan dari elemen-elemen lansekap yang terdiri dari tiga elemen; *patches* (pola), koridor dan matriks. Fungsi dalam ekologi lansekap mencakup pergerakan hewan, tanaman, air, angin,

material dan energi. Sedangkan perubahan dalam lansekap akan selalu terjadi, baik secara natural maupun akibat dari aktivitas manusia (Dramstad, 2001). Perhatian terhadap prinsip-prinsip dalam ekologi lansekap ini membantu dalam perancangan, pelestarian, manajemen dan penetapan kebijakan kawasan, sehingga dapat menciptakan Kawasan/lingkungan yang inklusif, responsif dan berkelanjutan (*sustainable environment*).

Keunikan kawasan pesisir ternyata juga diikuti oleh potensinya terhadap bencana alam. Bencana tsunami maha dahsyat yang melanda kawasan pesisir Ulee Lheue pada tanggal 24 Desember 2004 silam, telah menghancurkan kawasan pesisir Desa Ulee Lheue dan juga kawasan lainnya di Banda Aceh. Tsunami juga telah merubah lansekap kawasan, tatanan lingkungan (tata ruang), dan struktur kawasan kota Banda Aceh seperti pemukiman padat menjadi hamparan kosong. Diperlukan upaya mitigasi mengurangi resiko bencana tsunami yang dapat berpihak pada berbagai sektor sebagai contoh yaitu konsep pemanfaatan ruang dengan perpaduan beragam fungsi (*buffer zone*, pemukiman, kawasan budidaya pertanian/peternakan, dan ekowisata).

Resiko bencana jika dilihat dari segi perencanaan spasial dan fisik lingkungan dapat dikurangi melalui perencanaan tata guna lahan, perencanaan lansekap dan perancangan bangunan. Momentum penataan kembali kawasan tersebut merupakan kesempatan yang berharga bagi perencanaan sehingga dapat meminimalisir terjadinya korban jiwa dan kerusakan akibat bencana itu sendiri (Wiwik, 2011). Hal penting yang dapat diupayakan untuk mengurangi resiko bencana di permukiman

pantai yaitu dengan membuat perencanaan alami sebagai mitigasi tsunami berupa perlindungan pantai dengan menggunakan zona penyangga (*buffer zone*) yang menjadi fokus pada penelitian ini. Perlindungan alami pantai berupa zona penyangga (*buffer zone*) dapat mencakup segala aktivitas yang berhubungan dengan upaya meminimalisir atau meredam energi yang ditimbulkan oleh bencana di area pesisir sehingga besaran gelombang ke arah daratan dapat diminimalisir dampaknya (Meutia, 2019).

Menurut Pasal 1 ayat 6 Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008, mitigasi Bencana adalah tindakan pencegahan yang dilakukan dalam upaya mengurangi akibat yang ditimbulkan dari satu bencana, dengan usaha persiapan sebelum bencana terjadi dan tindakan-tindakan pengurangan resiko jangka panjang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Aceh *Tsunami Disaster Research & Mitigation Centre* terdapat 10 kabupaten/ kota di Aceh yang memiliki kerawanan bencana, salah satunya adalah kota Banda Aceh. Kawasan Desa Ulee Lheue yang merupakan bagian Kota Banda Aceh memiliki kerawanan terhadap bencana tsunami dan gempa (RDTRK Meuraxa, 2007 : RTRW, 2009-2029).

Pada laporan RTRW kota Banda Aceh tahun 2009-2029, dinyatakan bahwa penyediaan RTH (Ruang Terbuka Hijau) di kota Banda Aceh bertujuan dan bermanfaat terhadap aspek ekologis, estetika dan ekonomi. Kawasan dengan peruntukan RTH (Ruang Terbuka Hijau) tidak akan direncanakan dan dirancang sebagai ruang terbangun namun fenomena yang berkembang di lapangan yaitu telah terbangun beberapa bangunan semi permanen yang diperuntukkan sebagai tempat wisata. Secara

khusus dalam RTRW kota Banda Aceh tahun 2009-2029, disebutkan bahwa RTH (Ruang Terbuka Hijau) berupa kawasan suaka alam yaitu pengembangan kawasan hutan bakau (*mangrove*). Kawasan hutan bakau (*mangrove*) berfungsi sebagai kawasan penyangga bagi daerah sekitarnya untuk mengatur tata air, memelihara kesuburan tanah serta dapat mencegah banjir dan erosi. Di sisi lain, kawasan ini juga berfungsi meminimalisir ancaman bahaya tsunami bagi area sekitarnya. Sehingga penelitian ini sejalan dengan arahan RTRW kota Banda Aceh tahun 2009-2029 meskipun implementasinya kurang berjalan baik.

Pengembangan Kota Banda Aceh harus sesuai arahan RTRW 2009-2029 kota Banda Aceh yang berdasarkan perencanaan berbasis mitigasi bencana tsunami karena merupakan wilayah yang sangat rawan dan beresiko tinggi. Tsunami sendiri adalah gelombang pasang yang disebabkan oleh gempa bumi atau longsor di lereng dasar laut yang mengakibatkan kehancuran luar biasa dan jumlah korban manusia yang besar (Syamsidik dan Istiyanto, 2013). Gelombang tinggi tsunami dapat melanda hingga puluhan meter tingginya di area pantai dengan jangkauan ratusan bahkan ribuan meter jauhnya dari pantai, sehingga dapat merusak semua yang ada di pantai dan di daratan. Dibutuhkan mitigasi bencana tsunami yang bertujuan meminimalisir dampak risiko bencana tsunami di kota Banda Aceh, yang dilakukan dengan mempertimbangkan aspek partisipasi dan pembangunan lingkungan berkelanjutan dari seluruh pihak-pihak yang terkait.

B. Rumusan Masalah

Tsunami telah merubah lansekap kawasan, tatanan lingkungan (tata ruang) dan struktur kawasan Pesisir Ulee Lheue. Ancaman tsunami yang sangat besar karena posisi kawasan yang sangat dekat dengan sumber bencana, bentuk kawasan yang datar dan tidak memiliki proteksi (baik natural maupun struktural) untuk melindungi daratan. Sedangkan permasalahan dari segi penataan 60% area kawasan ini merupakan zona kerentanan tsunami tinggi namun dijadikan kawasan yang boleh terbangun tanpa persyaratan teknis mitigasi tsunami. Hal ini disebabkan karena perencanaan dan perancangan kawasan tidak mempertimbangkan aspek mitigasi tsunami. Area perencanaan merupakan kawasan wisata, kawasan pelabuhan dan area hijau berupa hutan pantai dan *mangrove* sehingga harus direncanakan dengan konsep lansekap alami sebagai *barrier* jika terjadi tsunami di masa mendatang.

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengintegrasikan suatu perencanaan lansekap ke dalam kawasan rawan bencana tsunami yang berfungsi sebagai kawasan sabuk hijau (*green belt*) dari tsunami dalam konteks mitigasi bencana seperti dalam kasus studi penelitian ini?
2. Bagaimana karakteristik lansekap pesisir di Desa Ulee Lheue, Banda Aceh sebagai Mitigasi Tsunami?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Untuk mengintegrasikan suatu perencanaan lansekap alami berbasis mitigasi tsunami dan mengetahui vegetasi alami atau perlindungan alami sebagai mitigasi bencana tsunami dan sebagai kriteria dalam merencanakan kawasan pesisir yang berbasis mitigasi bencana tsunami.
2. Untuk mengetahui karakteristik lansekap pesisir di Kota Banda Aceh sebagai mitigasi tsunami.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai penambah wawasan dalam merencanakan tata hijau kota berbasis mitigasi bencana tsunami.
2. Sebagai bahan pertimbangan/masukan bagi pemerintah atau masyarakat dalam menata sebuah Kawasan baik permukiman maupun Kawasan lainnya.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini akan membahas teori-teori dan kepustakaan yang berkaitan dengan studi mitigasi tsunami sebagai masalah perencanaan lansekap kawasan pesisir Kota Banda Aceh dan mengkaji penelitian-penelitian terdahulu yang terkait dengan judul penelitian ini.

A. Penelitian Terdahulu

Berikut ini beberapa kajian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Kajian-kajian ini didapat dari jurnal lokal, yaitu :

1. Dari Handayani, Sri Kurniati and Hewindati, Tri Yuni (2019) dengan judul *Peran Hutan Mangrove dalam Mitigasi Bencana dalam jurnal Peran matematika, sains dan teknologi dalam kebencanaan*. Universitas Terbuka, Pondok cabe, pp. 45-67. Penelitian ini menjelaskan tentang hutan *mangrove* sebagai bagian dari ekosistem perairan, hutan bakau (*mangrove*) adalah ekosistem utama di wilayah pesisir. Salah satu peran hutan *mangrove* dalam lingkungannya, yaitu meminimalisir dampak bencana yang terjadi di wilayah pesisir seperti tsunami, erosi dan abrasi pantai karena gerusan gelombang laut, angin kencang (badai), serta rob. Penggunaan adaptasi struktur vegetasi daun dan perakaran pada *mangrove* dapat berperan penting sebagai mitigasi berbagai bencana di wilayah pesisir. Kondisi *mangrove* di Indonesia cukup memprihatinkan kini padahal Indonesia sebagai negara

kepulauan yang berkontribusi 23% terhadap mangrove dunia. Oleh karena itu, meskipun adanya tantangan yang cukup berat, perlu adanya pelibatan segenap unsur masyarakat dalam usaha rehabilitasi dan konservasi.

2. Dari UPT Mataram University Press, Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA 2019, (1) 2 : 12-16 dengan judul penelitian Penyuluhan Tentang Mitigasi Bencana Tsunami Berbasis Hutan Mangrove Di Desa Ketapang Raya Kecamatan Keruak Lombok Timur yang ditulis oleh Santoro, Yamin dan Mahrus mengatakan bahwa yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini : terjadinya bencana gempa bumi yang terjadi disertai dengan tsunami menyebabkan kawasan pesisir Pulau Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap bencana tsunami. Oleh karena itu, untuk mitigasi bencana tsunami dan mencegah terjadinya kerusakan dan melindungi wilayah pesisir dari ancaman bahaya abrasi, angin laut, penyusupan air asin ke arah daratan, menyerap bahan pencemar, serta mempertahankan produktivitas pantai dan laut, perlu dilakukan konservasi dan perlindungan hutan *mangrove* ataupun hutan pantai.
3. Dari jurnal Bioedukasi Volume 8, Nomor 2 Halaman 33-36 Tahun 2015 dengan judul Kerentanan Ekosistem mangrove terhadap Ancaman Gelombang Ektrim/Abrasi di Kawasan Konservasi Pulau Dua Banten yang ditulis oleh Mudmainah Vitasari menyatakan bahwa Ekosistem Mangrove adalah

ekosistem perairan di pesisir yang berfungsi melindungi area pesisir dari abrasi, intrusi dan sebagai habitat berbagai macam spesies. Jika fungsi mangrove rusak dan tidak terjaga kelestariannya maka akan berdampak pada banyak hal seperti matinya spesies/biota laut, berubahnya garis pantai karena abrasi, masuknya air asin ke air tanah sehingga perlu adanya pelestarian ekosistem ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi ekosistem mangrove dan ancaman yang dapat terjadi. Analisis kualitatif semi-kuantitatif digunakan sebagai metode penelitian dengan statistik sederhana. Pengumpulan data dilakukan dengan analisis data sekunder dan observasi lapangan. Hasil penelitian di Kawasan Konservasi Pulau Dua adalah (1) Ancaman gelombang pasang terhadap ekosistem mangrove tingkat sedang (2) Kerentanan ekosistem *mangrove* terhadap gelombang tingkat sedang (3) Tingkat kerusakan pada kelas sedang berdasarkan kerentanannya. Diharapkan dapat menjadi pedoman bagi segenap unsur untuk pelestarian *mangrove*.

Dari kajian penelitian terdahulu di atas, didapati bahwa beberapa permasalahan yang muncul berupa kondisi *mangrove* di Indonesia saat ini memprihatinkan, rehabilitasi dan konservasi yang tidak melibatkan seluruh unsur masyarakat, mulai hilangnya ekosistem mangrove terutama biota laut yang hidup di perairan mangrove yang dapat berfungsi sebagai pelindung, matinya spesies laut ekosistem mangrove dan menjaga keberlanjutan lingkungan,

timbulnya Ancaman Gelombang Ektrim/Abrasi di Kawasan Konservasi, bergesernya garis pantai karena abrasi, masuknya air asin ke air tanah serta munculnya pembangunan massif dikawasan pesisir yang merusak ekosistem mangrove sebagai Kawasan lindung. Fokus peneliti adalah pada perencanaan lansekap Kawasan pesisir dengan menggunakan tidak hanya vegetasi mangrove atau ekosistem mangrove semata namun juga vegetasi pantai lain yang melibatkan unsur-unsur masyarakat dalam pelestarian yang berkelanjutan sebagai mitigasi bencana pada sebuah Kawasan. Penelitian ini berupaya mengintegrasikan suatu perencanaan lansekap ke dalam kawasan rawan bencana tsunami yang berfungsi sebagai kawasan sabuk hijau (*green belt*) dari tsunami dalam konteks mitigasi bencana.

B. Mitigasi Bencana

Berdasarkan penelitian yang dilakukan *Aceh Tsunami Disaster Researh & Mitigation Center* terdapat 10 kabupaten/kota di Provinsi Aceh yang memiliki kerawasan bencana, salah satunya adalah Kota Banda Aceh. Ulee Lheue yang merupakan bagian Kota Banda Aceh memiliki kerawanan terhadap bencana tsunami dan gempa (<http://atdr.tdmrc.org>). Mitigasi Bencana adalah aktivitas yang dilakukan berfungsi untuk meminimalisir dampak dari bencana yang dapat dilakukan sebelum bencana itu terjadi, baik kesiapan maupun aktivitas pengurangan resiko jangka panjang. Yang harus diperhatikan dalam perancangan sistem mitigasi bencana adalah:

- Ancaman dan potensi yang muncul,

- Kemungkinan waktu terjadi dan besaran tsunami maupun dampaknya,
- Dampak fisik kerusakan,

Pada kasus ini, untuk merancang sistem mitigasi bencana tsunami dalam perancangan lansekap kawasan pesisir Ulee Lheue dan sekitarnya beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Penyebab tsunami: Indonesia terletak pada pertemuan lempeng Australian dan Eurasian, sehingga kemungkinan tsunami terbesar ditimbulkan oleh pergeseran lempeng tersebut.
- Besar tsunami yang mungkin timbul: besar tsunami yang muncul akan lebih kecil dari pada besar tsunami yang pertama muncul (tsunami 2004).
- Kerusakan fisik yang ditimbulkan tsunami: kerusakan yang ditimbulkan oleh tsunami adalah hancurnya bangunan pantai, vegetasi pesisir, prasarana lalu lintas, suplai air, listrik dan air.
- Aktivitas-aktivitas yang paling rentan terhadap pengaruh-pengaruhnya: sektor perikanan, pariwisata, pertanian dan kehutanan juga ikut terganggu dengan kerusakan fisik yang ditimbulkan.
- Konsekuensi-konsekuensi kerusakan fisik akibat tsunami adalah terganggunya sektor perekonomian masyarakat secara umum.

Tsunami tidak dapat dicegah atau dihindari, namun dapat dilakukan tindakan persiapan agar tingkat kerusakan dan korban jiwa dapat dikurangi. Tindakan pencegahan inilah yang disebut mitigasi tsunami (Richard, 2001 : Fauzi, 2009).

C. Teori Mitigasi dalam Perancangan Elemen Fisik Dan Lingkungan

Tinjauan pustaka ini diharapkan memberi pandangan teori-teori terkait perencanaan dan perlindungan pantai alami yang dapat digunakan sebagai pertimbangan solusi permasalahan penelitian fisik dan lingkungan yang telah dirumuskan sebelumnya dikawasan pesisir yang juga sebagai kawasan wisata.

A. Ruang terbuka

Pada studi ini, ruang terbuka memiliki dua aspek tinjauan yaitu ruang terbuka sebagai elemen proteksi alami pantai dan ruang terbuka sebagai elemen proteksi alami pantai dan ruang terbuka sebagai ruang penyelamatan.

1. Fungsi Proteksi

Studi yang dilakukan oleh tim *The World Conservation Union (IUNC)* pada tahun 2007 terhadap sabuk hijau di kawasan pantai Srilanka menunjukkan bahwa pilihan menggunakan struktur buatan untuk memitigasi tsunami dapat digunakan untuk mitigasi. Tapi jika memungkinkan untuk menggunakan pendekatan natural kembali, itu merupakan pilihan yang terbaik (IUNC, 2007).

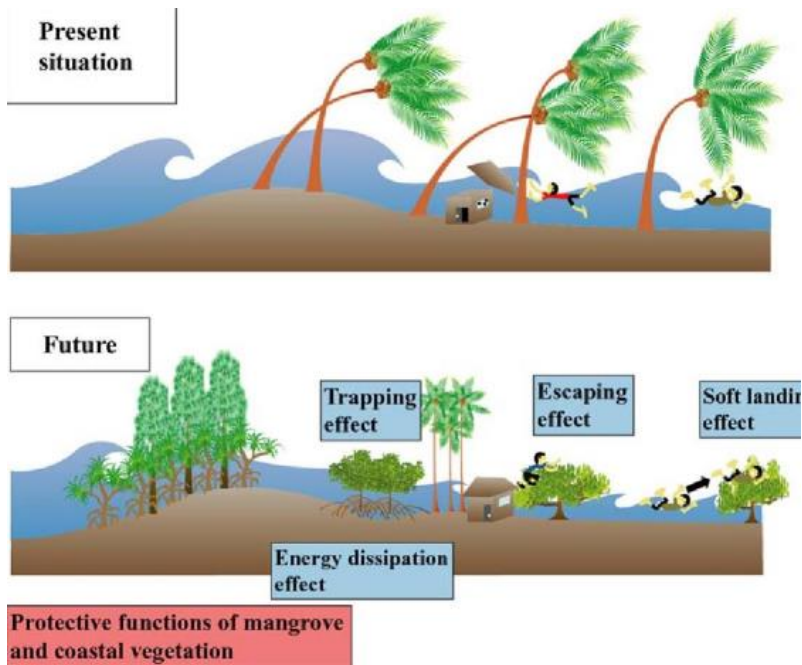


Gambar 1. Hutan Pantai Sebagai Mitigasi Bencana
(Sumber: Pedoman Pemanfaatan Ruang Tepi Pantai di Kawasan
Perkotaan, Departemen PU (2007))

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa penting sekali perlindungan pantai alami dari hutan pantai. Sekecil apapun ekosistem alami pantai yang tersedia, sebaiknya dipertahankan dan dilestarikan, sebagaimana hasil pemaparan dari Thampanya, (2006), mengenai preservasi ruang hijau bahwa, salah satu solusi agar pemanfaatan lahan untuk ruang hijau cukup pada kawasan yang direncanakan memiliki kepadatan menengah hingga tinggi, yaitu dengan memperkecil ukuran tapak bangunan. Namun jika terdapat suatu area yang sudah sangat padat dan belum memiliki ruang hijau, sangat direkomendasikan untuk membebaskan (alih fungsi) lahan-lahan yang memiliki prioritas terendah untuk dijadikan ruang hijau. Teori ini dapat juga menjadi dasar penentuan pemanfaatan lahan kawasan rawan tsunami (Hakim dan Utomo, 2004 : Arikawa, 2009). Kesimpulan kajian teoritis mengenai ruang terbuka hijau ini adalah, ruang terbuka dengan fungsi alami yang sangat penting untuk

keamanan, keselamatan, kenyamanan dan keberlanjutan harus diutamakan sebagai prioritas terutama dalam pemanfaatan lahan. Bahkan beberapa ahli menyarankan untuk pengalih-fungsian dari kawasan yang telah terbangun menjadi lingkungan alami kembali (Hiraishi dan Harada, 2003 : Hakim dan Utomo, 2004 : Thampanya, 2006 : Arikawa, 2009).

Tsunami memberikan banyak dampak pada kehidupan manusia, pemukiman dan infrastruktur, terdapat pula daerah zona pantai yang tidak sepenuhnya hancur. Hal ini disebabkan oleh adanya *barrier* alami yang menerima dampak dari gelombang dan diasumsikan menyerap ombak atau energi tsunami, sehingga menjaga area pantai di belakangnya. Berdasarkan survei yang dilakukan di Thailand, ditemukan bahwa area yang memiliki bukit pasir dan batu karang/koral mengalami kerusakan yang tidak parah, sedangkan area yang telah mengalami kerusakan ekologi sebelum terjadi tsunami mengalami kerusakan yang parah seperti kerusakan fisik akibat tsunami (Yanagisawa, H., Koshimura, S., Goto, K., Miyagi, T., Imamura, F., Ruangrassamee, A. dan Tanavud, C, 2009). Proteksi yang dapat diperoleh dari *barrier* ini pada lingkungan pantai dan populasi menggaris bawahi pentingnya konservasi dan proteksi terhadap ekosistem vital ini.



Gambar 2. Fungsi Perlindungan *Mangrove* dan vegetasi pantai
(Sumber: Vitasari, 2015)

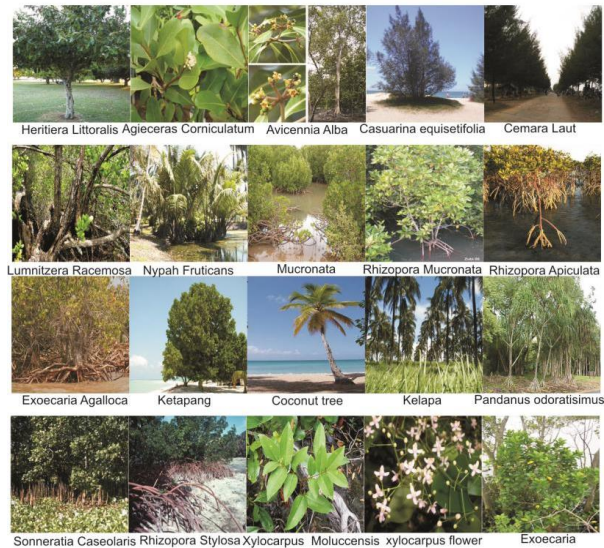
Perlindungan alami pantai mutlak diperlukan dalam upaya mitigasi tsunami karena meliputi segala aktivitas berhubungan dengan usaha mengurangi kekuatan gelombang tsunami di wilayah pantai sehingga dampak kekuatan gelombang tsunami ke arah daratan dapat diminimalisir. Jenis tanaman yang terbukti efektif dapat membantu meredam gelombang tsunami adalah *mangrove*. Berdasarkan simulasi model pada studi laboratorium yang dilakukan oleh beberapa peneliti terkait mitigasi tsunami dengan vegetasi, maka bakau (*mangrove*) dengan ukuran tebal 150 m dan kerapatan/spasi 4 m, dapat mereduksi tinggi gelombang tsunami hingga 35% (Yanagisawa, H., Koshimura, S., Goto, K., Miyagi, T., Imamura, F., Ruangrassamee, A. dan Tanavud, C, 2009).

Beberapa jenis vegetasi lain juga dapat dipilih untuk membatu sistem mitigasi bencana tsunami diantaranya adalah *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* (tipe *R. apiculata*) serta *Pandanus odoratissimus*, tanaman yang tumbuh di pasir, ternyata efektif dalam menyediakan perlindungan terhadap kerusakan oleh tsunami karena memiliki struktur akar *aerial* yang rumit (Vermaat, J.EThampson , 2006).

Terdapat dua lapis vegetasi dari tanaman yang berstruktur vertikal dengan *Odoratissimus* dan *Casuarina equisetifolia* serta tanaman dengan struktur horizontal dengan diameter besar dan kecil juga penting untuk meningkatkan area tangkap dari benda-benda yang terbawa arus seperti dahan yang patah, rumah yang rusak serta manusia. Tanaman dengan struktur vertikal sekaligus menyediakan pendaratan lunak yang efektif untuk manusia yang terbawa arus tsunami atau melarikan diri ketika tsunami menerjang. Sebagai tambahan, aliran air diantara *mangrove* dan ruang diantara vegetasi *C. equisetifolia* diprediksi dapat meredam ombak dari tsunami (Vermaat, J.EThampson , 2006).

Berdasarkan pada studi literatur yang dilakukan, diketahui bahwa dampak dari bencana tsunami dapat dikurangi dengan adanya benteng-benteng lansekap yang menahan laju gelombang tsunami. Tentu saja tidak sembarang tanaman yang mampu menjadi penghadang gelombang tsunami, itu pun harus dengan kerapatan minimal tertentu. Vegetasi yang efektif sebagai benteng penghadang gelombang tsunami adalah yang mempunyai akar dalam dan kuat. Di daerah pinggir pantai, vegetasi yang mempunyai spesifikasi seperti ini adalah jenis bakau atau

mangrove. Selain itu, terdapat beberapa jenis vegetasi lain yang dapat digunakan dalam usaha mitigasi bencana ini.



Gambar 3. Vegetasi Pantai dan Jenis *Mangrove*

(Sumber: Meutia, 2019)

Dari studi di atas, terdapat beberapa jenis vegetasi yang dapat digunakan dalam perancangan Lanskap Ulee Lheue, di antaranya adalah jenis vegetasi mangrove *Rhizopora apiculata* dan *Rhizopora mucronata* serta *Pandanus odoratissimus*. Hal ini dikuatkan dari penelitian yang telah dilakukan oleh Norio Tanaka (2009) pada beberapa kawasan Asia yang terkena tsunami. Pada zona yang menghadap langsung dengan laut, dominasi lansekapnya bias ditanam oleh vegetasi bakau (*mangrove*), yang dapat dibagi dalam dua zona dalam pengurangan resiko tsunami (Tanaka, 2009 ; Yanagisawa, H., Koshimura, S., Goto, K., Miyagi, T., Imamura, F., Ruangrassamee, A. dan Tanavud, C, 2009) :

1. Zona pertama yaitu vegetasi bakau terluar terdapat *Rhizophora mucronata* (bakau), *Rhizophora apiculata* (tancang), *Rhizophora stylosa* (slindur), *Sonneratia alba* (Prapat), dan *Avicenia alba* yang memiliki tinggi antara 6-25 m dan memiliki sistem perakaran yang kuat mencengkram tanah dan saling bersilangan. Vegetasi ini dapat meredam tinggi gelombang tsunami hingga 50 % tergantung pada komposisi hutan *mangrove* dan tingginya gelombang tsunami.

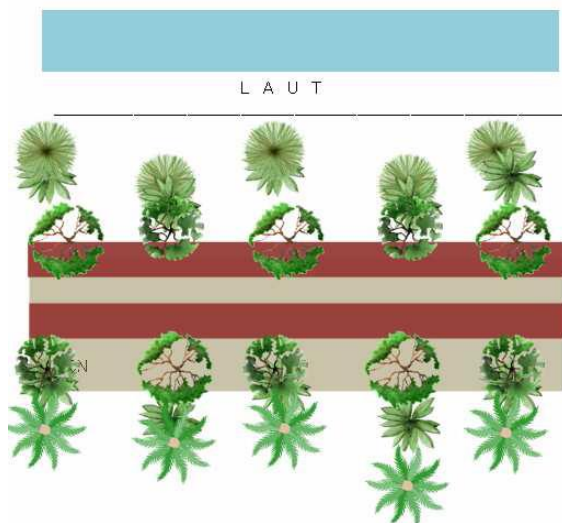
2. Zona kedua terdapat *R.mucronata*, kaboa (*Aegiceras corniculata*), nipah (*Nypa fruticans*), pidada (*Sonneratia caseolaris*), nirih (*Xylocarpus spp*), teruntum (*Lumnitzera racemosa*), dungun (*Heritiera littoralis*) dan kayu buta-buta (*Excoecaria agallocha*). Vegetasi tersebut disusun rapat, sehingga dapat memperlambat laju gelombang tsunami sebagai *barrier*.

Selain jenis vegetasi yang disebutkan diatas, hal signifikan juga dipertimbangkan dalam perencanaan adalah pengaturan dan jarak peredam (*buffer*) vegetasi alami yang digunakan untuk memperlambat kecepatan gelombang pasang air laut yang masuk ke daratan, sehingga dapat meminimalisir destruksi yang diakibatkan oleh bencana tsunami (Tanaka, 2009). Salah satu kegiatan yang menjadi contoh adalah penanaman kembali oleh USAID dalam kegiatan *Community Nursery and Coastal Rehabilitation* tahun 2006 di Aceh. Tanaman yang ditanam di wilayah pantai menggunakan sistem mata lima dan berlapis-lapis dengan beberapa jenis tanaman (Meutia, 2019), dengan rician sebagai berikut :

➤ Lapisan pertama yaitu ditanam pohon Cemara sebanyak dua baris dengan jarak antar pohon dalam satu baris 5 m. Jarak antara baris satu dan dua juga 5 m. Posisi pohon dalam tiap baris sejajar, namun letak

pohon pada baris kedua berada diantara pohon pada baris pertama (segitiga sama sisi) seperti yang tertera pada gambar 6 dibawah.

- Lapisan kedua yaitu Tanaman Ketapang dan Waru, dengan jarak tanam 5m x 5m, berbaris 1 dengan metode saling silang atau selang seling.
- Lapisan ketiga yaitu akan ditanami dengan pohon Kelapa dengan jarak tanam yaitu 10 x 10 m.



Gambar 4. Pola penanaman vegetasi pada tahap pertama area pantai
(Sumber: adaptasi dari CDIT, 2006)

Penggunaan ragam vegetasi lokal juga dapat membantu upaya pelestarian ekologi kawasan Ulee Lheue, selain juga sebagai bagian dari rencana mitigasi bencana secara alami di pinggir pantai. Adanya hubungan antar jenis vegetasi lokal digunakan untuk membentuk suatu jejaring (*networks*) yang dapat memastikan keberlangsungan ekologis

kawasan tersebut. Perencanaan lanskap sebagai bagian mitigasi ini juga seiring dengan cara suksesi alam yang sedang terjadi pada kawasan pascabencana tsunami, ditandai dengan mulai tumbuhnya beberapa vegetasi perintis. Vegetasi yang terdapat pada lokasi perancangan masih sangat minim setelah tsunami menghantam kawasan ini. Hanya terdapat *mangrove* di beberapa area, cemara laut, pohon asam Jawa dan perdu rendah. Oleh karenanya dalam merancang kawasan wisata berbasis mitigasi haruslah menata vegetasi yang dapat mengurangi dampak tsunami bila terjadi dan juga sebagai penyejuk lingkungan.



Gambar 5. Jenis *Rhizophora* sp (bakau)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2021)

Hutan *mangrove* memiliki peranan penting bagi daerah pesisir dan dunia perikanan. Fungsi dari hutan *mangrove* (Tanaka, 2009) adalah sebagai berikut :

Fungsi fisik :

1. Sebagai peredam gelombang air laut dan angin badai. Keberadaan hutan *mangrove* yang terdiri dari pohon tinggi dan rapat serta daun lebat dapat memecah terpaan gelombang besar dan angin kencang.
2. Pelindung garis pantai dari abrasi. Sistem akar pohon *mangrove* yang kokoh dan tertanam pada pasir berlumpur dapat mencegah terkikisnya pantai akibat oleh air laut (abrasi). Hal ini dapat menjaga batas area dan panjang garis pantai suatu wilayah.

Fungsi ekologis :

1. Sebagai penghasil detritus (*debris*) yaitu serasah yang berasal dari daun/tangkai mangrove yang rontok. Detritus ini berfungsi sebagai sumber makanan bagi beberapa organism (hewan) air dan juga sebagai tambahan unsur hara untuk pertumbuhan pohon mangrove itu sendiri. Dalam rantai makanan ekosistem mangrove, detritus bertindak sebagai produsen yang bertindak sebagai pakan untuk hewan-hewan air.
2. Sebagai penyuplai oksigen. Hutan *mangrove* umumnya memiliki kerapatan pohon yang tinggi dan massa daun yang lebat. Semakin lebat hutan mangrove maka, akan semakin banyak ketersediaan oksigen yang dihasilkan melalui respirasi di daun.

Fungsi Biologis :

1. Sebagai daerah pemijahan (*spawning ground*). Biota perairan yang menjadi komoditi tangkapan nelayan(ikan, udang dan kerang-kerangan) berkembang biak secara alami di hutan mangrove.
2. Sebagai daerah asuhan (*nursery ground*). Keberadaan ekosistem mangrove merupakan tempat yang baik untuk tumbuh kembang biota perairan yang masih kecil, sebelum biota-biota tersebut meuju ke laut.

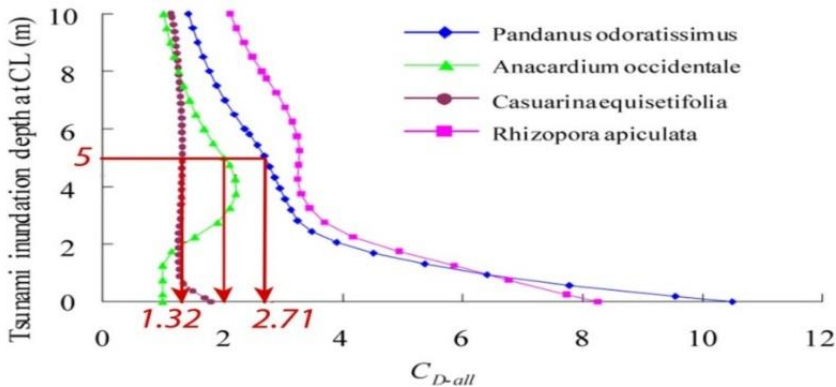
3. Sebagai daerah mencari makan (*feeding ground*). Hutan mangrove merupakan habitat untuk beberapa biota pantai atau lepas pantai seperti kepiting bakau, ikan, udang atau kerang. Adapun cara perhitungan lebar dan ketebalan hutan *mangrove* yaitu :

$$dN_{all} = \gamma \times C_{D-all} \times b_{ref}$$

γ = 1m x (lebar lapisan vegetasi searah arus tsunami.)x (pohon /m²)

C_{D-all} = Koefisien gesek seluruh bagian pohon

B_{ref} = diameter batang pada pada ketinggian sejajar dengan dada



Gambar 6. Perhitungan vegetasi untuk tsunami

(Sumber: Huy, N.B., Tanimoto, K. dan Tanaka, N. (2010a)

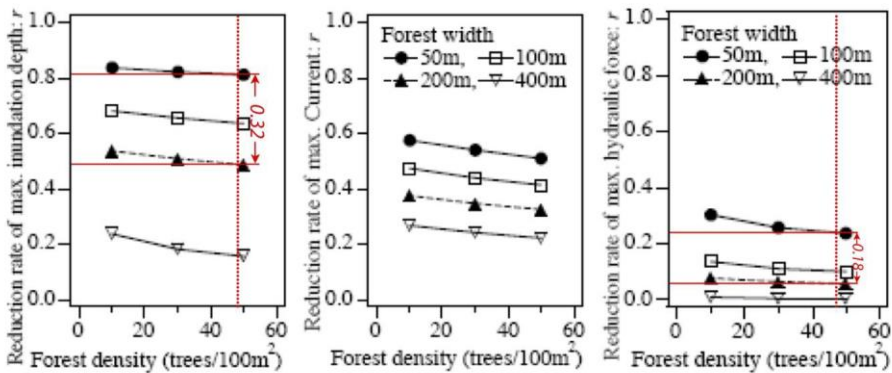
Spesies vegetasi pesisir yang terdapat di Provinsi Aceh adalah *Casuarina equisetifolia*, *Euphorbiaceae glochidion Sp.*, *Goodeniaceae scaevola serice*, *Gultiferae calophyllum inophyllum*, *Lecythidaceae barringtonia asiatica*, *Leguminosae-Papilionoideae, Sagu palm-palmae metroxylon sagu*, *Nipah palm-Nypa fruticans*, *Pandanaceae pandanus sp.*

Lapisan tanaman pantai :

- Lapisan pantai tersebut berukuran 150 m
- Tanaman : *Hibiscus Tiliaceous* (Waru Laut), *Terminalia catappa* (Ketapang), *Barringtonia asiatica* (Butun), *Pandanus Tectorius* (Pandan), *Calophyllum inophyllum* (Nyamplung), *Cocos Nucifer*.

Menghitung Ketebalan Vegetasi dan Pengurangan Arus

Untuk menghitung potensi pengaruh penurunan arus tsunami secara kuantitatif. Dapat dilakukan dengan menghitung dN_{all} , kemudian membandingkannya dengan grafik-grafik yang memperlihatkan korelasi antara dN_{all} dengan tingkat pengurangan ketinggian kekuatan arus dan penundaan perambatan waktu. Walaupun jenis vegetasi yang ada pada grafik terbatas, penggunaan grafis untuk tipe tumbuhan lain yang mirip bisa dilakukan dengan memperbolehkan penyisipan.



Gambar 7. Efektivitas Lapisan Pantai

(Sumber: Huy, N.B., Tanimoto, K. dan Tanaka, N. (2010a))

Dari hasil analisis diatas dapat di ambil kesimpulan bahwa:

□ Tanaman yang dapat digunakan sebagai perlindungan terhadap tsunami adalah gabungan beberapa tanaman sebagai berikut

o Casuarina equisetifolia

□ Diameter 15cm ; Kepadatan 15 pohon /100m²

o Pandanus Odoratissimus

□ Diameter 15 cm ; Kepadatan 36 pohon /100m²

o Hibiscus Tiliaceus

□ Diameter 15 cm ; Kepadatan 0.5 pohon /100m²

Masing-masing tanaman memiliki keunggulannya sendiri, Pohon *Casuarina* pada ketinggianya dan *Pandanus* pada tingginya koefisien gesek dan kepadatannya. Sedangkan pemafaatan *Hibiscus* adalah pada fungsinya sebagai tanaman endemik. Untuk menahan tsunami dengan run up <5 m lapisan hutan Lapisan hutan pantai dengan lebar 100 m dan tambahan tanggul dapat melindungi sebagian besar area perancangan.

D. Konsep Perencanaan Ruang Terbuka Fungsi Proteksi

Dari hasil identifikasi seluruh ruang terbuka pada kawasan studi yang telah direncanakan sebagai fungsi proteksi, dua dari tiga lahan memiliki masalah ketebalan karena kekurangan lahan. Yaitu lahan *mangrove* bagian utara dan museum hijau. Museum hijau memiliki masalah tambahan yaitu kurangnya ketebalan, dimana dengan ketebalan saat ini hanya mampu menahan tsunami ± 20%. Kondisi penataan lahan *mangrove* sebagai proteksi pantai yang kekurangan lahan sebaiknya dipertahankan, bahkan diperluas jika memungkinkan. Keuntungan dari

penggunaan elemen alami sebagai proteksi untuk kawasan ini adalah konsep Meuraxa Hijau yang memprioritaskan lingkungan alami akan terwujud.

Hasil identifikasi lahan genangan yang memungkinkan untuk dijadikan ruang terbuka fungsi proteksi, lahan ini sangat baik jika dijadikan lahan tanam vegetasi proteksi. Lahan ini memenuhi syarat sebagai lahan tanam *mangrove*, memiliki luas lahan yang sangat cukup dan yang terpenting posisinya yang berada di depan lahan-lahan budidaya yang lain. Masalah pada lahan *mangrove* yang mengalami kekurangan luas lahan akan diatasi dengan memadukan fungsi proteksi dengan elemen struktural. Namun menurut Pedoman lokasi yang termasuk lahan bakau, sempadan pantai dan rawan bencana harus ditetapkan sebagai kawasan lindung (terbatas). Jadi, jika memungkinkan pengalihan lahan yang seharusnya milik *mangrove* juga tetap harus dilakukan. Karena ini juga mempertimbangkan ancaman bangunan yang berada pada kawasan itu, dan kurangnya proteksi untuk kawasan dibelakangnya. Menggunakan ruang terbuka hijau dan elemen naturalnya sebagai proteksi jauh lebih baik. Terutama pada kawasan yang memiliki konsep pengembangan berbasis ekologi lingkungan seperti Meuraxa khususnya di desa Ulee Lheu sebagai pusat dari kecamatan Meuraxa. Proteksi struktural tetap digunakan namun sebagai fungsi tambahan, mengingat ancaman tsunami terhadap kawasan ini sangatlah besar. Mengutamakan pengembangan lingkungan natural juga dapat mengurangi penggunaan lahan untuk pembangunan sedikit demi sedikit (pembatasan lahan terbangun), terutama pada area-area sangat rawan tsunami.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Kategori dan Jenis Penelitian

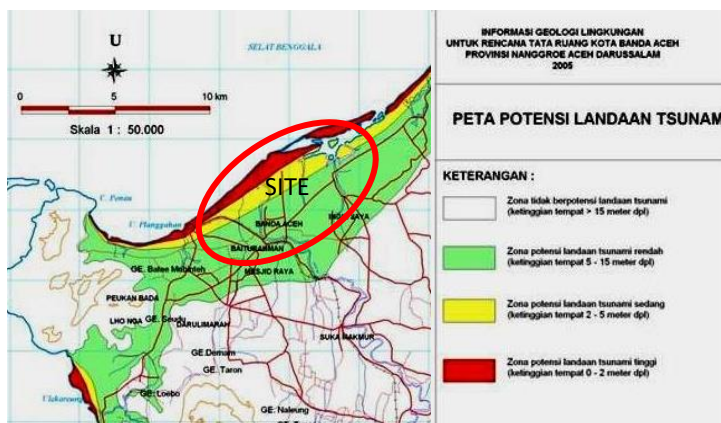
Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah. Data primer dan sekunder yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara induktif/kualitatif. Penelitian ini dilakukan di Kawasan pesisir Desa Ulee Lheue, kecamatan Meuraxa di Banda Aceh dengan pendekatan studi kasus, yaitu melakukan pengamatan dan identifikasi begetasi alami sebagai barrier mitigasi tsunami di Kawasan pesisir desa Ulee Lheue.



Gambar 8. Google Maps Kawasan Ulee Lheue sebelum dan sesudah tsunami
(Sumber: RTRW 2009-2029)

B. Wilayah Penelitian

Lokasi perencanaan pada penelitian ini terletak di Kawasan pesisir Desa Uleueu Lheue, kecamatan Meuraxa di Banda Aceh. Dari peta di bawah diketahui bahwa lokasi perencanaan memiliki potensi landaan tsunami tinggi (ketinggian tempat 0-2 meter dpl). Lokasi kasus studi berdekatan dengan kawasan rawan tsunami sehingga perlu dipikirkan mitigasi bencana serta pertahanan *urban green system* di kawasan tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan khusus dalam perencanaan untuk merespon kerawanan bencana pada kondisi fisik lokasi perancangan dengan pendekatan perencanaan alami berbasis mitigasi tsunami yang akan dipaparkan pada bagian berikutnya.



Gambar 9. Peta Potensi Landaan Tsunami
(Sumber: Tsunami and Disaster Mitigation Research
Center (TDMRC), 2014)

C. Sumber Data

Dalam penelitian ini, data diperoleh dari objek yang diteliti yaitu berupa data primer observasi lapangan, wawancara bersama ahli dan masyarakat serta kajian peta-peta terkait tata hijau sebagai mitigasi tsunami. Adapun data sekunder didapatkan dari kajian literatur dan publikasi ilmiah yang sudah pernah diteliti sebelumnya terkait tata hijau di Kawasan pesisir.



Gambar 10. Jenis *Rhizophora* sp Hutan Bakau di Kawasan penelitian
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2021)

D. Teknik Pengumpulan Data

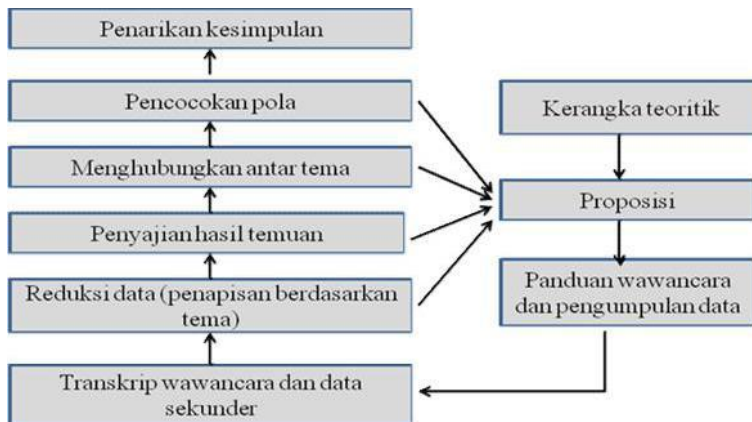
Pada penelitian ini , teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan *interview* (wawancara), observasi lapangan dan dokumentasi baik tertulis maupun melalui alat perekam dari perangkat elektronik.

E. Pengelolaan dan Analisis Data

Model interaktif digunakan dalam analisis data penelitian ini, melalui tahapan yang saling terkait satu sama lain yaitu reduksi data, penyajian data, dan pengambilan kesimpulan. Data awal berupa data yang

dikumpulkan berkaitan dengan isu yang diobservasi. Data tersebut dikumpulkan dalam bentuk dokumentasi yang bersumber dari bukti data primer, laporan misalnya artikel, laporan dan data sekunder, buku/dokumen Data primer dan sekunder selanjutnya dianalisis, dengan tahapan: data primer hasil wawancara terekam melalui HP kemudian ditulis dalam bentuk transkrip, dan data sekunder dibuat resumennya yang memuat hal-hal penting (Hay, 2010). Selanjutnya, peneliti membaca keseluruhan data awal tersebut.

Data tersebut diolah kembali melalui proses reduksi data, dengan melakukan penapisan sesuai dengan kriteria dalam penelitian. Penapisan dilakukan dengan memahami dan menginterpretasikan apa yang diutarakan oleh informan melalui kata-kata kunci, kemudian dikelompokkan sesuai dengan kata-kata kunci dalam tema/deskripsi yang diperlukan.



Gambar 11. Teknik Pengelolaan dan Analisis Data
(sumber : adaptasi dari Yin, 2009)

F. Metode Analisis Tata Guna Lahan/Lansekap

Struktur hijau atau sabuk hijau (*green belt*) pada wilayah pesisir yang berbasis mitigasi bencana menekankan signifikansi perencanaan tata RTH (ruang terbuka hijau) yang difokuskan pada penggunaan untuk proteksi berupa sabuk hijau (*green belt*) di kawasan pesisir dengan penambahan elemen visual yang dapat memandu masyarakat ke tempat yang lebih aman. Dalam hal pemanfaatan sabuk hijau pesisir sebagai pelindung, kombinasi pohon bakau (*mangrove*) dan tipe pohon pesisir yang kuat, seperti kelapa, cemara laut, ketapang, waru, asam jawa, dan kapuk dapat ditanam untuk mereduksi energi gelombang pasang tsunami. Kawasan di desa Ulee Lheue juga harus dilindungi oleh deretan pohon yang berlapis-lapis sesuai kriteria tanaman pantai peredan gelombang dan ditanam di sepanjang tepi pantai, koridor jalur hijau jalan.

Tabel 1 Jenis Vegetasi eksisting di Kecamatan Meuraxa

Lokasi	Item	Eksisting	Pedoman	Penjelasan
Pesisir Kecamatan Meuraxa Tepatnya di desa Ulee Lheue	Jenis vegetasi	Umumnya cemara laut, tinggi 8-10 m, dan lebar 30-60 cm. tumbuh tersebar dan mengelompokkan secara alami.	Untuk mereduksi Limpasan gelombang dibutuhkan vegetasi pohon besar yang kuat dan	Penataan lansekap pola tanam yang cukup luas agar dapat ditanami

			dalam jumlah besar.	vegetasi pohon dengan jumlah yang cukup banyak.
	Kerapatan	Jarak tanam 5 m. Tumbuh alami, tidak berpola teratur	Vegetasi pantai ditanam mengikuti pola yang dapat mereduksi energi dan menahan sampah puing.	Kepadatan pohon diatur dengan jarak tanam tertentu dengan pola berlapis untuk meredam energi ombak

Dari tabel tersebut diatas, kita dapat mengetahui bahwa jenis vegetasi eksisting yang umum di wilayah pesisir khususnya di kecamatan Meuraxa adalah pohon cemara laut dan bakau, pola tumbuh tanaman tersebar dan mengelompok secara alami diikuti pola tanam dan

kerapatan tanaman masih belum teratur dan masih jarang berdasarkan hasil pengamatan dan data di lapangan. Oleh karena itu, RTH (ruang terbuka hijau) dapat berfungsi mereduksi limpasan energi gelombang yang perlu direncanakan pola penataan dan kerapatan tanaman serta pemilihan ukuran pohon yang cukup besar dan kuat. Hal ini menyebabkan fungsi ruang terbuka hijau sebagai pelindung akan berlangsung optimal khususnya jika dapat ditanam pohon dengan jumlah yang cukup banyak dengan pola dan kerapatan tertentu pada lahan tanam yang luas agar efektif dalam mitigasi bencana tsunami.

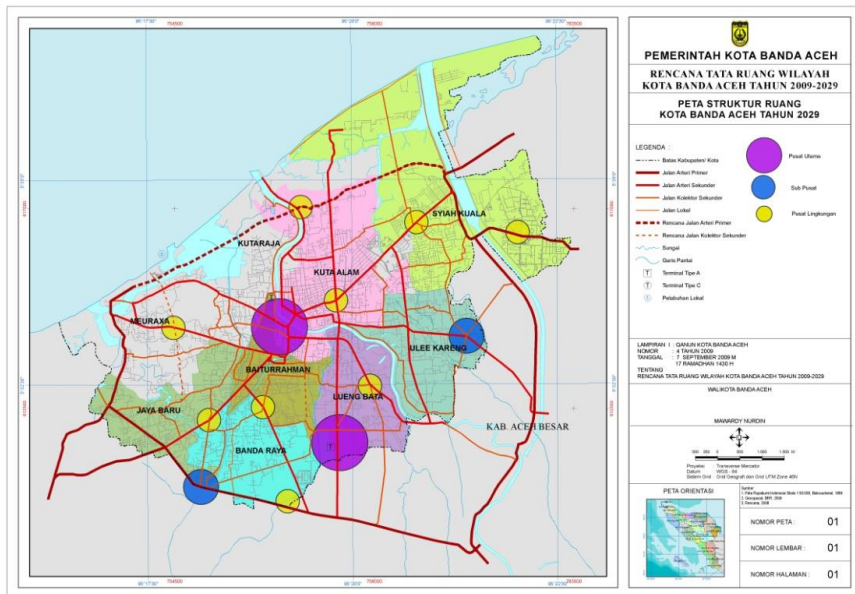
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Wilayah Studi

1. Geografis

Kota Banda Aceh terletak di antara $5^{\circ}30' - 05035'$ LU dan $95^{\circ}30' - 99016'$ BT. Tinggi rata-rata kota Banda Aceh berada 0,80 meter diatas permukaan laut, dengan luas wilayah 61,36 km².



Gambar 12. Peta Struktur Ruang Kota Banda Aceh

Sumber: RTRW Kota Banda Aceh 2006-2016

2. Topografi

Berdasarkan topografinya, 70% wilayah Kota Banda Aceh berada pada ketinggian kurang dari 10 m dari permukaan laut, sedangkan wilayah

Kecamatan Meuraxa mempunyai ketinggian antara 0,5-3 meter diatas permukaan air laut. Kondisi ini mengakibatkan kondisi topografi wilayah Kecamatan Meuraxa cenderung tergenang permanen, drainase sulit, air tanah dangkal dan payau.

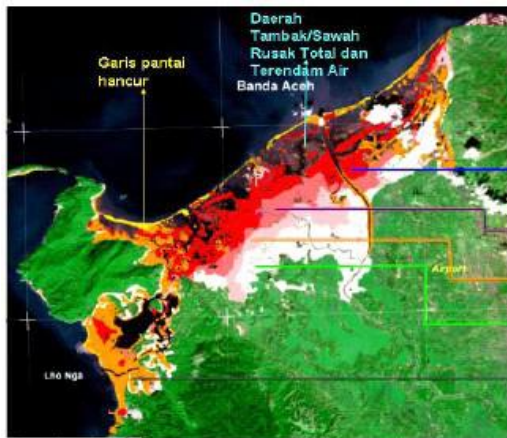


Dataran Banjir : ketinggian < 5 m, tergenang permanen, drainase air yang sulit, air tanah dangkal dan payau
 Dataran : ketinggian 5-10 m, daerah hilir rawan banjir, drainase sulit terutama pada daerah hilir dan air tanah sebagian payau

Gambar 13. Peta Topografi dan Kondisi Kota Banda Aceh

Sumber : (Master Plan NAD-NIAS,2009)

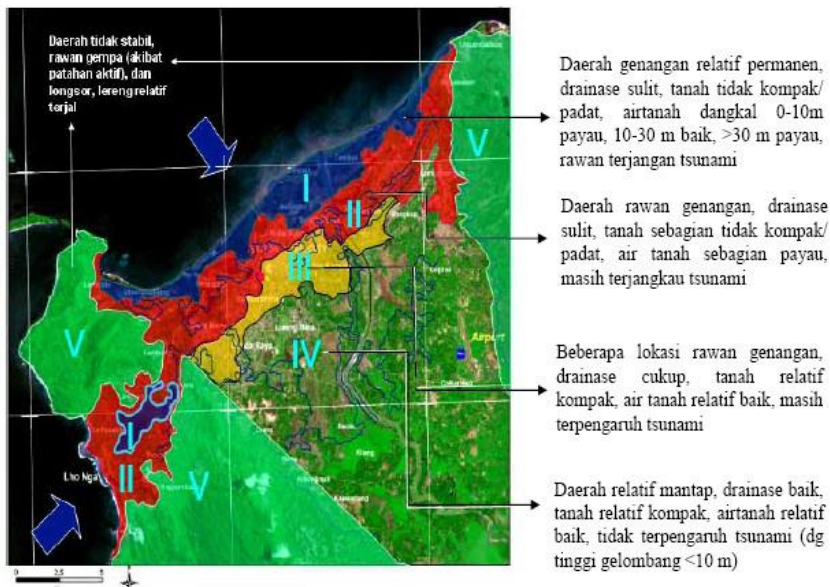
Kondisi Akibat Tsunami



- Kawasan Perkotaan Hancur
- Kawasan Perkotaan Rusak
- Kawasan Perkotaan Sedang
- Kawasan Perkotaan Ringan
- Kawasan Perdesaan Hancur

Gambar 14. Kondisi Kota Banda Aceh Pasca Tsunami

Sumber: Master Plan Banda Aceh 2009

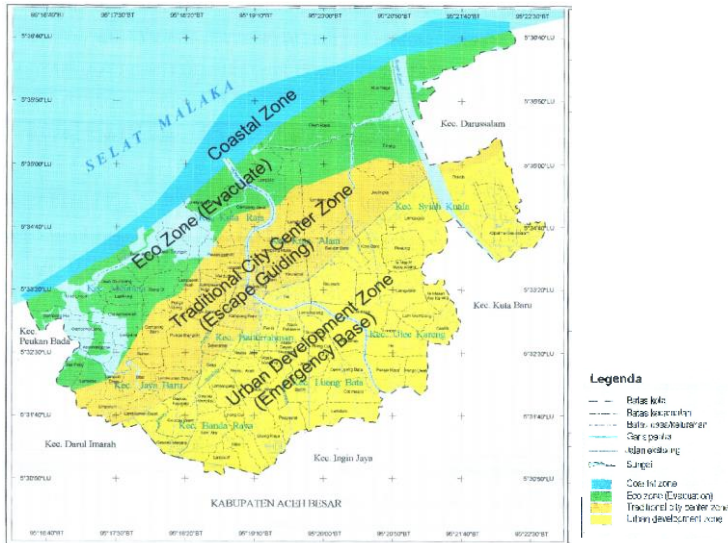


Gambar 15. Zonasi Kota Banda Aceh Berdasarkan Besarnya Dampak Tsunami

Sumber: Master Plan NAD-NIAS, 2009

B. Rencana Zonasi Kota Banda Aceh

Banda Aceh merupakan salah satu wilayah di Provinsi Aceh yang terdampak bencana gempa dengan 8,9 skala Richter dan gelombang tsunami dengan ketinggian sekitar 10-20 meter. Bencana tersebut telah menyebabkan kehancuran wilayah kota sebesar 60% wilayah Kota Banda Aceh dari seluruh wilayah Kota Banda Aceh seluas 61 km² mengalami kerusakan/kehancuran. Kehancuran ini dialami pada Wilayah Kota bagian pantai seluas 8 x 5,5 km atau seluas 40,4 km² termasuk permukiman penduduk di hampir semua wilayah kecamatan dalam Kota Banda Aceh. Pembagian zona berdasarkan dampak tsunami dan gambaran kondisinya pada peta berikut.



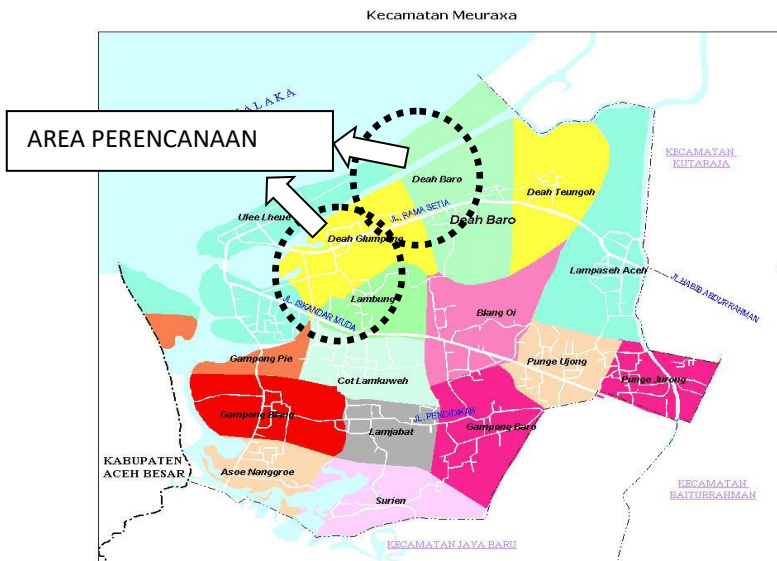
Gambar 16. Rencana Zonasi Baru Kota Banda Aceh

Sumber: RTRW Kota Banda Aceh 2016

C. Kajian Kawasan Studi

Ruang Kota Banda Aceh terbagi menjadi 4 bagian sebagai acuan penetapan zona fisiknya. *Eco zone* dan *Traditional City Centre Zone* adalah zona darat yang terkena dampak tsunami. Dari 9 pembagian administrasi (kecamatan) kawasan Banda Aceh, ada 4 kecamatan yang berada pada kawasan tersebut, artinya keempat kawasan tersebut termasuk yang parah terkena dampak tsunami. Keempat kecamatan tersebut adalah Meuraxa, Kuta Raja, Kuta Alam dan Syiah Kuala. Namun dari keempat kawasan tersebut Kecamatan Meuraxa merupakan kawasan yang terparah terkena dampak tsunami pada Desember 2004 yang lalu. Hal ini disebabkan karena bagian dari kecamatan Meuraxa yang terkena dampak

tsunami belum memiliki penataan yang baik dan perlindungan dari bencana. Indikator yang menunjukkan hal tersebut adalah bahwa Kecamatan Meuraxa merupakan kecamatan yang paling banyak kehilangan penduduk akibat tsunami (sebanyak 82% RTRW Banda Aceh, 2005), dibandingkan kecamatan lain baik yang berada di tepi pantai maupun yang padat penduduknya. Hal tersebut akan dijadikan dasar pemilihan Desa Uleu Lheu, Kecamatan Meuraxa menjadi wilayah studi perancangan kawasan lansekap berbasis mitigasi tsunami.



Gambar 17. Peta Meuraxa

Sumber: RDTRK Meuraxa, 2007



Gambar 18. Kondisi Kawasan sebelum dan sesudah tsunami

Sumber: Satuan penanggulangan bencana ITB

D. Gambaran Umum Kecamatan Meuraxa

Kedudukan Meuraxa sebagai bagian wilayah administratif dari Kota Banda Aceh didukung oleh keberadaan pelabuhan penyeberangan dan letaknya yang relatif sangat dekat dengan Kota Banda Aceh menjadikan Meuraxa sebagai *Etalase* sekaligus pintu gerbang bagi Kota Banda Aceh dalam hubungannya dengan pulau-pulau di luar Kota Banda Aceh dan daerah sekitarnya. Disamping itu keberadaan potensi lokal yang mampu untuk dikembangkan (pariwisata dan pelabuhan serta lalu lintas perdagangan) serta keberadaan fungsi-fungsi pusat pelayanan baik dalam skala lokal maupun regional menjadikan Kecamatan Meuraxa sebagai pusat pelayanan yang memegang peranan strategis bagi perkembangan Kota Banda Aceh.

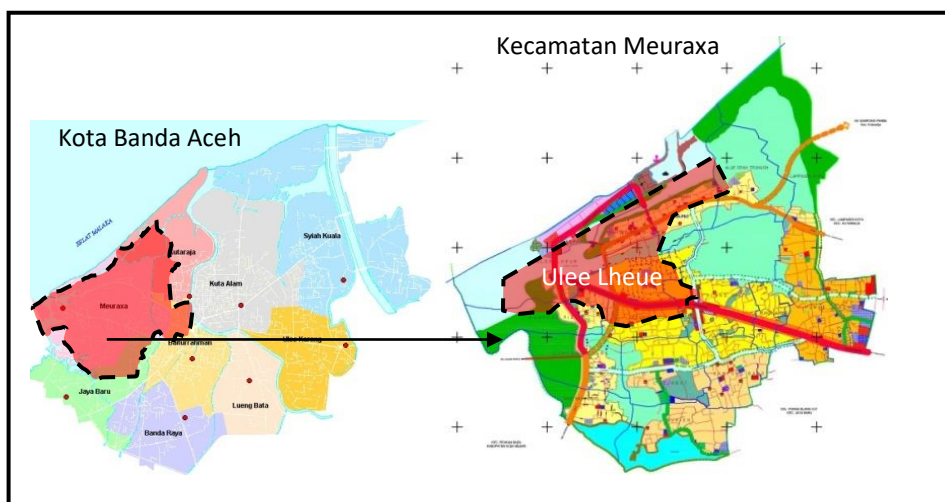
Batas Administrasi dari Kecamatan Meuraxa adalah :

Sebelah Utara : Selat Malaka

Sebelah Selatan : Kecamatan Jaya Baru

Sebelah Barat : Kecamatan Peukan Bada, Kab Aceh Besar

Sebelah Timur : Kecamatan Kuta Raja



Gambar 19. Posisi Ulee Lheue di Kota Banda Aceh

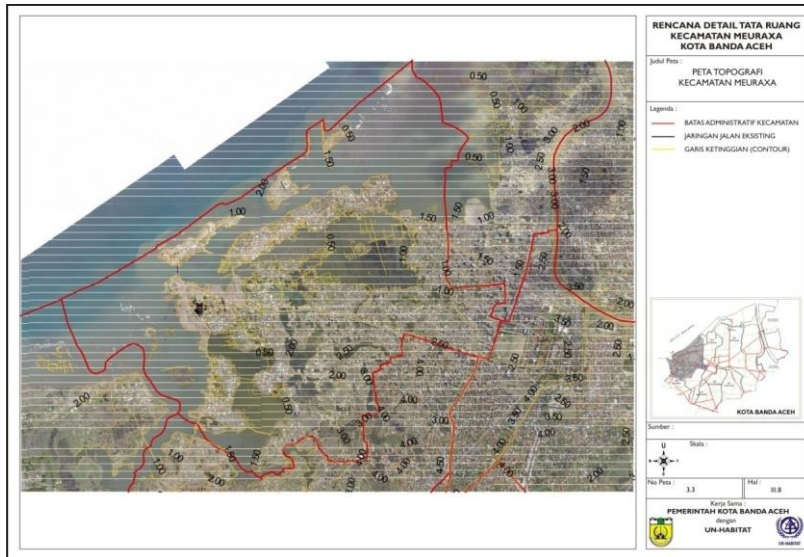
(Sumber: Triple-c dan RDTRK Kecamatan Meuraxa 2007)

Di kota Banda Aceh terdapat beberapa kawasan pesisir, baik pesisir sungai maupun laut. Salah satu kawasan pesisir laut yang memiliki potensi pengembangan adalah kawasan pesisir Ulee Lheue. Ulee Lheue merupakan sebuah desa di Kota Banda Aceh yang berbatasan langsung dengan pantai yang dikenal dengan nama Pantai Cermin. Mata pencaharian penduduknya sebagian besar adalah nelayan. Dalam sejarahnya kawasan ini sudah menjadi tujuan wisata masyarakat kota. Ditinjau dari lokasi geografis fisik, sejarah, kondisi sosial-kultural dan

perekonomian kawasan pesisir Ulee Lheue ini memiliki beberapa potensi yang menjadikannya layak untuk dikembangkan sebagai kawasan wisata. Beberapa contoh potensinya adalah posisinya berada pada kawasan pengembangan pelabuhan internasional Ulee Lheue dan memiliki beberapa monumen sejarah dan budaya yang penting bagi Kota Banda Aceh. Karena potensi dan keunikannya kawasan pesisir Ulee Lheue ini dapat dikembangkan menjadi kawasan wisata rekreasi sesuai dengan kebijakan yang berlaku di pemerintah kota, yaitu arahan pengembangan kawasan Ulee Lheue sebagai kawasan pelabuhan dan wisata. Oleh karena itu, pengembangan wilayah pesisirnya sangat penting bagi kemajuan Kota Banda Aceh.

1. Kondisi Kawasan Meuraxa

Upaya perencanaan pembangunan di Kecamatan Meuraxa harus mengacu pada ketinggian air laut baik pada saat pasang tertinggi, maupun ketinggian pada saat surut terendah. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari masuknya air laut terutama pada kawasan-kawasan permukiman dan area-area terbangun lainnya. Berdasarkan tingkat kemiringannya, Kecamatan Meuraxa mempunyai tingkat kemiringan 0-2%, atau dapat dikatakan bahwa wilayah ini cukup rata atau hampir rata. Topografi Kecamatan Meuraxa relatif datar dan sangat baik serta memungkinkan untuk dilakukan upaya pengembangan kota.



Gambar 20. Peta Topografi Kecamatan Meuraxa

(Sumber: BRR,2009)

Rata-rata kedalaman tanah keras di Kecamatan Meuraxa mencapai 8,3 m. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian secara umum berdasarkan hasil penyelidikan tanah, lapisan tanah permukaan di Kecamatan Meuraxa pada kedalaman 0-3 meter merupakan lapisan pasir dan lempung kepasiran dengan konsistensi lepas sampai sedang dan dengan qc rata-rata < 40 kg/cm², dimana lapisan tanah tersebut dipertimbangkan akan mengalami likuifaksi untuk PGA yang lebih besar dari 0,30 g. Untuk itu, bangunan yang dikonstruksi diatas lapisan tanah tersebut disarankan untuk dilakukan perbaikan.

2. Kondisi Perancangan Elemen Fisik dan Lingkungan

Untuk menilai sejauh mana tingkat kerentanan elemen perancangan fisik dan lingkungan dibutuhkan data mengenai kondisi elemen-elemen

perancangan tersebut sesuai aspek tinjauannya. Data yang dibutuhkan adalah kondisi fisik elemen tersebut yang dapat dianalisa kerentanannya dengan parameter yang telah ada. Selain itu dikumpulkan pula data-data sekunder yang berhubungan dengan aspek perancangan dan mitigasi lainnya. Kondisi elemen-elemen perancangan fisik dan lingkungan ini didapatkan dari hasil pengamatan langsung di lapangan, mengumpulkan informasi-informasi yang dibutuhkan dengan cara mencatat dan mendokumentasikan secara visual.

3. Kondisi Penataan Ruang Terbuka

Konsep umum perancangan kawasan Meuraxa adalah Meuraxa Hijau (RDTRK Meuraxa, 2007). Maka salah satu upaya untuk pengembangan Kecamatan Meuraxa adalah dengan mengarahkan penghijauan pada aktifitas ruang yang berada di Kecamatan Meuraxa sehingga akan tercipta lingkungan dan ekosistem yang nyaman serta memiliki nilai estetika (keindahan). Pemanfaatannya lebih bersifat penghijauan tanaman atau tumbuhan baik yang tumbuh secara alamiah maupun budidaya tanaman seperti lahan pertanian, taman, kebun dan sebagainya. Pengembangan ruang terbuka hijau di kecamatan Meuraxa ini selain sebagai upaya untuk menambah estetika dan keindahan ruang, juga sebagai salah satu upaya untuk menjaga ekosistem lingkungan hayati sekaligus untuk memperbaiki iklim mikro Meuraxa yang mengalami perubahan semenjak Pasca Tsunami karena tidak adanya vegetasi hijau pada kawasan ini, sehingga diharapkan dengan pengembangan ruang terbuka hijau ini dapat menciptakan suasana yang asri dan nyaman sekaligus dapat dijadikan sebagai ruang publik bagi

masyarakat di Kecamatan Meuraxa yang berbasis mitigasi bencana, (RDTRK Meuraxa, 2007).

Kawasan studi telah memiliki rencana peruntukan/penggunaan lahan yang diatur dalam dokumen Rencana Detail Tata Ruang Kecamatan Meuraxa (2007). Lahan dibagi menjadi 20 tipologi penggunaan lahan, dan terdapat 7 lahan sebagai fungsi ruang terbuka dengan arahan pengembangan yang telah ditetapkan adalah ;

1. Lahan Mangrove
2. Pantai
3. Museum Hijau
4. Genangan
5. Lapangan
6. Makam dan
7. Wisata

Dalam sebuah kawasan rawan tsunami, antara kriteria ruang terbuka untuk fungsi proteksi dengan ruang terbuka fungsi penyelamatan memiliki perbedaan yang signifikan. Yang pertama adalah ketinggian, dimana ruang terbuka fungsi proteksi terdapat pada area yang rawan tsunami (terjangkau tsunami) sedangkan ruang terbuka fungsi penyelamatan harus memiliki ketinggian diatas jangkauan tsunami atau berada di daerah aman. Kedua, ruang terbuka fungsi proteksi menuntut seluruh permukaan lahan untuk area tanam, artinya tak ada ruang untuk aktifitas apapun di dalamnya. Sedangkan untuk ruang terbuka fungsi penyelamatan membutuhkan ruang untuk berkumpul dan mengaksesnya.

Dari hasil kajian Tsunami diatas, penelitian ini merekomendasikan untuk pembebasan pembangunan baru dan strategi mitigasi dengan pertahanan/*buffer* baik berupa pemanfaatan zona vegetasi (*mangrove* dan sejenisnya). Kajian mengenai ketebalan *buffer* ini merupakan materi yang perlu dikaji lebih lanjut. Sebaiknya untuk perencanaan kawasan pantai dibuat sistem sistem *greenbelt* yaitu dengan membuat benteng tanaman/pepohonan sebelum kawasan permukiman untuk mereduksi kekuatan aliran air ketika terjadi bencana tsunami. Dengan adanya sistem pertahanan dengan menggunakan tanaman akan mengurangi risiko/dampak tsunami, tanaman akan berfungsi untuk megurangi kecepatan tsunami. Selain sebagai sistem pertahanan lingkungan, adanya tanaman dan pepohonan sangat membantu mengurangi temperatur, menurunkan kadar CO2 dan menjaga kelembaban udara pada iklim tropis, juga tentunya akan menambah keindahan wilayah pantai tersebut.

Dari ke-7 ruang tersebut akan dipisahkan antara ruang yang dialokasikan untuk fungsi proteksi atau fungsi penyelamatan.

- a. Lahan mangrove, lahan ini telah diperuntukkan untuk fungsi proteksi. Telah diatur dalam rencana bahwa lahan ini akan menjadi lahan konservasi. **Jadi lahan ini termasuk lahan untuk fungsi proteksi.**
- b. Lahan pantai, lahan ini diperuntukkan untuk fungsi wisata. Karakteristiknya berupa pasir dengan vegetasi rendah penutup pasir pencegah erosi. Lahan ini diperuntukkan untuk aktifitas, jadi tidak dapat ditanami vegetasi proteksi. Lahan ini tidak dapat diperuntukkan untuk fungsi proteksi maupun fungsi penyelamatan. **Jadi lahan ini tidak dibahas dalam aspek tersebut nantinya.**

- c. Lahan museum hijau, lahan ini ditanami pohon cemara pantai yang jumlahnya banyak. Menurut RTRW 2009-2029 juga akan dijadikan kawasan konservasi, dan dibatasi pengembangannya. **Jadi lahan ini diperuntukkan untuk fungsi proteksi.**
- d. Genangan, lahan ini merupakan lahan yang terkena dampak bencana. Direncanakan menjadi lahan dengan fungsi tangkapan air, karena belum ada peruntukan lain yang tepat untuk kondisi lahan seperti ini. Ruang terbuka fungsi proteksi merupakan area yang dapat melindungi area yang perlu perlindungan dibelakangnya. Ruang terbuka fungsi penyelamatan dibutuhkan jika disuatu area tidak terdapat area/bangunan penyelamatan terdekat.
- e. Lahan lapangan, lahan ini diperuntukkan untuk mewadahi aktifitas publik. Artinya, sebagian besar area lahan ini tidak digunakan untuk vegetasi. Maka dari itu, lahan ini tidak sesuai untuk fungsi proteksi yang menuntut banyak lahan untuk area tanam vegetasi proteksi.
- f. Lahan makam, lahan ini merupakan lahan yang tidak diperuntukkan untuk area tanam. Tapi juga tidak diperuntukkan untuk menampung aktifitas yang sangat banyak. **Maka dari itu, ruang terbuka ini tidak dapat dijadikan kedua fungsi mitigasi tersebut.**
- g. Lahan wisata, lahan ini menuntut area untuk aktifitas dan fasilitas wisata. Jadi tidak terdapat cukup area tanam apabila difungsikan untuk fungsi vegetasi. **Lahan ini memiliki kemungkinan untuk dijadikan fungsi penyelamatan.** Tergantung dari lokasi dan ketinggiannya yang jauh dari ancaman tsunami.

Dapat disimpulkan bahwa, lahan mangrove dan museum hijau diperuntukkan untuk fungsi proteksi, lahan lapangan dan wisata memiliki kemungkinan untuk menjadi fungsi penyelamatan. Sedangkan untuk lahan genangan masih memiliki 2 kemungkinan tergantung dari kriteria yang dipenuhinya. Berikutnya akan disajikan data yang telah dikumpulkan untuk kebutuhan analisa kualitas perancangan kawasan berbasis mitigasi tsunami, sesuai dengan aspek kajian.

4. Data Ruang terbuka Fungsi proteksi

Ruang terbuka fungsi proteksi dapat diketahui kualitasnya meredam tsunami bergantung pada beberapa hal yaitu : 1) jenis vegetasinya, 2) kepadatannya (dilihat dari jarak tanamnya), 3) dan ketebalannya. Sesuai kebutuhan penelitian, ruang terbuka terlebih dahulu akan dibagi dalam dua tipologi dalam aspek mitigasi, yaitu proteksi dan penyelamatan. Dalam peruntukan lahan ruang terbuka hanya dapat diketahui fungsi ruang terbuka untuk proteksi, sedangkan untuk fungsi penyelamatan belum diperuntukkan. Ruang terbuka untuk fungsi proteksi adalah :

- a. Lahan Mangrove
- b. Museum hijau
- c. Genangan

Ketiga lahan tersebut akan ditetapkan menjadi kawasan konservasi untuk mencegah pengembangan lebih luas yang akan berdampak berkurangnya lahan untuk vegetasi atau elemen proteksi natural lainnya

(RDTRK Meuraxa, 2007). Selain itu juga untuk memaksimalkan proteksi untuk kawasan-kawasan budidaya.

5. Data kondisi lahan terbuka fungsi proteksi

Berikutnya adalah data kondisi eksisting perancangan elemen fisik dan lingkungan ruang terbuka untuk fungsi penyelamatan. Ruang terbuka fungsi penyelamatan merupakan salah satu aspek tinjauan pada studi ini. Dari hasil klasifikasi sebelumnya, lahan-lahan terbuka pada kawasan studi yang memiliki kriteria untuk fungsi penyelamatan adalah lahan lapangan, genangan dan wisata.

Untuk meninjau kualitas perancangannya sebagai fungsi penyelamatan, akan dianalisa kesesuaiannya dengan parameter yang telah dirumuskan sebelumnya, yaitu :

1. Ketinggiannya harus lebih tinggi dari perkiraan jangkauan tsunami, atau pada area tidak terjangkau tsunami,
2. Dapat menampung minimal 100 orang, atau 100 m²,
3. Dapat diakses dengan mudah, terakses dengan minimal 1 jalur evakuasi darurat, kemiringan bukit maksimal 30'.

Dari beberapa studi kasus kawasan rawan mitigasi tsunami, ruang terbuka fungsi penyelamatan banyak berfungsi juga sebagai lahan wisata. Jika lahan itu berada pada zona rawan tsunami wujudnya berupa bukit, berbeda dengan yang berada pada zona aman. Tapi beberapa diantaranya mengusahakan untuk membuat bukit tersebut. Membuat bukit jauh lebih ekologis daripada memuat bangunan penyelamatan. Kawasan studi merupakan kawasan yang landai, tidak ada perbukitan. Pada kawasan studi hanya terdapat 1 lahan untuk fungsi wisata. Berikut


data-data kondisi penataan elemen fisik dan lingkungan lahan-lahan wisata untuk fungsi penyelamatan.

Tabel 2. Rekomendasi dan Saran berdasarkan penelitian dan observasi

Kondisi Penataan	Referensi	Pembahasan
<p>Dari hasil identifikasi seluruh ruang terbuka pada kawasan studi yang telah direncanakan sebagai fungsi proteksi, dua dari tiga lahan memiliki masalah ketebalan karena kekurangan lahan. Yaitu lahan mangrove bagian utara dan museum hijau. Museum hijau memiliki masalah</p>	<p><i>Green belt</i> pantai dapat menjadi pemisah antara dua karakter berbeda, yaitu pertumbuhan kota dan konservasi elemen natural. Elemen natural alami pantai memberikan banyak keuntungan disamping perlindungan terhadap ancaman laut. Sekecil apapun ekosistem alami pantai yang tersedia, sebaiknya dipertahankan (Vermaat, Thampanya 2006).</p>	<p>Kondisi penataan lahan <i>mangrove</i> sebagai proteksi pantai yang kekurangan lahan sebaiknya dipertahankan, bahkan diperluas jika memungkinkan. Keuntungan dari penggunaan elemen alami sebagai proteksi untuk kawasan ini adalah konsep Meuraxa Hijau yang memprioritaskan lingkungan alami akan terwujud.</p>

<p>tambahan yaitu kurangnya ketebalan, dimana dengan ketebalan saat ini hanya mampu menahan tsunami \pm 20%.</p>		
<p>Hasil identifikasi lahan genangan yang memungkinkan untuk dijadikan ruang terbuka fungsi proteksi, lahan ini sangat baik jika dijadikan lahan tanam vegetasi proteksi. Lahan ini memenuhi syarat sebagai lahan tanam mangrove, memiliki luas lahan yang</p>	<p>Penataan ruang terbuka hijau fungsi proteksi hanya penanaman vegetasi kembali ada lahan yang ada, tidak ada upaya untuk mengoptimalkan kuantitas lahan tersebut. Karena upaya proteksi akan dikombinasikan dengan penggunaan proteksi struktural (<i>sea-wall</i>) (RDTRK Meuraxa, 2007). Konsep utama penataan kawasan Meuraxa adalah lingkungan alami</p>	<p>Masalah pada lahan <i>mangrove</i> yang mengalami kekurangan luas lahan akan diatasi dengan memadukan fungsi proteksi dengan elemen structural. Namun menurut Pedoman lokasi yang termasuk lahan bakau, sempadan pantai dan rawan bencana harus ditetapkan sebagai kawasan lindung (terbatas). Jadi, jika memungkinkan pengalihan lahan yang seharusnya milik</p>

<p>sangat cukup dan yang terpenting posisinya yang berada di depan lahan-lahan budidaya yang lain</p>	<p>menjadi perhatian utama dalam pengelolaannya (RDTRK Meuraxa, 2007). Alokasi lahan untuk ruang terbuka alami diprioritaskan, disamping untuk membatasi pengembangan pembangunan. Di kawasan pantai harus ada alokasi lahan untuk RTH yang berfungsi sebagai pengaman pantai. (Permen PU No.05 Tahun 2008).</p>	<p>mangrove juga tetap harus dilakukan. Karena ini juga mempertimbangkan ancaman bangunan yang berada pada kawasan itu, dan kurangnya proteksi untuk kawasan dibelakangnya.</p>

<p>Untuk mendapatkan reduksi tsunami mendekati 100%, lahan mangrove bagian utara harus diperluas hingga mencapai ketebalan 165 meter. Jika meninjau pada lahan yang memungkinkan, maka perluasan lahan akan terlihat sebagai berikut.</p>		<p>Dari hasil pembahasan antara kondisi penataan ruang terbuka kawasan Meuraxa untuk fungsi proteksi dengan beberapa sumber konsep, maka disimpulkan bahwa konsep yang tepat mengatasi permasalahan ini adalah : Pemanfaatan dan pengoptimalan elemen natural untuk proteksi, proteksi struktural sebagai pendukung.</p>
---	---	--

Sebaiknya untuk perencanaan kawasan pantai dibuat sistem sistem greenbelt yaitu dengan membuat benteng tanaman / pepohonan sebelum kawasan permukiman untuk mereduksi kekuatan aliran air ketika terjadi bencana tsunami. Dengan adanya sistem pertahanan dengan menggunakan tanaman akan mengurangi risiko / dampak tsunami, tanaman akan berfungsi untuk megurangi kecepatan tsunami. Selain sebagai sistem pertahanan lingkungan, adanya tanaman dan pepohonan

sangat membantu mengurangi temperatur, menurunkan kadar CO₂ dan menjaga kelembaban udara pada iklim tropis, juga tentunya akan menambah keindahan wilayah pantai tersebut.

Untuk mendapatkan reduksi tsunami mendekati 100%, lahan mangrove bagian utara harus diperluas hingga mencapai ketebalan 165 meter. Dari hasil pembahasan antara kondisi penataan ruang terbuka kawasan Meuraxa untuk fungsi proteksi dengan beberapa sumber konsep, maka disimpulkan bahwa konsep yang tepat mengatasi permasalahan ini adalah : **Pemanfaatan dan pengoptimalan elemen natural untuk proteksi, proteksi structural sebagai pendukung**

Kesimpulan dari hasil perumusan konsep perencanaan lansekap sebagai mitigasi bencana tersebut adalah:

- a. Menggunakan ruang terbuka hijau dan elemen naturalnya sebagai proteksi jauh lebih baik. Terutama pada kawasan yang memiliki konsep pengembangan berbasis ekologi lingkungan seperti Meuraxa khususnya di desa Ulee Lheu sebagai pusat dari kecamatan Meuraxa. Proteksi struktural tetap digunakan namun sebagai fungsi tambahan, mengingat ancaman tsunami terhadap kawasan ini sangatlah besar. Mengutamakan pengembangan lingkungan natural juga dapat mengurangi penggunaan lahan untuk pembangunan sedikit demi sedikit (pembatasan lahan terbangun), terutama pada area-area sangat rawan tsunami.

- b. Banyaknya bangunan rawan diakibatkan pengaruh penataan zonasi dan penggunaan lahan yang tidak didasari pada kajian kerentanan tsunami. Solusi yang tepat untuk permasalahan penataan bangunan adalah membatasi pembangunan dengan mengalih fungsikan lahan-lahan yang belum terbangun menjadi ruang tanam vegetasi fungsi proteksi

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Menggunakan ruang terbuka hijau dan elemen naturalnya sebagai proteksi jauh lebih baik. Terutama pada kawasan yang memiliki konsep pengembangan berbasis ekologi lingkungan seperti Meuraxa khususnya di desa Uleeu Lheu sebagai pusat dari kecamatan Meuraxa. Proteksi struktural tetap digunakan namun sebagai fungsi tambahan, mengingat ancaman tsunami terhadap kawasan ini sangatlah besar. Mengutamakan pengembangan lingkungan natural juga dapat mengurangi penggunaan lahan untuk pembangunan sedikit demi sedikit (pembatasan lahan terbangun), terutama pada area-area sangat rawan tsunami.

Konsep perencanaan lansekap dan tata hijau sebaiknya mempertimbangan aspek penghijauan, keindahan, pengendalian, rehabilitasi lingkungan, dan mitigasi bencana (tsunami) :

1. Meminimalisir atau Mitigasi dampak bencana dengan penggunaan sabuk hijau bakau (mangrove green belt) jenis Api-api di wilayah pesisir yang dapat mengurangi kecepatan air jika terjadi bencana tsunami.
2. Dapat memperkuat karakter kampung dengan pola pengaturan dalam menanam jenis pohon yang bisa memberi dan menciptakan karakter di wilayah desa Ulee Lheue.
3. Dapat berfungsi sebagai peneduh di ruang-ruang publik di Desa Ulee Lheue yaitu berupa Pohon Jeumpa atau Asam Jawa.

Konsep tata hijau ke depan merujuk pada beberapa hal penting, yang pertimbangannya didasarkan tidak saja sekedar penghijauan untuk keindahan tetapi lebih ke arah pengendalian dan rehabilitasi lingkungan berkaitan dengan antisipasi terhadap bencana tsunami. Dasar-dasar pengendalian untuk tata hijau kampung adalah:

- *Tata Hijau sebagai perbaikan lingkungan pesisir* Yaitu dihijaukannya kembali daerah sekitar kampung yang dulunya merupakan kawasan bakau, jenis pohon bakau api-api.
- *Tata hijau sebagai elemen penguat karakter kampong* Yaitu penanaman jenis pohon tertentu menciptakan karakter di wilayah desa Ulee Lheue, selain berfungsi sebagai penguat karakter juga akan berguna untuk peneduh di ruang-ruang publik di Desa Ulee Lheue. Pohon yang ditanam adalah jenis pohon jeumpa, atau pohon asam jawa.
- *Tata hijau sebagai elemen pengendali bencana (sabuk hijau kawasan)* Yaitu akan ditanam jenis pohon-pohon tertentu yang akan dimanfaatkan untuk mengurangi dan mengendalikan kecepatan aliran air (khususnya tsunami).

Kriteria perencanaan pada kawasan tsunami sangat penting untuk diketahui dan dipelajari dari bencana yang pernah terjadi sebelumnya, karena pada dasarnya bencana tsunami memiliki karakteristik yang berbeda-beda pada setiap daerah sehingga perencanaan tidak salah sasaran dan dapat berjalan dengan baik. Perencanaan dilakukan dengan menerapkan teori-teori pendekatan mitigasi tsunami dengan teori konektivitas lanskap. Salah satu perencanaan mitigasi yaitu dengan

lansekap alami berupa vegetasi. Vegetasi pada studi kasus penelitian yaitu di kawasan pesisir Uleu Lheue masih sangat minim setelah tsunami menghantam kawasan ini 2004 silam. Hanya terdapat *mangrove* di beberapa area, cemara laut, pohon asam Jawa dan perdu rendah. Oleh karenanya dalam merencanakan kawasan berbasis mitigasi haruslah menata vegetasi yang dapat mengurangi dampak tsunami serta sebagai penyejuk lingkungan disekitar area tersebut. Perencanaan yang diaplikasikan menggunakan vegetasi yang diindikasikan dapat mengurangi dan mereduksi efek tsunami yang menerjang kawasan perancangan antara lain yaitu kategori pohon yaitu : *Pandanus Odoratissimus*, *Casuarina equisetifolia*, *Hibiscus Tiliaceus*, *Tamarindus indica*, *Anacardium occidentale*, bakau, ny pah dan waru.

B. Saran dan rekomendasi

Dari hasil kajian diatas dan penelitian yang telah dilakukan maka peneliti merekomendasikan bahwa konsep perencanaan lansekap dan tata hijau berbasis mitigasi bencana tsunami seharusnya mempertimbangkan aspek-aspek berupa penghijauan, keindahan, pengendalian, rehabilitasi lingkungan dan mitigasi bencana tsunami. Dengan adanya perencanaan lansekap berbasis mitigasi tsunami maka dapat mengurangi dampak bencana dengan penggunaan sabuk hijau bakau di pesisir. Lansekap alami sebagai penguat karakter desa, penanaman jenis pohon yang bias memberikan karakter tersendiri menjadi peneduh di ruang-ruang public di dalam Kawasan Desa Uleu Lheue. Penelitian ini merekomendasikan untuk pembebasan pembangunan baru sesuai dengan aturan garis sempadan pantai yang tidak boleh ada pembangunan namun faktanya di

lapangan saat ini sudah di bangun beberapa bangunan permanen. Padahal sangat diperlukan strategi mitigasi dengan pertahanan/buffer baik berupa pemanfaatan zona vegetasi (*mangrove* dan sejenisnya).

DAFTAR PUSTAKA

- CDIT. (2006). (Coastal Development Institute of Technology) Jepang, *Menyelamatkan Diri dari Tsunami*.
- Dahdouh-Guebas, F., Jayatissa, L.P., Di Nitto, D., Bosire, J.O., Lo Seen, D., Koedam, N. (2005). *How effective were mangroves as a defence against the recent tsunami?* Current Biology, Vol. 15, No. 12, pp. 443-447.
- Eisner, Richard. (2001). *Design for Tsunamis, Seven Principles for Planning and Designing for Tsunami Hazard*, NTHMP.
- Fauzi. (2009). *Indian Ocean Tsunami Warning and Mitigation System Steering*, Bureau of Meteorology Melbourne. Melbourne.
- Handayani, Sri Kurniati and Hewindati, Tri Yuni (2019). *Peran Hutan Mangrove dalam Mitigasi Bencana dalam jurnal dalam jurnal Peran matematika, sains dan teknologi dalam kebencanaan*. Universitas Terbuka, Pondok cabe, pp. 45-67.
- Hiraishi, T. dan Harada, K. (2003). *Greenbelt tsunami prevention in South-Pacific region*. Report of the Port and Airport Research Institute, Vol. 42, No. 2, pp. 1-23, 2003.
- Huy, N.B., Tanimoto, K. dan Tanaka, N. (2010a). *Force due to tsunami runup around a coastal forest with a gap - Experiments and numerical simulations*, Science of Tsunami Hazards, Vol. 29, No. 2, pp. 43-69.

- Kumaat, Joy Christian (2007). *“Upaya Menata Kota Pesisir di Wilayah Rawan Bencana Tsunami Melalui Perencanaan Tata Ruang”*.
- Latief. H. (2000). *Tsunami Catalog and Zoning in Indonesia* , Journal of Natural Disaster, Japan.
- Marshall. (2006). *Streets and Patterns, 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon*.
- Meutia, Z, D. (2019). *Desain Lanskap sebagai Mitigasi Bencana tsunami*. Unimal Press.
- Mudmainnah. (2015). Kerentanan Ekosistem mangrove terhadap Ancaman Gelombang Ektrim/Abrasi di Kawasan Konservasi Pulau Dua Banten. *Jurnal Bioedukasi Volume 8, Nomor 2 Halaman 33-36*.
- Pedoman Pemanfaatan Ruang Tepi Pantai di Kawasan Perkotaan*, Departemen PU, (2007) Dirjen Penataan Tata Ruang.
- Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008
- Santoro, Yamin dan Mahrus. (2019). Penyuluhan Tentang Mitigasi Bencana Tsunami Berbasis Hutan Mangrove Di Desa Ketapang Raya Kecamatan Keruak Lombok Timur. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA 2019, (1) 2 : 12-16*.
- Syamsidik dan Istanto. (2015). *Tsunami Mitigation Measures For tsunami Prone Small Islands : Lesson Learned From The 2010 Tsunami Around The Mentawai Islands Of Indonesia*. *Journal of Eartquake and Tsunami, Volume 7, No. 1, 2015, 1-14*.

- Tanaka, N. (2009). *Vegetation bioshields for tsunami mitigation: review of effectiveness, limitations, construction, and sustainable management*, *Landscape and Ecological Engineering*, Vol. 5, No. 1, pp. 71-79.
- Thuy, N.B., Tanaka, N. dan Tanimoto, K. (2010b). *Damage length of vegetation due to tsunami action-Numerical model for tree breaking*, *Proc. of 12th Int. Summer Sym.* pp. 101-104.
- Wiwik D.Pратиwi. (2011). *Jurnal "Post-Disaster Settlement Reconstruction and The Regulative Mechanism: A Comparative Inquiry"*.
- Vermaat,J.E, Thampanya. (2006). *Mangroves Mitigatic Tsunami Damage : a Further Response Estuarinne Coastal and Shelf Science* 69, 1-3.
- Yanagisawa, H., Koshimura, S., Goto, K., Miyagi, T., Imamura, F., Ruangrassamee, A. dan Tanavud, C. (2009). *The reduction effects of mangrove forest on a tsunami based on field surveys at Pakarang Cape, Thailand and numerical analysis*, *Est., Coast. & Shelf Sci.*, Vol.81, pp.27-37, 2009.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1 Tata Vegetasi dan Jenis Vegetasi

TSUNAMI DEFENSE COMBINING COASTAL VEGETATION AND THE BANKING OF COASTAL ROADS

Kosuke Iimura¹⁾, Norio Tanaka²⁾ and Kenji Harada³⁾ 2010

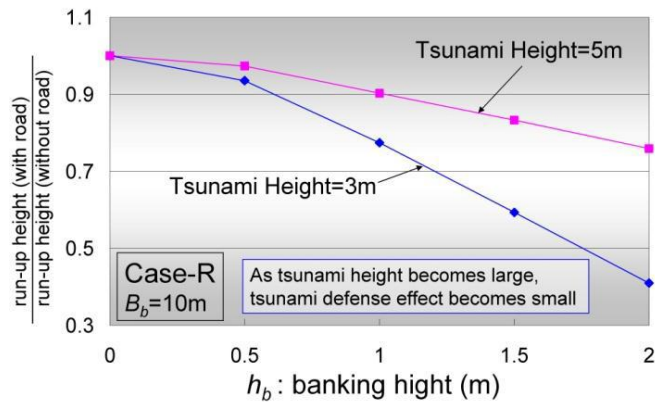
Dalam kondisi dimana lapisan vegetasi tidak cukup atau kurang mampu untuk mengurangi kekuatan arus tsunami, maka struktur buatan dapat berperan untuk membantu. Struktur buatan berupa tanggul atau *levees* dapat digabungkan dengan lapisan vegetasi tsunami untuk meningkatkan keefektifitasannya. Dalam menentukan besar struktur buatan yang dibutuhkan. Iimura dkk (2010), sebelumnya telah melakukan percobaan dan perhitungan dengan persamaan diferensial gelombang panjang non liner dengan kedalaman rata-rata yang sudah dimodifikasi, tentang efek *embankment* (struktur buatan) terhadap tsunami. Dari hasil percobaan tersebut dihasilkan grafik grafik yang kemudian dapat membantu perhitungan dalam menentukan struktur buatan yang optimal dalam perancangan.

Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa:

1. Efek tanggul lebih menjadi lebih besar bila ketinggian tanggul ditingkatkan, dan lebar tanggul tidak berpengaruh terhadap tsunami.
2. Perlindungan terhadap tsunami menjadi lebih tinggi bila jalan ditempatkan dibelakang lapisan pohon. Diketahui bila ketinggian tsunami run up 3m, dengan menempatkan tanggul dengan ketinggian

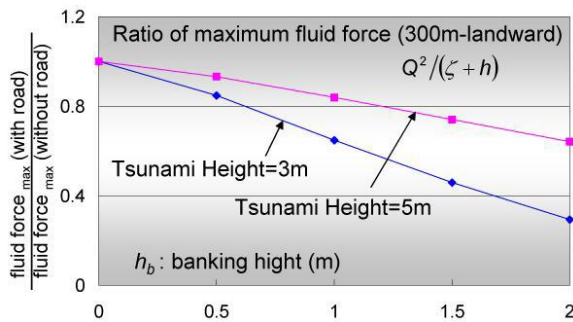
1m ketinggian runup berkurang 11,1 % dan gaya fluida berkurang 14.7% dibandingkan dengan hanya menggunakan tanaman saja.

3. Dengan meningkatnya ketinggian dan kekuatan tsunami, efek tanggul menjadi lebih kecil.



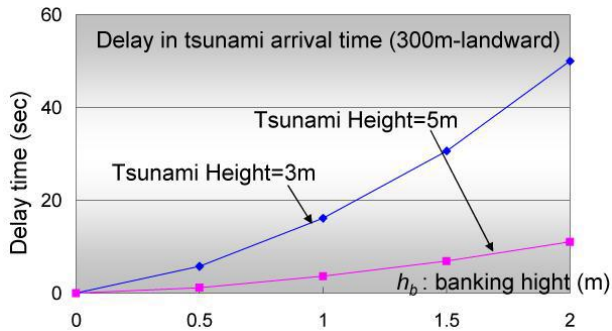
Gambar 21 Perhitungan Ketinggian Tsunami
(Sumber: Limura dkk, 2010)

Rasio / tingkat penurunan run up tsunami berdasarkan ketinggian tanggul yang digunakan, Limura dkk (2010).



Gambar 22 Perhitungan Run-Up Tsunami
(Sumber: Limura dkk, 2010)

Rasio / tingkat penurunan gaya fluida tsunami berdasarkan ketinggian tanggul yang digunakan, Iimura dkk (2010).



Gambar 23 Perhitungan Ketinggian Tanggul yang Digunakan
(Sumber: Limura dkk, 2010)

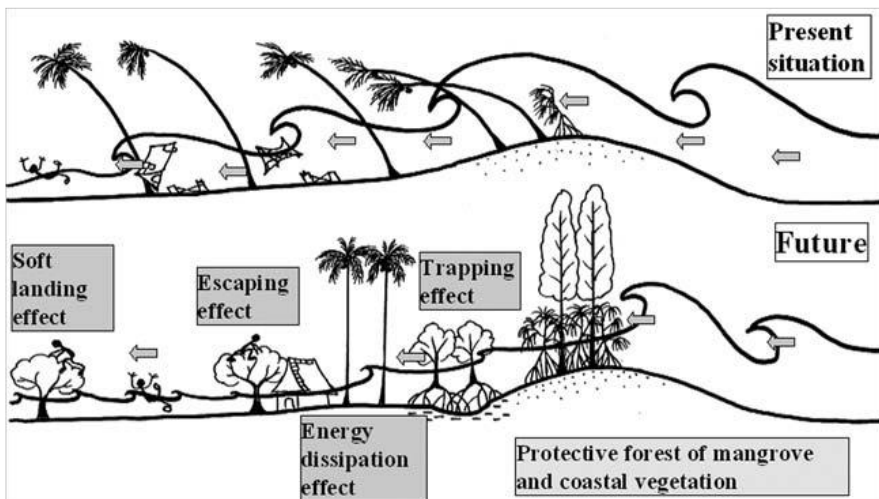
Rasio / tingkat penundaan waktu perambatan berdasarkan ketinggian tanggul yang digunakan, Iimura dkk (2010).

Lampiran 2 Perencanaan dan Desain Vegetasi sebagai sabuk hijau
Tanaka dkk. (2010). ICHARM Publication No.18: Planning and Design of TSUNAMI-MITIGATIVE COASTAL VEGETATION BELTS, International Centre for Water Hazard and Risk Management. UNESCO (ICHARM), Public Works Research Institute (PWRI)

Fungsi dan pentingnya Keberadaan Lapisan pelindung hutan pantai untuk mitigasi bencana

1. *Trapping effect*: Menghentikan batang-batang kayu yang mengapung dan hanyut, puing-puing rumah/ bangunan dan benda-benda lain yang hanyut.

2. *Energy dissipation effect*: Mengurangi kecepatan arus air, tekanan arus dan ketinggian air.
3. *Soft landing effect*: Fungsi yang dapat menyelamatkan nyawa orang melalui berpegangan pada pohon saat terbawa hanyut oleh tsunami
4. *Escapig effect*: Menyediakan jalan untuk melarikan diri melalui memanjat pohon
5. *Barrier effect*: Terbentuknya gump pasir akibat tertiuip angin dapat berperan sebagai penahan tsunami secara alami.



Gambar 24 Perhitungan Ketinggian Tsunami
(Sumber: Tanaka dkk, 2010)

Efek Lapisan tanaman pantai pada tsunami adalah pada penurunan :

- *Run up* dan kedalaman inundasi
- Kecepatan

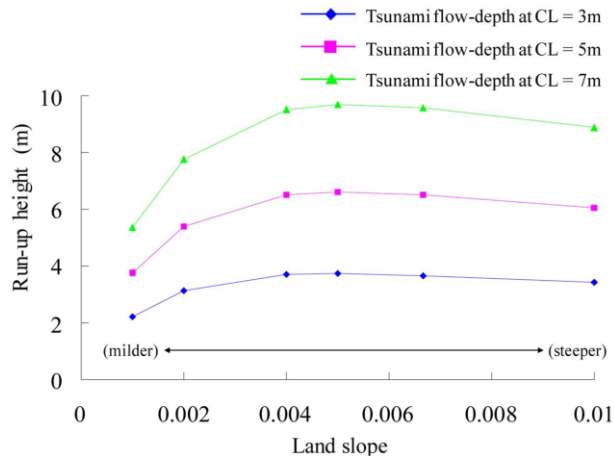
- Kekuatan

Faktor yang mempengaruhi interaksi antara tsunami dengan lapisan vegetasi pantai adalah :

1. Kapasitas momen patahnya satu pohon
2. Lebar lapisan vegetasi
3. Kepadatan lapisan vegetasi
 - a. Jumlah pohon
 - b. Ukuran pohon dan struktur
 - i. Ketinggian
 - ii. Diameter
 - iii. Komposisi akar, batang dan kanopi pohon
4. Kemiringan lahan, Tipe tanah dan tutupan tanah

Kemiringan lahan (*topografi*)

Berdasarkan simulasi numerical yang dilakukan oleh Tanaka dan Imura (2009), topografi pantai memiliki pengaruh terhadap arus tsunami. Ketinggian tsunami mencapai puncaknya pada kemiringan antara 0.004 dan 0.005 (1/250 dan 1/200). Kemudian pada kemiringan yang lebih tinggi dari 0.005, gangguan yang berasal dari gelombang yang terrefleksi tinggi dianggap menyebabkan pengurangan ketinggian tsunami.



Gambar 25 Perhitungan Kemiringan Tanah
(Sumber: Tanaka dkk, 2010)

Ketinggian tsunami terhadap berbagai kemiringan lahan tanpa lapisan hitam berdasarkan hasil simulasi *numerical* Tanaka dan Imura (2009)

Pengaruh Kepadatan Vegetasi Pada Tsunami

Kepadatan lapisan vegetasi di pengaruhi oleh komposisi akar, batang dan kanopi pohon yang akhirnya berpengaruh pada kemampuannya untuk menurunkan kekuatan dan ketinggian tsunami.

Metoda yang digunakan untuk mengevaluasi keefektivan pohon terhadap pengurangain energi tsunami adalah menghitung jumlah diameter “ *summed diameter*” (Shuto, 1987). Menurut Shuto (1987) daya tahan hidrolik hutan bisa di determinasikan dengan mengevaluasi daya tahan hidrolik pohon dan dikalikan berdasarkan jumlah pohon yang searah dengan arah arus gelombang. Karena setiap pohon memiliki struktur yang berbeda setiap tipe pohon pasti memiliki efek yang

berbeda pada tiap ketinggian arus tsunami. Tanaka et al (2007) telah melakukan analisa bahwa struktur vertikal pohon yang secara signifikan mempengaruhi total koefisiensi gesek “total drag coefficient” terhadap arus tsunami. Berikut merupakan korelasi antara “total drag coefficient” dari beberapa pohon yang dan ketinggian tsunami.

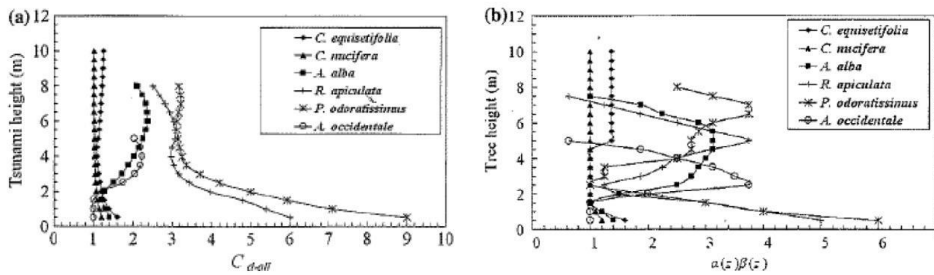


Figure-5 (a) C_{d-all} values of each representative tree in term of tsunami height. (b) Vertical distribution of the effects of branches and leaves, $\alpha(z)\beta(z)$ [Source: Tanaka et al. (2007)]

Gambar 26 Perhitungan Kepadatan Vegetasi

(Sumber: Tanaka dkk, 2010)

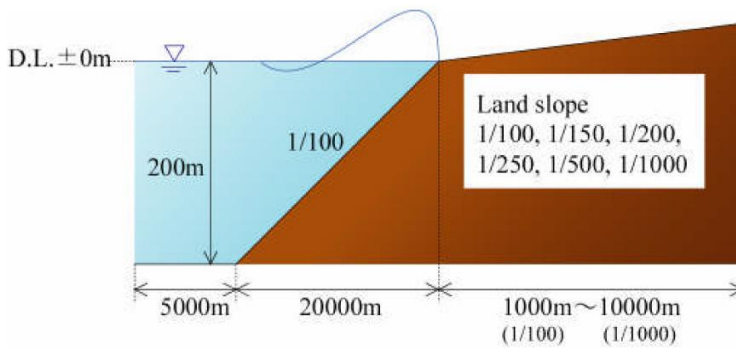
Kondisi kemiringan lahan (Tanaka & Imura, 2009)

Tabel kondisi vegetasi yang digunakan untuk simulasi *numerical* untuk menghasilkan grafik-grafik sebelumnya (Sumber: Tanaka & Imura, 2209).

Tabel 3 Kondisi Vegetasi Untuk Simulasi *Numerical*

Species tanaman	Ketinggi an pohon (m)	DBH(cm)	Jarak rata-rata (m)	Kepadat an lapisan tanaman (pohon/
-----------------	-----------------------------	---------	------------------------	--

				m ²)
Pandanus	6	15.5	1.692	0.403
odoratissimus				
Anacardium	5	29.7	7.100	0.023
occidentale				
Casuarina	10	12.4	2.160	0.247
equisetifolia				
Rhizopora	8	17.7	3.336	0.104
apiculata				



Ground slope condition of simulation

Gambar 27 Kondisi Kemiringan Tanah

(Sumber: Tanaka dkk, 2010)

Menentukan Diameter Tanaman

Untuk menentukan diameter tanaman yang digunakan dapat menggunakan grafik yang sebelumnya telah dibuat oleh Shuto (1987) dan Tanaka dkk. (2008). Inundasi maksimal yang digunakan adalah 10 m.

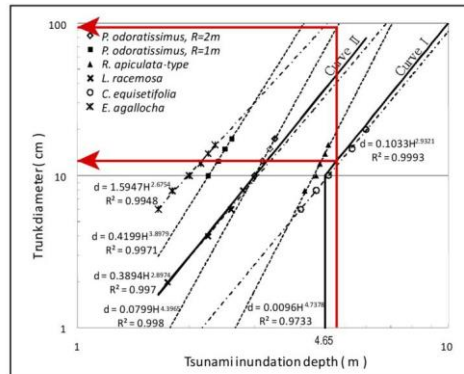


Figure-14 Trunk diameter at breaking and its related tsunami inundation depth (redrawn from data of Shuto [1987] and Tanaka *et al.* [2006]).

Gambar 28 Penentuan Diameter Tanaman (Sumber: Tanaka dkk, 2010)

Berdasarkan grafik terlihat bahwa untuk tanaman Casuarina equisetifolia diameter yang digunakan untuk ketinggian tsunami 5 m adalah minimal 13,2 cm atau dapat dibulatkan menjadi 14 cm. Diameter yang digunakan untuk pohon Casuarina adalah 15 cm Sedangkan untuk Pandanus Odoratisimus diketahui bahwa diameter maksimalnya adalah 17 cm. Ukuran diameter yang akan digunakan untuk adalah 15 cm. Sedangkan untuk Tanaman Hibiscus tiliaceus diameter maksimalnya mencapai 15 cm.

Lampiran 3 Menentukan Kepadatan Hutan

Diketahui berdasarkan perbandingan antara ketinggian dengan diameter tanaman (Tanaka et al, 2005) bahwa, untuk pohon Casuarina dengan diameter 15 cm ketinggiannya adalah 12 m. Untuk tanaman Pandanus Odoratissimus dengan diameter batang 15 cm ketinggiannya adalah 6m. Untuk pohon Hibiscus Tiliaceus dengan diameter batang maksimal 15 m ketinggian maksimalnya dapat menncapai 10m. Untuk mengetahui kepadatan hutan yang sesuai dapat digunakan grafik yang digunakan oleh Tanaka et al.2005,2007. Berdasarkan grafik tersebut dikethui bahwa. Untuk Pohon Casuarina equisetifolia dengan ketinggian 12 m jarak rata-rata antar pohon adalah 2,6 m. Untuk pohon Pandanus odaratissimus dengan ketinggian 6m jarak rata-rata antar pohon adalah 1.7 m. Pohon Hibiscus tiliaceus dengan ketinggian 10m jarak-rata-rata antar pohonnya adalah 14 m.

Kepadatan pohon dalam 100m² adalah

Casuarina equisetifolia:

$$\text{pohon}/100\text{m}^2 = 100 (1\text{pohon}/ (2.6)^2) = 14.8$$

Pandanus odorantissimus

$$\text{Pohon} /100\text{m}^2 = 100 (1 \text{pohon} / (1.7)^2) = 34.6$$

Pohon Hibiscus tiliaceus

$$\text{Pohon} /100\text{m}^2 = 100 (1 \text{pohon} / (14)^2) = 0.51$$

Untuk penataan segitiga sama sisi

Casuarina equisetifolia:

$$\text{pohon}/100\text{m}^2 = 100 (1.155/ (2.6)^2) = 17.1$$

Pandanus odorantissimus

$$\text{Pohon } /100\text{m}^2 = 100 (1.155 / (1.7)^2) = 40$$

Pandanus odorantissimus

$$\text{Pohon } /100\text{m}^2 = 100 (1.155 / (14)^2) = 0.59$$

Menghitung Jumlah Diameter Tanaman ($dn=d \times n$) Dengan Potensi Pengurangan Arus

Untuk menghitung efektivitas lapisan tanaman pantai dapat dilakukan dengan cara kualitatif maupun kuantitatif. Cara kualitatif, dapat dilakukan dengan pendekatan empiris Shuto [1987], yang berkorelasi dengan jumlah diameter "*summed diameter*" ($dn=d \times n$) dari sabuk vegetasi dan pengaruhnya terhadap pengurangan aliran tsunami.

Untuk $dn = 1\text{m} \times (\text{lebar hutan sejajar arus}) \times (\text{pohon}/\text{m}^2) \times \text{diameter pohon}$

Keterangan :

$W = \text{lebar hutan sejajar arus} = 50\text{m dan } 200\text{m}$

$= \text{pohon Pandanus}/ \text{m}^2 = 0.36$

$= \text{pohon Casuarina}/ \text{m}^2 = 0.15$

$= \text{pohon Hibiscus}/ \text{m}^2 = 0.0051$

$= \text{diameter Pandanus (cm)} = 15$

$= \text{diameter Casuarina (cm)} = 15$

$= \text{diameter Hibiscus (cm)} = 15$

Pohon Pandanus

$$dn = 1\text{m} \times \times \times = 1\text{m} \times 50\text{m} \times 0.36 \times 15 = 270\text{cm}$$

$$dn = 1\text{m} \times \times \times = 1\text{m} \times 100\text{m} \times 0.36 \times 15 = 540\text{cm}$$

$$dn = 1m \times x \times x = 1m \times 200m \times 0.36 \times 15 = 1080cm$$

Pohon Casuarina

$$dn = 1m \times x \times x = 1m \times 50m \times 0.15 \times 15 = 112.5cm$$

$$dn = 1m \times x \times x = 1m \times 50m \times 0.15 \times 15 = 225.cm$$

$$dn = 1m \times x \times x = 1m \times 200m \times 0.15 \times 15 = 450cm$$

Pohon Hibiscus

$$dn = 1m \times x \times x = 1m \times 50m \times 0.005 \times 15 = 3.75cm$$

$$dn = 1m \times x \times x = 1m \times 50m \times 0.005 \times 15 = 7.5cm$$

$$dn = 1m \times x \times x = 1m \times 200m \times 0.005 \times 15 = 15cm$$

Gabungan antara pohon Pandan dan Casuarina

$$dn = 1m \times x(x) + (x) = 1m \times 50m \times \{(0.36 \times 15) + (0.15 \times 15)\} = 382.5cm$$

$$dn = 1m \times x(x) + (x) = 1m \times 50m \times \{(0.36 \times 15) + (0.15 \times 15)\} = 765cm$$

$$dn = 1m \times x(x) + (x) = 1m \times 200m \times \{(0.36 \times 15) + (0.15 \times 15)\} = 1530 cm$$

Gabungan antara pohon Pandan dan Hibiscus

$$dn(50) = dn Hibiscus(50) + dn Pandan(50) = 3.75cm + 270cm = 273.75 cm$$

$$dn(50) = dn Hibiscus(100) + dn Pandan(100) = 7.5cm + 540cm = 547.5 cm$$

$$dn(50) = dn Hibiscus(200) + dn Pandan(200) = 15cm + 1080cm = 1095 cm$$

Gabungan antara pohon Casuarina dan Hibiscus

$$dn(50) = dn Hibiscus(50) + dn Casuarina(50) = 3.75cm + 112.5cm = 116.25 cm$$

$$dn(50) = dn Hibiscus(100) + dn Casuarina(100) = 7.5cm + 225cm = 232.5 cm$$

$$dn(50) = dn Hibiscus(200) + dn Casuarina(200) = 15cm + 450cm = 465 cm$$

Gabungan antara pohon Casuarina, Pandanus dan Hibiscus

$$dn(50) = dn Hibiscus(50) + dn Casuarina(50) + dn Pandan(50)$$

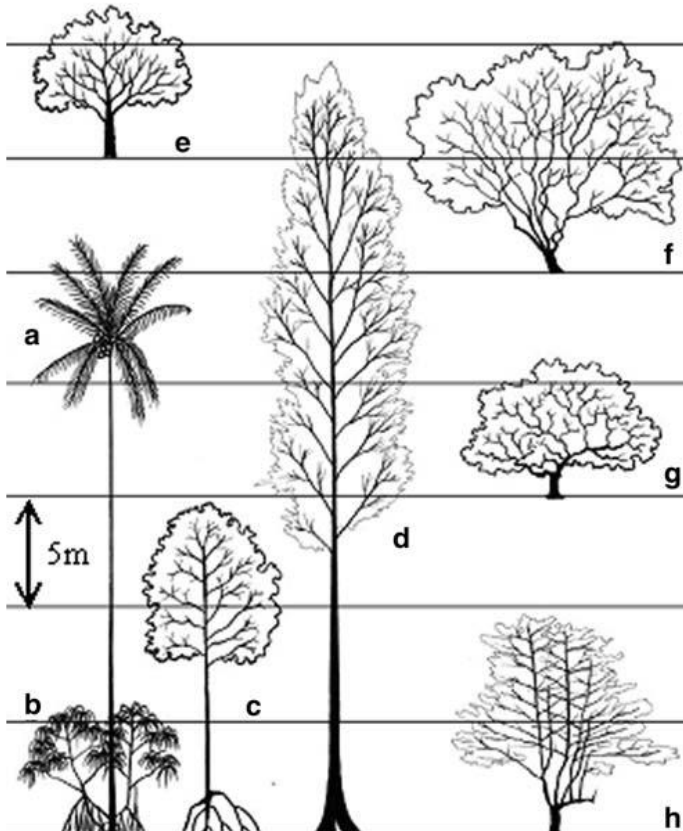
$$= 3.75\text{cm} + 112.5\text{cm} + 270\text{cm} = 386.25 \text{ cm}$$

$$\text{dn (50)} = \text{dn Hibiscus (100)} + \text{dn Casuarina(100)} + \text{dn Pandan(50)}$$

$$= 7.5\text{cm} + 225\text{cm} + 540\text{cm} = 772.5 \text{ cm}$$

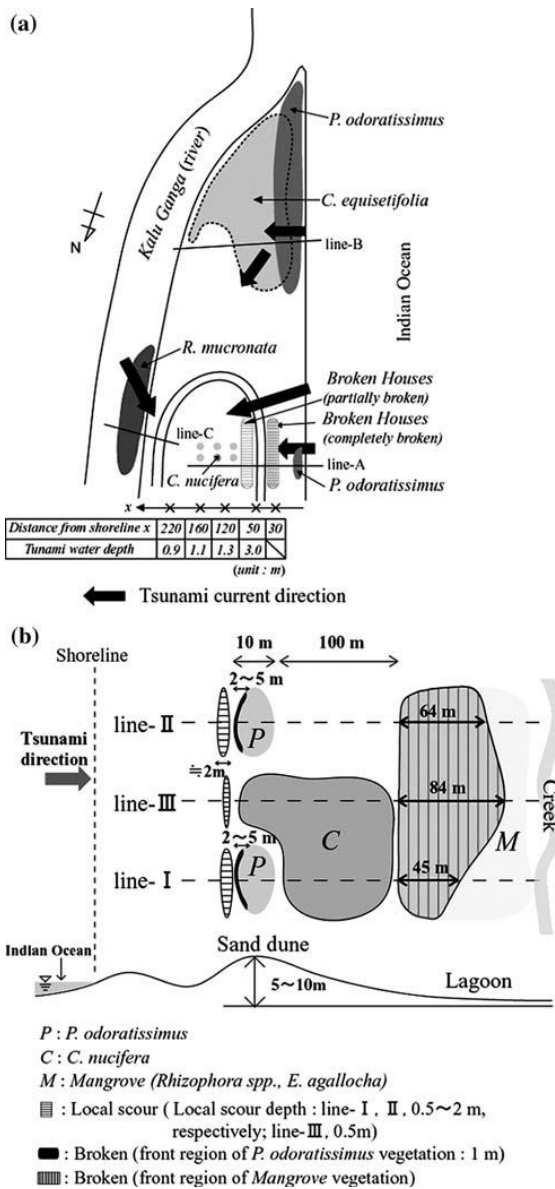
$$\text{dn (50)} = \text{dn Hibiscus (200)} + \text{dn Casuarina(200)} + \text{dn Pandan(50)}$$

$$= 15\text{cm} + 450\text{cm} + 1080 \text{ cm} = 1545 \text{ cm}$$



Gambar 29 Efektivitas Lapisan Pantai; a *C. nucifera*, b *P. odoratissimus*, c *R. apiculata*, d *C. equisetifolia*, e *Thespesia populnea*, f *Pongamia pinnata*, g *A. occidentale*, h *Terminalia catappa*

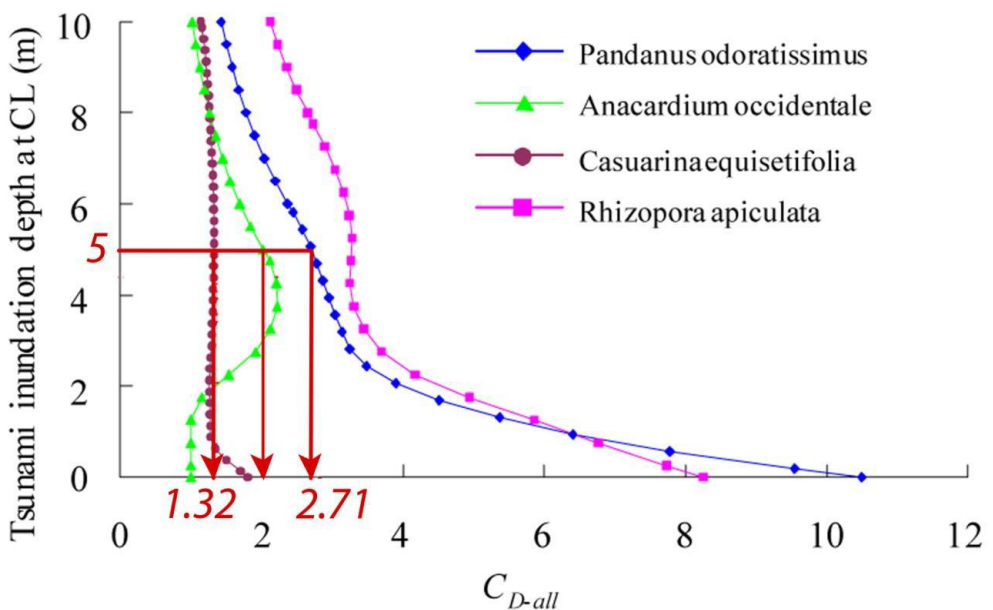
(Sumber: *Tsunami-Mitigative Coastal Vegetation Belts*)



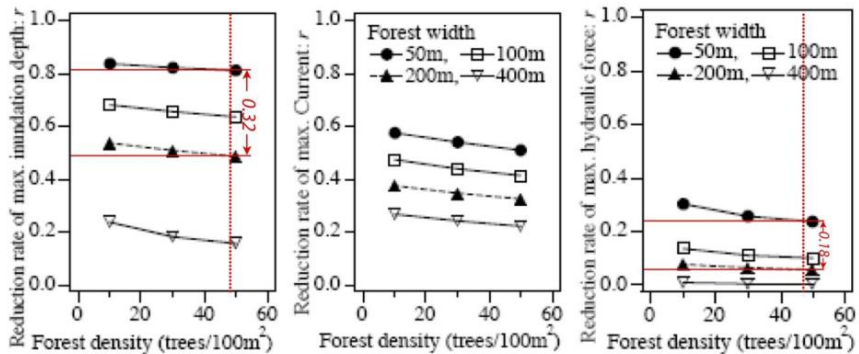
Gambar 30 Contoh Dampak penggunaan vegetasi di Sri Lanka: a Kalutara (*P. odoratissimus*), b Medilla (*P. odoratissimus* and mangrove)

Lampiran 4 Menghitung Ketebalan Vegetasi dan Pengurangan Arus

Untuk menghitung potensi pengaruh penurunan arus tsunami secara kuantitatif. Dapat dilakukan dengan menghitung d_{Nall} , kemudian membandingkannya dengan grafik-grafik yang memperlihatkan korelasi antara d_{Nall} dengan tingkat pengurangan ketinggian kekuatan arus dan penundaan perambatan waktu. Walaupun jenis vegetasi yang ada pada grafik terbatas, penggunaan grafis untuk tipe tumbuhan lain yang mirip bisa dilakukan dengan memperbolehkan interpolasi atau penyisipan.



Gambar 31 Ketebalan Vegetasi dan Pengurangan Arus
(Sumber: *Tsunami-Mitigative Coastal Vegetation Belts*)



Gambar 32 Efektivitas Lapisan Pantai

(Sumber: *Tsunami-Mitigative Coastal Vegetation Belts*)

Dari hasil analisis diatas dapat di ambil kesimpulan bahwa:

□ Tanaman yang dapat digunakan sebagai perlindungan terhadap tsunami adalah gabungan beberapa tanaman sebagai berikut

o Casuarina equisetifolia

□ Diameter 15cm

□ Kepadatan 15 pohon /100m²

o Pandanus Odoratissimus

□ Diameter 15 cm

□ Kepadatan 36 pohon /100m²

o Hibiscus Tiliaceus

□ Diameter 15 cm



• Kepadatann 0.5 pohon /100m²


□ Masing-masing tanaman memiliki keunggulannya sendiri, Pohon Casuarina pada ketinggiannya dan Pandanus pada tingginya koefisien

gesek dan kepadatannya. Sedangkan pemanfaatan Hibiscus adalah pada fungsinya sebagai tanaman endemik.

□ Untuk menahan tsunami dengan run up <5m lapisan hutan Lapisan hutan pantai dengan lebar 100m dan tambahan tanggul dapat melindungi sebagian besar area perancangan

Tabel 4. Beberapa Jenis Tanaman Pantai

No	Jenis Vegetasi	Keterangan
1		<p>Pandanus Tectorius</p> <p>Diameter 15cm</p> <p>Tinggi 12m</p> <p>Jarak antar pohon: 2,6m</p> <p>pohon/100m² = 14.8</p> <p>C_{D-all} Casuarina (h tsunami 5m) =1.32</p>
2		<p>Casuarina Equisetifolia</p> <p>diameter 15cm</p> <p>Tinggi 6m</p> <p>Jarak antar pohon: 1,7m</p> <p>pohon/100m² = 34.6</p> <p>C_{D-all} Pandanus (h tsunami 5m) =2.71</p>

3		<p>Hibiscus Tiliaceus diameter 15cm Tinggi 10m Jarak antar pohon: 14m pohon/100m² = 0.51 C_{D-all} Hibiscus (h tsunami 5m) =2</p>
---	---	--

(Sumber: hasil analisis 2012)

GLOSARIUM

Buffer Zone : Zona penyangga/ lahan yang tidak dibangun dan dibiarkan sebagaimana aslinya.

Mangrove : Nama untuk sekelompok tanaman pesisir yang tumbuh di daerah pasang surut, mempunyai ciri tumbuh di daerah tropis atau subtropics pada pantai pelindung.

Debris : serasah yang berasal dari daun/tangkai mangrove yang rontok.

Lansekap : Bentang alam/ ruang spasial yang terdapat di permukaan bumi terdiri dari sistem yang kompleks dan komprehensif.

Green Belt : Sabuk hijau/ ruang terbuka hijau yang memiliki

tujuan dalam membatasi perkembangan suatu penggunaan lahan.

Barrier : Pembatas untuk melindungi zona penting.

Abrasi : Proses pengikisan pantai karena energi gelombang laut dan arus laut yang bersifat destruksi.



BIODATA PENELITI
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap <i>(dengan gelar)</i>	Zya Dyena Meutia
2.	Jenis Kelamin L/P	Perempuan
3.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4.	NIP	198707032019032014
5.	NIDN	2003078701
6.	NIPN <i>(ID Peneliti)</i>	20101104090326
7.	Tempat dan Tanggal Lahir	Bireuen dan 3 Juli 1987
8.	E-mail	Zya.meutia@ar-raniry.ac.id
9.	Nomor Telepon/HP	0811687625
10.	Alamat Kantor	Jln Syech Abdul Rauf, Kopelma Darussalam
11.	Nomor Telepon/Faks	0651 7552708
12.	Bidang Ilmu	Arsitektur Lansekap
13.	Program Studi	Arsitektur
14.	Fakultas	Sains dan Teknologi

B. Riwayat Pendidikan

No.	Uraian	S1	S2	S3
1.	Nama Perguruan Tinggi	USK	ITB	-
2.	Kota dan Negara PT	Banda Aceh, Indonesia	Bandung, Indonesia	-
3.	Bidang Ilmu/ Program Studi	Arsitektur	Arsitektur Lansekap	-
4.	Tahun Lulus	2010	2013	-

C. Pengalaman Penelitian dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana
1.	2019	Persepsi Masyarakat Terhadap Nilai-nilai Signifikan Demi Keberlanjutan Pusaka Perkotaan	Kementerian Keuangan
2.	2021	Perencanaan Lansekap Alami sebagai Basis Mitigasi Tsunami	DIPA UIN Ar-Raniry

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 3 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber Dana
1.	2019	Sayembara Desain Masjid Lambaro Angan, Banda Aceh	UIN Ar-Raniry
2.	2020	Pengabdian Masyarakat di Desa Tunggai Gp. Lamgugob Banda Aceh	UIN Ar-Raniry
3.	2020	Pengabdian Masyarakat di Desa Lamreung Gp. Meunasah Papeun Aceh Besar	UIN Ar-Raniry
4.	2020	Pengabdian Masyarakat di Desa Lamreh, Aceh Besar	UIN Ar-Raniry

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun/Url
1.	The Role of Heritage Planning in Dark Sites, Case Study : Tsunami Sites in Banda Aceh	International Journal of Education, Language, and Religion	November 2020 (2492)/ http://jurnal.utu.ac.id/IJELR/article/view/2492
2.	The Values of Dark Heritage Post-disaster: A Study of Tsunami Cases in Banda Aceh	International Journal of Disaster Management	(April, 2021), PP 23-28. http://jurnal.unsyiah.ac.id/IJDM/article/view/20139
3.	Persepsi Masyarakat Terhadap Nilai-Nilai Signifikan Demi Keberlanjutan Pusaka Perkotaan,	Jurnal Permukiman	Vol 13, No 2 2018(2), 104 – 111 http://jurnalpermukiman.pu.go.id/index.php/JP/article/view/284

4	NILAI-NILAI SIGNIFIKAN MASYARAKAT LOKAL TERHADAP PELESTARIAN PUSAKA PASCABENCANA DI BANDA ACEH	Jurnal Al-Bayan: Media Kajian dan Pengembangan Ilmu Dakwah	Vol 25, No 2 (2019)(2) https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/bayan/article/view/6681
5	Nilai-nilai Signifikan Pusaka dalam Persepsi Publik di Kawasan Pasca Bencana	Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia,	8 (2)(2), 129 https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:0WSQYAIYAzYJ:https://jlbi.iplbi.or.id/wp-content/uploads/2020/05/JLBI-V8N2-129-134-Nilai-nilai-Signifikan-Pusaka-dalam-Persepsi-Publik-di-Kawasan-Pasca-Bencana-Revisi-1.pdf+&cd=1&hl=id&ct=clnk&gl=id
6	Peran Orang Tua Dalam Mendampingi Anak Pada Proses Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Selama Pandemi Covid 19	Jurnal Riset dan Pengabdian Masyarakat	1 (1), 34-47 https://journal.ar-raniry.ac.id/index.php/jrpm/article/view/669
7	Identifikasi Struktur dan ornamen bangunan masjid	Emara Indonesia Journal of Architecture	6 ((6 (1))), 31-39 http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/EIJA/article/view/806/516

	tradisional Tuha Ulee Kareng Aceh sebagai kearifan lokal		
--	--	--	--

F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Buku	Tahun	Tebal Halaman	Penerbit
1.	Desain Lansekap Sebagai Mitigasi Bencana Tsunami	2019	112	UNIMAL Press
2.	Book Series Manajemen Bencana Volume 1: Pengetahuan dan Praktik Lokal untuk Pengurangan Risiko Bencana: Konsep dan Aplikasi	2020	300	Universitas Syiah Kuala Press
3.	Perencanaan dan pelestarian nilai-nilai signifikan pusaka pascabencana, studi kasus di Kota Banda Aceh	2021	119	UIN Ar-Raniry Press. ISBN 978-623-7410-45-4

G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.	-	-	-	-
2.	-	-	-	-
dst.				

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Banda Aceh,
Ketua Peneliti,



Zya Dyena Meutia
NIDN. 2003078701

SURAT PERNYATAAN PENYERAHAN *OUTCOME*
PENELITIAN, PUBLIKASI ILMIAH DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
TAHUN ANGGARAN 2021

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zya Dyena Meutia
NIDN : 2003078701
NIPN (ID Peneliti) : 198707032019032014
Jabatan dalam Penelitian : Ketua Peneliti/Pengusul
Pangkat/ Golongan : Penata Muda Tk.1/ III b
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : Arsitektur
Fakultas : Sains dan Teknologi
Anggota Peneliti : 1. Suci Trimifika

Dengan ini menyatakan sebagai berikut:

No. Registrasi : 211010000045534
Judul Penelitian : Perencanaan Lansekap Alami Sebagai Mitigasi Bencana Tsunami
Kategori Penelitian : Penelitian Peningkatan Kapasitas/Pembinaan (PPK)
Jumlah Dana : Rp.10.200.000
Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Tahun Anggaran : 2021
Outcome : Laporan Penelitian, HKI, Publikasi pada Jurnal Nasional/Jurnal Internasional IJDM (*International Journal of Disaster Management*), sesuai dengan kategori penelitian dan ketentuan yang berlaku pada UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Saya bersedia dan berjanji akan menyelesaikan dan menyerahkan *outcome* dari hasil penelitian saya sebagaimana tersebut di atas dalam waktu yang telah ditentukan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan/ Kontrak yang telah saya tanda tangani. Jika target *outcome* tersebut belum dan atau tidak bisa saya penuhi, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan dan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan dalam keadaan sadar serta tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 2 Oktober 2021

Yang Menyatakan,



Zya Dyena Meutia
NIDN. 2003078701