



UNIVERSITAS PERTAHANAN INDONESIA

**PENGURANGAN RISIKO BENCANA GEMPABUMI-TSUNAMI
DARI ANCAMAN MENTAWAI *MEGATHRUST*
DI PANGKALAN TNI AU PADANG**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Magister dalam bidang Ilmu Pertahanan

**TRI NUR ADDIN
120130203025**

**FAKULTAS MANAJEMEN PERTAHANAN
PROGRAM STUDI MANAJEMEN BENCANA**

**BOGOR
FEBRUARI 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Tri Nur Addin
NPM : 120130203025
Program Studi : Manajemen Bencana untuk Keamanan Nasional
Judul : PENGURANGAN RISIKO BENCANA GEMPABUMI-TSUNAMI DARI ANCAMAN MENTAWAI *MEGATHRUST* DI PANGKALAN TNI AU PADANG

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister dalam bidang Ilmu Pertahanan pada Program Studi Manajemen Bencana Fakultas Manajemen Pertahanan Universitas Pertahanan Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I :

Dr. Sutopo Purwo Nugroho, M.Si., APU (.....)

Pembimbing II :

Kolonel Lek Dr. Arwin D.W. Sumari, S.T., M.T (.....)

Penguji I :

Dr. Rudy Laksmono, M.Sc (.....)

Penguji II :

Kolonel Tek Danardono S. Adji, M.P.P (.....)

Penguji III :

Kolonel Kes IDK Kerta Widana, S.K.M., M.K.K.K (.....)

Ditetapkan di : Bogor
Tanggal : Februari 2015

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam tesis ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan dan undang-undang yang berlaku.

Jakarta, Februari 2015

Tanda Tangan

Tri Nur Addin

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tri Nur Addin
NPM : 120130203025
Program Studi : Manajemen Bencana untuk Keamanan Nasional
Fakultas : Manajemen Pertahanan
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGURANGAN RISIKO BENCANA GEMPABUMI-TSUNAMI
DARI ANCAMAN MENTAWAI *MEGATHRUST*
DI PANGKALAN TNI AU PADANG

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta/Karya Intelektual dari tesis ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan kesadaran penuh tanpa paksaan dari pihak manapun.

Jakarta, Februari 2015

Yang menyatakan

(Tri Nur Addin)

KATA PENGANTAR

Innalhamdalillah nahmaduhu wanushalli wanushallim 'alartosulihkariim. Sesungguhnya segala pujian itu hanya milik Allah SWT dan *Alhamdulillah*, karena atas limpahan kasih sayang-Nya penulisan Tesis yang berjudul " Pengurangan Risiko Bencana Gempabumi-Tsunami dari Ancaman Mentawai *Megathrust* Di Pangkalan TNI AU Padang" ini dapat diselesaikan.

Penulisan tesis ini merupakan proses panjang dengan melibatkan banyak pihak, masing-masing telah memberikan kontribusinya sendiri-sendiri. Namun, pihak yang telah banyak membantu tersebut tidak dapat disebutkan satu persatu. Karena itu, tanpa mengurangi rasa hormat dan terima kasih kepada kontribusi mereka, Penulis hanya menyebutkan sejumlah nama dengan kontribusi yang telah diberikan.

Pada kesempatan pertama, Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Kepala Pusat Data Informasi dan Hubungan Masyarakat Badan Nasional Penanggulangan Bencana (Ka Pusdatin dan Humas BNPB), Dr. Sutopo Purwo Nugroho, M.Si, APU, sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, koreksi, arahan, referensi dan motivasi dalam penulisan tesis ini.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dosen Pembimbing II, Kepala Program Studi Ekonomi Pertahanan Fakultas Manajemen Pertahanan Universitas Pertahanan Indonesia, Kolonel Lek Dr. Arwin D.W. Sumari, S.T., M.T., yang telah banyak membantu memberikan bimbingan, arahan, koreksi, pencerahan dan motivasi dalam proses penulisan tesis ini.

Ucapan terima kasih juga Penulis sampaikan kepada Kolonel Art Lasmono, M.Si (Han), selaku Kepala Program Studi Manajemen Bencana untuk Keamanan Nasional Fakultas Manajemen Pertahanan Universitas Pertahanan Indonesia yang telah membantu dengan berdiskusi, memberi motivasi, dan santiaji dalam penulisan tesis ini.

Secara khusus Penulis menyampaikan terima kasih kepada pejabat Lanud dan narasumber yang telah memberikan fasilitas dan bersedia meluangkan waktunya untuk wawancara. Pejabat dan narasumber yang dimaksud adalah: Letkol Pnb H.K.D. Handaka, S.Sos, M.M. (Danlanud Padang), Mayor Lek Kurniawan (Kadisops), Mayor Adm Fauzan Rozaldi (Kadisops), Mayor Kal Praja Dwi Basuki (Kadislog), Mayor Sus Eko Susilo (Kasubsi Rekkon Subdisrankon Disfaskonau), Mayor Sus Irham Lutfi (sebelumnya menjabat Kasi Fashar Lanud), Mayor Sus Sandy (Pabanda Ops Sops Koopsau I).

Akhirnya, Penulis menyampaikan terima kasih tak terhingga kepada keluarga, khususnya istri Penulis, Erwin Nur Afdhalina dan buah hatiku, Rannanulma Kusumayudha, yang senantiasa memberikan dukungan dan mengorbankan waktu keluarga demi kelancaran penulisan tesis ini. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat. *Subhanallah wabihamdihi subhanallah wabihamdika, astaghfiruka waatubuilah.*

Bogor, Februari 2015
Tri Nur Addin

ABSTRAK

Nama : Tri Nur Addin
Program Studi : Manajemen Bencana
Judul : Pengurangan Risiko Bencana Gempabumi-Tsunami
dari Ancaman *Megathrust* Mentawai di Pangkalan
TNI AU Padang

Pangkalan TNI Angkatan Udara (Lanud) Padang terletak ± 800 meter dari garis pantai dan termasuk salah satu wilayah yang terancam oleh *megathrust* di Kepulauan Mentawai, yang diperkirakan terjadi dengan magnitudo 8,9 skala Richter. 10 menit setelahnya akan terjadi tsunami di kepulauan tersebut dan pada menit ke-35 tsunami setinggi 10 meter akan sampai di Kota Padang yang berjarak 2,5 km dari garis pantai, tergantung topografi daratannya. Untuk mengetahui seberapa tinggi risiko bencana gempabumi di Lanud Padang telah dilakukan penelitian dengan cara menilai bahaya gempabumi, kerentanan bangunan, dan kapasitas masyarakat, sedangkan untuk mengetahui seberapa tinggi risiko bencana tsunami dilakukan penilaian bahaya tsunami dan waktu evakuasi tsunami.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah integrasi data dari sistem informasi geografis, citra potret udara, dan observasi di lapangan. Penilaian bahaya gempabumi menggunakan metode perpaduan informasi antara geologi Lanud dengan nilai indek seismik Sumatera Barat. Penilaian kerentanan bangunan dengan menggunakan metode *Rapid Visual Screening (RVS) of building for potential seismic hazard* yang dikembangkan oleh *Federal Emergency Management Agency (FEMA)*. Penilaian kapasitas masyarakat melalui wawancara dan kuesioner terhadap variabel kesadaran dan kesiapsiagaan. Penilaian bahaya tsunami dilakukan dengan memadukan informasi mengenai elevasi permukaan lahan, kelas kerawanan tsunami Kota Padang dan ketinggian air landaan tsunami. Penilaian waktu evakuasi tsunami dilakukan dengan memadukan informasi mengenai simulasi evakuasi bahaya tsunami dan klasifikasi waktu evakuasi.

Berdasarkan hasil-hasil analisa, penilaian risiko bencana gempabumi menghasilkan lima tingkat risiko yaitu sangat rendah dengan indeks 0-0,240, rendah dengan indeks 0,241-0,480, sedang dengan indeks 0,481-0,720, tinggi dengan indeks 0,721-0,960 dan sangat tinggi dengan indeks 0,961-1,200. Penilaian risiko bencana tsunami menghasilkan lima tingkat risiko yaitu sangat rendah dengan indeks 0-1,17, rendah dengan indeks 1,171-1,710, sedang dengan indeks 1,711-2,250, tinggi dengan indeks 2,251-2,790 dan sangat tinggi dengan indeks 2,791-3,360. Upaya pengurangan risiko dilakukan dengan menitikberatkan pada peningkatan infrastruktur dan peningkatan kapasitas dapat mengurangi akibat yang ditimbulkan oleh bencana gempabumi-tsunami.

Kata Kunci: gempabumi, kapasitas masyarakat, kerentanan bangunan, Mentawai *megathrust*, risiko, tsunami

ABSTRACT

Name : Tri Nur Addin
Study Program : Disaster Management
Title : Disaster Risk Reduction of Earthquake-Tsunami from
Mentawai *Megathrust* Threat in Padang Indonesian
Air Force Base

Padang Indonesian Air Force Base (AFB) is located just 800 meters from the coastline and one of the areas threatened by the megathrust in The Mentawai Islands, with a magnitude of 8.9 on the Richter scale. 10 minutes after it, the tsunami will occur the Islands. At 35th minute a 10-meter tsunami will go to Padang with has a distance of 2.5 km from the coastline, depending on the topography of the land. To know how high the risk of the earthquake disaster in Padang AFB, a research had been conducted by assessing the earthquake hazard, building vulnerability, and community capacity, while to know how high the risk of tsunami disaster, assessment of tsunami hazard and tsunami evacuation time had also been conducted.

The method used in this research is the integration of geographic information systems data, aerial imagery, and field observations. The earthquake hazard assessment is a fusion of information of Padang AFB geological information and West Sumatera seismic index. The assessment to building vulnerability was done by performing an observation using rapid visual screening method (RVS) of building for potential seismic hazard developed by *Federal Emergency Management Agency* (FEMA). The assessment to community capacity was done through interviews and questionnaires regarding awareness and preparedness variables. The assessment to tsunami hazard was done by fusing the information regarding land surface elevation, Padang city tsunami vulnerability class and tsunami's water level. The assessment to tsunami evacuation time was done by fusing the information regarding evacuation simulation of tsunami hazard and evacuation time classification.

Based on the analysis, the assessment of earthquake disaster risk produces five classes of risk, namely very low (ranging from 0 to 0.240), low (ranging from 0.241 to 0.480), moderate (ranging from 0.481 to 0.720), high (ranging from 0.721 to 0.960) and very high (ranging from 0.961 to 1.200). The assessment of earthquake disaster risk produces five classes of risk, namely very low (ranging from 0 to 1.17), low (ranging from 1.171 to 1.710), moderate (ranging from 1.711 to 2.250), high (ranging from 2.251 to 2.790) and very high (ranging from 2.791 to 3.360). The effort of risk reduction is done by focusing on the improvement of the infrastructure, and the capacity building can reduce the impacts caused by the earthquake-tsunami disaster.

Keywords: building vulnerability, community capacity, earthquake, Mentawai megathrust, risk reduction, tsunami

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK (BAHASA INDONESIA).....	vi
ABSTRACT (BAHASA INGGRIS).....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	7
1.3. Tujuan.....	7
1.4. Manfaat Penelitian.....	8
1.4.1 Manfaat Teoretis (keilmuan).....	8
1.4.2 Manfaat Praktis (gunalaksana).....	8
1.5. Ruang Lingkup dan Gambaran Desain.....	8
1.5.1 Ruang Lingkup.....	8
1.5.2 Gambaran Desain.....	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1. Tinjauan Pustaka.....	11
2.1.1 Gempabumi Mentawai <i>Megathrust</i>	11
2.1.2 Gelombang Sismik.....	13
2.1.3 Gempabumi dan Tsunami Mentawai 2010.....	14
2.1.4 Analisis Risiko Bencana Gempabumi.....	15
2.1.4.1 Penilaian Bahaya Gempabumi dari Mentawai <i>megathrust</i>	15
2.1.4.2 Penilaian Kerentanan Bangunan.....	19
2.1.4.3 Penilaian Kapasitas Masyarakat.....	20
2.1.5 Analisis Risiko Bencana Tsunami.....	21
2.1.5.1 Bahaya dan Ancaman Tsunami Mentawai terhadap Kota Padang.....	21
2.1.5.2 Penilaian Waktu Evakuasi Tsunami	23
2.1.6 Penilaian Risiko Bencana.....	25
2.1.7 Pengurangan Risiko Bencana (PRB)	25
2.1.8 Operasi Militer Selain Perang (OMSP).....	26
2.2 Kerangka Pemikiran.....	30

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1.	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	32
3.1.1	Lokasi Penelitian.....	32
3.1.2	Waktu Penelitian.....	32
3.2	Prosedur Penelitian.....	32
3.2.1	Subjek Penelitian	33
3.2.2	Objek Penelitian.....	33
3.3	Pengumpulan Data.....	34
3.3.1	Variabel Penelitian.....	34
3.3.2	Populasi.....	36
3.3.3	Metode Pengambilan Sampel.....	38
3.3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	40
3.3.5	Alat dan Bahan Penelitian.....	41
3.4.	Desain Penelitian.....	41
3.5	Analisis Data.....	44
3.5.1	Analisis Risiko Bencana Gempabumi.....	44
3.5.1.1	Analisis Bahaya Gempabumi.....	44
3.5.1.2	Analisis Kerentanan Bangunan.....	45
3.5.1.3	Analisis Kapasitas Masyarakat	52
3.5.1.4	Penilaian Risiko Bencana Gempabumi.....	55
3.5.2	Analisis Risiko Bencana Tsunami.....	57
3.5.2.1	Analisis Bahaya Tsunami.....	57
3.5.2.2	Analisis Waktu Evakuasi Tsunami.....	60
3.5.2.3	Penilaian Risiko Bencana Tsunami.....	62
3.5.3	Upaya Lanud Padang dalam Pengurangan Risiko Bencana	65
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	66
4.1.	Daerah Penelitian.....	66
4.1.1	Gambaran Umum Daerah Penelitian.....	66
4.1.2	Kondisi Topografi.....	74
4.1.3	Kondisi Geologi.....	75
4.2	Analisis Risiko Bencana Gempabumi.....	78
4.2.1	Analisis Bahaya Gempabumi.....	78
4.2.2	Analisis Kerentanan Bangunan.....	81
4.2.2.1	Ekstraksi Data Tapak Bangunan.....	81
4.2.2.2	Interpretasi Bangunan Penelitian.....	84
4.2.2.3	Kerentanan Bangunan Penelitian.....	86
4.2.2.4	Indeks Kerentanan Bangunan.....	91
4.2.3	Analisis Kapasitas Masyarakat.....	92
4.2.3.1	Kesadaran Masyarakat.....	93
4.2.3.2	Kesiapsiagaan Masyarakat.....	98
4.2.3.3	Skor Kesadaran.....	101
4.2.3.4	Skor Kesiapsiagaan.....	103
4.2.3.5	Indeks Kapasitas.....	104
4.2.4	Tingkat Risiko Bencana Gempabumi.....	108
4.3	Analisis Risiko Bencana Tsunami.....	110
4.3.1	Analisis Bahaya Tsunami.....	110

4.3.2	Analisis Waktu Evakuasi Tsunami.....	114
4.3.3	Tingkat Risiko Bencana Tsunami.....	118
4.3.3.1	Kepadatan Bangunan.....	119
4.3.3.2	Kedekatan dengan Jalan.....	121
4.3.3.3	Jarak dari Pusat Pelayanan Medis.....	124
4.4	Upaya Lanud Padang dalam Pengurangan Risiko Bencana Gempabumi-Tsunami.....	128
4.4.1	Upaya Peningkatan Infrastruktur.....	128
4.4.2	Upaya Peningkatan Kapasitas.....	131
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	138
5.1	Kesimpulan.....	138
5.1.1	Tingkat Risiko Bencana Gempabumi.....	138
5.1.2	Tingkat Risiko Bencana Tsunami.....	139
5.1.3	Upaya Lanud Padang.....	140
5.2	Saran.....	141
5.2.1	Pengurangan Risiko Bencana.....	141
5.2.2	Penelitian Mendatang.....	148
	DAFTAR PUSTAKA.....	150

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Pertemuan lempeng tektonik dan proses geologi yang ditimbulkan di Kep. Mentawai.....	1
Gambar 1.2	Dampak bencana gempa bumi dan tsunami di Kepulauan Mentawai Oktober 2010.....	5
Gambar 1.3	Desain Penelitian.....	10
Gambar 2.1	Mekanisme Pembentukan <i>megathrust</i>	11
Gambar 2.2	Tektonik <i>setting</i> pada Sumatera <i>megathrust</i>	12
Gambar 2.3	Gelombang Seismik, Gelombang Badan dan Gelombang Permukaan	14
Gambar 2.4	Metode Probabilistik.....	16
Gambar 2.5	Peta Sejarah Kegempaan Sumatera dan Zona <i>Seismic Gap</i>	17
Gambar 2.6	Contoh Peta Skenario Gempabumi.....	18
Gambar 2.7	Skenario Tsunami Kota Padang.....	18
Gambar 2.8	Peta Sumatera dan Sumatera <i>Fault</i>	22
Gambar 2.9	Sesar Patahan terjadinya Tsunami.....	22
Gambar 2.10	Simulasi Bahaya Tsunami.....	23
Gambar 2.11	Peta Ketinggian Air Landaan Tsunami.....	24
Gambar 2.12	Peta Waktu Evakuasi Tsunami.....	24
Gambar 2.13	Konsepsi Pengurangan Risiko Bencana.....	26
Gambar 2.14	Sinergi OMSP dengan Lembaga Pemerintahan Nir Militer.....	29
Gambar 2.15	Kerangka Pemikiran Penelitian.....	31
Gambar 3.1	Diagram Alir Analisis Bahaya Gempabumi.....	45
Gambar 3.2	Diagram Alir Analisis Kerentanan Bangunan.....	46
Gambar 3.3	Tipe Atap Joglo dan Tipe Atap Limasan.....	47
Gambar 3.4	Tipe Atap Kampung dan Tipe Atap Panggang Pe....	48
Gambar 3.5	Tipe Atap Cor.....	48
Gambar 3.6	Tipe Atap Limasan Kopel.....	48
Gambar 3.7	Grafik Hubungan Akselerasi Spektra dengan Periode Alami dan Tinggi Bangunan.....	50
Gambar 3.8	Contoh Ketidakberaturan Vertikal Bangunan.....	51
Gambar 3.9	Contoh Ketidakberaturan Horizontal Bangunan.....	51
Gambar 3.10	Diagram Alir Analisis Kapasitas Warga Lanud Padang.....	55
Gambar 3.11	Diagram Alir Peta Risiko Bencana Gempabumi.....	56
Gambar 3.12	Peta Kerentanan Tsunami di Kota Padang.....	58
Gambar 3.13	Peta Risiko Bencana Tsunami berdasarkan Ketinggian Lahan Kota Padang.....	59
Gambar 3.14	Diagram Alir Analisis Bahaya Tsunami Lanud Padang.....	59
Gambar 3.15	Simulasi Bahaya Tsunami.....	60
Gambar 3.16	Peta Ketinggian Air Landaan Tsunami.....	61
Gambar 3.17	Peta Waktu Evakuasi Bencana Tsunami.....	61
Gambar 3.18	Diagram Alir Analisis Waktu Evakuasi Tsunami.....	62
Gambar 3.19	Diagram Alir Analisis Bahaya Tsunami.....	65

Gambar 4.1	Peta Dijital Lanud Padang.....	68
Gambar 4.2	Koordinat Lanud Padang dalam WGS-84/UTM Zone 49S.....	69
Gambar 4.3	Struktur Organisasi Lanud Padang.....	70
Gambar 4.4	Peta HPL dan Gunalahan lanud Padang.....	71
Gambar 4.5	Peta Kontur dan <i>Hillshade</i> Lanud Padang.....	74
Gambar 4.6	Peta Geologi Kota Padang.....	76
Gambar 4.7	Peta Bahaya Gempabumi Lanud Padang.....	81
Gambar 4.8	Citra Potret Udara Atap Bangunan dengan Material Seng dan Cor.....	82
Gambar 4.9	Citra Potret Udara Atap Bangunan dengan Material Genteng dan Fiber.....	83
Gambar 4.10a	Identifikasi Bangunan pada Citra Potret Udara.....	84
Gambar 4.10b	Identifikasi Bangunan pada Citra Potret Udara.....	85
Gambar 4.11	Komposisi Bangunan di Lanud Padang berdasarkan Struktur Bangunan.....	87
Gambar 4.12	Tingkat Kerentanan Bangunan Berdasarkan Tipe Atap.....	88
Gambar 4.13	Tipe Atap Bangunan Penelitian Bentuk Beraturan....	90
Gambar 4.14	Tipe Atap Bangunan Penelitian Bentuk Tidak Beraturan.....	91
Gambar 4.15	Distribusi Spasial Responden beserta Nilai Indeks Kapasitas dengan Bangunan bertipe Atap Limasan..	106
Gambar 4.16	Distribusi Spasial Responden beserta Nilai Indeks Kapasitas dengan Bangunan bertipe Atap Kampung	107
Gambar 4.17	Distribusi Spasial Responden beserta Nilai Indeks Kapasitas dengan Bangunan bertipe Atap Cor.....	108
Gambar 4.18	Peta Risiko Bencana Gempabumi di Lanud Padang.....	110
Gambar 4.19	Peta Zona Rawan Tsunami di Kota Padang.....	112
Gambar 4.20	Representasi Model Spasial Bahaya Tsunami Lanud Padang.....	112
Gambar 4.21	Peta Bahaya Tsunami Lanud Padang.....	113
Gambar 4.22	Representasi Model Spasial Waktu Evakuasi Tsunami Lanud Padang.....	115
Gambar 4.23	Peta Waktu Evakuasi Tsunami Lanud Padang.....	116
Gambar 4.24	Peta Kepadatan Bangunan Lanud Padang.....	120
Gambar 4.25	Distribusi Spasial Bangunan Berdasarkan Jarak dari Jalan.....	123
Gambar 4.26	Distribusi Spasial Bangunan Berdasarkan Jarak dari Pusat Pelayanan Medis.....	124
Gambar 4.27	Peta Risiko Bencana Tsunami di modifikasi dengan Kepadatan Bangunan, Kedekatan Jalan, dan Pusat Pelayanan Medis.....	127
Gambar 4.28	ATC <i>Tower</i> Lanud Padang sebelum dan sesudah Renovasi akibat Gempabumi 2009.....	129
Gambar 4.30	Foto Udara Lanud Padang.....	131

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Korban dan Kerusakan Gempabumi 30 September 2009 Sumatera Barat.....	3
Tabel 3.1	Desain Penelitian.....	43
Tabel 3.2	Struktur Bangunan.....	49
Tabel 3.3	Klasifikasi Kepadatan Bangunan.....	64
Tabel 4.2	Jumlah Penduduk Kasar di Lanud Padang Berdasarkan Areal Permukiman.....	72
Tabel 4.3	Stratigrafi Batuan Kota Padang.....	77
Tabel 4.4	Kepadatan Penduduk Kasar Di Lanud Padang Berdasarkan Areal Permukiman.....	80
Tabel 4.5	Jumlah Bangunan Berdasarkan Bentuk Bangunan dan Tipe Atapnya.....	86
Tabel 4.6	Nilai Kerentanan di bawah 1,75.....	89
Tabel 4.7	Indeks Rata-rata Kerentanan Bangunan.....	92
Tabel 4.8	Distribusi responden berdasar tipe atap.....	93
Tabel 4.9	Jumlah Jawaban Respon Responden saat Terjadi Gempabumi yang sesuai mitigasi.....	95
Tabel 4.10	Jumlah Jawaban Pengetahuan Responden tentang Gempabumi yang Sesuai mitigasi.....	96
Tabel 4.11	Jumlah Jawaban Persepsi Responden tentang Gempabumi yang sesuai Mitigasi.....	96
Tabel 4.12	Jumlah Jawaban Responden mengenai Informasi Tempat Penting.....	97
Tabel 4.13	Jumlah Jawaban Persiapan Responden yang sesuai dengan Mitigasi.....	99
Tabel 4.14	Keanggotaan Responden dalam Organisasi.....	100
Tabel 4.15	Pelatihan dan Sosialisasi Responden.....	101
Tabel 4.16	Hasil Perhitungan Skor Kesadaran tiap Parameter.....	101
Tabel 4.17	Skor Kesadaran Daerah Penelitian.....	103
Tabel 4.18	Hasil Perhitungan Skor Kesiapsiagaan tiap Parameter.....	103
Tabel 4.19	Skor Kesiapsiagaan Daerah Penelitian.....	104
Tabel 4.20	Indeks Kapasitas.....	105
Tabel 4.21	Skor Gunalahan Lanud Padang.....	111
Tabel 4.22	Hasil Perhitungan Kepadatan Bangunan.....	119
Tabel 4.23	Jumlah Bangunan Berdasarkan Jarak dari Jalan.....	122

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	Rumus Risiko Van Westen.....	25
Persamaan 3.1	Rumus Sampel Isaac dan Michael.....	39
Persamaan 3.2	Rumus <i>Final Score</i> Kerentanan Bangunan.....	52
Persamaan 3.3	Rumus Indeks Sub Variabel Kapasitas Masyarakat.....	52
Persamaan 3.4	Rumus Skor Variabel.....	53
Persamaan 3.5	Rumus Indeks Kapasitas Masyarakat.....	54
Persamaan 4.1	Rumus Skor Kesadaran.....	102
Persamaan 4.2	Rumus Skor Kesiapsiagaan.....	104
Persamaan 4.3	Rumus Spasial Bahaya Tsunami.....	111
Persamaan 4.4	Rumus Kecepatan.....	115
Persamaan 4.5	Rumus Spasial Total Skor Variabel Tsunami.....	118
Persamaan 4.6	Rumus Spasial Indeks Risiko Bencana Tsunami.....	125

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan	Halaman
ASTER	<i>The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer</i>	15
ATC	<i>Air Traffic Control</i>	2
Baseops	<i>Base Operation</i>	2
BNPB	Badan Nasional Penanggulangan Bencana	28
BPBD	Badan Penanggulangan Bencana Daerah	40
Disfaskonau	Dinas Fasilitas dan Konstruksi TNI AU	40
Disurpotrudau	Dinas Survei dan Pemotretan Udara TNI AU	40
FEMA	<i>Federal Emergency Management Agency</i>	9
HFA	<i>Hyogo Framework of Action</i>	26
HPL	Hak Pengelolaan	71
KDB	Koefisien Dasar Bangunan	63
KLB	Koefisien Lantai Bangunan	63
Koopsau I	Komando Operasi TNI Angkatan Udara I	2
Lanud	Pangkalan TNI Angkatan Udara	2
OSM	<i>Open source map</i>	41
OMSP	Operasi Militer Selain Perang	6
PAP II	PT. Angkasa Pura II	72
Pentak	Penerangan dan Perpustakaan	2
Perum	Perumahan	73
Perumdam	Perumahan Kodam 17 Agustus	72
PRB	Pengurangan Risiko Bencana	26
RTRW	Rencana Tata Ruang Wilayah	63
RTRWP	Rencana Tata Ruang Wilayah Pertahanan	5
Ruops	Ruang Operasi	67
RVS	<i>Rapid Visual Screening</i>	20
SAR	<i>Search and Rescue</i>	134
SIG	Sistem Informasi Geografis	15
SR	skala Richter	4
Sumbar	Sumatera Barat	41
TVRI	Televisi Republik Indonesia	116
UNISDR	<i>United Nation International Strategy for Disaster Reduction</i>	15
USGS	<i>United States Geological Survey</i>	13
VIP	<i>Very Important Person</i>	2

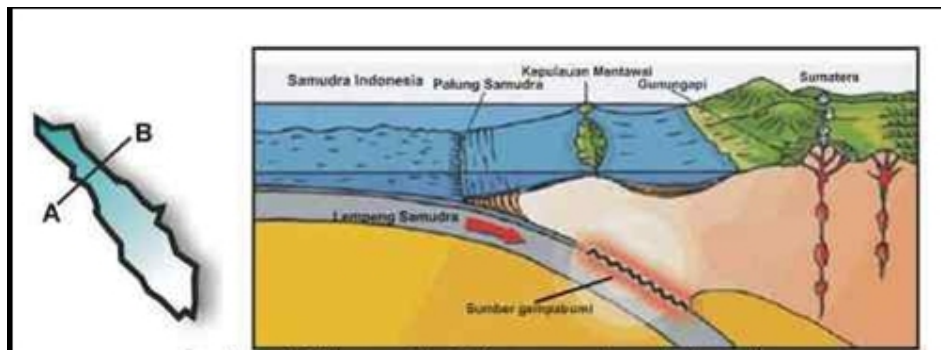
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 4.1	Tabel 4.1 Daftar HPL dan Gunalahan Lanud Padang.....	156
Lampiran 4.2	Formulir Isian Kerentanan Bangunan dan Contoh Penilaian RVS.....	156
Lampiran 4.3	Panduan Wawancara, Contoh Perhitungan Skor Kesadaran, Skor Kesiapsiagaan dan Indeks Kapasitas.....	159
Lampiran 4.4	Peta Risiko Bencana Tsunami tiap HPL.....	163
Lampiran 4.5	Gambar 4.29 Renovasi Mess Eks Bandara Tabing.....	164
Lampiran 4.6	Gambar 4.31 Jalur Evakuasi di Lanud Padang....	165
Lampiran 4.7	Rencana Garis Besar Latihan SAR.....	166
Lampiran 4.8	Gambar 4.32 Foto Kegiatan MM Direx 2014.....	171
Lampiran 4.9	Gambar 4.33 Simulasi Gempabumi oleh Lanud Padang.....	172
Lampiran 4.10	Protap Penanggulangan Bencana Lanud Padang	173
Lampiran 4.11a	Surat Perintah Nomor Sprin/280/X/2010.....	176
Lampiran 4.11b	Permohonan Alpal SAR.....	180
Lampiran 5.1	Gambar 5.1 Jembatan Layang Pejalan Kaki di depan Stasiun Tabing.....	184
Lampiran Peta 1	Peta HPL dan Gunalahan Lanud Padang.....	185
Lampiran Peta 2	Peta Kontur dan <i>Hillshade</i> Lanud Padang.....	186
Lampiran Peta 3	Peta Bahaya Gempabumi Lanud Padang.....	187
Lampiran Peta 4	Peta Risiko Gempabumi Bentuk Bangunan Beraturan Bertipe Atap Limasan Lanud Padang	188
Lampiran Peta 5	Peta Risiko Gempabumi Bentuk Bangunan Tidak Beraturan Bertipe Atap Limasan Lanud Padang.....	189
Lampiran Peta 6	Peta Risiko Gempabumi Bentuk Bangunan Beraturan Bertipe Atap Kampung Lanud Padang.....	190
Lampiran Peta 7	Peta Risiko Gempabumi Bentuk Bangunan Tidak Beraturan Bertipe Atap Kampung Lanud Padang.....	191
Lampiran Peta 8	Peta Risiko Gempabumi Bentuk Bangunan Beraturan dan Tidak Beraturan Bertipe Atap Cor di Lanud Padang.....	192
Lampiran Peta 9	Peta Risiko Bencana Gempabumi Lanud Padang.....	193
Lampiran Peta 10	Peta Bahaya Tsunami Lanud Padang.....	194
Lampiran Peta 11	Peta Waktu Evakuasi Tsunami Lanud Padang..	195
Lampiran Peta 12	Peta Risiko Bencana Tsunami Lanud Padang.....	196
	Tabel Skala Richter.....	197
	Tabel Skala MMI.....	197

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah Indonesia merupakan zona pertemuan dan tumbukan tiga lempeng utama bumi, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia dan Pasifik. Sehingga menjadikan Indonesia sebagai kawasan tektonik yang paling aktif dan kompleks (BNPB, 2012). Sumatera Barat berada di bagian Barat tengah Pulau Sumatera, memiliki dataran rendah di pantai Barat dan dataran tinggi vulkanik di wilayah Timur yang dibentuk oleh Bukit Barisan. Sebagian wilayahnya dilalui oleh jalur dan lempeng gunung berapi yang membentang dari barat laut ke tenggara, artinya wilayah yang dilalui rentan terhadap tumbukan antar lempeng bumi dan patahan aktif (BMKG, 2013) seperti dalam Gambar 1.1. Hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya gunung berapi aktif seperti Gunung Tandikat, Gunung Merapi, Gunung Malintang, dan Gunung Talang, sehingga wilayah Sumatera Barat memiliki tingkat kerawanan dan ancaman yang cukup tinggi terhadap bencana alam, khususnya bencana gempa bumi.



Gambar 1.1 Pertemuan lempeng tektonik dan proses geologi yang ditimbulkan di Kepulauan Mentawai

Sumber: Bakornas PB (2007)

Sebagai contoh gempa bumi di Padang pada tanggal 30 September 2009 yang terjadi di lepas pantai Sumatera, 50 km barat Laut Kota Padang (USGS, 2009), menyebabkan beberapa kerusakan dan korban jiwa di beberapa wilayah Sumatera Barat, salah satunya adalah Kota

Padang. Sebanyak 383 warga Kota Padang meninggal, 2 orang dinyatakan hilang dan 1.202 orang luka-luka. Jumlah rumah yang rusak berat sebanyak 37.587 unit dan rusak ringan sebanyak 78.891 unit. Fasilitas pendidikan yang mengalami kerusakan sebanyak 3.547 unit, fasilitas kesehatan sebanyak 21 unit dan kerusakan jalan sepanjang 30 km (BNPB, 2014) seperti dipublikasikan pada Tabel 1.1. Fasilitas umum seperti Pasar Raya Padang sebagian terbakar dan runtuh, sejumlah gedung perkantoran, hotel/penginapan, rumah sakit, dan beberapa pusat perbelanjaan turut runtuh. Sekitar 85 persen infrastruktur di Sumatera Barat rusak akibat gempa bumi (Sugimin, 2014).

Pangkalan TNI Angkatan Udara (Lanud) Padang merupakan satuan pelaksana Komando Operasi TNI Angkatan Udara I (Koopsau I) yang berkedudukan di Kota Padang, turut mengalami kerusakan akibat gempa 2009. *Air Traffic Control (ATC) Tower* dan sejumlah bangunan mengalami rusak berat. Bagian atap *ATC Tower* Lanud patah, yang mengakibatkan ruangan operator *ATC Tower* hancur ditimpa bagian atap *ATC Tower* yang terbuat dari beton, sehingga *ATC Tower* tidak dapat berfungsi. Sejumlah bangunan lainnya juga mengalami kerusakan, seperti *Very Important Person (VIP) Room*, Kantor Seksi Angkutan, bagian belakang Markas Komando (Mako) Lanud, Kantor Intelijen dan Pengamanan (Intelpam), Kantor Penerangan dan Perpustakaan (Pentak), Kantor *Base Operation (Baseops)*, Kantin, dan beberapa perumahan anggota. Bangunan tersebut mengalami retak-retak di bagian dinding dan lantai dengan tingkat kerusakan yang sangat parah. Kerusakan parah lainnya terjadi pada jalan yang menghubungkan mako Lanud ke Baseops, demikian juga dengan jalan depan mako dan jalan menuju apron yang terbuat dari aspal mengalami retak-retak (Pentak Lanud Padang, 2009).

Tabel 1.1 Data korban dan kerusakan gempa bumi
pada 30 September 2009 Sumatera Barat

Kabupaten	Meninggal	Luka-luka	Hi lang	Rumah Rusak Berat	Rumah Rusak Ringan	Fasilitas Pendidikan	Fasilitas Kesehatan	Kerusakan Jalan km
Agam	0	0	0	0	0	0	0	0
Kepulauan Mentawai	9	27	0	0	0	71	28	7
Kota Bukittinggi	0	0	0	0	50	14	0	0
Kota Padang	383	1.202	2	37.587	78.891	3.547	21	30
Kota Padang Panjang	0	20	0	0	0	90	6	0
Kota Pariaman	48	352	0	0	0	127	37	20
Kota Solok	3	0	0	0	0	5	4	0
Lima Puluh Kota	0	0	0	0	0	14	3	5
Padang Pariaman	81	137	0	11.173	11.971	256	29	17
Pasaman	0	0	0	0	0	6	1	0
Pasaman Barat	5	30	0	0	0	44	11	2
Pesisir Selatan	0	5	0	145	600	67	5	11
Sawahlunto/Sijunjung	0	0	0	29	105	9	4	2
Solok	0	5	0	0	0	67	5	11
Solok Selatan	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanah Datar	666	25	0	0	0	375	246	191
	1.195	1.803	2	48.934	91.617	4.692	400	296

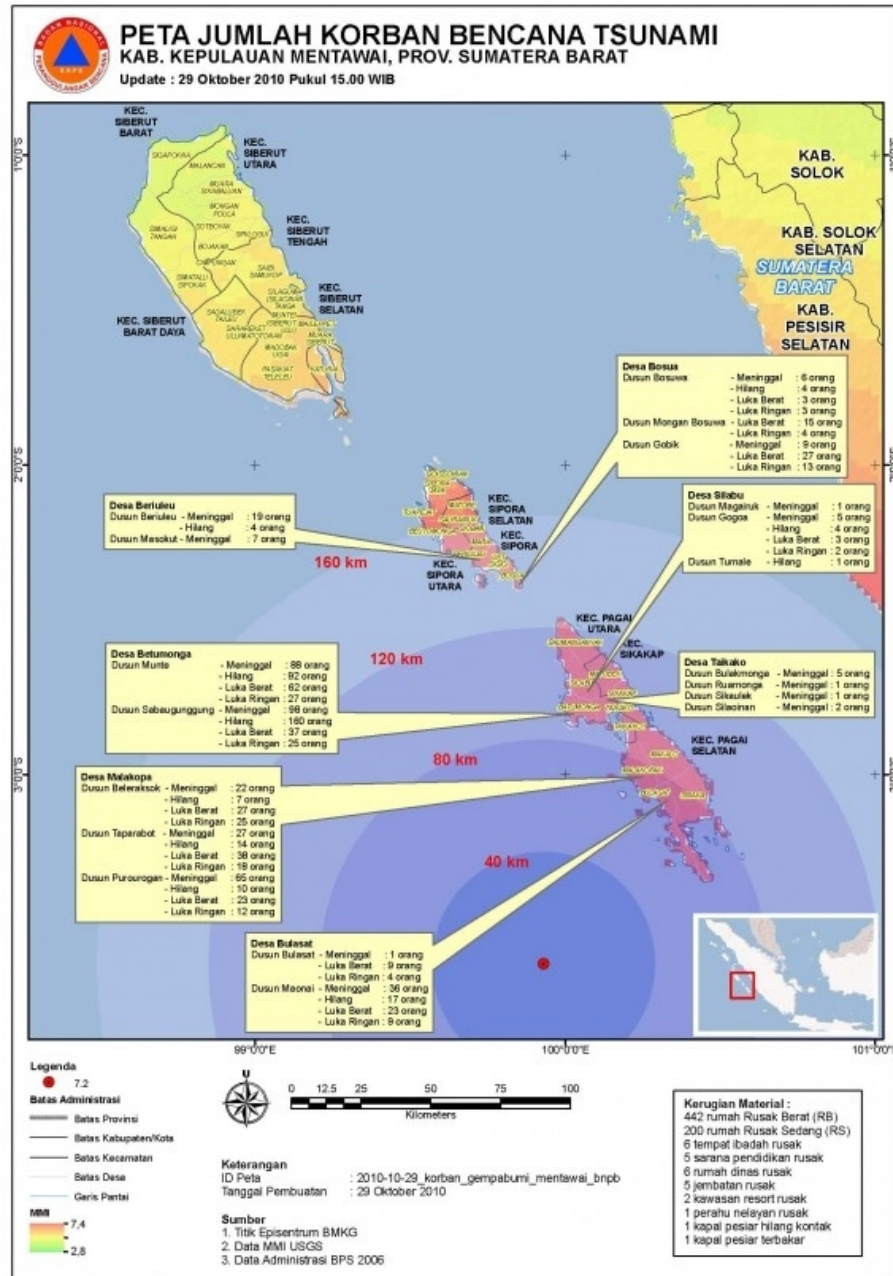
Sumber: DIBI BNPB (2014)

Selain kerawanan gempabumi yang sudah disebutkan di atas, pertemuan lempeng tektonik yang terhampar dengan barisan gunung api dan patahan-patahan gempa yang aktif, membawa konsekuensi logis bahwa wilayah-wilayah di pesisir menanggung kerawanan bahaya laten tsunami akibat gempa (Pratama, 2011). Seperti yang terjadi pada tanggal 25 Oktober 2010, gempa berkekuatan 7,2 skala Richter (SR) di Kepulauan Mentawai dengan episentrum¹ sangat dekat dengan Pulau Pagai Selatan. Pada kejadian ini gelombang tsunami hanya membutuhkan waktu antara 5-10 menit untuk mencapai pantai. Dampak bencana gempabumi dan tsunami di Mentawai 2010 disajikan pada Gambar 1.2.

Kerusakan bangunan dan jumlah korban jiwa akibat gempabumi-tsunami dapat diredam melalui usaha pengurangan risiko gempabumi dan risiko tsunami, yaitu upaya yang ditempuh agar dapat mengurangi korban jiwa, harta benda, penderitaan manusia, kerusakan ekonomi dan biaya yang dikeluarkan untuk menangani korban bencana (Saputra *et al.*, 2011). Analisis pengurangan risiko gempabumi-tsunami di Lanud Padang merupakan rangkaian kegiatan yang terdiri atas lima variabel utama yaitu analisis bahaya gempabumi (*hazard*), analisis kerentanan (*vulnerability*) bangunan, analisis kapasitas (*capacity*) masyarakat, analisis bahaya tsunami dan analisis waktu evakuasi tsunami. Identifikasi kelima variabel tersebut perlu dilakukan untuk meredam risiko yang ditimbulkan oleh gempabumi-tsunami.

Bahaya gempabumi dan tsunami dari ancaman Mentawai *megathrust* diprediksi terjadi dengan kekuatan 8,9 SR, setelah itu dalam kurun waktu 35 menit setelah gempabumi, terjadi tsunami di Kota Padang setinggi 10 meter dan sampai pada jarak 2,5 km dari garis pantai, tergantung topografi daratannya (Wisnu, 2013).

¹ Episentrum (pusat gempa) yaitu titik tepat di permukaan bumi secara vertikal di atas hiposentrum (atau fokus). Hiposentrum adalah titik di dalam bumi di mana gempa terjadi (USGS, 2013).



Gambar 1.2 Dampak bencana gempabumi dan tsunami di Kepulauan Mentawai Oktober 2010

Sumber : BNPB (2010)

Sebagai basis pertahanan udara (Rencana Tata Ruang Wilayah Pertahanan (RTRWP) Sumbar, 2010) dan pangkalan aju, Lanud Padang termasuk salah satu wilayah yang terancam oleh Mentawai *megathrust* karena terletak hanya ± 800 meter dari garis pantai. Selaku satuan

pelaksana Koopsau I, Lanud Padang bertugas menyiapkan dan melaksanakan pembinaan dan pengoperasian seluruh satuan dalam jajarannya, pembinaan potensi dirgantara serta menyelenggarakan langkah-langkah yang tepat dalam penanganan Operasi Militer Selain Perang (OMSP) (Mabesau, 2002). OMSP adalah operasi militer TNI yang dilaksanakan bukan dalam rangka perang dengan negara lain, melainkan untuk melaksanakan tugas-tugas kemanusiaan, kepentingan pertahanan negara dan atau mendukung kepentingan nasional berdasarkan kebijakan politik negara (Sekkau, 2007).

Pelaksanaan OMSP di Lanud Padang sudah berjalan dengan usaha penyelenggaraan langkah-langkah yang tepat untuk tugas kemanusiaan² salah satunya melalui pengurangan risiko bencana gempabumi disertai tsunami dari ancaman Mentawai *megathrust* yang akan terjadi. Pengurangan risiko bencana dilakukan untuk mengurangi risiko yang timbul, terutama dilakukan dalam situasi sedang tidak terjadi bencana melalui upaya peningkatan infrastruktur dan peningkatan kapasitas (dengan meningkatkan kemampuan peringatan dini, pencegahan dini, dan kesiapan tindak dalam tanggap darurat), namun hal ini belum pernah dianalisis di Lanud Padang. Analisis mengenai pengurangan risiko bencana perlu dilakukan di Lanud Padang. Analisis semacam ini sudah banyak dilakukan, namun penelitian lebih berfokus pada penilaian aspek bahaya (*hazard*) gempabumi, kerentanan (*vulnerability*) dan kapasitas (*capacity*) secara umum.

Untuk itulah perlu dilakukan penelitian di Lanud Padang untuk menganalisis pengurangan risiko bencana gempabumi-tsunami dari ancaman Mentawai *megathrust* melalui identifikasi karakteristik bahaya

² Tugas kemanusiaan yang dimaksud melalui usaha penanggulangan bencana alam, yakni membantu menanggulangi akibat bencana alam, pengungsian, dan pemberian bantuan kemanusiaan serta membantu pencarian dan pertolongan dalam kecelakaan (*search and rescue*) (Undang-undang Nomor 34 Tahun 2004 tentang TNI Pasal 7 ayat (2) poin b.12 dan poin b.13). Hal ini sesuai perintah direktif Presiden selaku pemegang kekuasaan tertinggi atas TNI AD, TNI AL dan TNI AU yang dapat mengerahkan TNI dalam keadaan memaksa untuk kemudian dimintakan persetujuan dari DPR RI dalam menanggulangi akibat bencana alam yang membutuhkan penanganan cepat.

gempabumi, kerentanan bangunan, kapasitas bagi warga Lanud Padang, karakteristik bahaya tsunami dan waktu evakuasi tsunami dikaitkan dengan upaya yang dilakukan Lanud Padang dalam mengurangi risiko bencana.

1.2 Rumusan Masalah

Berkaitan dengan tingginya ancaman bencana gempabumi dan tsunami, khususnya dari Mentawai *megathrust*, maka masalah yang akan dibahas dalam tesis ini adalah:

- a. Bagaimana tingkat risiko bencana gempabumi di Lanud Padang berdasarkan aspek tingkat bahaya gempabumi, tingkat kerentanan bangunan dan tingkat kapasitas warga Lanud Padang terhadap ancaman Mentawai *megathrust*?
- b. Bagaimana tingkat risiko bencana tsunami di Lanud Padang berdasarkan aspek sebaran spasial bahaya tsunami dan zona waktu evakuasi sebagai bencana susulan dari gempabumi?
- c. Bagaimana upaya pengurangan risiko bencana gempabumi-tsunami yang dilakukan Lanud Padang dalam menghadapi ancaman Mentawai *megathrust*?

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengurangan risiko bencana gempabumi-tsunami dari ancaman Mentawai *megathrust* di Lanud Padang, dengan tujuan utama:

- a. Mengetahui tingkat risiko bencana gempabumi melalui analisis bahaya gempabumi, analisis kerentanan bangunan, dan analisis kapasitas warga Lanud.
- b. Mengetahui tingkat risiko bencana tsunami melalui sebaran spasial bahaya tsunami dan zona waktu untuk melakukan evakuasi.
- c. Mengetahui upaya pengurangan risiko bencana gempabumi-tsunami di Lanud Padang dalam menghadapi ancaman Mentawai *megathrust*

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoretis (keilmuan)

Manfaat teoretis dari analisis pengurangan risiko bencana gempabumi-tsunami ini, dapat memperkaya khasanah pengetahuan dibidang kebencanaan atau sebagai bahan rujukan bagi penelitian lainnya dengan tema yang sama.

1.4.2 Manfaat Praktis (gunalaksana)

Hasil analisis pengurangan risiko bencana ini dapat digunakan sebagai informasi mengenai kondisi risiko gempabumi-tsunami dari ancaman Mentawai *megathrust* di Lanud Padang sehingga dapat diketahui dengan pasti daerah-daerah mana saja yang memiliki risiko yang tinggi berdasarkan karakteristik bahaya gempabumi, kerentanan bangunan, kapasitas masyarakat, karakteristik bahaya tsunami dan zona waktu evakuasi tsunami. Lebih jauh diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pedoman pembangunan Lanud Padang dan Rencana Tata Ruang Wilayah Pertahanan Kota Padang di sekitar Lanud Padang ke depan berbasis pada kebencanaan. Pemerintah setempat juga dapat merancang sistem perijinan pendirian bangunan berdasarkan distribusi spasial dari kerawanan Mentawai *megathrust*.

1.4 Ruang Lingkup dan Gambaran Desain

1.5.1 Ruang Lingkup

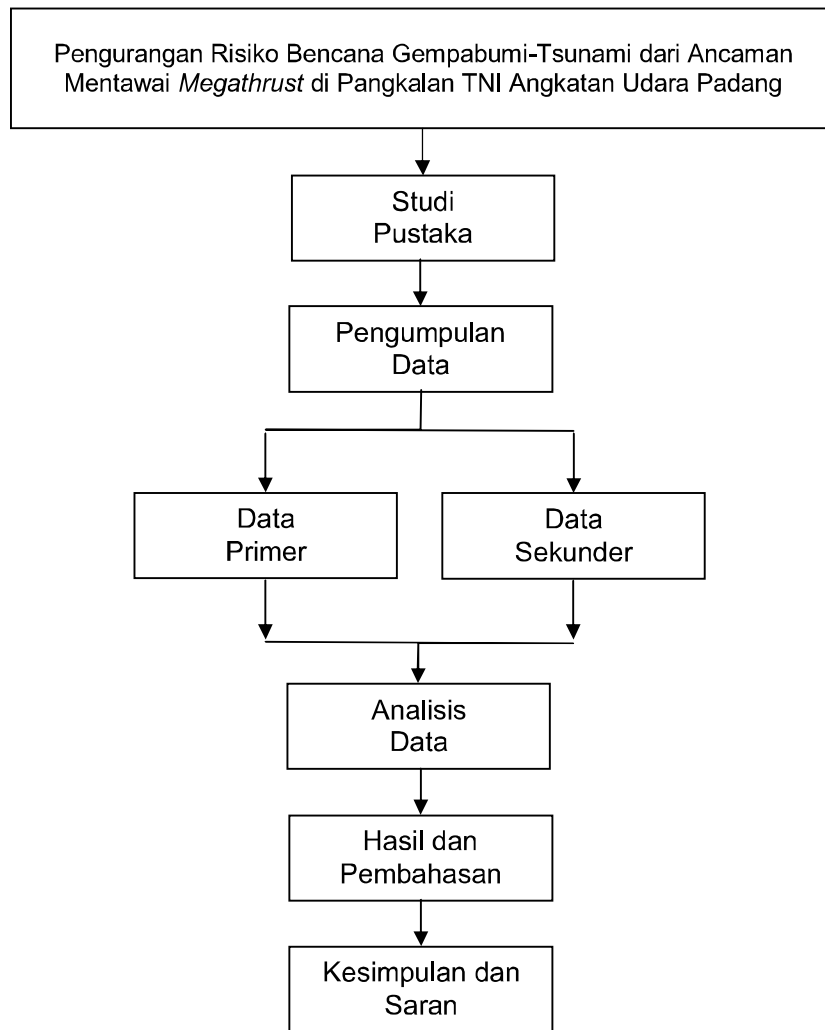
Ruang lingkup penelitian yang digunakan adalah:

- a. Bangunan yang dianalisis adalah bangunan permukiman, perkantoran dan sekolah (yang selanjutnya disebut bangunan penelitian), sebatas struktur bangunan dan tidak dibahas secara mendalam.
- b. Aspek lingkungan dari bangunan penelitian adalah kepadatan bangunan, kedekatan dengan jalan dan jarak dari pelayanan medis.

- c. Identifikasi kerentanan bangunan melalui metode *Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazard* yang diadopsi dari pedoman *Federal Emergency Management Agency (FEMA) 154 (2002)*.
- d. Aspek kapasitas warga Lanud Padang yang diobservasi adalah kesadaran dan kesiapsiagaan.
- e. Analisis bahaya dan waktu evakuasi tsunami tidak dibahas secara mendalam, berpedoman kepada penelitian bahaya tsunami Kota Padang yang sudah ada.
- f. Perumusan pengurangan risiko bencana gempa bumi-tsunami akibat Mentawai *megathrust* tidak dibahas secara mendalam. Pengurangan risiko akan dijabarkan berupa saran berdasarkan karakteristik risiko bencana gempa bumi dan tsunami yang dihasilkan.

1.5.2 Gambaran Desain

Penelitian dalam rangka mengurangi risiko bencana gempa bumi-tsunami di Lanud Padang, diawali dengan adanya fenomena ancaman Mentawai *megathrust* yang didapat dari hasil penelitian terdahulu melalui studi pustaka, literatur dan jurnal-jurnal penelitian para ahli. Tahap selanjutnya mengumpulkan data dan informasi berupa data primer dan data sekunder. Data dan informasi yang telah didapat kemudian dianalisis sehingga menjadi suatu hasil disertai dengan pembahasan penelitian. Tahap akhir dari penelitian ini adalah menyimpulkan hasil penelitian disertai saran. Gambaran desain penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Desain Penelitian

BAB 2

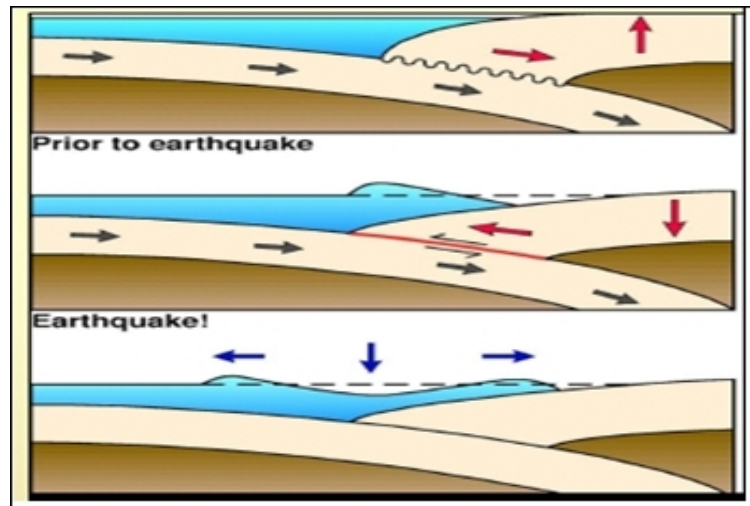
TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Gempabumi Mentawai *Megathrust*

Gempabumi *megathrust* terjadi pada zona subduksi di batas lempeng dimana satu lempeng tektonik mendorong lempeng lainnya sehingga terjadi subduksi dan menimbulkan gempa. Hal ini menyebabkan salah satu lempeng akan bergerak turun sedangkan yang lainnya bergerak naik. Gempa ini hanya terjadi di batas lempeng yang dangkal, yang dekat dengan permukaan bumi sehingga dapat menghasilkan gempa yang sangat dahsyat (Kenneth, 2011). Mekanisme pembentukan *megathrust* (Gambar 2.1) menurut Wisnu (2013) adalah:

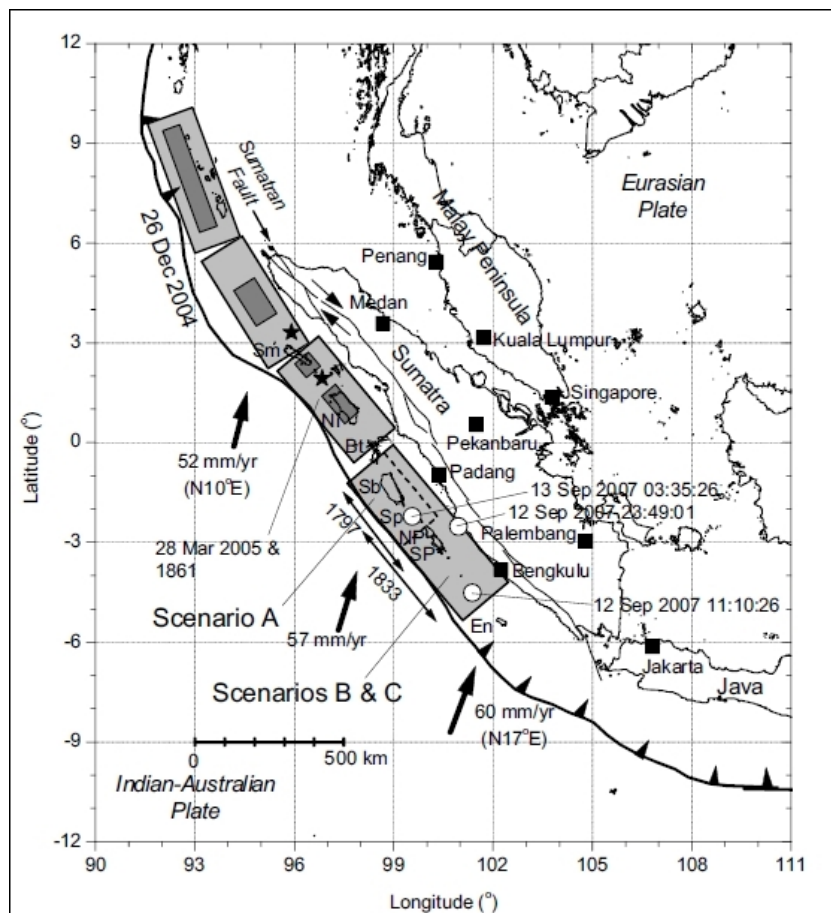
- sebelum gempa, regangan terakumulasi;
- pada saat terjadi gempa, regangan lepas dan terjadi pembentukan gelombang tsunami;
- sesudah gempa, perjalanan tsunami ke pantai disertai hantaman gelombang beberapa kali.



Gambar 2.1 Mekanisme pembentukan *megathrust*

Sumber: BNPB (2013)

Ancaman *megathrust* dalam penelitian ini difokuskan pada segmen Mentawai. Kusnowidjaja dan Tso-Chien (2009), menyebutkan beberapa bukti yang menunjukkan bahwa segmen Mentawai *megathrust* sangat mungkin pecah dalam beberapa dekade mendatang. Tiga skenario yang diprediksikan, pertama (*Scenario A*) adalah gempa 8,6 SR terletak di segmen 280 km yang telah dikunci sejak tahun 1797; kedua (*Scenario B*), terjadi sepanjang segmen 600 km meliputi bidang gabungan dari tahun 1797 dan tahun 1833 dengan skala 9,0 SR; dan ketiga (*Scenario C*) memiliki daerah sama seperti skenario kedua tetapi dengan kekuatan amplitudo dua kali lipat lebih besar, sehingga menghasilkan gempa berskala 9,2 SR. Skenario ini bisa dilihat dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Tektonik *setting* pada Sumatra *megathrust*

Sumber: Kusnowidjaja dan Tso-Chien (2009)

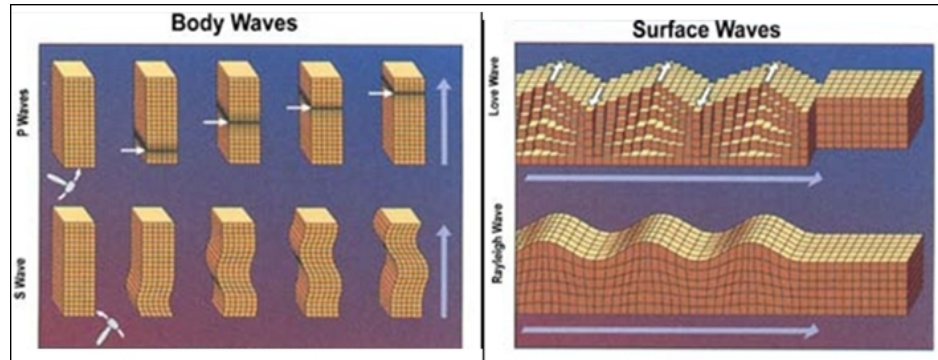
Gambar 2.2 menunjukkan daerah pecahnya lima gempa bumi besar dengan *magnitude* ≥ 8 ditunjukkan oleh daerah berbayang ringan dan daerah terdampak dahsyat berbayang lebih gelap. Pulau-pulau di lepas pantai barat Sumatera adalah (dari Utara ke Selatan): Sm (Pulau Simeulue); Ni (Pulau Nias); Bt (Pulau Batu); Sb (Pulau Siberut); Sp (Pulau Sipora); NP (*North Pagai*, Pulau Pagai Utara); SP (*South Pagai*, Pulau Pagai Selatan); dan En (Pulau Enggano). Kepulauan Mentawai terdiri dari empat pulau utama: Siberut, Sipora, Pagai Utara, dan Pagai Selatan (Kusnowidjaja dan Tso-Chien, 2009).

2.1.2 Gelombang Seismik

Elnashai dan Sarno (2008), mendefinisikan gelombang seismik sebagai gelombang elastik yang menjalar di dalam bumi (Saputra *et al.*, 2011, p.14), seperti yang diilustrasikan dalam Gambar 2.3. Gelombang ini dihasilkan oleh dorongan seperti gempa bumi atau ledakan. Lebih lanjut Saputra mengemukakan bahwa ada dua getaran gempa bumi yang dihasilkan oleh gelombang seismik, yaitu gelombang badan (gelombang P dan gelombang S)³ dan gelombang permukaan (gelombang *Rayleigh* dan gelombang *Love*)⁴. *The United States Geological Survey* (USGS) (2013), menyebutkan bahwa gelombang seismik memungkinkan merambat baik di dekat maupun di permukaan bumi (gelombang permukaan) atau melalui lapisan interior bumi (gelombang badan). Gelombang *Rayleigh* dan gelombang *Love* dihasilkan setelah gelombang badan mencapai permukaan bumi. Kedua gelombang ini berpotensi menyebabkan kerusakan di permukaan bumi (Saputra *et al.*, 2011).

³ Gelombang P atau gelombang primer, disebut juga gelombang longitudinal/kompresional, adalah gelombang seismik yang mengguncang tanah bolak-balik dalam arah yang sama dan arah yang berlawanan dengan arah gerak gelombang. Setelah gelombang P disusul oleh gelombang S atau gelombang sekunder, disebut juga gelombang transversal/gelombang geser, adalah gelombang seismik yang mengguncang tanah bolak-balik tegak lurus terhadap arah gerak gelombang (USGS, 2013).

⁴ Gelombang *Rayleigh* merupakan gelombang permukaan yang menyebabkan tanah bergetar dalam gerakan elips, tanpa melintang, atau tegak lurus. Gelombang *Love* adalah gelombang permukaan yang memiliki gerakan horizontal yang melintang (atau tegak lurus) ke arah pergerakan gelombang (USGS, 2013)



Gambar 2.3 Gelombang seismik, gelombang badan dan gelombang permukaan

Sumber: USGS (2013)

2.1.3 Gempabumi dan Tsunami Mentawai 2010

USGS (2010), menyatakan gempa terjadi pada pukul 21:42 WIB (14:42 UTC), sekitar 240 km sebelah barat Bengkulu, dekat dengan Kepulauan Mentawai. USGS menyebutkan episentrum gempabumi terjadi pada kedalaman 206 km dengan magnitudo gempa 7,7 SR.

Wisnu (2013), menyampaikan empat karakteristik tsunami Mentawai pada saat terjadi: penduduk panik kemudian keluar rumah dan sebagian masih tidur karena malam hari, sebelum tsunami terdengar suara gemuruh, tinggi *run up* tsunami mencapai 5-15 m, dan kejadian tsunami 5-10 menit setelah gempa. Bencana tersebut menewaskan sekitar 509 jiwa dan 21 orang dinyatakan hilang serta 11.425 orang mengungsi, permukiman penduduk sebanyak 672 unit rusak berat dan 300 unit rusak ringan (Edward, 2010).

Lebih lanjut Wisnu (2013), menyampaikan bahwa kejadian tsunami belum dapat diperkirakan secara pasti, sehingga upaya yang dilakukan saat ini adalah dengan penataan kawasan pesisir pantai dan peningkatan pemahaman masyarakat yaitu: *green belt* (jalur hijau); pembuatan jalur evakuasi; penentuan lokasi evakuasi; pembuatan tembok pemecah gelombang; bangunan alami seperti gumuk pasir, pulau karang jangan dimusnahkan; sungai alami yang berkelok-kelok jangan diluruskan karena

akan mempercepat landaan tsunami; pemberdayaan dan peningkatan pemahaman masyarakat tentang tanda-tanda akan terjadi tsunami.

2.1.4 Analisis Risiko Bencana Gempabumi

2.1.4.1 Penilaian Bahaya Gempabumi dari Mentawai *megathrust*

The United Nation International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR) (2004), menyebutkan bahwa aspek bahaya didefinisikan sebagai fenomena alam atau hasil aktivitas manusia yang mempunyai potensi merusak dan menyebabkan kehilangan nyawa manusia atau luka, kerusakan harta benda, gangguan sosial dan ekonomi atau kerusakan lingkungan (Saputra *et al.*, 2011, p.18). Aditya (2012), melakukan penilaian bahaya gempabumi menggunakan metode penelitian integrasi pemrosesan citra ASTER⁵ dan Sistem Informasi Geografis (SIG)⁶ dipadukan dengan pengukuran lapangan. Pemrosesan citra ASTER untuk menurunkan citra baru yang lebih mudah diinterpretasi, dengan menggunakan ASTER RGB 3,4, PCA 56789 yang mampu menonjolkan aspek litologi. Penilaian tingkat kerawanan didasarkan pada nilai indeks seismik setiap satuan litologi dan distribusi kerusakan bangunan yang terjadi dengan referensi bencana gempabumi di Kabupaten Bantul tahun 2006.

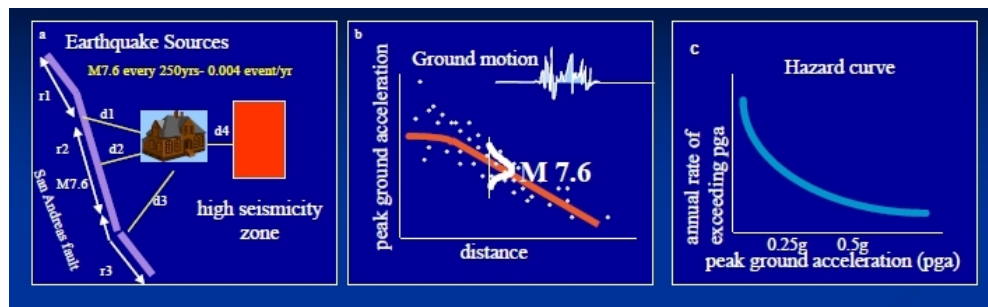
Garret, Shennan, Watcham dan Woodroffe (2012), menilai bahaya gempabumi melalui litologi dan data diatom dari kumpulan lima situs terpilih dengan mengembangkan kronologi gempa. Hal ini untuk menilai bahaya seismik yang terkait dengan zona subduksi. Penilaian ini

⁵ *The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (ASTER) adalah aplikasi geografi menggunakan sistem sensor instrumen *on-board* Terra dengan kombinasi unik dari spektrum bumi yang luas, memiliki resolusi spasial yang tinggi melalui gelombang pendek inframerah ke daerah termal. Data ASTER berkontribusi untuk aplikasi yang berhubungan dengan perubahan global termasuk vegetasi dan dinamika ekosistem, pemantauan bahaya, geologi dan tanah, hidrologi, dan perubahan tutupan lahan. ASTER dibangun oleh konsorsium Pemerintah Jepang, industri, dan kelompok penelitian (LPDAAC-USGS, 2013)

⁶ Sistem Informasi Geografi (SIG) suatu software yang dirancang untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, mengelola, dan menyajikan semua jenis data geografis (Supriyatno, 2014). Dalam penelitian ini menggunakan *software QuantumGIS*

didasarkan pada peristiwa *megathrust* dan tsunami tahun 1960 dan gempa bumi besar tahun 2010 di Chili.

Alkema *et al.* (2005), menggunakan dua metode dalam penilaian bahaya gempa bumi, yakni probabilistik dan deterministik (Saputra *et al.*, 2011, p. 18) seperti yang terlihat dalam Gambar 2.4. Metode probabilistik adalah penentuan bahaya gempa bumi dengan memadukan aspek seismisitas berdasarkan data kejadian gempa dan informasi pada geologi patahan tertentu.

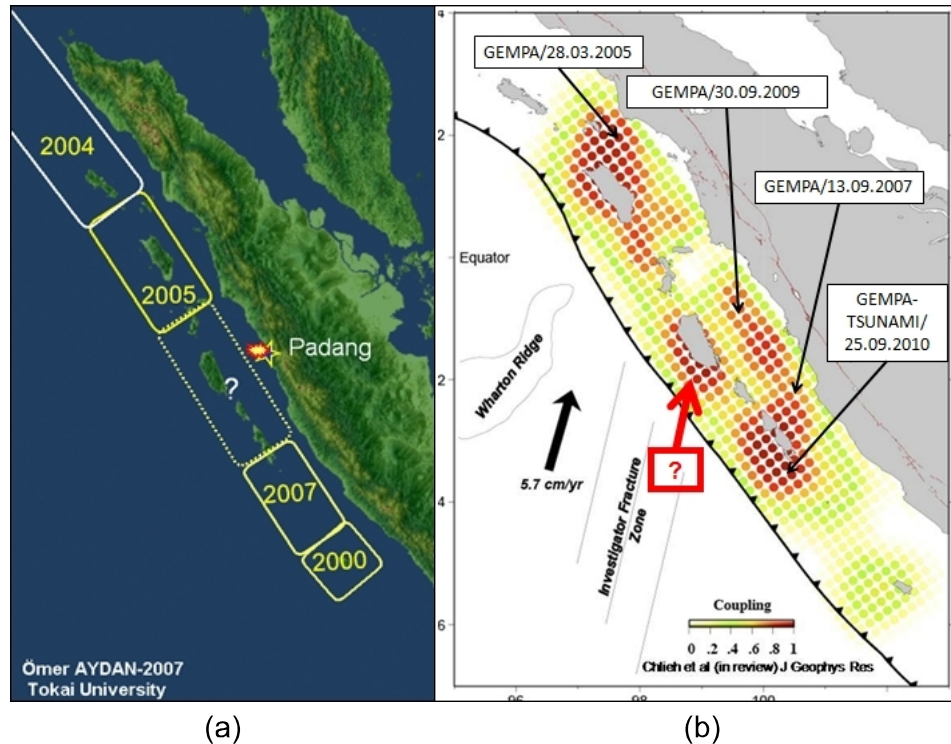


Gambar 2.4 Metode Probabilistik⁷

Sumber: USGS (2013)

Penentuan bahaya gempa bumi Mentawai *megathrust* dari data hasil pengukuran terkini menurut Hilman (2010), diperkirakan bidang yang belum mengeluarkan energi (*seismic gap*) berada di bawah pulau Siberut dan sebagian Sipora memiliki luas 100 kilometer x 400 meter. Bidang ini merupakan lokasi pusat gempa bumi dimasa datang. Hilman meyakinkan bahwa gempa berkekuatan 8,9 SR dimasa datang akan terjadi meski tidak bisa dipastikan kapan, namun potensinya makin nyata. Berdasarkan penelitian yang dilakukan sejak tahun 1999, pengulangan itu akan terjadi karena masanya telah sampai pada periode pengulangannya (Pusdalops PB Sumbar, 2010) seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.5.

⁷ Metode Probabilistik, untuk menghitung kurva bahaya terlebih dahulu dilakukan: menentukan besarnya, jarak, dan tingkat gempa; menghitung distribusi gerakan tanah untuk m dan d ; menghitung produk tingkat tahunan gempa (kemungkinan gempa bumi melebihi gerakan tanah tingkat tertentu); menghitung jumlah rata-rata untuk gempa bumi dalam model di setiap gerakan tanah untuk mendapatkan kurva bahaya. Kurva ini menunjukkan tingkat *exceedance* setiap gerakan tanah (USGS, 2013).

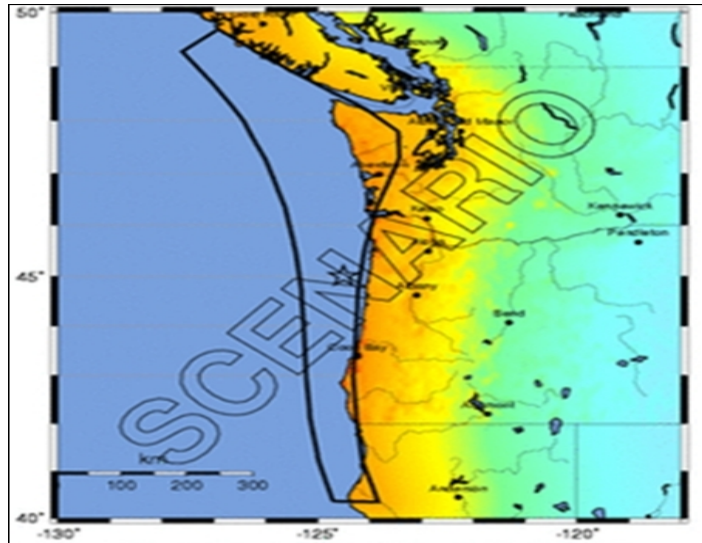


Gambar 2.5 Sejarah kegempaan di Pesisir Barat Sumatera yang menampilkan zona *seismic gap*⁸ yang besar antara zona patahan 2005 dan 2007 (a). Zona *seismic gap* yang diperkirakan terlepas (b).

Sumber: BNPB (2011)

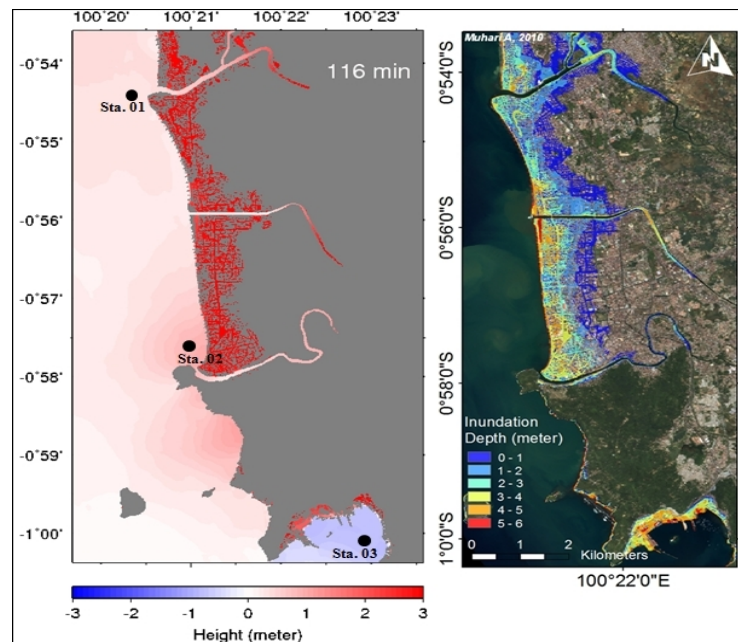
Metode deterministik adalah penilaian bahaya gempabumi dengan menggunakan skenario gempabumi pada lokasi dan magnitudo tertentu (Saputra *et al.*, 2011), yaitu dengan terlebih dahulu menentukan zona patahan aktif terdekat, menghitung gempabumi yang mungkin terjadi di zona tersebut, mengasumsikan gempabumi terbesar pada titik lokasi paling dekat dengan daerah penelitian dan menghitung getaran akibat gempa. Zona patahan aktif terdekat telah diketahui sebagai zona *seismic gap* berdasarkan penentuan probabilistik di atas, kemudian dilakukan perhitungan gempabumi yang akan terjadi melalui skenario gempa seperti dalam Gambar 2.6 dan skenario tsunami pada Gambar 2.7.

⁸ *Seismic Gap* atau “wilayah terkunci” yang diperkirakan merupakan sumber pembangkit gempabumi besar dan tsunami Mentawai dimasa datang



Gambar 2.6 Contoh peta skenario gempabumi⁹

Sumber: USGS (2013)



Gambar 2.7 Skenario tsunami Kota Padang¹⁰

Sumber: BNPB (2011)

⁹ Contoh peta skenario gempabumi tersebut menginformasikan bahwa daerah berwarna kuning adalah daerah rawan gempa, sedangkan yang berwarna hijau adalah daerah tidak rawan gempa

¹⁰ Gambar skenario tersebut menunjukkan peta sebelah kiri sebagai daerah yang terkena air landaan tsunami (ditunjukkan dengan warna merah), dan peta sebelah kanan menunjukkan tingkat ketinggian air landaan tsunami.

Sebagaimana dilakukan Alkema *et al.*, (2005), penulisan tesis ini dalam menentukan nilai bahaya gempa bumi menggunakan metode probabilistik dan deterministik, dengan pertimbangan bahwa data seismisitas dan asumsi lokasi di zona patahan tertentu sudah terprediksi. Data ini disinergikan dengan indeks seismik Sumatera Barat, data bencana gempa bumi Padang tahun 2009 dan bencana gempa bumi-tsunami Mentawai tahun 2010 dipadukan dengan Peta Geologi Kota Padang.

2.1.4.2 Penilaian Kerentanan Bangunan

Kerentanan diartikan sebagai suatu keadaan yang ditimbulkan oleh kegiatan manusia (hasil dari proses-proses fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan) yang mengakibatkan peningkatan kerawanan masyarakat terhadap bahaya (Bakornas PB, 2007). Tingkat kerentanan merupakan suatu hal terpenting yang berpengaruh terhadap terjadinya bencana, Awotona (1997) mengemukakan bahwa “...*Natural disasters are the interaction between natural hazards and vulnerable condition*”, yakni bencana baru akan terjadi jika “bahaya” terjadi pada “kondisi yang rentan” (Nurjanah *et al.*, 2012, p. 16). Lebih lanjut Nurjanah mengemukakan bahwa tingkat kerentanan dapat ditinjau dari kerentanan fisik (infrastruktur), sosial kependudukan dan ekonomi. Kerentanan fisik menggambarkan kondisi infrastruktur yang rawan terhadap bahaya tertentu. indikator kerentanan fisik diantaranya: persentase kawasan terbangun, kepadatan bangunan, persentase bangunan konstruksi darurat, jaringan listrik, rasio panjang jalan, jaringan telekomunikasi, jaringan air bersih dan jalan kereta api. Kerentanan sosial menggambarkan tingkat kerapuhan sosial dalam menghadapi bahaya, sedangkan kerentanan ekonomi menggambarkan tingkat kerentanan ekonomi dalam menghadapi bahaya.

Aditya (2012), mengemukakan metode penilaian kerentanan bangunan dengan mengintegrasikan antara penginderaan jauh, sistem informasi geografis, dan observasi lapangan. Ketiga teknik tersebut

digunakan secara komprehensif dalam menganalisis kereنتanan bangunan tempat tinggal di Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul. Analisis dengan penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis dilakukan untuk mendapatkan informasi geologi dan data tapak bangunan di daerah penelitian.

*Federal Emergency Management Agency (FEMA)*¹¹ (2002), menyebutkan metode penilaian kerentanan bangunan menggunakan metode *RVS (Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazard)*, yaitu penilaian kerentanan bangunan dengan menggunakan parameter visual tanpa melakukan perhitungan struktur bangunan secara detil (Saputra *et al.*, 2011, p. 19). Bangunan dikatakan rentan apabila nilai akhir yang dihasilkan kecil, begitu pula sebaliknya.

2.1.4.3 Penilaian Kapasitas Masyarakat

Kapasitas merupakan penguasaan sumberdaya, cara, dan kekuatan yang dimiliki masyarakat, yang memungkinkan mereka untuk mempertahankan dan mempersiapkan diri mencegah, menanggulangi, meredam serta dengan cepat memulihkan diri dari akibat bencana (Bakornas PB, 2007). Kapasitas dapat meliputi cara-cara fisik, institusional, sosial atau ekonomi, begitu juga personel yang meliputi kelengkapan dan keahlian personel atau kelompok, seperti kepemimpinan dan manajemen. Kapasitas juga dapat dijelaskan sebagai kapabilitas. (UNISDR, 2013).

Paton dan Jackson (2002), menilai kemampuan masyarakat yang dibutuhkan dalam manajemen bencana adalah berkaitan dengan pendelegasian, komunikasi pada saat pengambilan keputusan dan koordinasi antar lembaga (Bevaola, 2014, p. 47). Saputra *et al.* (2011), melakukan penilaian kapasitas masyarakat melalui pendekatan kesadaran dan kesiapsiagaan dalam menghadapi bencana gempabumi.

¹¹ *Federal Emergency Management Agency (FEMA)* adalah sebuah lembaga dari Amerika Serikat dibawah naungan Departemen Keamanan Dalam Negeri, tujuan utama lembaga ini untuk mengkoordinasikan tanggapan terhadap bencana yang terjadi di Amerika Serikat dan yang menguasai sumber daya pemerintah daerah dan negara.

Kesadaran diartikan sebagai pengetahuan masyarakat untuk mengurangi risiko yang terjadi akibat gempa bumi. Kesiapsiagaan adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengantisipasi bencana melalui pengorganisasian serta melalui langkah yang tepat guna dan berdaya guna (Bakornas PB, 2007).

2.1.5 Analisis Risiko Bencana Tsunami

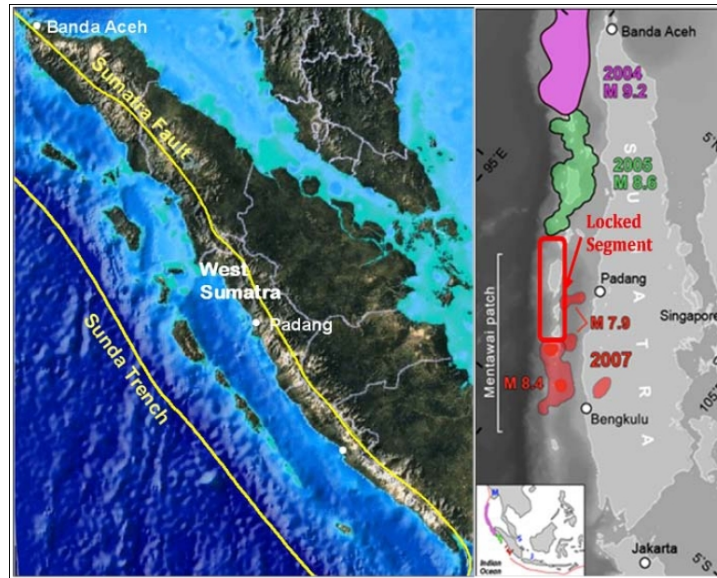
2.1.5.1 Bahaya dan Ancaman Tsunami Mentawai terhadap Kota Padang

Padang memiliki hampir empat kali populasi pra-tsunami Banda Aceh dan dikenal sebagai kota dengan risiko tertinggi tsunami di dunia, terlebih dengan adanya ancaman Mentawai *megathrust* lepas pantai di Palung Sunda yang memiliki eksposur yang sangat tinggi (Cedillos *et al.*, 2010). Natawidjaja (2006) menyebutkan mulai tahun 2004, serangkaian gempa bumi-tsunami terjadi di Palung Sunda. Pada Gambar 2.5, celah seismik ada di sepanjang segmen Utara Mentawai, terletak tepat di lepas pantai Padang. Ini merupakan segmen tertentu dari Palung Sunda dan diprediksi menimbulkan tsunami setiap 200 tahun, dengan siklus terakhir di tahun 1797 (5-10 m terjadi tsunami di Padang) dan tahun 1833 (3-4 m terjadi tsunami di Padang) (Cedillos *et al.*, 2010, p.2).

Sieh (2008), memperkirakan bahwa gempa bumi-tsunami menghasilkan magnitudo terukur sampai 8,8 SR dan akan terjadi dalam kurun waktu beberapa dekade mendatang (Cedillos *et al.*, 2010, p.2). Lebih lanjut Natawidjaja (2006), menyebutkan bahwa gelombang tsunami akan tiba sekitar 20 menit setelah gempa bumi dan mencapai tinggi gelombang maksimum pada menit ke-30 (Cedillos *et al.*, 2010, p.2).

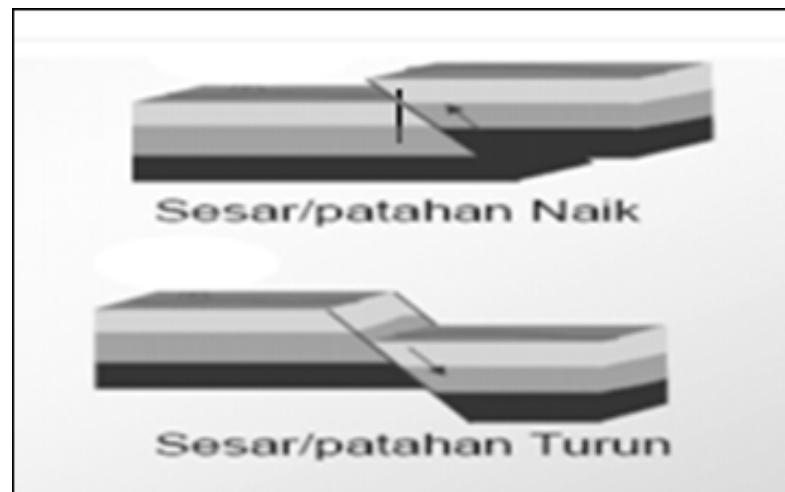
Wisnu (2013), memprediksikan potensi gempa bumi sebesar 8,9 SR. 35 menit setelah gempa bumi, terjadi tsunami di Kota Padang setinggi 10 meter dan sampai pada jarak 2,5 km dari garis pantai, tergantung topografi daratannya. Beberapa syarat terjadinya tsunami antara lain: pusat gempa (episentrum) terletak di bawah laut; kedalaman pusat gempa 0-30 km (gempa dangkal); magnitudo gempa >6,5 SR; dan tsunami yang

besar terjadi apabila terdapat dislokasi vertikal atau pada sesar naik/sesar turun, dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Peta Sumatera (kiri) dan Sumatera *Fault* (kanan)¹²

Sumber: Kerry Sieh dalam Cedillos *et al.* (2010)



Gambar 2.9 Sesar patahan terjadinya tsunami

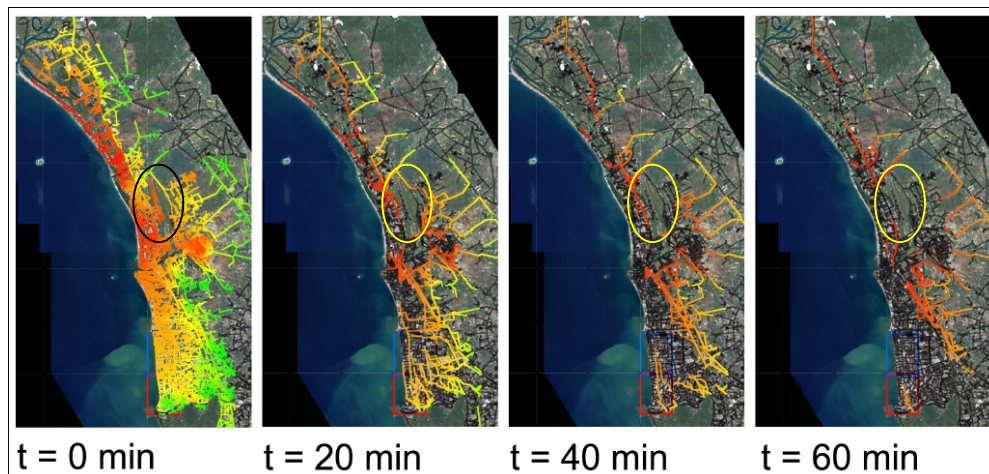
Sumber: Bakornas PB, 2007

¹² Peta Sumatera (kiri) menggambarkan lepas pantai Palung Sunda dan Sumatera *Fault* (kanan) menampilkan lokasi peristiwa terbaru sepanjang Palung Sunda di lepas pantai Sumatera. Segmen utara Mentawai *Patch* tetap terkunci, menciptakan kesenjangan seismik langsung lepas pantai Padang

2.1.5.2 Penilaian Waktu Evakuasi Tsunami

Gregor *et al.* (n.d), dalam penelitiannya tidak menampilkan semua atribut penunjang seperti kondisi sosial, ekonomi, profil kota dan skenario genangan spasial. Penelitian tersebut memilih skenario sederhana untuk menguji kerangka simulasi. Dalam skenario diasumsikan bahwa semua orang berada di rumah dan seluruh daerah dengan ketinggian di bawah 10 meter harus dievakuasi. Visualisasi dari simulasi evakuasi daerah yang terancam tsunami dalam waktu 60 menit dapat dilihat pada Gambar 2.10.

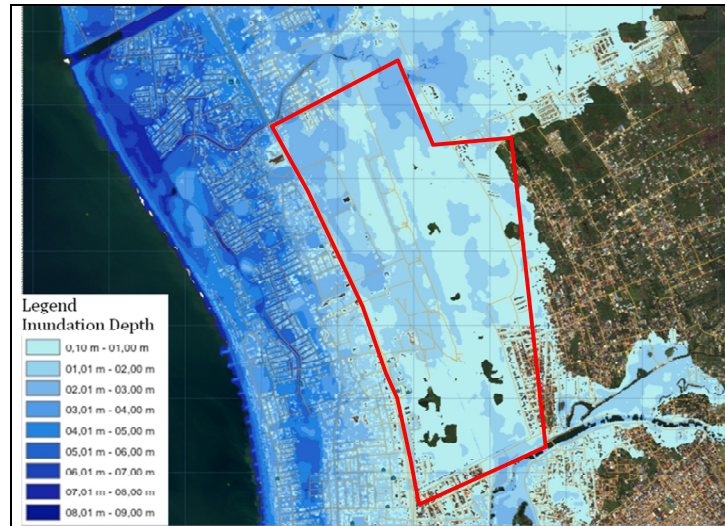
Cedillos (2011), dari hasil penelitiannya berbasis analisis geospasial mengklasifikasi daerah landaan tsunami dengan pembagian 9 jenis ketinggian air, yakni 0,1-01 m, 01,01-02 m, 02,01-03 m, 03,01-04 m, 04,01-05 m, 05,01-06 m, 06,01-07 m, 07,01-08 m, 08,01-09 m (Gambar 2.11) dan 5 pembagian waktu evakuasi yakni <10 menit, <20 menit, <30 menit, <40 menit dan >40 menit (Gambar 2.12).



Gambar 2.10 Simulasi bahaya tsunami (dalam lingkaran adalah daerah penelitian)¹³

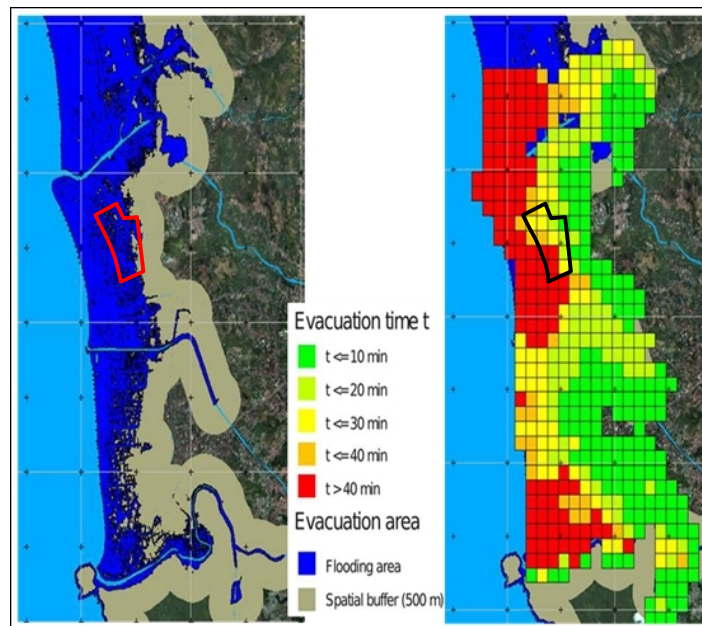
Sumber: Gregor *et al.*, (n.d.)

¹³ Dalam contoh simulasi ini, $t=0$ min adalah kondisi daerah yang terendam tsunami saat menit ke-0, $t=20$ min adalah daerah yang terendam tsunami saat menit ke-20, $t=40$ min adalah daerah yang terendam tsunami saat menit ke-40, dan $t=60$ min adalah daerah yang terendam tsunami saat menit ke-60.



Gambar 2.11 Peta ketinggian air landaan tsunami (dalam garis merah adalah daerah penelitian)¹⁴

Sumber: Cedillos (2011)



Gambar 2.12 Peta waktu evakuasi bencana tsunami (dalam garis merah dan hitam adalah daerah penelitian)¹⁵

Sumber: Cedillos, (2011)

¹⁴ Peta tersebut menunjukkan warna biru tua memiliki ketinggian air maksimal 9 meter, berturut-turut semakin warnanya ke arah biru muda, maka ketinggian air juga lebih rendah

¹⁵ Peta tersebut menginformasikan warna hijau dengan waktu evakuasi ke daerah aman adalah 10 menit, hijau muda dengan waktu 20 menit, kuning dengan waktu 30 menit, oranye dengan waktu 40 menit, dan warna merah dengan waktu lebih dari 40 menit.

2.1.6 Penilaian Risiko Bencana

Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat (Bakornas PB, 2007) dalam pelaksanaannya, penilaian risiko menggunakan rumus yang dikenalkan oleh Van Westen, (2009) pada Persamaan (2.1).

$$\text{RISK} = \frac{(\text{HAZARD}) \times (\text{VULNERABILITY})}{\text{CAPACITY}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

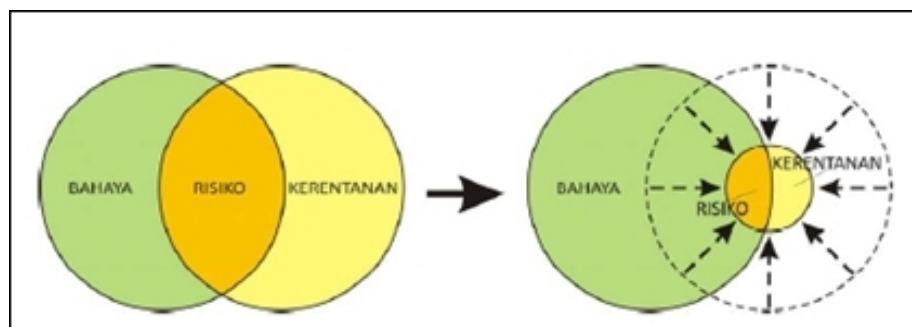
- a. *Hazard* (bahaya) = ancaman gempa bumi dari *megathrust* di Kepulauan Mentawai.
- b. *Vulnerability* (kerentanan) = kondisi sarana dan prasarana bangunan penelitian yang rawan atau rentan terhadap bahaya gempa bumi.
- c. *Capacity* (kapasitas) = kemampuan personel Lanud Padang dan masyarakat yang tinggal di Kesatrian Lanud Padang dalam menghadapi bahaya gempa bumi-tsunami

2.1.7 Pengurangan Risiko Bencana

Penyelenggaraan penanggulangan bencana di Indonesia berdasarkan pada Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Untuk memperkuat pelaksanaan di lapangan, ada turunan kebijakan dari undang-undang tersebut berupa Peraturan Pemerintah, Peraturan Presiden, Peraturan Menteri, Peraturan kepala BNPB dan peraturan lainnya. Searah dengan undang-undang tentang penanggulangan bencana, terdapat peraturan perundangan lainnya sebagai panduan dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana, diantaranya Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, Undang-undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, Undang-undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Paradigma terakhir penanggulangan bencana adalah Paradigma Pengurangan Risiko Bencana (PRB) (Bakornas PB, 2007), yakni dari respon menjadi pencegahan (Bappenas, 2014). Hal ini berdasarkan pengalaman pasca gempa bumi dan tsunami Aceh tahun 2004, gempa bumi Yogyakarta-Jawa Tengah tahun 2006 (Bappenas, 2014). Pendekatan PRB ini merupakan perpaduan sudut pandang teknis dan ilmiah dengan memperhatikan faktor-faktor sosial, ekonomi dan politik dalam perencanaan pengurangan bencana dengan tujuan meningkatkan kemampuan masyarakat mengelola dan menekan risiko terjadinya bencana. Upaya yang dapat dilakukan adalah melalui pengurangan tingkat kerentanan, karena hal tersebut relatif lebih mudah dibandingkan dengan mengurangi/memperkecil bahaya (Bakornas PB, 2007).

Lebih lanjut Bappenas (2014), menyebutkan bahwa pergeseran paradigma yang tercermin dalam Undang-undang Nomor 24 tahun 2007 dipengaruhi *Hyogo Framework of Action (HFA) 2005-2015* yang mengamanatkan tiga tujuan strategis, salah satunya adalah Integrasi PRB pada kebijakan, perencanaan dan program pembangunan berkelanjutan, yang memprioritaskan pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan dan penurunan tingkat kerentanan.



Gambar 2.13 Konsepsi Pengurangan Risiko Bencana

Sumber: Bakornas PB, 2007

2.1.8 Operasi Militer Selain Perang (OMSP)

Pertahanan Negara adalah segala usaha untuk mempertahankan kedaulatan Negara, keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik

Indonesia dan keselamatan segenap bangsa dari ancaman dan gangguan terhadap keutuhan bangsa dan negara¹⁶ dengan harapan akan tercapai keadaan dalam negeri yang stabil. Keadaan dalam negeri yang stabil akan menjadi dasar bagi pertahanan yang kuat dan menjadi basis perkembangan negara dan masyarakat pada umumnya melalui usaha mempersiapkan diri membela kemerdekaan untuk menghindari agresi karena ingin damai. Negara yang lemah adalah daya penarik bagi agresi (Nasution, 1953). Ancaman pertahanan negara, selain berbentuk agresi juga terdapat ancaman militer yang berskala terbatas sehingga penanganannya dengan pendekatan tertentu yang berbeda dengan pendekatan untuk melawan agresi militer suatu negara. Bentuk ancaman militer dengan skala terbatas merupakan ancaman yang penanganannya dengan pendekatan melalui Operasi Militer selain Perang (OMSP) (Dephan, 2008).

Dasar hukum melaksanakan OMSP ini berdasarkan Undang-undang Nomor 34 Tahun 2004 tentang TNI, seperti dijelaskan oleh Sekkau (2007), bahwa kontinjensi dalam rangka Operasi Militer Selain Perang dibagi menjadi dua yaitu:

- a. Operasi Yang Bersifat Tempur, operasi dilaksanakan oleh TNI baik secara mandiri maupun bersama-sama dengan instansi/lembaga non TNI antara lain:
 - 1) Operasi Mengatasi Separatis Bersenjata;
 - 2) Operasi Mengatasi Pemberontakan Bersenjata;
 - 3) Operasi Melawan Aksi Teroris (*Combating Terrorism*);
 - 4) Operasi Mengatasi Gangguan Keamanan di Laut;
 - 5) Operasi Mengatasi Gangguan Keamanan di Udara;
 - 6) Operasi Pengamanan Wilayah Perbatasan;
 - 7) Operasi Pameran Kekuatan (*Show of Force*).
- b. Operasi Yang Bersifat Non Tempur (Bantuan), operasi yang dilakukan oleh TNI secara mandiri atau dalam rangka

¹⁶ Pasal 1 Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2002, tentang Pertahanan Negara, hal 2.

membantu instansi/lembaga pemerintah lainnya. Jenis-jenis operasi tersebut adalah:

- 1) Operasi Kegiatan Kemanusiaan;
- 2) Operasi Bantuan Kepada Pemerintah Sipil;
- 3) Operasi Pengamanan *Very-very Important Person* (VVIP);
- 4) Operasi Pengamanan Obyek Vital Nasional (Obvitnas);
- 5) Operasi Mengatasi Konflik Komunal (Horizontal);
- 6) Operasi lain atas Keputusan Presiden;
- 7) Operasi Dalam Rangka Tugas Perdamaian Dunia.

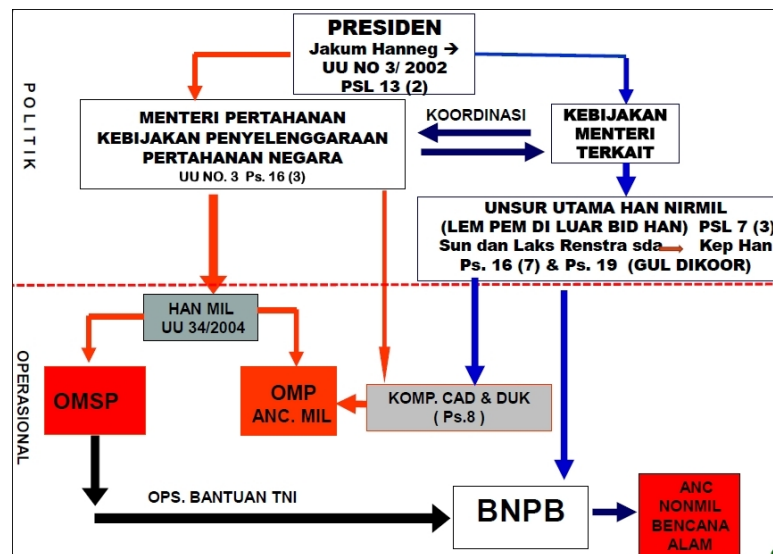
Operasi kegiatan kemanusiaan dalam hal ini adalah membantu penanganan bencana alam yang tertera dalam Peraturan Presiden Nomor 41 Tahun 2010 tanggal 17 Juni 2010 tentang Kebijakan Umum Pertahanan Negara bahwa:

Prioritas pertama perwujudan *Minimum Essential Force* (MEF) adalah peningkatan kemampuan mobilitas TNI Angkatan Udara, TNI Angkatan Laut dan TNI Angkatan Darat untuk mendukung penyelenggaraan tugas pokok TNI di seluruh wilayah nasional. Prioritas MEF selanjutnya adalah pada peningkatan kemampuan satuan tempur khususnya pasukan pemukul reaksi cepat (*striking force*) baik satuan di tingkat pusat maupun di wilayah, serta penyiapan pasukan siaga (*standby force*) terutama untuk penanganan bencana alam serta untuk tugas-tugas misi perdamaian dunia dan keadaan darurat lainnya.

Prabowo (2012), mengatakan bahwa prioritas pertama dalam mewujudkan MEF ini merupakan penegasan dari Peraturan Presiden Nomor 10 Tahun 2010 tentang Struktur Organisasi TNI yang diantaranya tentang Struktur Organisasi Pasukan Reaksi Cepat Penanggulangan Bencana (PRC-PB) dalam Pasal 44 dan Pasukan Pemukul Reaksi Cepat (PPRC) dalam Pasal 45. Dari pengalaman gempa bumi diikuti tsunami Aceh Tahun 2004 mendorong pemerintah menerbitkan Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana yang ditindaklanjuti dengan Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2008 tentang Penanggulangan Bencana yang di dalamnya mengatur pembentukan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Lebih lanjut Prabowo menuliskan, agar penanggulangan bencana terkordinasi dengan baik,

maka undang-undang dan peraturan presiden tersebut diimplementasikan dengan membentuk Satuan Reaksi Cepat (SRC-PB) untuk menangani bencana di wilayah Barat dan wilayah Timur. Diharapkan SRC-PB ini mampu melaksanakan tugas yang pertama kali ketika terjadi bencana, seperti tampil terdepan dengan pemerintah daerah pada saat bencana terjadi dan menolong korban pada awal kejadian bencana. Seperti halnya dengan penanggulangan bencana di dunia, penanggulangan bencana di Indonesia tidak terlepas dari melibatkan kekuatan militer. Satu bulan sebelum peresmian SRC-PB, TNI telah membentuk organisasi PRC-PB untuk diperbantukan kepada SRC-PB dalam penanggulangan bencana wilayah Barat dan Timur.

Sinergi antara tugas OMSP TNI dengan lembaga pemerintah di luar bidang pertahanan (nirmiliter/nonmiliter) dalam penanggulangan bencana berdasarkan Undang-undang Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara Pasal 7 ayat (3), menyebutkan bahwa sistem pertahanan negara dalam menghadapi ancaman nonmiliter menempatkan lembaga pemerintah di luar bidang pertahanan sebagai unsur utama, sesuai dengan bentuk dan sifat ancaman yang dihadapi dengan didukung oleh unsur-unsur lain dari kekuatan bangsa. Lebih jelasnya ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.14 Sinergi OMSP dengan Lembaga Pemerintah Nir Militer
Sumber: Fransen G. Siahaan (2013)

2.2. Kerangka Pemikiran

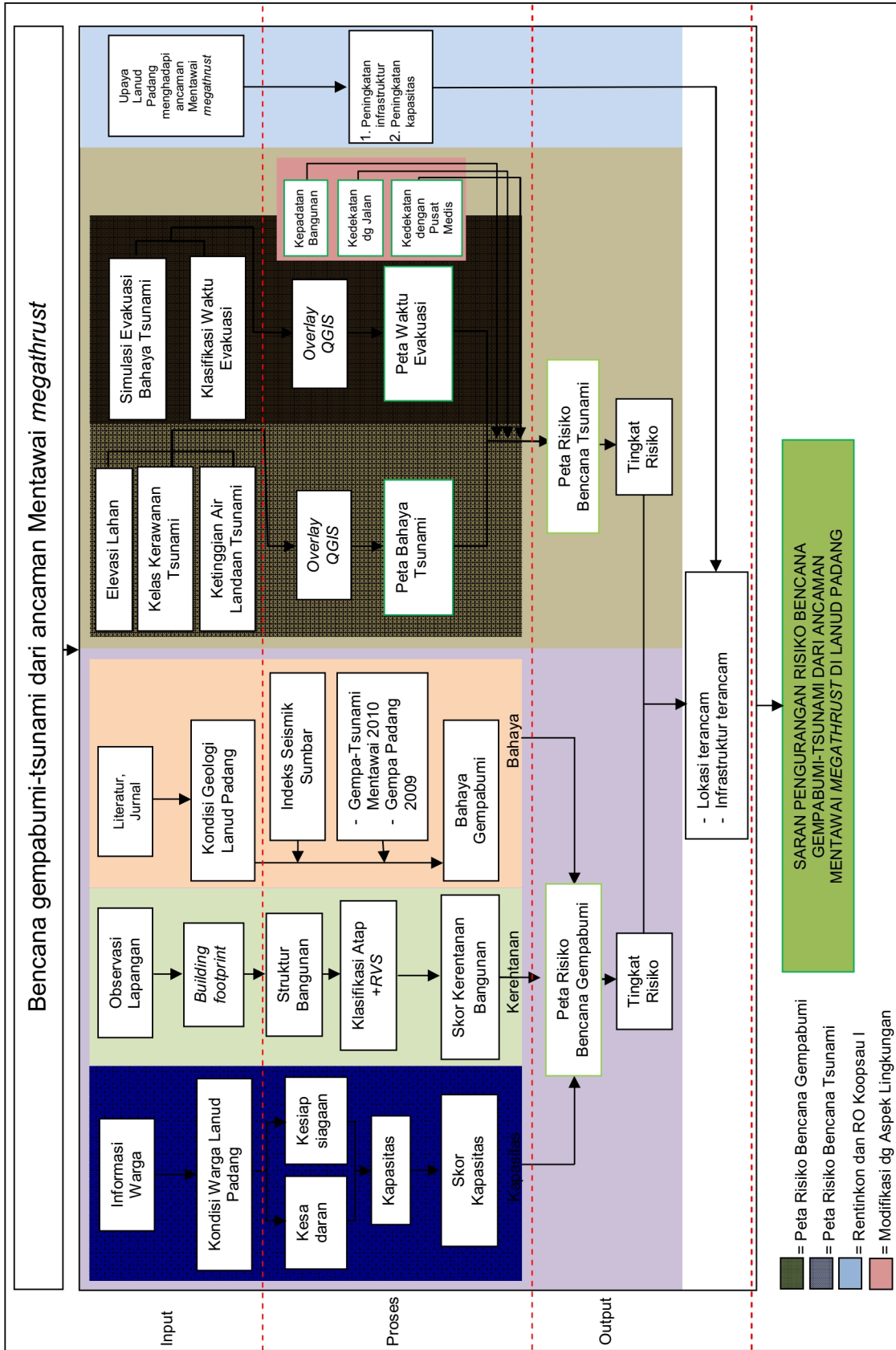
Kerangka pemikiran penelitian ini mempunyai dua unsur utama, yakni risiko bencana gempabumi dan risiko bencana tsunami dari ancaman Mentawai *megathrust*. Kedua unsur ini dikaitkan dengan upaya yang dilakukan Lanud Padang sebagai salah satu implementasi dari OMSP berupa penanggulangan bencana menghadapi ancaman Mentawai *megathrust*. Kerangka pemikiran tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.15 dengan penjabaran:

- a. Risiko Bencana Gempabumi dengan penilaian variabel:
 - 1) Bahaya, melalui analisis: indeks seismik Sumatera Barat, data gempabumi Padang 2009 dan gempabumi-tsunami Mentawai tahun 2010 serta kondisi geologi Lanud Padang.
 - 2) Kapasitas, melalui analisis: kesadaran dan kesiapsiagaan.
 - 3) Kerentanan, melalui analisis: struktur bangunan, klasifikasi tipe atap, *RVS* dan Peta Guna Lahan Lanud Padang.

Penilaian Risiko ini menghasilkan Peta Risiko Bencana Gempabumi di Lanud Padang.
- b. Risiko Tsunami dengan penilaian variabel:
 - 1) Bahaya Tsunami, melalui analisis: elevasi permukaan lahan, pemetaan kelas kerawanan tsunami dan ketinggian air landaan tsunami.
 - 2) Waktu evakuasi, melalui analisis: simulasi evakuasi bahaya tsunami dan klasifikasi waktu evakuasi.

Penilaian risiko tsunami ini menghasilkan sebuah Peta Risiko Bencana Tsunami di Lanud Padang.

Hasil dari Penilaian poin 1) dan 2) di atas kemudian dimodifikasi dengan aspek lingkungan berupa kepadatan bangunan, kedekatan dengan jalan dan kedekatan dengan pusat pelayanan medis.
- c. Upaya yang dilakukan Lanud Padang dalam menghadapi Mentawai *megathrust* yang terdiri dari dua, yaitu peningkatan infrastruktur dan peningkatan kapasitas.



Gambar 2.15 Kerangka Pemikiran Penelitian

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian berhubungan erat dengan pendekatan, metode dan teknik yang akan digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data berupa lokasi dan waktu penelitian, prosedur penelitian dan desain penelitian. Metodologi dalam penelitian ini diantaranya adalah:

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pangkalan TNI Angkatan Udara (Lanud) Padang, Sumatera Barat, berdasarkan studi kasus pada bencana gempa bumi Padang tahun 2009, bencana gempa bumi dan tsunami di Kepulauan Mentawai tahun 2010 dan rencana menghadapi ancaman *megathrust*-tsunami Mentawai Sumatera Barat.

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Awal Semester 2 tahun ajaran 2014 sampai dengan pelaksanaan Tesis dengan pembagian kegiatan:

- a. Tahap Persiapan
 - a.1. Mengumpulkan pustaka (buku, jurnal, laporan dan penelitian sebelumnya).
 - a.2. Pengumpulan data primer dan sekunder.
- b. Tahap Lapangan
 - b.1. Periode pertama:
Cek lapangan dan validasi kerentanan seismik berdasar Gempabumi 2009 dan Tsunami Mentawai tahun 2010.
 - b.2. Periode Kedua:
 - Data Kondisi Bangunan (*RVS*).
 - Kondisi kapasitas warga Lanud Padang (*Interview*).
- c. Tahap Analisis
 - c.1. Pengolahan Data Primer.
 - c.2. Pengolahan Data Sekunder.

- c.3. Analisis Pengurangan Risiko Bencana dengan aspek bahaya gempa bumi, kerentanan bangunan, kapasitas warga, bahaya tsunami dan waktu evakuasi tsunami.
- d. Tesis
 - d.1. Penyusunan Proposal.
 - d.2. Penyusunan Tesis.
 - d.3. Ujian Tesis.

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Subjek Penelitian

Subjek Penelitian adalah Lanud Padang dengan karakteristik yang diteliti meliputi:

- a. karakteristik risiko bencana gempa bumi;
- b. karakteristik risiko bencana tsunami.

3.2.2 Objek Penelitian

Variabel masing-masing bagian penelitian terdiri dari:

- a. karakteristik risiko bencana gempa bumi
 - 1) analisis bahaya gempa bumi
 - *megathrust*-tsunami;
 - data geologi dan indeks seismik Sumbar.
 - 2) analisis kerentanan
 - struktur bangunan;
 - klasifikasi tipe atap bangunan .
 - 3) analisis kapasitas
 - kesadaran warga Lanud Padang ;
 - kesiapsiagaan warga Lanud Padang .
- b. karakteristik risiko bencana tsunami
 - 1) analisis Bahaya Tsunami
 - kelas kerentanan tsunami;
 - elevasi landaan tsunami;
 - peta simulasi evakuasi bahaya tsunami.

- 2) analisis Waktu Evakuasi
 - ketinggian landaan tsunami;
 - klasifikasi waktu evakuasi.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Variabel Penelitian

a. Bahaya gempabumi

Strategi yang dipakai melalui observasi/survei (untuk memperoleh data geologi dan indeks seismik) dan studi kasus. Strategi observasi digunakan untuk memetakan secara singkat dan cepat fenomena yang ada di Lanud Padang. Hal ini berkaitan dengan penilaian risiko dan pengurangan risiko bencana gempabumi melalui metode probabilistik yakni suatu penilaian gempabumi dengan memadukan aspek seismisitas berdasarkan data kejadian gempa dan informasi pada geologi patahan tertentu. Hasil penilaian probabilistik ini kemudian dituangkan dalam skenario gempabumi pada lokasi dan magnitudo tertentu dengan menentukan zona patahan aktif terdekat, menghitung gempabumi yang mungkin terjadi di zona tersebut, mengasumsikan gempabumi terbesar pada titik lokasi paling dekat dengan daerah penelitian, yang disebut dengan metode deterministik.

Sedangkan strategi studi kasus dimaksudkan untuk memperoleh gambaran dari kejadian gempabumi Padang 2009 dan gempabumi-tsunami Mentawai 2010 dengan memusatkan perhatian kepada kerusakan bangunan dan kondisi alamiah pada saat terjadi bencana.

b. Kerentanan bangunan

Strategi yang digunakan dengan melakukan survei cepat terhadap bangunan dengan mengadopsi FEMA 154 tentang RVS. Metode ini digunakan untuk mengamati indikator kerentanan bangunan yang meliputi jenis struktur bangunan,

tinggi bangunan dan bentuk bangunan (beraturan dan tidak beraturan). Berpedoman pada hasil analisis bahaya gempabumi, terlebih dahulu akan dibagi menjadi beberapa daerah untuk pengambilan sampel, yakni daerah sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Kemudian pada tiap tingkatan bahaya akan dikelompokkan menjadi enam *cluster sampling*¹⁷ berdasarkan bentuk bangunan.

c. Kapasitas

Penilaian kapasitas masyarakat dalam penelitian tesis ini menggunakan metode wawancara secara terbuka dengan terlebih dahulu menyusun pertanyaan-pertanyaan sebagai pedoman agar tidak keluar dari topik yang dibahas. Wawancara ini akan menitikberatkan kepada kesadaran dan kesiapsiagaan responden dalam menghadapi ancaman Mentawai *megathrust*. Responden yang dipilih dari tiap *cluster sampling* adalah kepala keluarga. Jika kepala keluarga tidak ada, diwakilkan oleh istri atau anak dengan usia di atas 17 tahun.

d. Tingkat risiko bencana gempabumi

Tingkat risiko yang didapat berdasarkan hasil analisis bahaya, kerentanan bangunan dan kapasitas masyarakat. Hasil akhir yang diharapkan adalah tingkat risiko di setiap *cluster sampling* setiap unit bangunan di Lanud Padang.

e. Bahaya Tsunami

Strategi yang dipakai melalui analisis peta elevasi permukaan lahan, pemetaan kelas kerawanan tsunami dan peta ketinggian air landaan tsunami dari hasil penelitian yang sudah ada. Ketiga peta tersebut digabungkan dengan peta

¹⁷ *Cluster sampling* dalam hal ini adalah pembagian areal dengan bentuk bangunan beraturan dan tidak beraturan, masing-masing bentuk bangunan dengan tipe atap limasan, kampung dan cor.

batas Lanud, peta kontur Lanud, Peta jalan dan struktur bangunan Lanud. Kemudian di *overlay* menggunakan *software QuantumGIS* yang akan menghasilkan Peta Bahaya Tsunami.

f. Zona Waktu Evakuasi

Zona waktu evakuasi yang dimaksud adalah, nilai waktu evakuasi yang harus dilakukan warga Lanud Padang untuk mencari tempat perlindungan atau shelter dari ancaman tsunami. Strategi yang digunakan melalui analisis peta simulasi evakuasi bahaya tsunami dan peta klasifikasi waktu evakuasi. Kedua peta tersebut digabungkan dengan peta batas Lanud, peta kontur Lanud, peta jalan dan struktur bangunan Lanud. Kemudian di *overlay* menggunakan *software QuantumGIS* yang akan menghasilkan Peta Waktu Evakuasi.

g. Tingkat risiko bencana tsunami

Tingkat risiko bencana tsunami yang didapat berdasarkan hasil analisis bahaya tsunami dan analisis zona waktu evakuasi yang dimodifikasi dengan aspek lingkungan, yakni kepadatan bangunan, kedekatan dengan jalan dan kedekatan dengan pusat pelayanan medis.

Hasil akhir dari penilaian bencana gempabumi dan penilaian bencana tsunami berupa sebuah peta risiko yang menunjukkan tingkat risiko yang mengancam lokasi dan infrastruktur Lanud Padang. Hal ini kemudian dikaitkan dengan upaya Lanud Padang dalam mengurangi risiko bencana dari ancaman Mentawai *megathrust*.

3.3.2 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh anggota Lanud Padang beserta masyarakat yang berada di dalam kesatrian Lanud

Padang, yang diklasifikasikan tinggal di daerah kerawanan sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi dari bencana gempa bumi-tsunami. Berdasarkan data yang diperoleh, jumlah warga Lanud Padang adalah 632 jiwa, dengan perincian penduduk:

- a. Kampung Jawa sebanyak 155 orang (Wanita : 72 orang dan Pria : 83 orang);
- b. Komplek Perumahan Dinas Perhubungan sebanyak 41 orang (Wanita : 20 orang dan Pria : 21 Orang);
- c. Komplek Perumahan Angkasa Pura II sebanyak 21 orang (Wanita : 5 orang dan Pria : 16 Orang);
- d. Komplek Perumahan BMKG sebanyak 20 orang (Wanita : 5 orang dan Pria : 15 Orang);
- e. Kampung Nias sebanyak 82 orang (Wanita : 20 orang dan Pria : 62 orang);
- f. Komplek Air Tawar A sebanyak 37 orang (Wanita : 17 orang dan Pria : 20 Orang);
- g. Komplek Air Tawar B sebanyak 25 orang (Wanita : 13 orang dan Pria : 12 Orang);
- h. Komplek Eks. Angkasa Pura sebanyak 38 orang (Wanita : 20 orang dan Pria : 18 Orang);
- i. Komplek Eks Bandara Tabing sebanyak 10 orang (Wanita : 4 orang dan Pria : 6 Orang);
- j. Komplek Garuda I sebanyak 29 orang (Wanita : 15 orang dan Pria : 14 Orang);
- k. Komplek Garuda II sebanyak 45 orang (Wanita : 23 orang dan Pria : 22 Orang);
- l. Mess Angkasa sebanyak 3 orang pria;
- m. Mess Antariksa sebanyak 13 orang pria;
- n. Mess Hercules sebanyak 5 orang pria;
- o. Mess Jatayu sebanyak 8 orang pria;
- p. Mess Masrial sebanyak 3 orang pria;
- q. Mess Wira Waskita sebanyak 2 orang pria;

- r. Komplek Rajawali A sebanyak 34 orang (Wanita : 13 orang dan Pria : 21 Orang);
- s. Komplek Rajawali B sebanyak 30 orang (Wanita : 14 orang dan Pria : 16 Orang); dan
- t. Komplek Rajawali C sebanyak 31 orang (Wanita : 14 orang dan Pria : 17 Orang).

3.3.3 Metode Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampel yang digunakan dalam menentukan bangunan dalam penelitian ini adalah *proportional stratified random sampling*, yaitu jumlah unit populasi dalam tiap strata tidak sama, dengan demikian jumlah unit tiap strata dan sampel juga tidak sama, yaitu sebanding secara proporsional. Strata dengan jumlah besar akan diwakili sampel dengan jumlah besar pula, begitu pula sebaliknya (Santoso, 2005). Sampel bangunan yang diambil dibagi menjadi lima kelompok berdasarkan kerawanan bahaya gempa bumi. Kelompok pertama adalah kelompok yang tinggal di daerah bahaya gempa bumi dengan kerawanan sangat rendah, kelompok kedua adalah kelompok yang tinggal di daerah dengan kerawanan rendah, kelompok ketiga adalah kelompok yang tinggal di daerah kerawanan sedang, kelompok keempat adalah kelompok yang tinggal di daerah dengan kerawanan tinggi dan kelompok kelima adalah kelompok yang tinggal di daerah dengan kerawanan sangat tinggi. Setiap daerah tersebut, dikelompokkan lagi menjadi enam bagian *cluster sampling*, dengan kriteria sampel bangunan yang diambil adalah memiliki bentuk bangunan beraturan dan bentuk bangunan tidak beraturan (masing-masing bentuk bangunan bertipe atap limasan, kampung dan cor).

Dari setiap *cluster sampling*, dalam pelaksanaan observasi dan wawancara dengan responden, ditentukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Djarwanto (1998), mendefinisikan *purposive sampling* adalah metode pengambilan sampel yang dipilih dengan cermat sehingga relevan dengan struktur penelitian, dimana pengambilan sampel dengan

mengambil sampel orang-orang yang dipilih oleh penulis menurut ciri-ciri spesifik dan karakteristik tertentu. (Putra *et.al*, 2006, p.18). Responden yang dipilih dalam penelitian ini adalah kepala keluarga. Jika kepala keluarga tidak ada, diwakilkan oleh istri atau anak dengan usia di atas 17 tahun. Jumlah sampel yang digunakan mengacu kepada rumus yang dikenalkan oleh Isaac dan Michael pada Persamaan (3.1) (Hendarti *et al.*, 2011).

$$s = \frac{\lambda^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{d^2 (N-1) + \lambda^2 \cdot P \cdot Q} \quad (3.1)$$

Keterangan:

s = Jumlah Sampel

λ^2 = Chi Kuadrat dengan derajat kesalahan 5% ($\lambda^2 = 3,841$)

N = Jumlah Populasi

P = Peluang Terjadi (0,5)

Q = Peluang Tidak Terjadi (1 – 0,5)

d = Presisi yang Diinginkan (10% = 0,1)

Dengan jumlah populasi Lanud Padang sebanyak 632 orang, maka dengan menggunakan persamaan Isaac dan Michael di atas jumlah sampel minimal yang diperoleh yaitu 83,47 dibulatkan menjadi 84 orang. Perolehan angka ini melalui perhitungan:

$$\begin{aligned} s &= \frac{\lambda^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{d^2 (N-1) + \lambda^2 \cdot P \cdot Q} \\ &= \frac{3,841 \cdot 632 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{(0,1)^2 \cdot (632-1) + 3,841 \cdot 0,5 \cdot 0,5} \\ &= \frac{606,878}{6,31 + 0,960} \\ &= \frac{606,878}{7,27025} \\ &= \mathbf{83,47} \text{ dibulatkan menjadi } \mathbf{84}. \end{aligned}$$

Untuk memudahkan perhitungan, sampel di genapkan menjadi 100 orang.

3.3.4 Teknik Pengumpulan Data

Menurut Patton, data kualitatif terbagi menjadi tiga bentuk, yaitu wawancara, observasi dan dokumen. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Pengumpulan Data Primer

Didapat dari individu atau perseorangan untuk tujuan tertentu melalui survei lapangan. Data diperoleh melalui wawancara dengan narasumber dan responden yang mengalami langsung gempa bumi Padang 2009 dan gempa bumi-tsunami Mentawai 2010. Data tersebut antara lain:

- 1) data informasi;
- 2) publikasi jurnal penelitian tentang gempa dan tsunami Mentawai tahun 2010;
- 3) catatan hasil wawancara;
- 4) hasil observasi ke lapangan secara langsung dalam bentuk catatan tentang situasi dan kejadian. Dalam hal ini peneliti juga terlibat langsung dalam operasi tanggap darurat gempa bumi dan tsunami Mentawai 2010.

b. Pengumpulan Data Sekunder

Diperoleh melalui situs, dokumen penelitian, buku bacaan atau melalui kajian literatur yang diterbitkan oleh instansi terkait. Instansi yang dituju adalah Komando Operasi TNI Angkatan Udara I (Koopsau I), Dinas Survei dan Pemotretan Udara TNI Angkatan Udara (Disurpotrudau), Dinas Fasilitas dan Konstruksi TNI Angkatan Udara (Disfaskonau), Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Sumatera Barat, dan Lanud Padang.

Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data mengacu kepada sumber data, yakni:

- a. Pengamatan
Berdasar Indeks Seismik Sumatera Barat (Sumbar), gempabumi Padang 2009 dan gempabumi-tsunami Mentawai 2010.
- b. Wawancara
Untuk penilaian risiko dan pengurangan risiko menghadapi *megathrust*-tsunami Mentawai yang akan terjadi.

3.3.5 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, alat penelitian yang digunakan adalah perangkat lunak *QuantumGIS*, yaitu suatu software yang dirancang untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, mengelola, dan menyajikan semua jenis data geografis (Supriyatno, 2014). Dalam penelitian ini *QuantumGIS* digunakan untuk analisis spasial. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: *Open source map* (OSM) daerah Lanud Padang tahun 2014, peta administrasi Kota Padang skala 1:35.000, peta dasar digital Kota Padang skala 1:15.000, peta udara Lanud Padang (Disurpotrudau, 2010), *Digital Elevation Model* (DEM) Sumatera Barat, peta elevasi Kota Padang (Lapan, 2014), peta geologi Kota Padang skala 1:250.000 (Kastowo *et al.*, 1973), Indeks Seismik Sumatera Barat (Chasanah *et al.*, 2013), peta zona rawan tsunami Kota Padang (Oktiari dan Sudomo, 2010), peta simulasi bahaya tsunami Padang (Gregor *et al.*, n.d), peta ketinggian air landaan tsunami (Cedillos, 2011), dan peta waktu evakuasi tsunami (Cedillos, 2011), data gempabumi Padang 2009, dan data gempabumi-tsunami Mentawai 2010.

3.4 Desain Penelitian

Desain penelitian dalam tesis ini menggunakan metode kualitatif, dengan metode analisis pada indeks seismik Sumatera Barat (Sumbar),

peta geologi Kota Padang, bencana gempa bumi Padang tahun 2009 dan bencana gempa bumi-tsunami Mentawai 2010, dan metode empiris, penalaran deduktif dan induktif serta interpretasi mengenai kerentanan bangunan dan kapasitas warga Lanud Padang menghadapi ancaman *megathrust*-tsunami Mentawai yang akan terjadi. Desain penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Sugiono (2009), menyebutkan metode kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat *post-positivisme*¹⁸, digunakan untuk meneliti kondisi objek alamiah dimana peneliti sebagai instrument kunci. Schwandt (2007), berpendapat bahwa penelitian kualitatif pada umumnya mencakup informasi tentang fenomena utama yang dieksplorasi dalam penelitian, partisipan penelitian dan lokasi penelitian (Creswell, 2010, p. 167). Creswell memperkuat pendapatnya dengan menuliskan beberapa karakteristik penelitian kualitatif yaitu:

- a. lingkungan alamiah (*natural setting*), penelitian dengan mengumpulkan data lapangan di lokasi dimana partisipan mengalami isu atau masalah yang akan diteliti;
- b. peneliti sebagai instrument kunci, para peneliti mengumpulkan sendiri data melalui dokumentasi, observasi perilaku atau wawancara dengan partisipan;
- c. beragam sumber data (*multiple sources of data*), yaitu dengan memperoleh data tidak dari satu sumber saja, melainkan dari banyak sumber melalui wawancara, observasi dan dokumentasi;
- d. makna dari partisipan (*participant's meaning*), yaitu fokus kepada pemaknaan yang disampaikan partisipan, bukan makna yang disampaikan penulis atau partisipan lain dari literatur-literatur;

¹⁸ *Post-positivisme* adalah teori untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab yang mempengaruhi hasil akhir, cenderung reduksionistis yang memiliki orientasi mereduksi gagasan besar menjadi gagasan terpisah yang lebih kecil untuk diuji lebih lanjut yang didasarkan pada observasi dan pengujian yang sangat cermat terhadap realitas objektif (Creswell, 2010)

- e. rancangan yang berkembang (*emergent design*), proses penelitian yang berkembang dinamis, yang berarti bahwa rencana awal penelitian tidak sepenuhnya dipatuhi, karena bisa saja berubah pada saat proses pengambilan data/observasi di lapangan;
- f. bersifat penafsiran (*interpretive*), yakni interpretasi peneliti atas apa yang mereka lihat, dengar dan pahami. Hal ini bisa saja berbeda dengan latar belakang sejarah, konteks dan pemahaman-pemahaman sebelumnya;
- g. pandangan menyeluruh (*holistic account*), berupa gambaran kompleks tentang masalah yang diteliti.

Tabel 3.1 Desain Penelitian

Tujuan Penelitian	Desain Penelitian		
	Jenis Penelitian	Unit Analisis	Rentang Waktu
Menganalisis tingkat risiko bencana gempabumi	Kualitatif Deskriptif	Analisis terhadap indeks bahaya gempabumi, kerentanan dan kapasitas	Dua Bulan
- Menganalisis bahaya (<i>hazard</i>) gempabumi	Kualitatif Deskriptif	Gabungan informasi indeks seismik Sumbar, gempa Padang 2009, gempabumi-tsunami Mentawai 2010 dan geologi Kota Padang	Dua Bulan
- Menganalisis kerentanan (<i>vulnerability</i>) bangunan	Kualitatif Deskriptif	Struktur bangunan, Klasifikasi atap, RVS FEMA, (2002)	Dua Bulan
- Menganalisis kapasitas (<i>capacity</i>) warga Lanud Padang	Kualitatif Deskriptif	Kesadaran dan kesiapsiagaan individu (<i>Interview</i>)	Satu Bulan
Menganalisis tingkat risiko bencana tsunami	Kualitatif Deskriptif	Analisis terhadap indeks bahaya tsunami dan waktu evakuasi tsunami	Dua Bulan
- Menganalisis bahaya tsunami	Kualitatif Deskriptif	Elevasi permukaan lahan, kelas kerawanan tsunami, ketinggian air landaan tsunami	Satu Bulan

Lanjutan Tabel 3.1 Desain Penelitian

Tujuan Penelitian	Desain Penelitian		
	Jenis Penelitian	Unit Analisis	Rentang Waktu
- Menganalisis waktu evakuasi tsunami	Kualitatif Deskriptif	Simulasi evakuasi bahaya tsunami, klasifikasi waktu evakuasi dimodifikasi dengan aspek kepadatan bangunan, kedekatan dengan jalan dan kedekatan fasilitas medis	Satu Bulan
Menganalisis upaya Lanud menghadapi ancaman Mentawai <i>megathrust</i>	Kualitatif Deskriptif	Upaya yang sudah dilaksanakan	Satu Bulan

3.5 Analisis Data

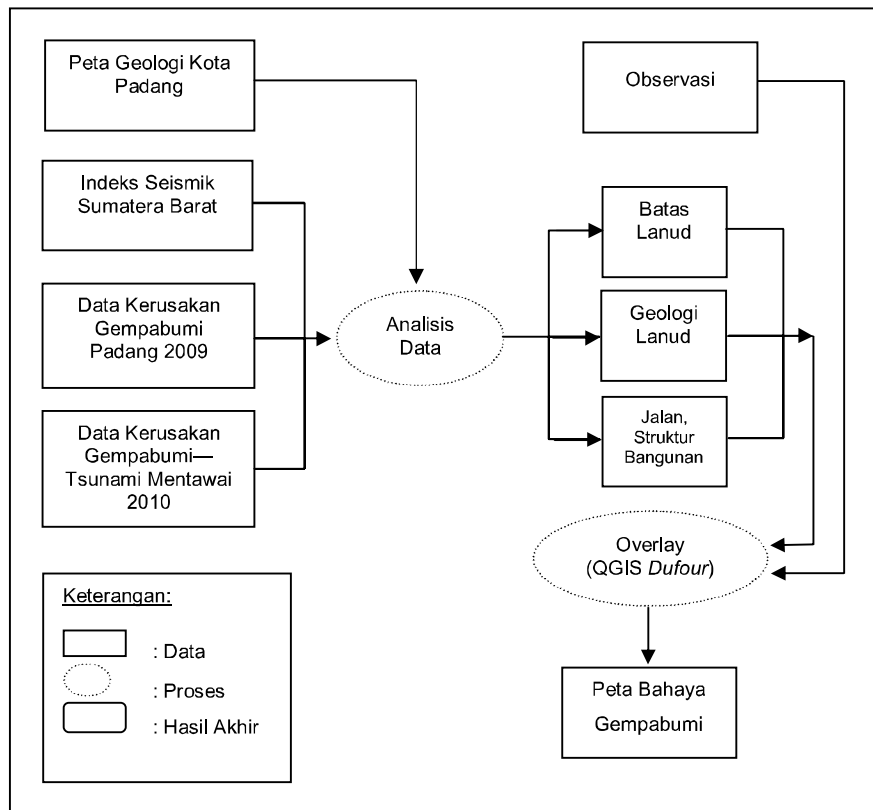
3.5.1 Analisis Risiko Bencana Gempabumi

3.5.1.1 Analisis Bahaya Gempabumi

Analisis bahaya gempabumi ini mengacu pada nilai indeks seismik Sumatera Barat dari penelitian yang dilakukan sebelumnya (Chasanah *et al.*, 2013), dimana disebutkan bahwa seismisitas sebagai suatu sistem data serasi yang dapat memberikan suatu gambaran atau informasi secara sistematis tentang karakteristik dan aktivitas gempabumi pada suatu daerah dalam jangka waktu tertentu. Menurut Saputra (2011), dasar penggunaan indeks seismik dalam analisis bahaya gempabumi dikarenakan metode ini adalah metode mutakhir dalam pengkajian bahaya gempabumi dan telah terbukti dalam beberapa penelitian seperti di Jepang, Amerika Serikat, dan Filipina. Daryono *et al.* (2009), menyebutkan bahwa daerah dengan nilai indeks seismik tinggi memiliki risiko tinggi terhadap kerusakan akibat gempabumi (Saputra *et al.*, 2011, p. 30).

Di daerah penelitian, tingkat kerawanan gempabumi didapatkan melalui analisis indeks seismik Sumatera Barat digabungkan dengan kondisi geologi daerah penelitian dan divalidasi melalui observasi lapangan. Penggabungan analisis indeks seismik, informasi kondisi geologi Kota Padang, data kerusakan akibat gempabumi 2009, data

kerusakan akibat gempa bumi-tsunami Mentawai 2010 dan observasi lapangan akan menghasilkan peta bahaya gempa bumi. Diagram alir analisis bahaya gempa bumi dapat dilihat pada Gambar 3.1.



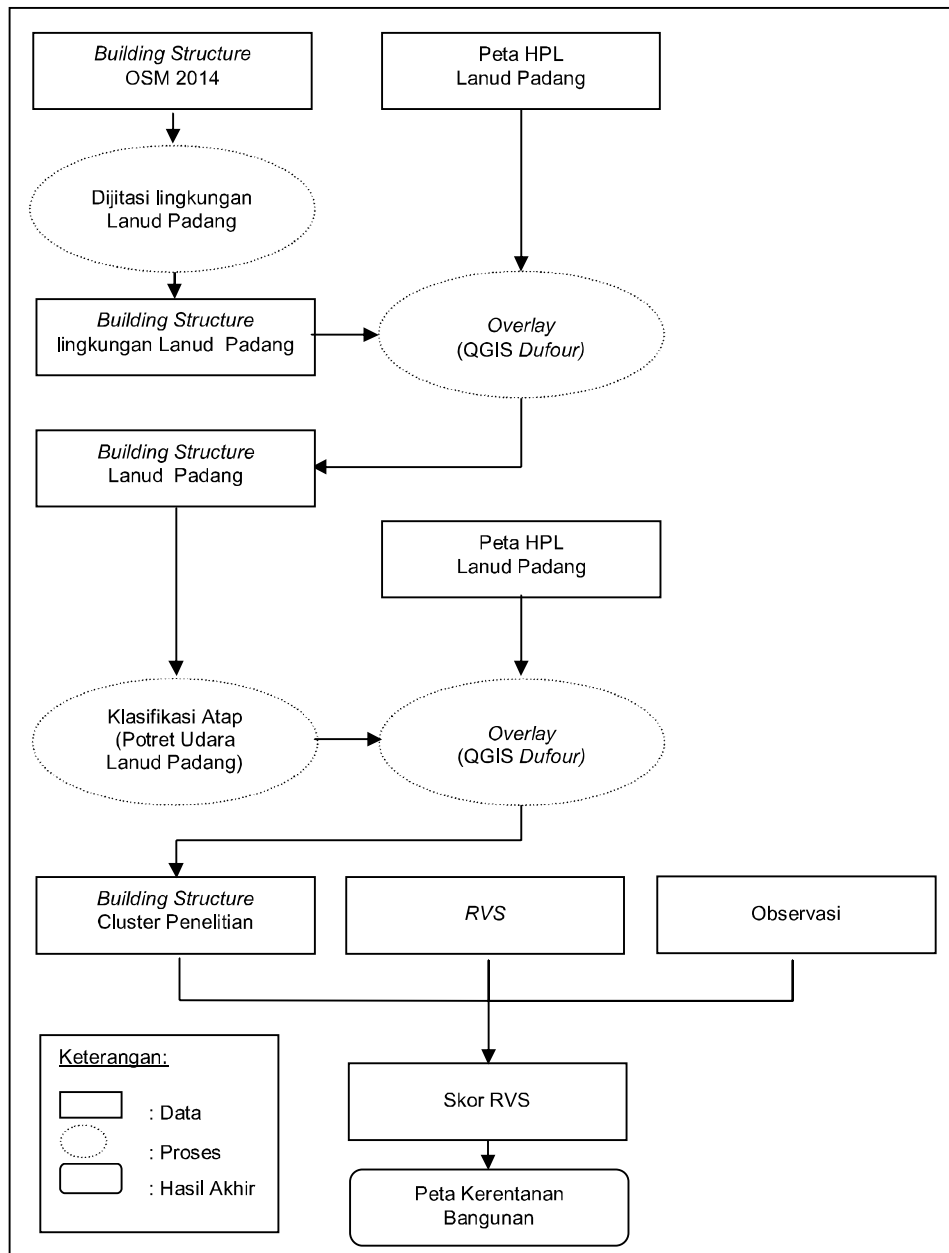
Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis Bahaya Gempabumi

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

3.5.1.2 Analisis Kerentanan Bangunan

Penulisan tesis ini terbatas pada kerentanan fisik bangunan dengan modifikasi aspek lingkungan dari bangunan penelitian berupa kepadatan bangunan, kedekatan dengan jalan dan jarak dari pelayanan medis. Penilaian kerentanan bangunan ini menggunakan interpretasi hasil pemotretan udara Lanud Padang, peta penggunaan lahan Lanud Padang dan data tapak bangunan *Building Structure Open Street Map* tahun perekaman 2014 dipadukan dengan metode *RVS Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazard (RVS)* dan observasi lapangan. Parameter yang digunakan adalah jenis struktur bangunan. Parameter lain

seperti bentuk bangunan (beraturan dan tidak beraturan, secara vertikal maupun horizontal) dan tinggi bangunan digunakan sebagai pengubah nilai dasar dari hasil observasi struktur bangunan. Mengacu pada RVS FEMA tahun 2002, bangunan dikatakan rentan memiliki skor akhir kurang dari 1,75. Diagram alir analisis kerentanan bangunan dapat dilihat pada Gambar 3.2.

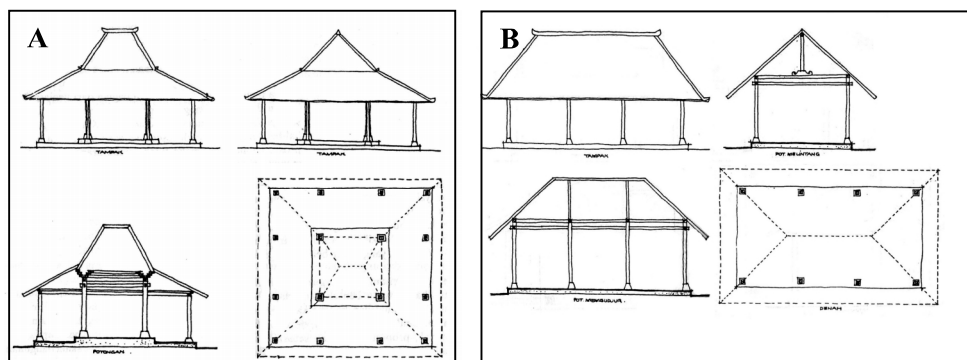


Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis Kerentanan Bangunan
Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

a. Klasifikasi Tipe Atap Bangunan

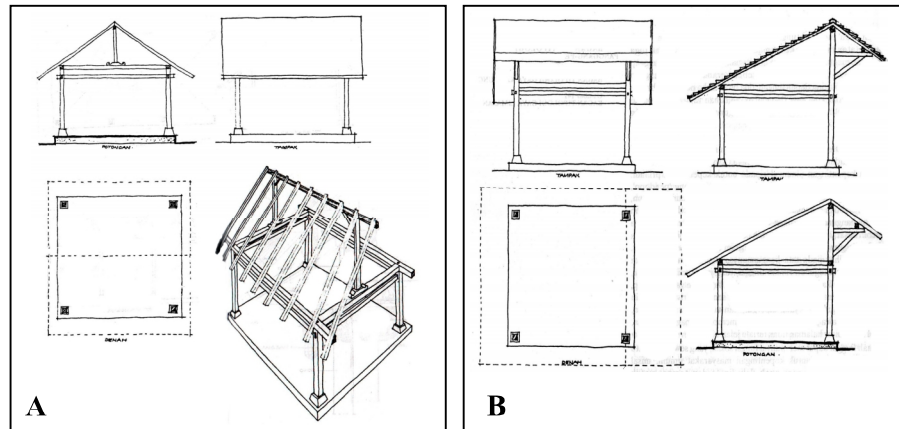
Klasifikasi ini bertujuan menentukan kesamaan bangunan melalui interpretasi tipe atap bangunan pada citra pemotretan udara Lanud Padang oleh Disurpotrudau. Ronald (1997), melakukan penelitian tentang bentuk atap rumah di Pulau Jawa (Saputra *et.al.*, 2011, p.31) dengan hasil penelitian bahwa rumah di Jawa menggunakan tipe atap bangunan berbentuk joglo, limasan, kampung, dan panggang pe. Lebih lanjut Ronald mengatakan bahwa tipe atap joglo lebih kuat dibandingkan dengan tipe atap lainnya jika dilihat dari aspek kegempaan. Tipe yang paling lemah adalah tipe panggang pe.

Saputra *et.al.* (2011), dalam penelitian yang bertema sama dengan Ronald, menambahkan tipe atap modern salah satunya adalah tipe atap cor, hal ini sebagai antisipasi jika di daerah penelitian terdapat tipe bangunan tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Fasilitas dan Konstruksi TNI Angkatan Udara (Disfaskonau) bahwa pembangunan fasilitas dan konstruksi di jajaran TNI AU menggunakan tipe atap berbentuk limasan, kampung dan atap cor. Untuk penelitian ini, klasifikasi dilakukan berdasarkan tipe atap yang diperoleh dari Disfaskonau, yakni tipe limasan, kampung, cor dan ditambahkan dengan bentuk bangunan tipe limasan kopel. Bentuk tipe atap secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 3.3, Gambar 3.4, Gambar 3.5 dan Gambar 3.6.



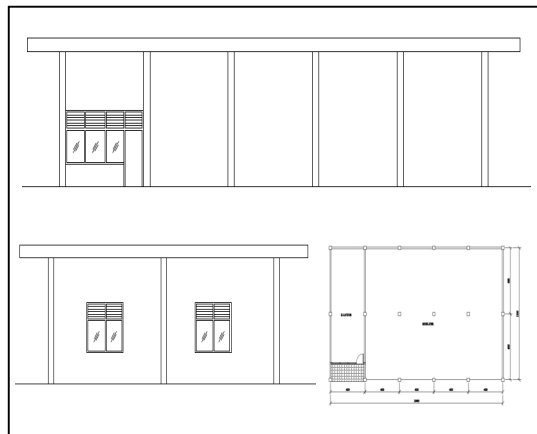
Gambar 3.3 (A) Tipe Atap Joglo, (B) Tipe Atap Limasan

Sumber: Ronald (1997), dalam Saputra *et al.* (2011)



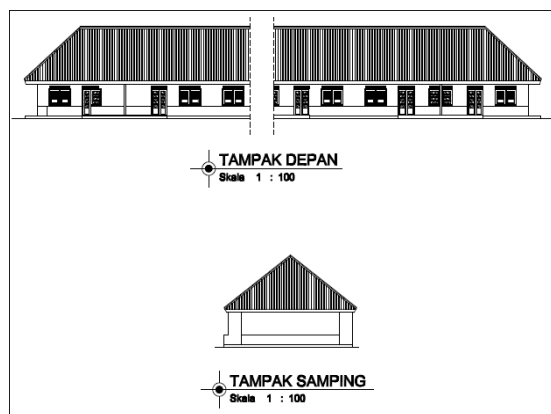
Gambar 3.4 (A) Tipe Atap Kampung, (B) Tipe Atap Panggang Pe

Sumber: Ronald (1997), dalam Saputra *et al.* (2011)



Gambar 3.5 Tipe Atap Cor

Sumber: Disfaskonau (2014)



Gambar 3.6 Tipe Atap Limasan Kopel

Sumber: Disfaskonau (2014)

b. Struktur Bangunan

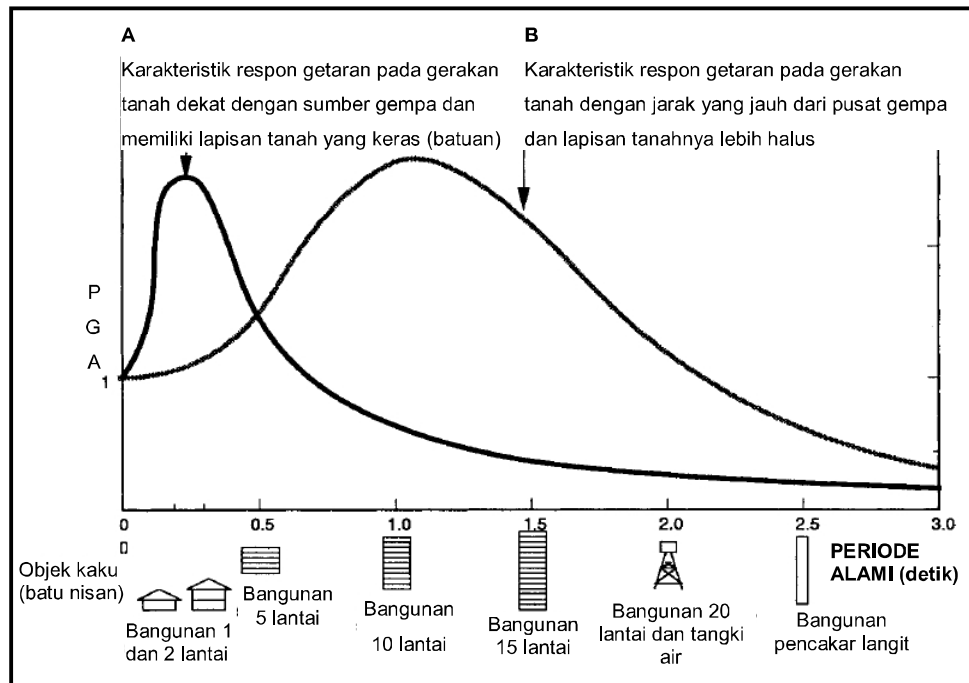
Parameter yang digunakan sebagai acuan penelitian, berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Saputra (2011), yang menganalisis struktur bangunan, tinggi bangunan, dan bentuk bangunan (beraturan/tidakberaturan), yakni:

- Struktur bangunan
Setiap jenis struktur memiliki nilai dasar kerentanan, semakin kecil nilainya akan semakin tinggi kemungkinan bangunan akan runtuh jika terjadi gempa dengan intensitas tertentu. Jenis struktur bangunan dapat dilihat pada Tabel 3.2.
- Tinggi bangunan
Bangunan yang tinggi lebih sensitif pada getaran periode panjang dan diasumsikan lebih aman karena menerima amplitudo getaran yang lebih kecil pada periode alami yang lebih lama (Gambar 3.7)

Tabel 3.2 Struktur Bangunan

Kode	Bentuk bangunan	Kode	Bentuk bangunan
W1	Bangunan kayu dengan luas $\leq 460 \text{ m}^2$	C2	Sistem rangka beton + dinding geser
W2	Bangunan kayu dengan luas $\geq 460 \text{ m}^2$	C3	Sistem rangka beton + dinding tembokan
S1	Bangunan rangka baja	PC1	Bangunan tilt up
S2	Bangunan rangka baja dengan pengaku (Braced)	PC2	Sistem rangka beton pracetak
S3	Bangunan rangka baja ringan	RM1	Bangunan tembokan diperkuat, diafragma, lantai fleksibel
S4	Bangunan rangka baja + dinding geser beton	RM2	Bangunan tembokan diperkuat, diafragma, lantai kaku
S5	Bangunan rangka baja + dinding tembokan	URM	Bangunan tembokan tanpa perkuatan
C1	Sistem rangka beton pemikul momen		

Sumber: FEMA 154 (2002)



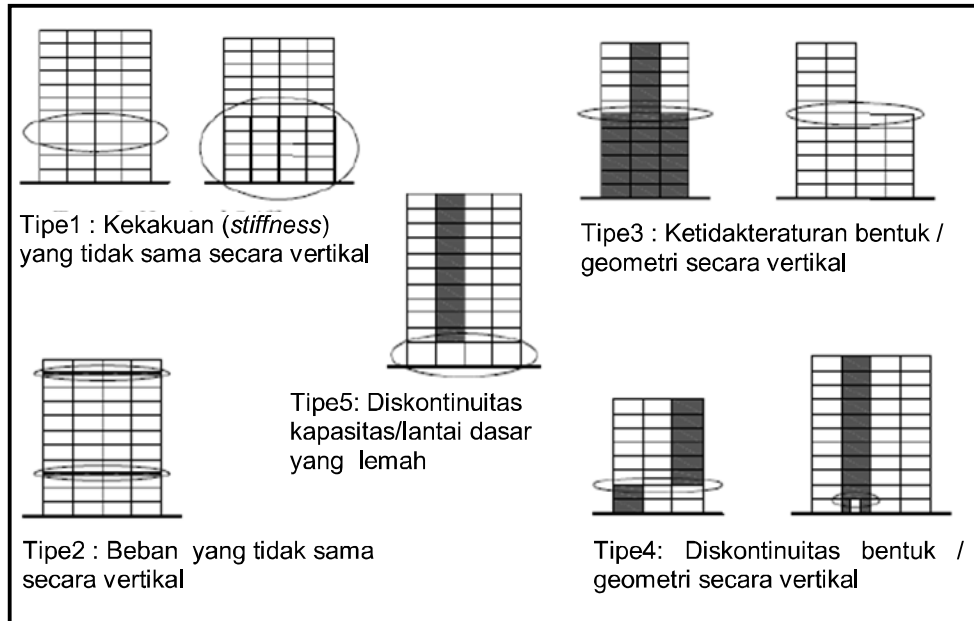
Gambar 3.7 Grafik Hubungan Antara Akselerasi Spektra Dengan Periode Alami dan Tinggi Bangunan

Sumber: FEMA 154 (2002)

c. Ketidakberaturan bangunan

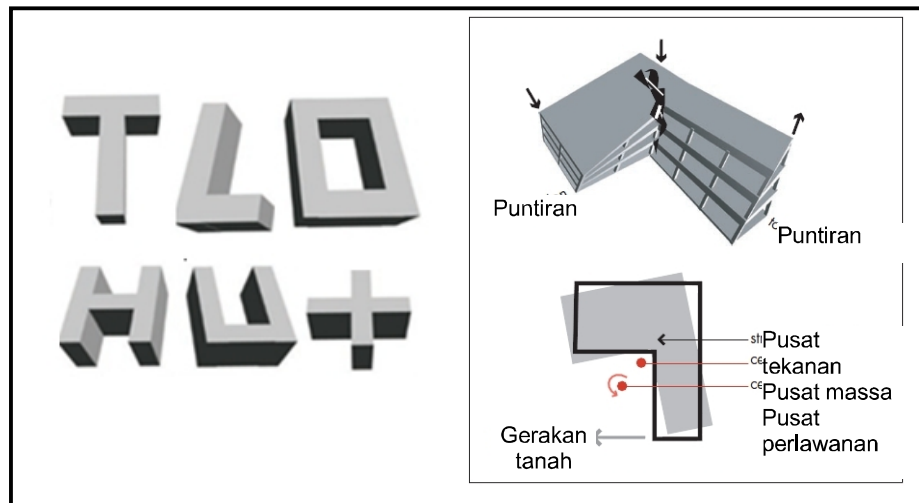
Ketidakberaturan bangunan dalam penelitian ini mengacu kepada FEMA 154 (2002), yang membagi ketidakberaturan bangunan dalam dua aspek yaitu:

- 1) ketidakberaturan secara vertikal, yaitu ketidakberaturan bangunan yang berupa ketidaksamaan tingkat kekakuan secara vertikal, ketidaksamaan massa di setiap lantai, ketidaksamaan geometri secara vertikal, lantai dasar bangunan yang lebih lemah, dan adanya diskontinuitas bangunan. Ketidakberaturan bangunan vertikal terdapat pada bangunan berlantai lebih dari satu. Contoh seperti pada Gambar 3.8.
- 2) Ketidakberaturan bangunan horizontal, merupakan ketidakberaturan bangunan secara horizontal yang akan menambah nilai kerentanan bangunan, ini dapat dilihat dari bentuk bangunan. Contoh seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.8 Contoh Ketidakberaturan Vertikal Bangunan

Sumber : FEMA 154 (2002), (Telah Diolah Kembali)



Gambar 3.9 Contoh Ketidakberaturan Horizontal Bangunan

Sumber: FEMA 154 (2002)

Saputra *et al.* (2011), menempatkan faktor jenis material permukaan dalam pengamatan survei cepat bangunan sebagai salah satu peubah nilai dasar parameter yang telah disebutkan di atas, dan menerangkan bahwa faktor tersebut berdasarkan klasifikasi yang dikembangkan FEMA yaitu kelas A, B, C, D dan E. Kelas A merupakan

batuan yang sangat keras, B merupakan batuan, C tanah padat, D merupakan tanah, dan E merupakan lapisan tanah lunak berasal dari sedimentasi material rombakan termasuk pasir lepas, endapan dasar danau, dan sebagainya. Nilai akhir kerentanan bangunan dengan menjumlahkan nilai Bs (*basic score*) dengan Ms (*modifier score*). Nilai Bs merupakan nilai dasar bangunan (menggambarkan jenis struktur bangunan), sedangkan nilai Ms merupakan nilai peubah (menunjukkan karakteristik bangunan yang mempengaruhi kerentanan). Nilai Fs (*final score*) ditentukan dengan Persamaan (3.2).

$$Fs = Bs + Ms \quad (3.2)$$

Keterangan:

Fs = *Final score*

Bs = *Basic score*, nilai dasar bangunan

Ms = *Modifier score*, nilai karakteristik bangunan

Jika nilai Fs di bawah 1,75 maka bangunan tersebut tergolong ke dalam bangunan yang rentan. Sebaliknya jika bangunan memiliki nilai Fs di atas 1.75 maka bangunan tersebut tergolong tidak rentan (FEMA, 2002).

3.5.1.3 Analisis Kapasitas Masyarakat

Analisis kapasitas warga Lanud Padang dibagi dua variabel yaitu kesadaran dan kesiapsiagaan. Dua analisis ini mengadopsi persamaan dari penelitian sebelumnya yang menghasilkan indeks kapasitas. Saputra *et.al.*(2011), menggunakan penentuan skor dan penentuan bobot pada masing-masing variabel sesuai Persamaan (3.3).

$$I_{sv} = \frac{\sum (S_i \times B_{Si})}{\sum (\text{Max } S_i \times \text{Max } B_{Si})} \quad (3.3)$$

Keterangan:

Isv	= Indeks sub variabel
Si	= Skor indikator dari wawancara
Max Si	= Skor maksimum indikator yang mungkin terjadi dalam wawancara
BSi	= Bobot indikator
Max BSi	= Bobot maksimum indikator

Dari persamaan tersebut, sedikit dimodifikasi dengan kondisi daerah penelitian, menjadi Persamaan (3.4)

$$Sv = \sum (Sp_1 \times Bp_1) + (Sp_2 \times Bp_2) + (Sp_n \times Bp_n) \quad (3.4)$$

Keterangan:

Sv	= Skor variabel (kesadaran dan kesiapsiagaan)
Sp ₁	= Skor parameter kesatu dari wawancara
Bp ₁	= Bobot parameter kesatu
Sp ₂	= Skor parameter kedua dari wawancara
Bp ₂	= Bobot parameter kedua
Sp _n	= Skor parameter ke-n dari wawancara
Bp _n	= Bobot parameter ke-n

Jimme (2006), mengklasifikasi parameter dalam variabel kesadaran yang ditanyakan dalam proses wawancara meliputi respon, pengetahuan, persepsi, dan informasi. Parameter dalam variabel kesiapsiagaan yang ditanyakan dalam proses wawancara yaitu persiapan, keanggotaan, dan pelatihan (Saputra *et al.*, 2011, p.36). Lebih lanjut Jimme memaparkan beberapa langkah yang harus dilakukan dalam menentukan indeks kapasitas yaitu:

- a. Langkah pertama, memberikan penilaian jawaban responden pada masing-masing parameter. Penilaian dengan memberi skor 0 - 1, dimana skor 0 adalah jawaban yang dianggap salah dan 1 adalah jawaban yang dianggap benar. Sebagai contoh pada panduan wawancara pertanyaan bagian B tentang kesadaran

terhadap gempa bumi menyangkut respon responden saat terjadi gempa bumi, pertanyaan nomor 10 menyebutkan “Apa reaksi Bapak/Ibu/Saudara, jika terjadi gempa bumi dan Bapak/Ibu/Saudara sedang berada di luar rumah?”. Jawaban a, “Berkumpul di tempat yang terbuka luas” merupakan jawaban yang dianggap benar (diberi skor 1) dibandingkan jawaban lain seperti “Berlindung di dekat bangunan, Berlindung di bawah jembatan, Berlindung di dekat pohon”. Semua jawaban yang dianggap kurang tepat diberi skor 0.

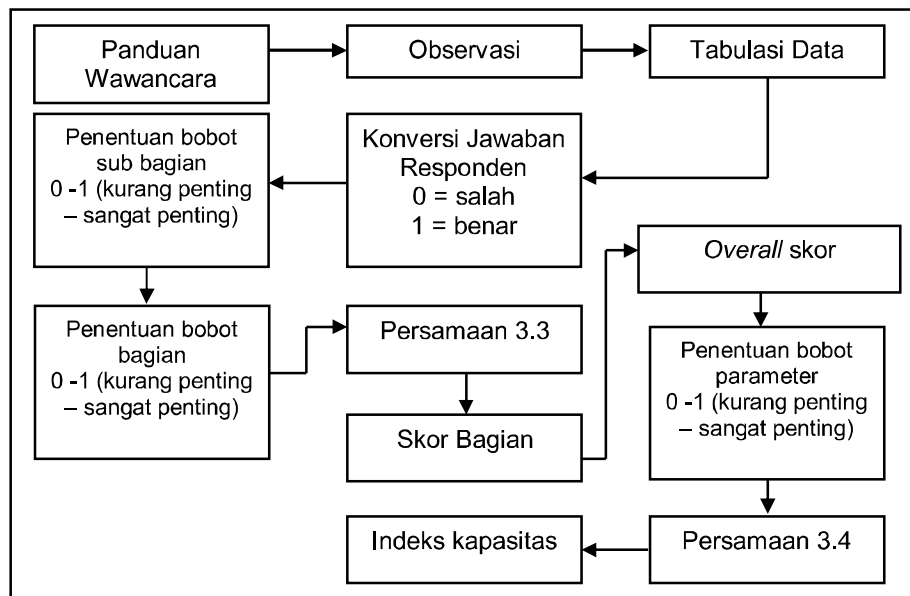
- b. Menentukan bobot pada masing-masing parameter dengan memberikan bobot 0 – 1 (bobot 0 untuk aspek yang kurang penting dan 1 merupakan aspek yang sangat penting).
- c. Menentukan bobot pada masing-masing variabel dengan 0 (kurang penting) – 1 (sangat penting).
- d. Melakukan perhitungan skor pada masing-masing parameter, dengan menambahkan masing-masing hasil penilaian di setiap pertanyaan parameter.
- e. Menghitung skor variabel dengan Persamaan (3.4).
- f. Menghitung indeks kapasitas dengan Persamaan (3.5).

$$IK = \sum (SKs \times BKs) + (SKp \times BKp) \quad (3.5)$$

Keterangan:

IK	= Indeks kapasitas
SKs	= Skor kesadaran
SKp	= Indeks kesiapsiagaan
BKs	= Bobot kesadaran
BKp	= Bobot kesiapsiagaan

Diagram alir analisis kapasitas warga Lanud Padang terhadap gempa bumi dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Diagram Alir Analisis Kapasitas Warga Lanud Padang

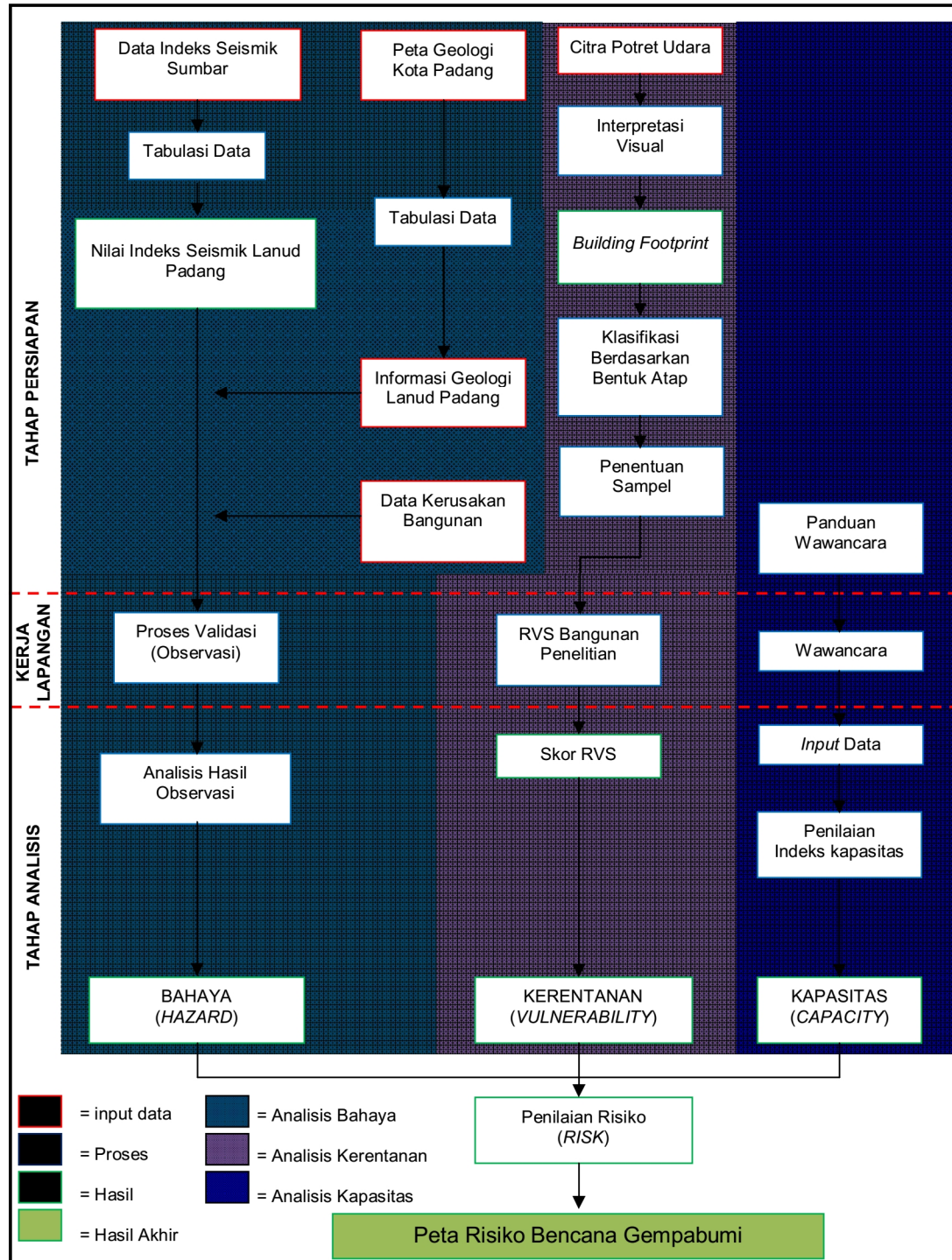
Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

3.5.1.4 Penilaian Risiko Bencana Gempabumi

Analisis yang dilakukan memakai rumus Van Westen (2009), pada Persamaan (2.1) yakni:

$$\text{RISK} = \frac{(\text{HAZARD}) \times (\text{VULNERABILITY})}{\text{CAPACITY}}$$

R adalah nilai risiko yang akan dihitung, H adalah indeks bahaya gempabumi, V kerentanan bangunan, dan C merupakan kapasitas warga Lanud Padang dalam menghadapi bahaya gempabumi. Penilaian ketiga aspek tersebut akan menghasilkan nilai risiko bencana gempabumi yang akan diolah menjadi tingkat risiko pada setiap unit bangunan di Lanud Padang. Hasil akhir indeks risiko bencana menghasilkan sebuah Peta Risiko Bencana Gempabumi di Lanud Padang. Diagram alir Peta Risiko Bencana Gempabumi secara lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Diagram Alir Peta Risiko Bencana Gempabumi

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

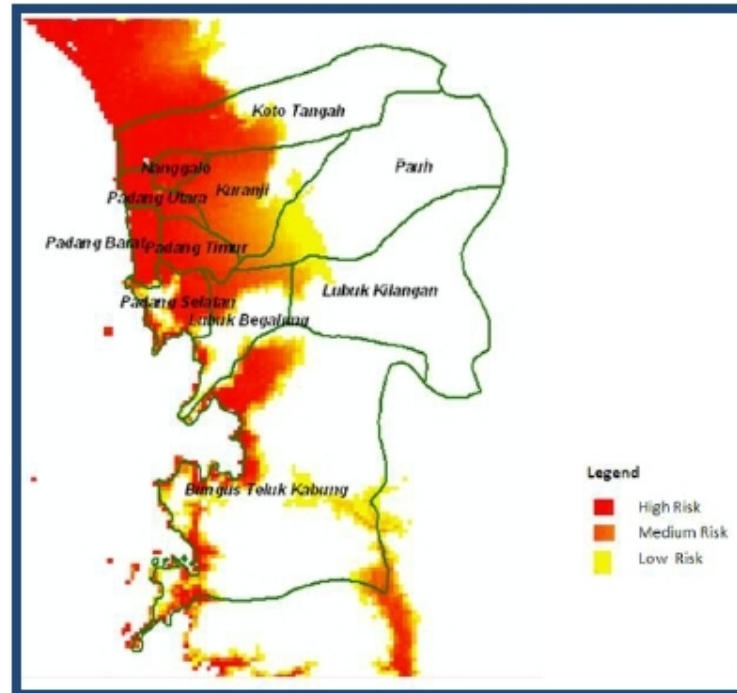
3.5.2 Analisis Risiko Bencana Tsunami

Analisis risiko bencana tsunami dibagi dua variabel yaitu analisis bahaya tsunami dan analisis waktu evakuasi tsunami. Penentuan skor dan penentuan bobot pada masing-masing variabel ini mengadopsi dari penelitian sebelumnya.

3.5.2.1 Analisis Bahaya Tsunami

Analisis bahaya tsunami ini mengacu pada hasil penelitian yang sudah ada. Sieh (2008), memperkirakan bahwa gempa bumi menghasilkan magnitudo terukur sampai 8.8 SR di segmen Mentawai *megathrust* (Cedillos *et al.*, 2010, p.2). Lebih lanjut Natawidjaja (2006), menyebutkan bahwa gelombang tsunami akan tiba sekitar 20 menit setelah gempa bumi dan mencapai tinggi gelombang maksimum pada menit ke-30 (Cedillos *et al.*, 2010, p.2). Wisnu (2013), memprediksikan potensi gempa bumi sebesar 8,9 SR. 35 menit setelah gempa bumi, terjadi tsunami di Kota Padang setinggi 10 meter dan sampai pada jarak 2.5 km dari garis pantai, tergantung topografi daratannya.

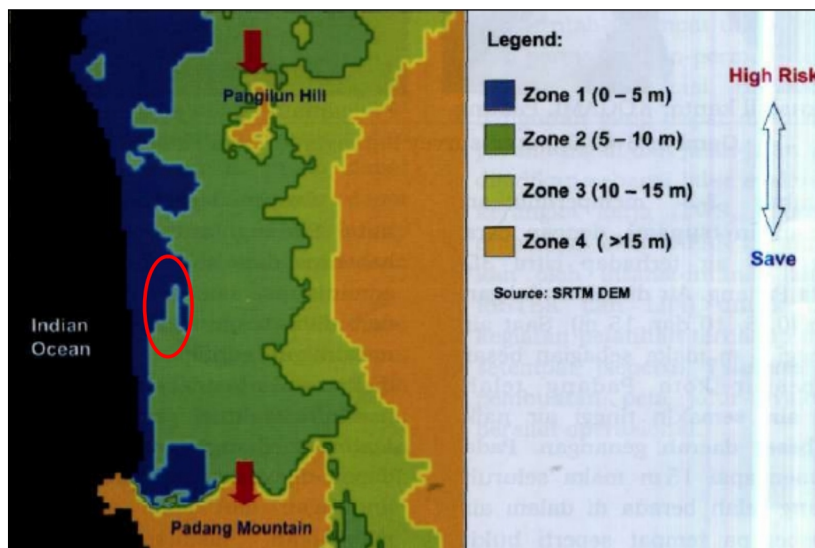
Gersanandi *et.al.* (2013), melakukan penelitian kerentanan tsunami dengan hasil berupa peta kerentanan tsunami di pesisir Provinsi Sumatera Barat, terdiri dari tiga kelas yaitu kelas kerentanan tinggi, sedang dan rendah. Kelas kerentanan tinggi adalah di Kota Padang dan Kota Pariaman, sedangkan wilayah yang memiliki kelas kerentanan sedang adalah di Kabupaten Pesisir Selatan dan Kabupaten Pasaman Barat. Peta kerentanan ini diperkuat hasil penelitian Oktiari dan Sudomo (2010), yang mengklasifikasi zona rawan Tsunami Kota Padang menjadi tiga, yakni *High Risk Zone* (daerah kerentanan tinggi), *Medium Risk Zone* (daerah kerentanan sedang) dan *Low Risk Zone* (daerah kerentanan rendah). Sebaran *High Risk Zone* berada di Kecamatan Padang Barat, Padang Utara, Nanggalo, sebagian Kota Tengah, *Medium Risk Zone* di Kecamatan Padang Timur, Padang Selatan, Kuranji, Bungus Teluk Kabung dan *Low Risk Zone* di Kecamatan Lubuk Kilangan, Pauh dan Kota Tengah. Hasil penelitian Oktiari dan Sudomo ini dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Peta Kerentanan Tsunami di Kota Padang Sumatera Barat

Sumber: Oktiari dan Sudomo (2010)

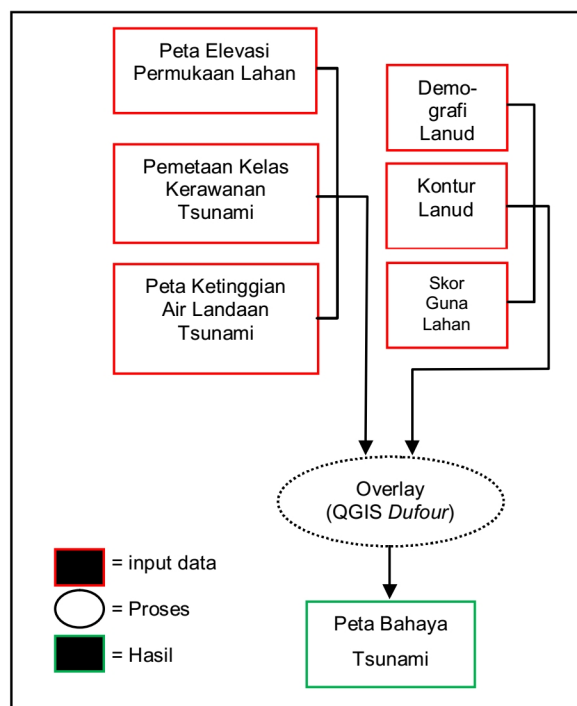
Peneliti Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, LAPAN, menghasilkan penelitian berupa Peta Risiko Bencana Tsunami berdasarkan ketinggian lahan. LAPAN menyebutkan bahwa elevasi kurang dari 10 m adalah daerah rawan tsunami. Kota Padang dibagi menjadi empat zona kerawanan tsunami, yakni Zona 1 (0-5 m), Zona 2 (6-10 m), Zona 3 (11-15 m) dan Zona 4 (>15 m). Semakin besar nomor zona semakin berkurang tingkat risiko terhadap bencana tsunami. Zona 1 dan 2 diasumsikan sebagai daerah rawan tsunami, sedangkan Zona 4 sebagai zona evakuasi atau zona aman. Gambar 3.12 memperlihatkan klasifikasi Kota Padang menggunakan data *DEM SRTM*. Terlihat beberapa wilayah Kota Padang diantaranya: Bukit Pangilun, Gunung Padang dan Bagian Timur Kota Padang mempunyai topografi tinggi dan termasuk dalam zona aman yang dapat digunakan sebagai lokasi evakuasi bila terjadi tsunami. Tutupan lahan sebagian besar pada Zona 1 (Zona Rawan) adalah permukiman penduduk, sedangkan Zona 4 (Zona Aman) mempunyai tutupan lahan berupa hutan dan persawahan.



Gambar 3.13 Peta Risiko Bencana Tsunami berdasar Ketinggian Lahan Kota Padang (dalam lingkaran adalah daerah penelitian)

Sumber: LAPAN (2014)

Diagram alir analisis bahaya tsunami secara lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 3.14.



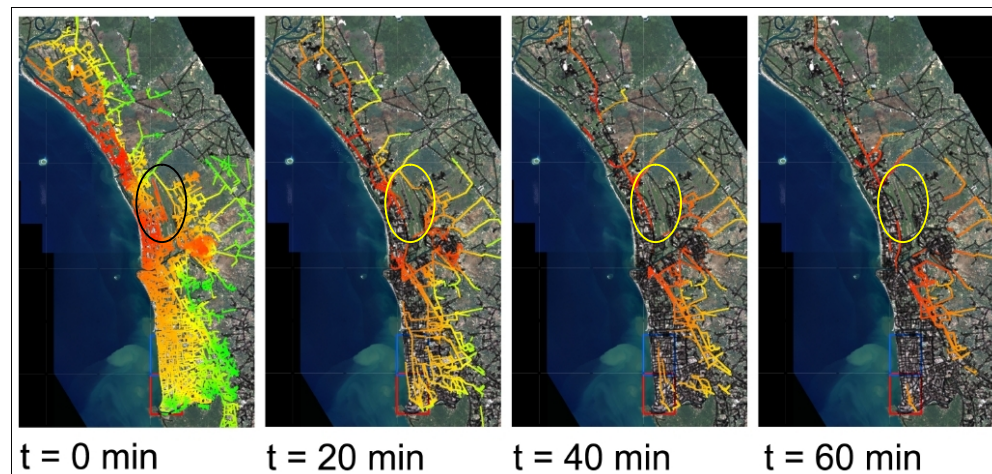
Gambar 3.14 Diagram alir analisis bahaya tsunami di lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

3.5.2.2 Analisis Waktu Evakuasi Tsunami

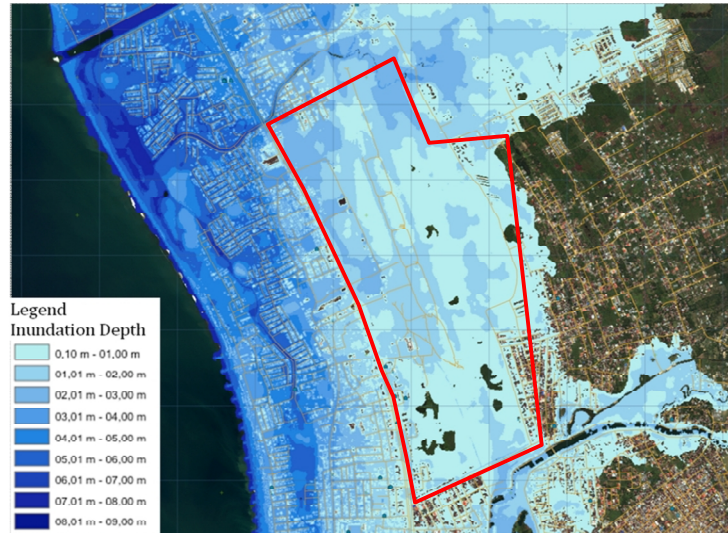
Gregor *et al.* (n.d), dalam penelitiannya tidak menampilkan semua atribut penunjang seperti kondisi sosial, ekonomi, profil kota dan skenario genangan spasial. Penelitian tersebut memilih skenario sederhana untuk menguji kerangka simulasi. Dalam skenario diasumsikan bahwa semua orang berada di rumah dan seluruh daerah dengan ketinggian di bawah 10 meter harus dievakuasi. Visualisasi dari simulasi evakuasi daerah yang terancam tsunami dalam waktu 60 menit dapat dilihat pada Gambar 3.15.

Cedillos (2011), dari hasil penelitiannya berbasis analisis geospasial mengklasifikasi daerah landaan tsunami dengan pembagian 9 jenis ketinggian air, yakni 0,1-01 m, 01,01-02 m, 02,01-03 m, 03,01-04 m, 04,01-05 m, 05,01-06 m, 06,01-07 m, 07,01-08 m, 08,01-09 m (Gambar 3.16) dan 5 pembagian waktu evakuasi yakni <10 menit, <20 menit, <30 menit, <40 menit dan >40 menit (Gambar 3.17).



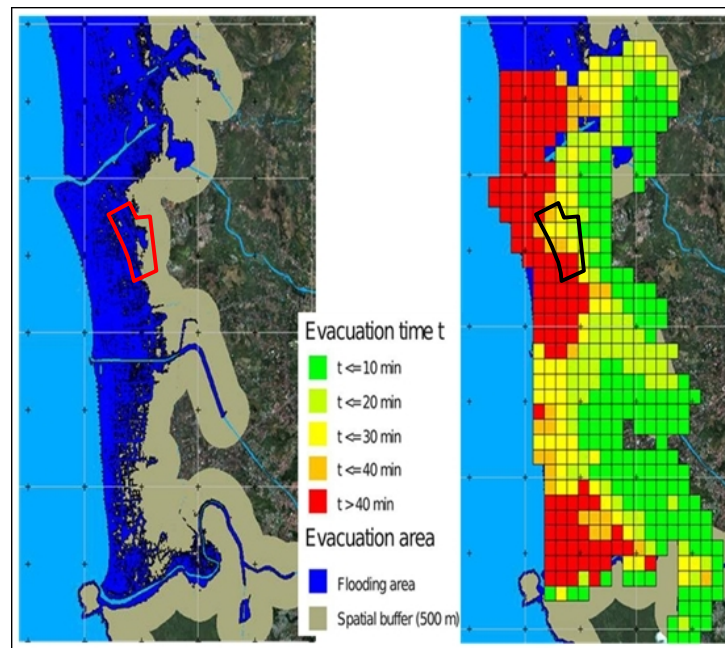
Gambar 3.15 Simulasi Bahaya Tsunami (dalam lingkaran adalah daerah penelitian)

Sumber: Gregor *et al.* (n.d.)



Gambar 3.16 Peta Ketinggian Air Landaan Tsunami (dalam garis merah adalah daerah penelitian)

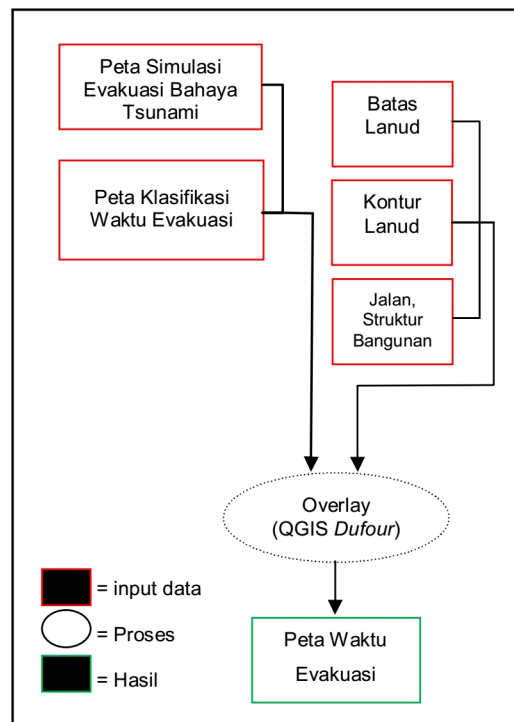
Sumber: Cedillos (2011)



Gambar 3.17 Peta Waktu Evakuasi Bencana Tsunami (dalam garis merah dan hitam adalah daerah penelitian)

Sumber: Cedillos (2011)

Ketiga peta tersebut kemudian diolah kembali menggunakan *software QuantumGIS* untuk memperoleh pemetaan zona waktu evakuasi. Diagram alir analisis waktu evakuasi tsunami disajikan pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Diagram alir analisis waktu evakuasi tsunami di Lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

3.5.2.3 Penilaian Risiko Bencana Tsunami

Di daerah penelitian, tingkat kerawanan bencana tsunami didapatkan melalui penggabungan kelima hasil penelitian di atas, yakni pemetaan kelas kerawanan, peta elevasi/ketinggian permukaan lahan, simulasi evakuasi bahaya tsunami di daerah dengan ketinggian di bawah 10 meter, peta ketinggian air landaan tsunami dan peta pembagian waktu evakuasi. Analisis akhir dalam tahap ini dengan menggabungkan hasil analisis bahaya tsunami dan analisis waktu evakuasi bencana tsunami yang kemudian dimodifikasi dengan aspek lingkungan berupa kepadatan bangunan, kedekatan dengan jalan dan kedekatan dengan pusat pelayanan medis.

Kepadatan bangunan secara kuantitatif diartikan sebagai jumlah populasi bangunan pada setiap blok guna lahan yang terdapat pada peta digital Lanud. Kepadatan juga dapat diukur melalui koefisien dasar bangunan (KDB) dan Koefisien Lantai Bangunan (KLB). Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Padang, (2004) dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Padang tahun 2004-2013 membagi kepadatan bangunan Kota Padang menjadi tiga, yaitu Tinggi, Sedang, dan Rendah, dengan klasifikasi::

- a. Kawasan dengan Kepadatan Tinggi = 35 - >50 unit/Ha
- b. Kawasan dengan Kepadatan Sedang = 20 - 35 unit/Ha
- c. Kawasan dengan Kepadatan Rendah = <20 unit/Ha

Lanud Padang sebagai daerah yang berada dalam Kawasan Sub-Pusat Pengembangan Utama, memiliki KDB dan KLB dengan klasifikasi :

- a. Perkantoran
 - 1) KDB
 - Rendah : <45%
 - Sedang : 45%-60%
 - Tinggi : >60%
 - 2) KLB
 - Rendah : <1,8
 - Sedang : 1,8 – 2,4
 - Tinggi : >2,4
- b. Permukiman
 - 1) KDB
 - Rendah : <45%
 - Sedang : 45%-60%
 - Tinggi : >60%
 - 2) KLB
 - Rendah : <0,9
 - Sedang : 0,9 – 1,2
 - Tinggi : >1,2

Ketiga nilai kepadatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Klasifikasi Kepadatan Bangunan

Dasar Klasifikasi	Rendah	Sedang	Tinggi
Jumlah Bangunan	<20 unit/Ha	35 unit/Ha	50 unit/Ha
Kondisi KDB: - Perkantoran - Permukiman	<45% <45%	45% - 60% 45% - 60%	>60% >60%
Kondisi KLB: - Perkantoran - Permukiman	<1,8 <0,9	1,8 – 2,4 0,9 – 1,2	>2,4 >1,2

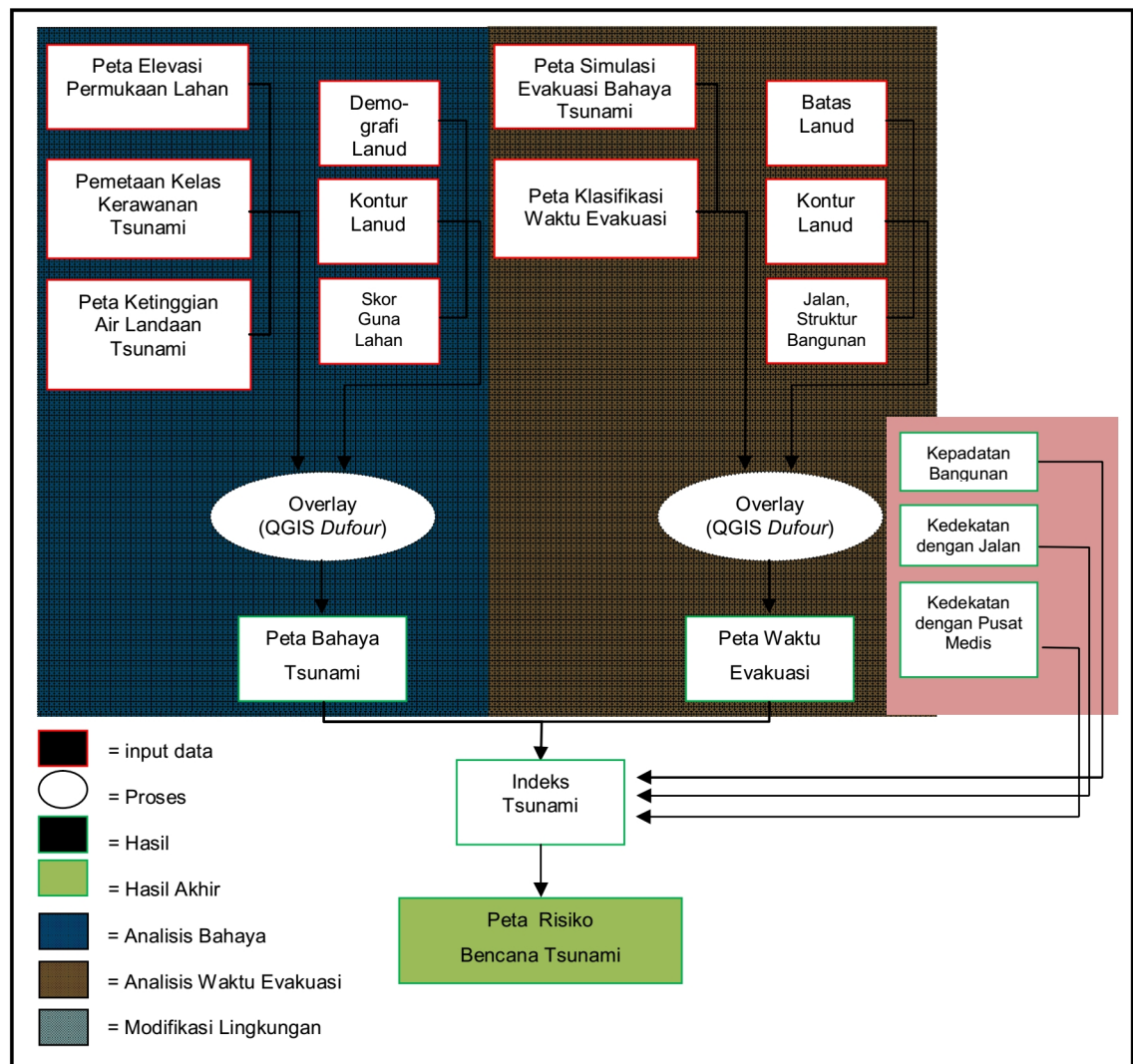
Sumber : RTRW Kota Padang 2004-2013

Jalan merupakan fasilitas penting dalam kondisi darurat. Kedekatan bangunan dengan jalan membuat proses evakuasi dan distribusi bantuan semakin mudah. Bangunan yang jauh dari akses jalan akan semakin sulit dijangkau oleh pelayanan pemerintah (Saputra et.al, 2011). Jenis jalan yang digunakan dalam analisis ini mengacu pada RTRW Kota Padang yang mengklasifikasikan jalan sebagai berikut:

- a. Jalan Arteri Primer, lebar 18-24 meter.
- b. Jalan Arteri Sekunder, 18 meter.
- c. Jalan Kolektor Sekunder, lebar 10 meter.
- d. Jalan Lokal Primer, 8 meter.
- e. Jalan Lokal Sekunder, 6 meter.

Lanud Padang memiliki kedekatan dengan jalan arteri primer, arteri sekunder, kolektor sekunder. Namun ukuran kedekatan yang dipakai mengacu pada penelitian Ping Ai, (2005) yaitu 0 – 100 meter, 100 – 300 meter, > 300 meter (Saputra et.al, 2011, p.39). Jarak dari pusat pelayanan medis secara tidak langsung dapat meningkatkan risiko gempa bumi yang ditimbulkan. Ping Ai, (2005) mengklasifikasikan jarak terhadap pusat pelayanan medis antara 0 – 300 m, 300 – 1500 m, dan > 1500 m (Saputra et.al, 2011, p.40). Hasil akhir berupa Peta Risiko Bencana Tsunami. Diagram alir analisis bahaya tsunami dapat dilihat pada Gambar 3.17. 3.5.3 Upaya Lanud Padang dalam Pengurangan Risiko Bencana

Analisis upaya yang dilakukan Lanud melalui analisis peningkatan infrastruktur dan peningkatan kapasitas. Analisis data dalam upaya peningkatan infrastruktur dan peningkatan kapasitas ini didapatkan melalui studi literatur, rekapitulasi data mentah, catatan observasi lapangan, deskripsi tugas pokok dan fungsi Lanud, peta dan data pendukung lainnya yang didapat dari Lanud Padang.



Gambar 3.19. Diagram Alir Analisis Bahaya Tsunami

Sumber : Pengolahan Data (2014)

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Daerah Penelitian

4.1.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

Lanud Padang merupakan satuan pelaksana Komando Operasi TNI Angkatan Udara I (Koopsau I) yang secara administratif berada di Kecamatan Koto Tengah, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Berdasarkan peta wilayah administrasi Kota Padang tahun 2009, Kecamatan Koto Tengah berjarak 7 km dari pusat Kota Padang dan berbatasan langsung dengan Kabupaten Padang Pariaman di bagian utara. Di sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Padang Utara, Kecamatan Nanggalo dan Kecamatan Kuranji. Di sebelah Barat berbatasan dengan Samudera Indonesia dan di sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Pauh dan Kabupaten Solok (Gambar 4.1). Hasil sensus BPS (2010), menerangkan bahwa Kecamatan Koto Tengah terdiri dari 13 kelurahan, yaitu Kelurahan Dadok Tunggul Hitam, Air Pacah, Lubuk Minturun, Bungo Pasang, Parupuk Tabing, Batang kabung, Lubuk Buaya, Padang Sarai, Koto Panjang Ikua Koto, Pasir Nan Tigo, Koto Pulai, Balai Gadang dan Batipuh Panjang, dan Lanud Padang sebagai daerah penelitian berada di wilayah Kelurahan Parupuk Tabing.

Lanud Padang dengan menggunakan georeferensi WGS 84/UTM zone 49S¹⁹ terletak di Koordinat A = 100.35243,-0.89233, Koordinat B = 100.36036,-0.88834, Koordinat C = 100.36077,-0.87112 , Koordinat D = 100.35513,-0.87133 , Koordinat E = 100.35285,-0.86708 , Koordinat F = 100.34480,-0.87074. Koordinat ini terbaca di *Digital Globe Image* dengan

¹⁹ Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN-95) merupakan referensi tunggal dalam pengelolaan (pengumpulan, penyimpanan dan penggunaan) data geospasial pada strata lokal, regional, nasional dan internasional. DGN-95 adalah datum geodesi yang geosentris dan diberlakukan untuk keperluan survei dan pemetaan di seluruh wilayah NKRI, ditetapkan melalui Surat Keputusan Kepala Bakosurtanal Nomor :HK.02.04/III/KA/96 tanggal 12 Februari 1996. DGN-95 ini berparameter elipsoid sama dengan *World Geodetic System 1984 (WGS-84)*. UTM Zone 49S adalah untuk penomoran zona dalam UTM di wilayah Indonesia, dengan batas 108⁰-114⁰ (Bakosurtanal, 2005)

Koordinat A = $100^{\circ}21'08.81''$ E, $0^{\circ}53'32.53''$ S; Koordinat B = $100^{\circ}21'38.61''$ E, $0^{\circ}53'17.99''$ S; Koordinat C = $100^{\circ}21'38.61''$ E, $0^{\circ}52'15.98''$ S; Koordinat D = $100^{\circ}21'18.35''$ E, $0^{\circ}52'16.81''$ S; Koordinat E = $100^{\circ}21'10.18''$ E, $0^{\circ}52'01.43''$ S; Koordinat F = $100^{\circ}20'41.25''$ E, $0^{\circ}52'14.38''$ S, lebih jelasnya bisa dilihat dalam Gambar 4.2.

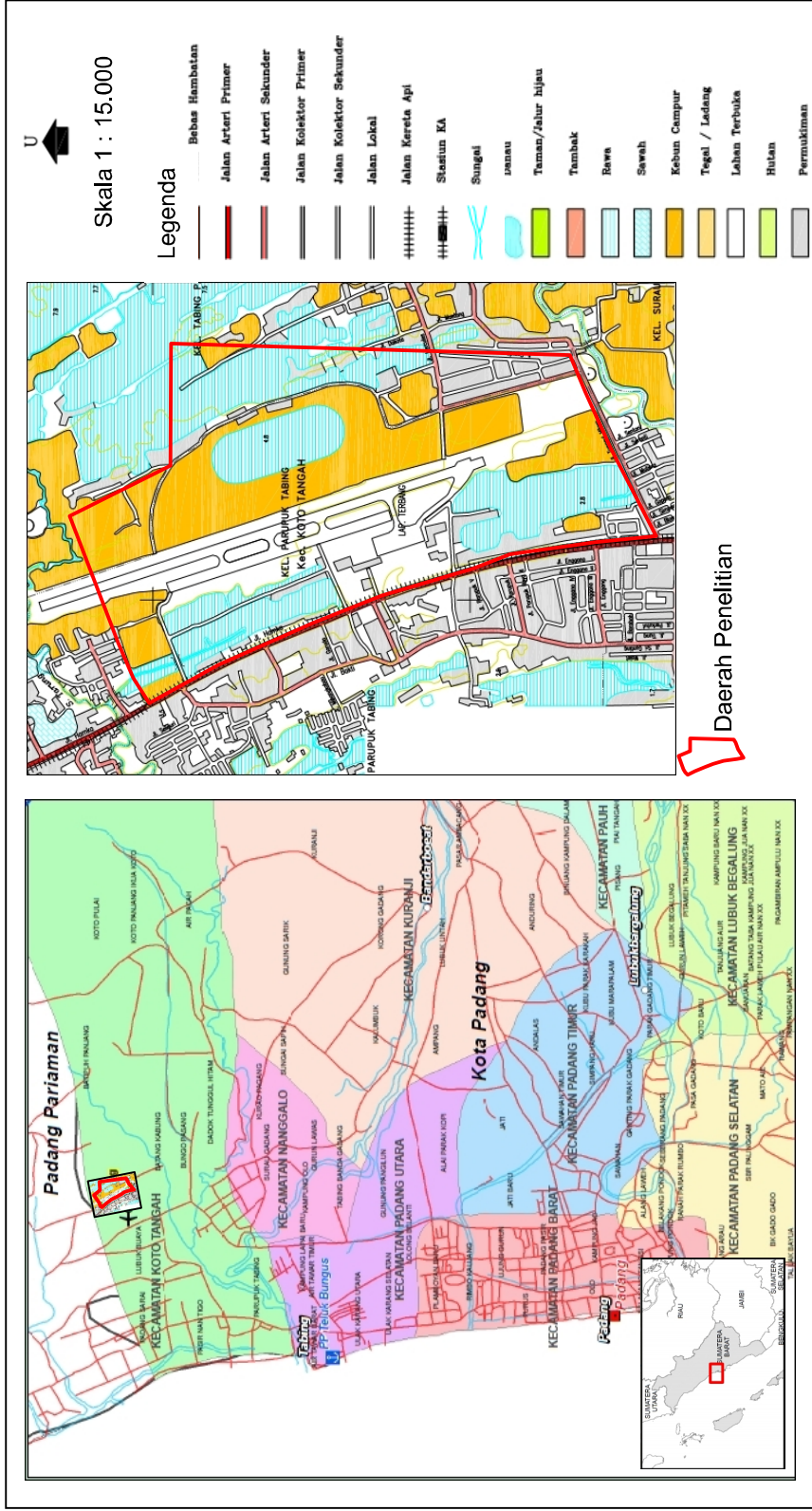
Organisasi Lanud Padang dibentuk berdasarkan Keputusan Kasau Nomor Skep/12/II/1986 tanggal Februari 1986 dan Surat Keputusan Pangkoopsau I Nomor Skep/35/XII/1986 tanggal 31 Desember 1986. Organisasi ini disusun dalam dua tingkat yakni:

a. Tingkat Markas Pangkalan

1. Eselon Pemimpin: Komandan Pangkalan, disingkat Danlanud
2. Eselon Pembantu Pemimpin/Staf:
 - a) Ruang Operasi, disingkat Ruops.
 - b) Intelijen dan Pengamanan, disingkat Intelpam.
 - c) Kesehatan, disingkat Kes.
 - d) Program dan Anggaran, disingkat Progar.
 - e) Pekas
 - f) Pengadaan, disingkat Ada.
 - g) Gudang Persediaan Lanud, disingkat GPL.
 - h) Hukum, disingkat Kum.
 - i) Penerangan dan Perpustakaan, disingkat Pentak.
3. Eselon Pelayanan :
 - a) Sentral Komunikasi, disingkat Senkom.
 - b) Sekretariat, disingkat Set
4. Eselon Pembantu Pimpinan/Staf Pelaksana:
 - a) Dinas Operasi, disingkat Disops.
 - b) Dinas Personel, disingkat Dispers.
 - c) Dinas Logistik, disingkat Dislog.

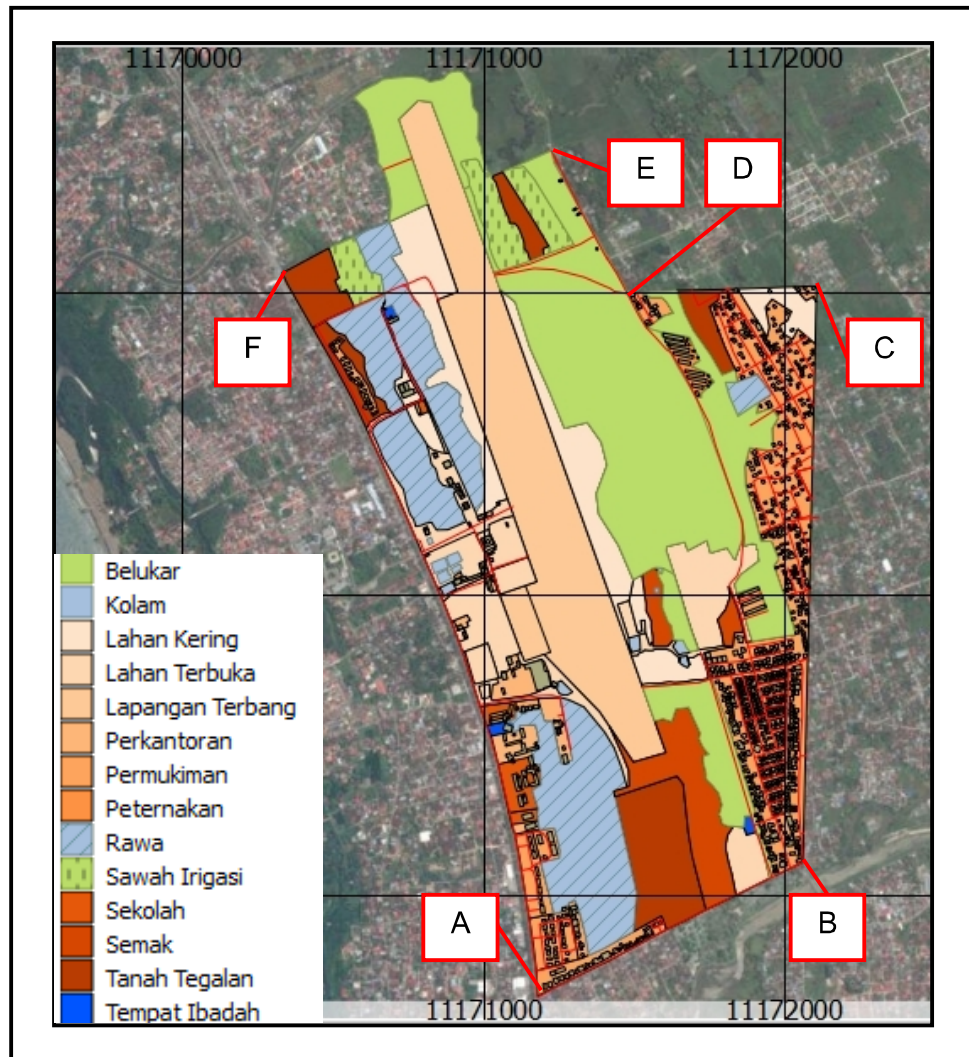
b. Tingkat Pelaksana: Satuan Polisi Militer, disingkat Satpom.

Lebih jelasnya organisasi Lanud Padang ini di gambarkan dalam sebuah Struktur Organisasi seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.1 Peta digital Lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014 (berdasar Peta Dasar Digital Kota Padang Skala 1:15.000, Peta Administrasi Kota Padang Skala 1:35.000)



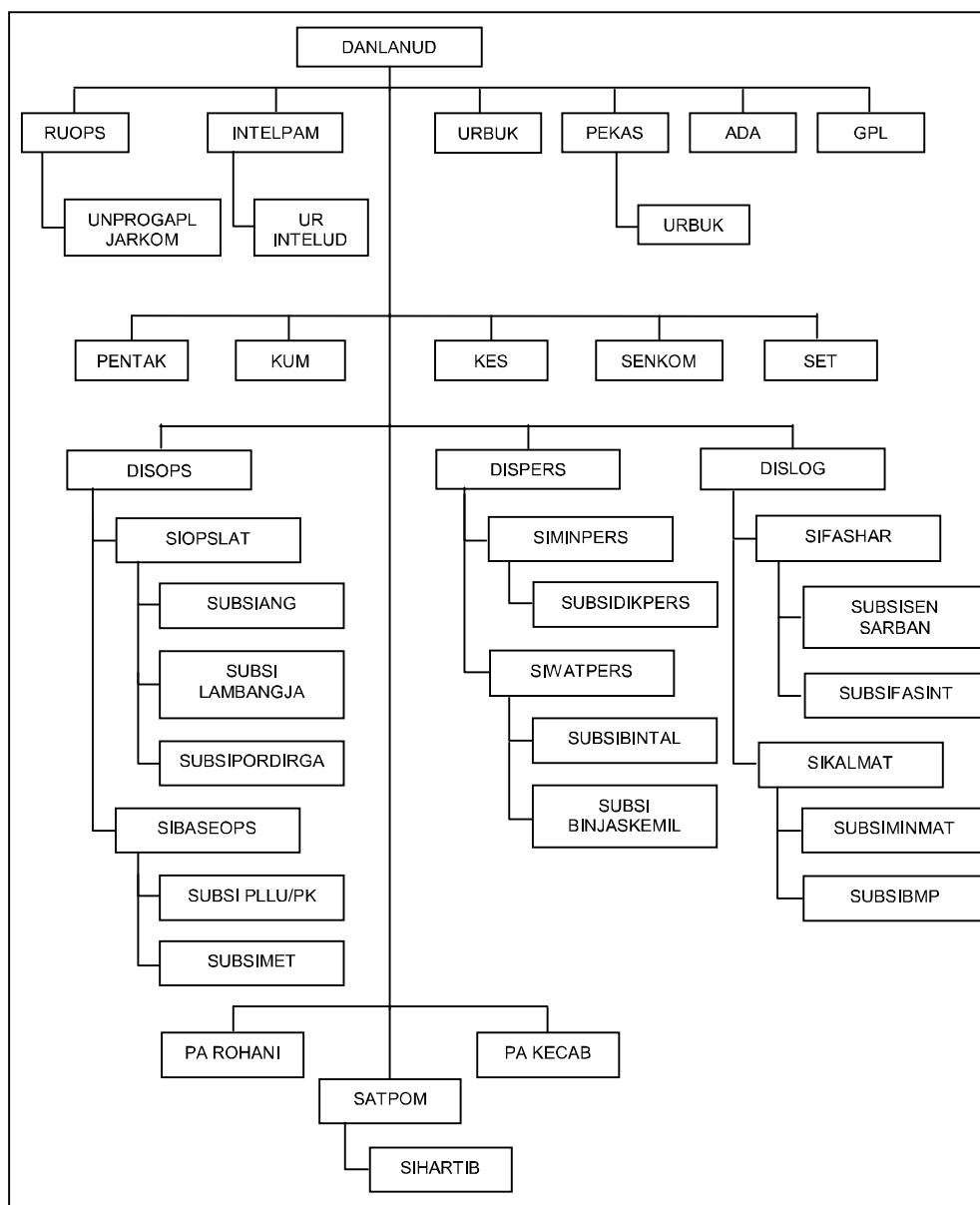
Gambar 4.2 Koordinat Lanud Padang dalam WGS-84/UTM zone 49S

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

Visi Lanud Padang adalah mampu menyiapkan dan melaksanakan Dukungan Operasi Udara dan mendukung Pertahanan Wilayah dalam rangka Menegakkan Pertahanan Negara di Udara. Sedangkan misinya adalah:

- a. Melaksanakan Pembinaan Personel dalam jajarannya untuk dapat mempertahankan dan mempertinggi kemampuan operasional.

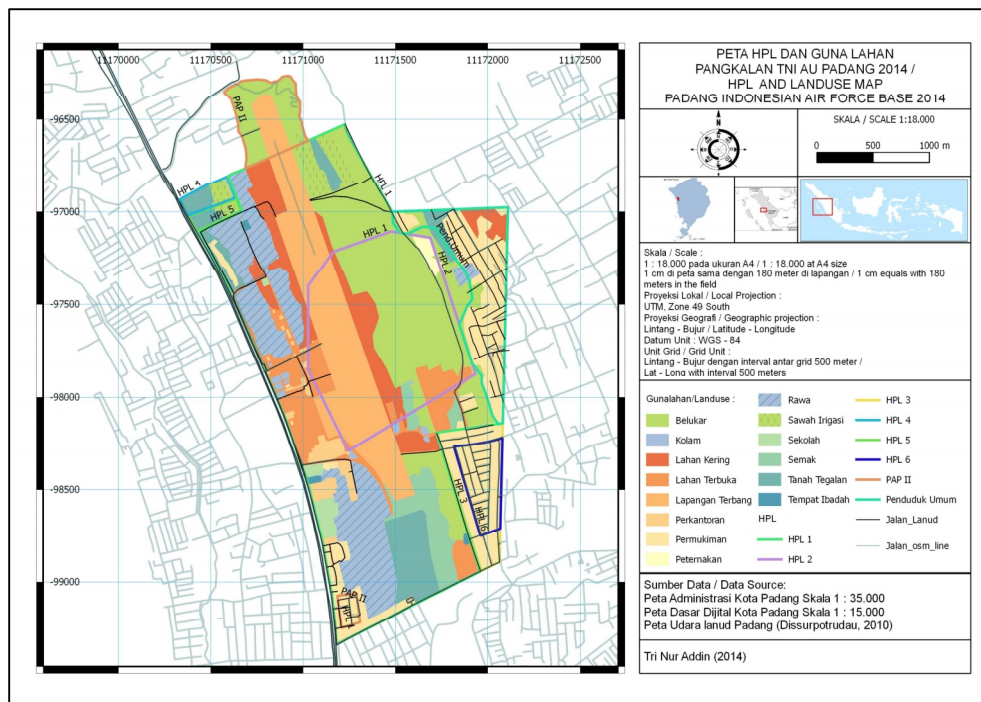
- b. Merencanakan dan melaksanakan latihan agar setiap saat mampu mendukung pelaksanaan operasi.
- c. Menyelenggarakan operasi-operasi udara dan keamanan Pertahanan Pangkalan.
- d. Melaksanakan Pembinaan Potensi Dirgantara.



Gambar 4.3 Struktur organisasi Lanud Padang

Sumber: Mabasau (2002)

Lanud Padang terbagi menjadi 6 aset tanah Hak Pengelolaan (HPL) dan 2 aset tanah terklasifikasi²⁰. Aset tanah HPL yaitu HPL 1 memiliki luas 900.811 m² dengan 14 klasifikasi gunalahan, HPL 2 memiliki luas 1.952.749 m² dengan 9 klasifikasi gunalahan, HPL 3 memiliki luas 65.000 m² dengan 4 klasifikasi gunalahan, HPL 4 memiliki luas 64.412 m² dengan 3 klasifikasi gunalahan, HPL 5 memiliki luas 39.000 m² dengan 3 klasifikasi gunalahan dan HPL 6 memiliki luas 71.500 m² dengan 1 klasifikasi gunalahan. Aset tanah terklasifikasi terdiri dari HPL PAP II dengan 1 klasifikasi gunalahan dan aset tanah Lanud yang dihuni masyarakat umum 5 klasifikasi gunalahan. Daftar HPL dan Peta HPL Lanud Padang beserta luas dan gunalahannya dapat dilihat di Tabel 4.1 (Lampiran 4.1) dan Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta HPL dan guna lahan Lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

²⁰ Terklasifikasi maksudnya adalah bahwa aset tanah ini digunakan oleh instansi samping (Dinas Perhubungan untuk perumahan, perumahan PT. PAP II dan Perumahan Meteo) dan penduduk yang membangun permukiman di lahan Lanud.

Tabel 4.2 Jumlah penduduk kasar di Lanud Padang berdasarkan daerah permukiman

No	Nama HPL	Luas Permukiman (m ²)	Jumlah Penduduk (jiwa)
1.	HPL 1 (Lanud)	12.491,43	539
2.	HPL 2 (Lanud)	Tidak Ada Permukiman	Tidak Ada Permukiman
3.	HPL 3 (Perum Angkasa Puri)	57.077,61	777
4.	HPL 4 (PT. Sapta Dirgantara)	Tidak Ada Permukiman	Tidak Ada Permukiman
5.	HPL 5 (PT. Sapta Dirgantara)	Tidak Ada Permukiman	Tidak Ada Permukiman
6.	HPL 6 (Perumdam)	33.488,73	1007
7.	HPL PAP II	4.228,99	127
8.	Penduduk umum	282.348,31	984

Sumber: BPS, 2010 dan Pengolahan Data Primer, 2014

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas, HPL 6 (Perumdam²¹) merupakan daerah yang terpadat penduduknya, disusul berturut-turut daerah penduduk umum, HPL 3, HPL 1 dan PT. Angkasa Pura II (PAP II). Perumdam terletak di Tenggara Lanud Padang yang dilalui oleh jalan lokal primer penghubung Lanud dengan kelurahan-kelurahan di Kota Padang seperti Dadok Tunggul Hitam dan Bungo Pasang. Seluruh daerah Perumdam merupakan dataran aluvial yang kaya akan kandungan air tanah.

Daerah dengan batas tanah yang dihuni penduduk umum merupakan daerah terpadat kedua setelah Perumdam. Daerah ini terletak di Timur Laut Lanud Padang yang didominasi jalan lokal sekunder sebagai penghubung Lanud dengan kelurahan Batang Kabung. Seluruh daerah merupakan dataran aluvial dengan sebaran rumah yang cenderung acak di jenis tanah tegalan dan mengelompok di jenis tanah lahan kering. Di bagian Barat daerah ini dibatasi oleh jalan lokal sekunder dari Komplek

²¹ Pelepasan tanah dari HPL 1 seluas 71.500 m² menjadi HPL Nomor 6 tahun 1980, berdasarkan Skep Kasau Nomor Skep/13/IV/1980 tanggal 4 April 1980 yang dimanfaatkan untuk Perumahan Kodam 17 Agustus

Rajawali sampai jalan setapak *VOR*²² sekaligus berbatasan dengan daerah peternakan ayam (kandang ayam).

HPL 3 (Perumahan Angkasa Puri²³) berlokasi di sebelah Tenggara berbatasan langsung dengan Perumdam di bagian Timur. Seluruh daerah nya merupakan dataran aluvial. Sama seperti permukiman di daerah Perumdam yang cenderung mengelompok, Perumahan (Perum) Angkasa Puri juga dilalui oleh jalan lokal primer penghubung Lanud dengan kelurahan-kelurahan di Kota Padang seperti Dadok Tunggul Hitam dan Bungo Pasang. Di sebelah Utara berbatasan langsung dengan daerah *Golf Driving Range* Lanud dan sebelah Barat berbatasan dengan hutan campuran pembatas lapangan terbang Lanud.

HPL 1 merupakan daerah utama Lanud dengan daerah sebelah Barat berbatasan dengan jalan arteri primer penghubung Lanud dengan kelurahan-kelurahan di Kota Padang seperti Pasir Nan Tigo, Padang sarai dan Lubuk Buaya, juga sebagai penghubung dengan kota-kota lain di Sumatera Barat seperti Padang Pariaman, Padang Panjang, Payakumbuh dan Bukittinggi di sebelah Utara dan Kota Pesisir Selatan di sebelah Selatan. Seluruh daerahnya merupakan dataran aluvial dengan permukiman cenderung mengelompok sepanjang lokal primer dan lokal sekunder (tunggul hitam).

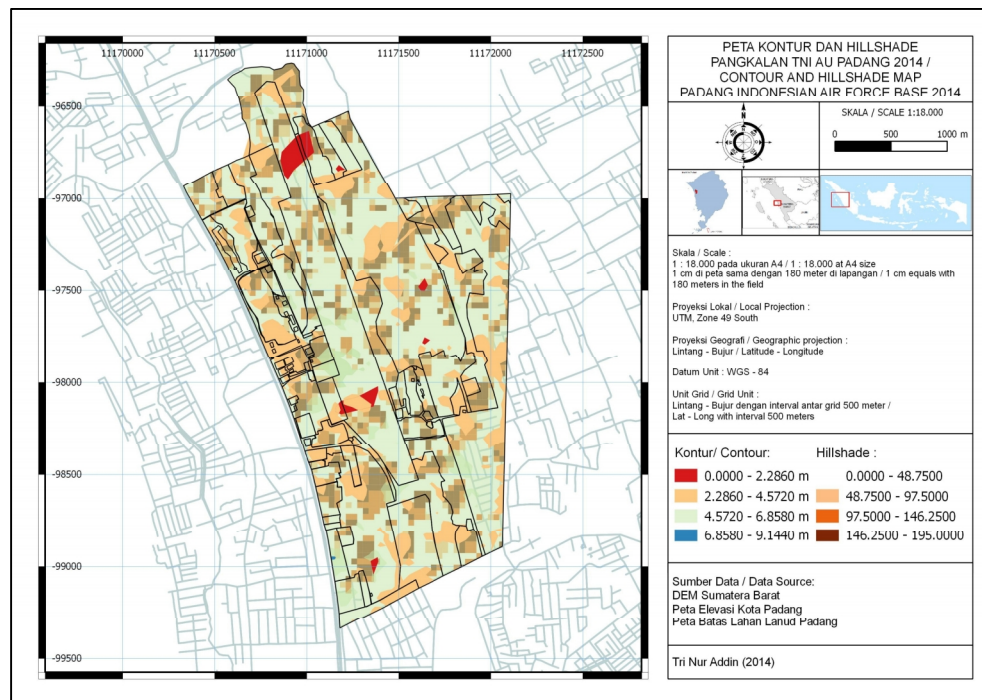
PAP II terdapat di dalam daerah utama Lanud yang terletak di Barat Daya Lanud berbatasan dengan Komplek Perumahan Air Tawar. Seluruh daerahnya merupakan dataran aluvial dengan permukiman yang mengelompok. Daerah ini hanya terdapat jalan lokal sekunder yang terhubung antar komplek di dalam Lanud saja, dan sebelah Barat berbatasan dengan jalan lokal primer Lanud.

²² *Very High Frequency Omnidirectional Range* (VOR) adalah fasilitas navigasi penerbangan yang bekerja dengan menggunakan frekuensi radio, merupakan tuntunan untuk melakukan perjalanan dari satu tempat ke tempat yang lain dengan jalur/rute yang aman.

²³ Pelepasan tanah dari HPL 1 seluas 65.000 m² menjadi HPL Nomor 3 tahun 1980, berdasarkan Skep Kasau Nomor Skep/13/IV/1980 tanggal 4 April 1980 yang dimanfaatkan untuk Perumahan Angkasa Puri.

4.1.2 Kondisi Topografi

Topografi Lanud termasuk dalam Kawasan Budidaya dengan kontur lahan 0-2%. Penentuan kawasan ini berdasarkan RTRW Kota Padang yang menyebut Kawasan Eks Bandara Tabing (Lanud Padang) sebagai pusat pelayanan ekonomi/bisnis skala kota. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 837/Kpts/Um/11/1980 tentang kriteria dan tata cara penetapan hutan lindung dan produksi, pada sub bahasan klasifikasi dan nilai skor faktor kelerengan, setelah data primer diproses menggunakan *software QuantumGIS*, diperoleh hasil Lanud Padang terletak pada ketinggian 0-9,14 meter di atas permukaan laut (mdpl), yang seluruhnya didominasi oleh litologi batuan aluvial. Elevasi 0-2,28 mdpl sebesar 7,3% dari daerah Lanud, berturut-turut disusul elevasi 2,28-4,57 mdpl sebesar 56,74%, elevasi 4,57-6,85 mdpl sebesar 35,39% dan elevasi 6,85-9,14 mdpl sebesar 0,56%. Sebagian besar daerah Lanud berada di ketinggian 2,28-4,57 mdpl. Gambaran kondisi kontur tanah Lanud Padang dapat dilihat dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Peta kontur dan *hillshade* Lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.1.3 Kondisi Geologi

Kondisi geologi Lanud Padang diperoleh berdasarkan hasil penelitian para ahli yang meneliti Kota Padang dipadukan dengan hasil observasi peneliti di lapangan. Menurut Kastowo (1973), Silitonga (1975), dan Rosidi (1976), daerah Padang dan sekitarnya terdiri dari batuan 3 litologi utama, yakni Pratersier, Tersier dan Kwarter (Prabowo, 2007, p.7) dengan perincian:

a. Pratersier

Terdiri dari Formasi Kuantan, Formasi Barisan dan Formasi Siguntur. Kastowo dan Gerard (1973), menyatakan bahwa batuan tertua yang tersingkap di sekitarnya berumur Pra_tersier (Jura), terdiri dari batuan meta sedimen (batu pasir metamorf, batu lanau metamorf) yang berasosiasi dengan filit dan batu lempung tufa yang terkersikan (batu lempung kersikan) dan kelompok batu gamping kristalin bersifat marmeran (Prabowo, 2007, p.8).

Formasi Kuantan beranggotakan filit dan serpih, berwarna kemerahan sampai coklat dengan interkalasi tipis sabak, kuarsit, serpih, rijang dan aliran lava andesitik sampai basaltik. Batuan ini dijumpai disekitar Indarung dan berumur Perm. Batu gamping berwarna putih sampai abu-abu, massif, berinterkalasi tipis dengan sabak, serpih, filit dan kuarsit umumnya membentuk topografi karst, dijumpai di daerah Bukit Karang Putih, Bukit Batu Gadang, Bukit Batu Terjarang dan Indarung. Umur batuan adalah permokarbon.

Formasi Barisan beranggotakan filit, sabak, batugamping, hornels dan *greywacke* berumur Perm. Formasi Siguntur beranggotakan kuarsit, serpih dan sabak dijumpai di daerah Siguntur berumur Trias.

b. Tersier

Terdiri dari Formasi Painan dan Intrusi Granit. Merupakan kelompok batuan vulkanik yang terdiri dari aliran lahar,

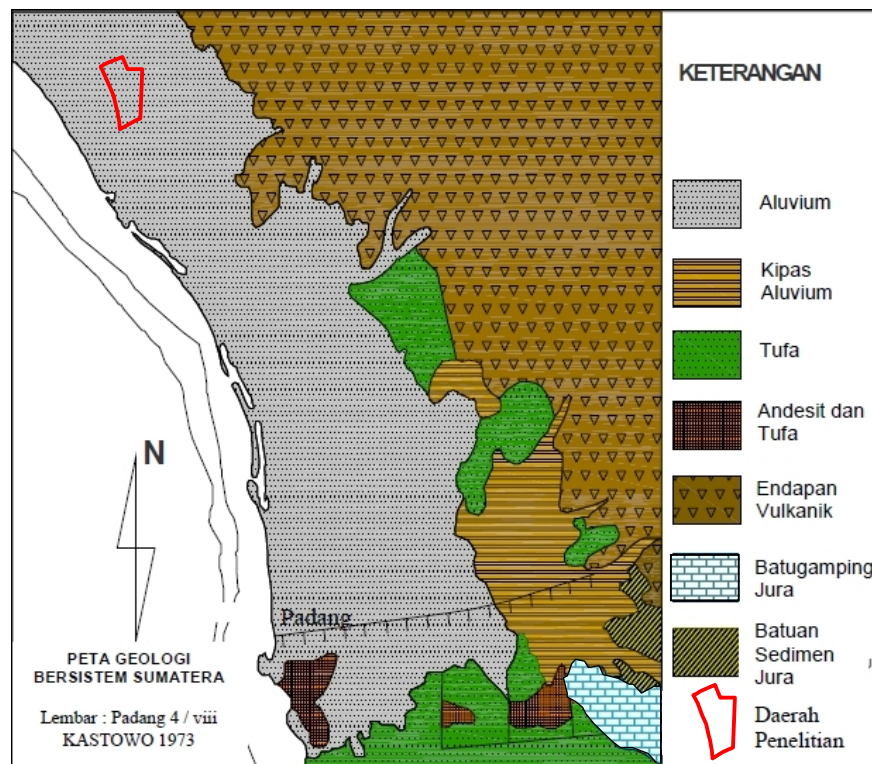
konglomerat, perselingan antara andesit dan tufa serta tufa kristal yang sangat keras, pejal dan tersemen baik.

Formasi Painan terdiri dari batuan vulkanik mengandung lava, breksi, breksi tufa, umumnya berkomposisi andesitik dan dasitik, dijumpai sepanjang pesisir Barat Padang. Umur batuan adalah Ologosen. Intrusi granit, berumur Miosen atas, berrwarna abu-abu terang sampai abu-abu kehijauan, komposisi berkisar antara biotit granit sampai granit.

c. Kwarter

Terdiri dari produk Gunung Api Kerinci dan Gunung Tujuh serta endapan paling muda kipas aluvial dan endapan alluvial, terdiri dari breksi tufa, lahar dan aliran lava. Endapan paling muda terdiri dari kipas alluvial dan endapan aluvial.

Ketiga litologi ini dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan stratigrafi batuan pada Tabel 4.3.



Gambar 4.6 Peta geologi Kota Padang

Sumber: Peta Geologi Kota Padang, Skala 1: 250.000, Kastowo *et al.* (1973)

Tabel 4.3 Stratigrafi Batuan Kota Padang

UMUR		SATUAN BATUAN	KETERANGAN
KWARTER		Qal	Qal= Aluvium: Lanau, pasir, kerikil-bongkah batuan.
TERSIER	PLIOSEN	QTi	QTi= Tufa Kristalin: telah mengeras, massif dan tersemen kelabu tua-kehijauan, mengandung masa dasar serabut gelas dengan fragmen kwarsa, plagioklas dan batuan gunung api berkomposisi menengah-asam.
	MIOSEN	QTta	QTta= Andesit dan Tufa: perselingan dan/atau andesit sebagai inklusi di dalam tufa.
PRATERSIER	KAPUR	Cl	Cl= Batugamping hablur: putih-keabuan (segar). Kelabu gelap (lapuk), besar butir 0.5 – 5 mm, massif, berongga, adanya perlapisan, ciri khas membentuk punggung tajam.
	JURA	Js	Js= Kwarsir, Serpih, Batulanau: kwarsit, massif, kelabu kehijauan, sedikit terubah. Serpih berwarna biru tua. Batulanau massif, terkersikan, berwarna biru tua. Batu sabak dijumpai sisipan dalam kwarsit.
			Tmb

Sumber: Kastowo *et al.* (1973)

Berdasarkan penelitian tersebut, Lanud Padang termasuk dalam Zona Dataran Aluvial Pantai Barat Sumatera. Dataran aluvial mencakup Kota Padang hingga Kota Pariaman, yang tersusun oleh endapan yang bersifat lepas, berupa lempung, lempung pasiran dan pasir kerikilan (Dwikorita *et al.*, 2009). Endapan kipas aluvial ini merupakan hasil rombakan Gunung Api yang terdiri atas bongkahan batuan beku, kerakal, kerikil, pasir dan lanau yang bersifat lepas (Kastowo *et al.*, 1973).

Berdasarkan Peta Geologi Lembar padang, skala 1:250.000 (Kastowo *et al.*, 1973) terdapat sesar geser dan normal dari arah Timur→Barat dan dari arah Utara→Selatan. Struktur daerah ini terdiri dari batuan granit pluton dan sesar Semangko terutama pada batuan Pratersier yang secara umum terlipat sangat kuat dan terpatahkan. Hal ini

sesuai dengan hasil penelitian Dwikorita *et al.* (2009), bahwa patahan aktif yang dikenal dengan nama sesar Semangko ini adalah kawasan perbukitan dengan penyusun berupa retakan-retakan batuan yang bersifat rapuh. Keberadaan sesar tersebut baik sesar normal maupun sesar mendatar dapat mengindikasikan bahwa Kota Padang secara luas merupakan daerah dengan tingkat seismisitas yang tinggi. Hal ini dikarenakan pusat-pusat gempabumi seringkali terjadi pada zona-zona sesar.

4.2 Analisis Risiko Bencana Gempabumi

4.2.1 Analisis Bahaya Gempabumi

Analisis bahaya gempabumi dilakukan berdasarkan informasi geologi dan data indeks seismik Sumatera Barat di segmen Mentawai yang diperoleh dari penelitian sebelumnya. Hasil penelitian Indeks Seismik di Sumatera Barat menunjukkan Kabupaten Kepulauan Mentawai di Sumatera Barat mempunyai nilai indeks seismik rata-rata sebesar $7,50 \pm 0,82$ (Edwiza, 2008), tertinggi di Sumatera Barat. Harga indeks di sini 7,50 dengan deviasi standar 0,82, yang berarti bahwa gempabumi dangkal sering terjadi di daerah ini. Dengan demikian bahaya seismik di daerah ini bisa mencapai 8,32. Zona ini mempunyai potensi gempa yang sangat tinggi sebagai generator gempa merusak. Dari Mentawai mendekati daratan Sumatera, pusat gempa semakin dalam.

Penelitian yang dilakukan Edwiza ini hampir sama nilainya dengan hasil penelitian Chasanah *et al.* (2013), yang menyebutkan daerah Sumatera Barat memiliki indeks seismik untuk magnitudo 5-9 SR yaitu antara 10,142-0,022 pada periode tahun 1961-2010. Periode ulang gempabumi untuk rentang magnitudo 5-9 SR adalah berkisar antara 0,099-45,302 tahun atau setara dengan 36-16.535 hari. Indeks seismik yang tinggi ini dibuktikan dengan seringnya terjadi gempabumi dangkal pada kedalaman 17,6-35,1 km dengan magnitudo antara 5,3-5,6 SR yang dapat mengakibatkan kerusakan yang cukup signifikan, terutama di wilayah daratan.

Setiap satuan litologi mempunyai nilai indeks seismik yang berbeda. Saputra *et al.* (2011), menyebutkan besar kecil indeks seismik dipengaruhi kondisi geologi di bawahnya. Berbeda kondisi geologinya maka nilai indeks seismik akan berbeda pula. Lanud Padang memiliki kondisi geologi dengan jenis tanah lunak dengan litologi aluvium. Desain Respon Spektra (SNI 2012), mendefinisikan tanah lunak dengan jenis litologi aluvium memiliki mode getar *low frequency, long period*, yakni frekuensi rendah dengan periode getar lebih lama (Hanna *et al.*, 2014). Sesuai hasil penelitian yang dilakukan Saputra *et al.* (2011), indeks seismik untuk litologi aluvium dengan indikator jenis batuan yang terdiri dari kerakal, pasir, lanau dan lempung memiliki indeks antara 2,1-3,8. Formasi Gunung Api dengan indikator jenis batuan yang terdiri dari tuf, abu, breksi dan lava memiliki indeks 7,0-13,0 dan formasi painan dengan indikator jenis batuan yang terdiri dari breksi vulkanik, breksi aglomerat, lava dan tuf memiliki indeks 0,2-0,3. Berdasar kondisi ini dapat disimpulkan bahwa daerah yang memiliki litologi Gunung Api memiliki tingkat kerawanan tinggi, kemudian daerah dengan litologi Formasi Painan memiliki tingkat kerawanan sedang dan daerah yang memiliki litologi aluvium memiliki tingkat kerawanan rendah.

Dari data primer yang diproses melalui *software QuantumGIS* dan mengacu pada Surat Keputusan Menteri Pertanian dalam menggunakan teknik penilaian lahan, Nomor 837/Kpts/Um/11/1980 dan Nomor 683/Kpts/UM/8/1981 tentang kriteria dan tata cara penetapan hutan lindung dan produksi, pada sub bahasan klasifikasi dan nilai skor, diperoleh hasil bahwa Lanud Padang memiliki tingkat kerawanan rendah berdasarkan analisis litologi. Namun demikian, tingkat bahaya gempabumi di Lanud Padang berada pada level tinggi berdasarkan indeks seismik rata-rata yang telah disebutkan sebelumnya.

Data indeks seismik ini selanjutnya ditumpangsusunkan dengan data HPL Lanud dan kepadatan penduduk di tiap-tiap HPL, dengan hasil akhir sebuah klasifikasi tingkat bahaya gempabumi yaitu:

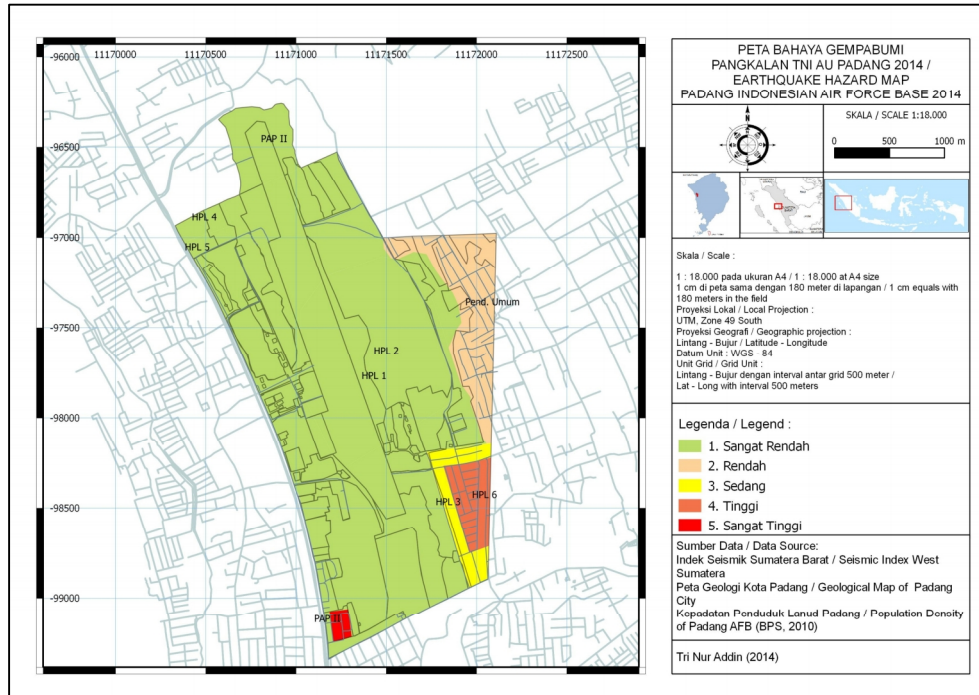
- tingkat bahaya sangat tinggi berada pada HPL PAP II memiliki dengan kepadatan penduduk tertinggi yakni 2,376→3;
- tingkat bahaya tinggi berada pada HPL 6 (Perumdam) dengan kepadatan penduduk 1,408→2;
- tingkat bahaya sedang berada pada HPL 3 (Perumahan Angkasa Puri) dengan kepadatan penduduk 1,195→2;
- tingkat bahaya rendah berada pada daerah Penduduk Umum dengan kepadatan penduduk 0,258→1; dan
- tingkat bahaya sangat rendah berada pada HPL 1 dengan kepadatan penduduk 0,059→1.
- Untuk HPL 5, HPL 4, HPL PAP II (ujung *runway* 16) dan HPL 2 tidak ada permukiman penduduk sehingga masuk dalam klasifikasi tingkat bahaya sangat rendah.

Kepadatan penduduk ini dapat dilihat dalam Tabel 4.4 dan Peta Bahaya Gempabumi Lanud Padang pada Gambar 4.7.

Tabel 4.4 Kepadatan penduduk kasar di Lanud Padang berdasarkan luas daerah permukiman

No	Nama HPL	Luas Permukiman (m ²)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk
1.	HPL 1	12.491,43	539	0,059→1
2.	HPL 2	Tidak Ada Permukiman	Tidak Ada Permukiman	0
3.	HPL 3	57.077,61	777	1,195→2
4.	HPL 4	Tidak Ada Permukiman	Tidak Ada Permukiman	0
5.	HPL 5	Tidak Ada Permukiman	Tidak Ada Permukiman	0
6.	HPL 6	33.488,73	1007	1,408→2
7.	HPL PAP II	4.228,99	127	2,376→3
8.	Penduduk Umum	282.348,31	984	0,258→1

Sumber: BPS, (2010) dan Pengolahan Data Primer, (2014)



Gambar 4.7 Peta bahaya gempabumi Lanud Padang berdasarkan indeks seismik, jenis litologi dan kepadatan penduduk

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

4.2.2 Analisis Kerentanan Bangunan

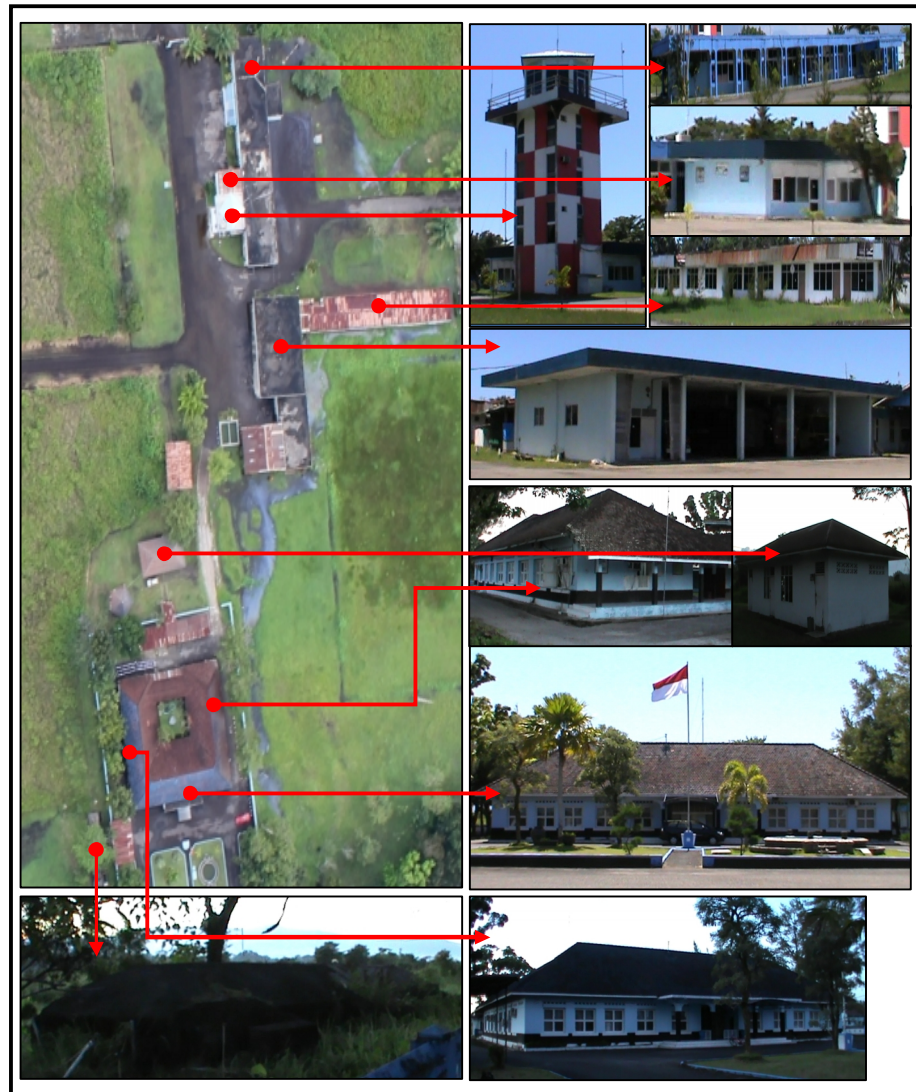
4.2.2.1 Ekstraksi Data Tapak Bangunan

Data tapak bangunan didapatkan melalui interpretasi citra pemotretan udara Lanud Padang dan sekitarnya tahun 2010. Interpretasi ini mengidentifikasi bangunan melalui bentuk, warna dan bayangan. Warna atap tergantung jenis material atap yang digunakan, terdapat empat jenis material atap di daerah penelitian yakni atap genteng, atap seng, atap fiber dan atap semen (cor). Berdasarkan catatan wawancara dengan Mayor Sus Eko (Kasubsi Rekkon Subdisranton Disfaskonau) mengatakan:

“Jenis material atap bangunan TNI AU menggunakan genteng, asbes, seng, spandek, trimdek atau atap beton. Untuk perkantoran menggunakan trimdek bermaterial ringan, untuk gudang amunisi menggunakan beton.”

Setiap material atap memiliki warna berbeda. Atap seng dan atap fiber paling banyak digunakan. Atap seng dicirikan dengan warna abu-abu

hingga coklat tua bergaris, biru bergaris, merah tua dan coklat muda seperti pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9. Atap genteng dan fiber sekilas memiliki warna yang hampir sama, yang membedakan jika atap genteng memiliki garis-garis kotak lebih padat daripada atap fiber. Atap seng dan cor memiliki warna yang hampir sama, yang membedakan jika atap seng masih baru, terlihat abu-abu bersih dan mengkilap. Atap cor terlihat lebih kusam dan kehitaman.



Gambar 4.8 Citra potret udara atap bangunan dengan material seng dan cor

Sumber: Interpretasi Potret Udara Lanud Padang (2010)



Gambar 4.9 Citra potret udara atap bangunan dengan material genteng dan fiber

Sumber: Interpretasi Potret Udara Lanud Padang (2010)

Bentuk bangunan dapat diketahui dari bentuk atap, karena bentuk atap identik dengan bentuk dasar bangunan. Terdapat dua tipe dasar bangunan, yaitu beraturan dan tidak beraturan. Bentuk beraturan berupa persegi dan persegi panjang, sedangkan bentuk tidak beraturan meliputi bentuk bangunan yang menyerupai huruf T, L, O, H, U dan \boxplus . Bentuk bangunan yang ditemukan di daerah penelitian mayoritas berbentuk beraturan dan sebagian kecil lainnya berbentuk tidak beraturan menyerupai huruf L, U dan \boxplus .

Interpretasi ini juga menganalisis aspek bayangan dengan pertimbangan bahwa bangunan merupakan obyek yang memiliki dimensi tinggi. Pada pemotretan siang hari bangunan memiliki unsur bayangan. Obyek yang memiliki warna dan bentuk seperti bangunan namun tidak memiliki bayangan tidak dianggap sebagai bangunan. Beberapa obyek tersebut diantaranya adalah lantai cor parkir kendaraan, lapangan tenis, lapangan futsal, tanah kosong berbentuk beraturan yang berwarna menyerupai genteng, apron dan landasan pesawat. Beberapa obyek ini

tidak memiliki dimensi tinggi sehingga tidak dimasukkan dalam jenis bangunan.

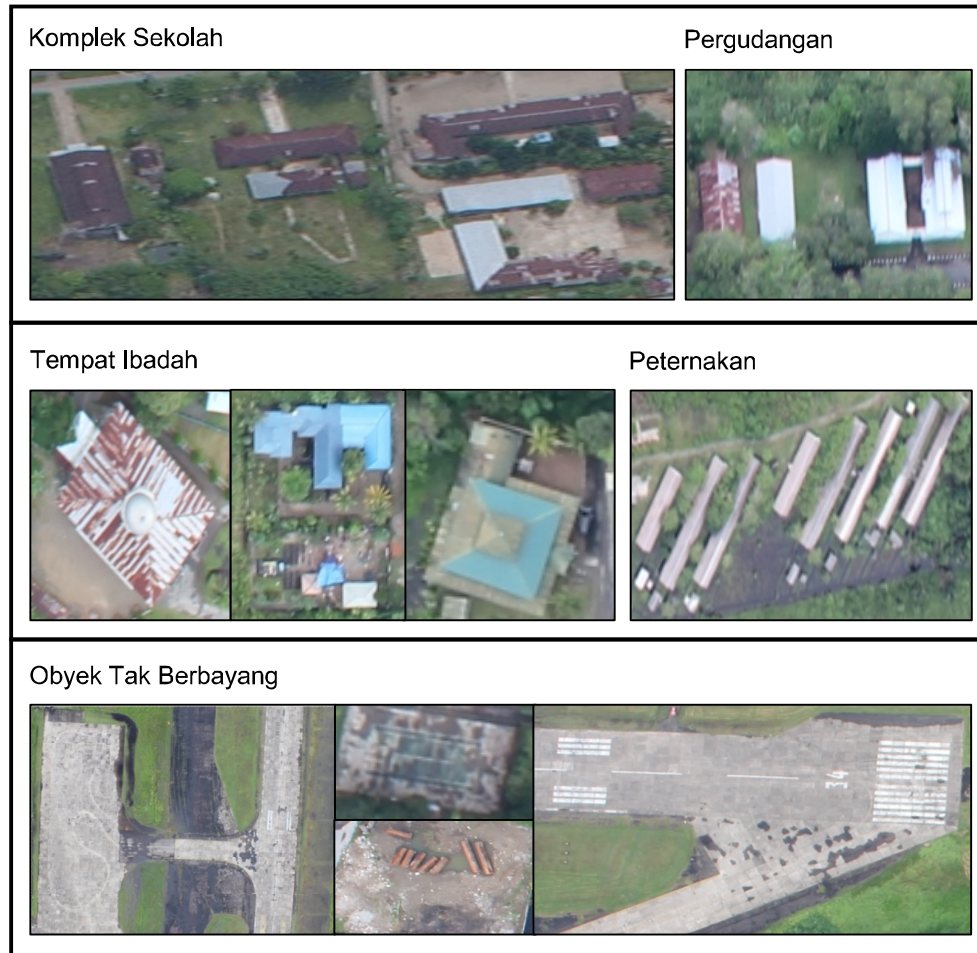
4.2.2.2 Interpretasi Bangunan Penelitian

Obyek bangunan dalam penelitian ini adalah bangunan permukiman, perkantoran dan sekolah yang hanya dibahas sebatas struktur bangunan dan tidak dibahas secara mendalam. Parameter yang digunakan adalah bentuk atap, bentuk bangunan (beraturan/tidak beraturan), luas dan lokasi dipadukan dengan hasil observasi. Bentuk atap mampu menggambarkan fungsi dari suatu bangunan, misalnya bangunan sekolah. Rata-rata bangunan sekolah memiliki ukuran luas diatas 300 m² dan memiliki bentuk “U dan L”. Bentuk bangunan seperti bentuk masjid dengan tipe atap limasan, gedung perkantoran yang pada umumnya berbentuk beraturan atau tidak beraturan (U dan L) dan memiliki luas yang cukup besar. Gudang penyimpanan dicirikan dengan ukuran yang luas, menggunakan atap seng atau asbes serta berlokasi di dekat jalan arteri/utama. Contoh hasil interpretasi bangunan ini dapat dilihat pada Gambar 4.10.a dan 4.10.b



Gambar 4.10.a Identifikasi bangunan pada citra potret udara

Sumber: Interpretasi Potret Udara Lanud Padang (2010)



Gambar 4.10.b Identifikasi bangunan pada citra potret udara

Sumber: Interpretasi Potret Udara Lanud Padang (2010)

Identifikasi bangunan pada citra potret udara Lanud Padang menghasilkan sebuah interpretasi yang menunjukkan mayoritas bangunan berbentuk beraturan dan bertipe atap kampung sebanyak 70,12%. Disusul dengan bentuk beraturan beratap limasan, sebanyak 18,10%, bentuk tidak beraturan beratap limasan sebanyak 6,03%, bentuk tidak beraturan beratap kampung sebanyak 4,65%, bentuk beraturan beratap cor sebanyak 0,90% dan bentuk tidak beraturan beratap cor sebanyak 0,20%. Hasil identifikasi bangunan beserta jumlah bangunan berdasarkan bentuk dan tipe atapnya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Jumlah bangunan berdasarkan bentuk bangunan dan tipe atapnya

Bentuk Bangunan dan Tipe atap	Jumlah	Prosentase
Beraturan_Kampung	709	70,52
Beraturan_Limasan	182	18,15
Tidak beraturan_Limasan	60	5,96
Tidak beraturan_Kampung	46	4,57
Beraturan_Cor	6	0,60
Tidak beraturan_Cor	2	0,20
Jumlah	1.006	100

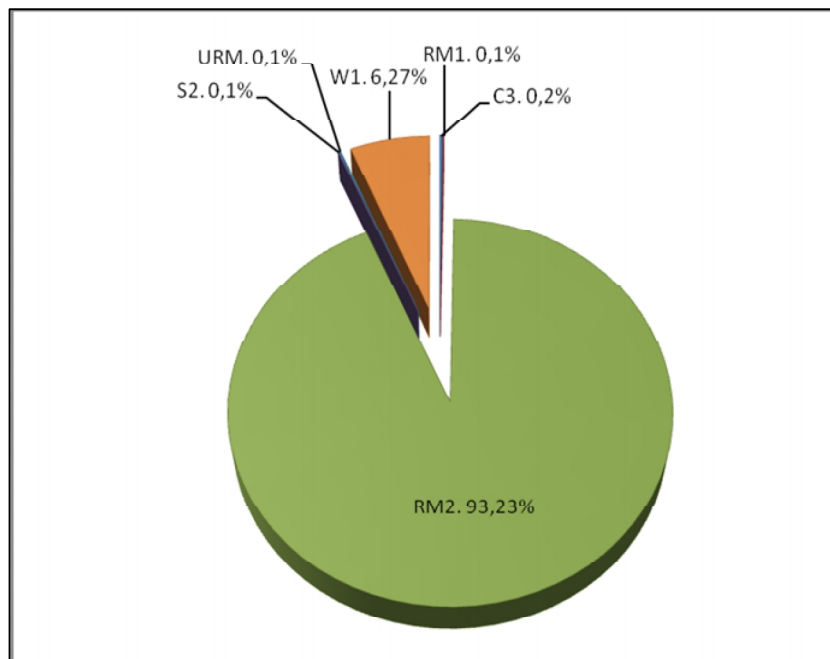
Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.2.2.3 Kerentanan Bangunan Permukiman, Perkantoran dan Sekolah

Analisis kerentanan bangunan ini menggunakan metode *rapid visual screening of building for potential seismic hazard* diawali dengan penentuan tingkat seismisitas Sumatera Barat, khususnya Kota Padang. Menurut Peta *hazard* gempa Indonesia di batuan dasar pada kondisi spektra $T = 1,0$ yang dikeluarkan oleh Tim Revisi Peta Gempa Indonesia²⁴, Kota Padang memiliki respon spektra percepatan 1,0 detik dengan nilai antara 0,5-0,6 g yang berarti ini termasuk dalam kategori seismisitas tinggi. Klasifikasi ini mengacu pada klasifikasi FEMA 154 (2002), yang menyebutkan bahwa daerah seismisitas tinggi dengan respon spektra percepatan 1,0 detik, memiliki nilai lebih dari 0,200 g; daerah seismisitas sedang dengan respon spektra percepatan 1,0 detik, memiliki nilai antara 0,067 – 0.200 g; dan daerah seismisitas rendah dengan respon spektra percepatan 1,0 detik, memiliki nilai kurang dari 0,067 g.

²⁴ Dikembangkan oleh Tim Revisi Peta Gempa Indonesia tahun 2010 yang didukung oleh: Departemen Pekerjaan Umum, Kementerian Negara Riset dan Teknologi, dan *Australia-Indonesia Facility for Disaster Reduction (AIFDR)* serta *software* dari USGS (Irsyam *et.al.* 2010)

Analisis yang dilakukan pada bangunan permukiman, perkantoran dan sekolah menunjukkan bangunan di lokasi penelitian didominasi oleh struktur bangunan tembokan diperkuat dengan diafragma lantai kaku (RM2) sebanyak 93,23%, kemudian disusul oleh bangunan struktur kayu (W1) sebanyak 6,27%, rangka beton berdingding tembokan (C3) sebanyak 0,2%, pasangan bata diperkuat berdiafragma fleksibel (RM1) sebanyak 0,1%, pasangan bata yang tidak diperkuat (URM) sebanyak 0,1% dan bangunan rangka baja dengan pengaku (S2) sebanyak 0,1%. Komposisi selengkapnya dapat dilihat dalam Gambar 4.11.



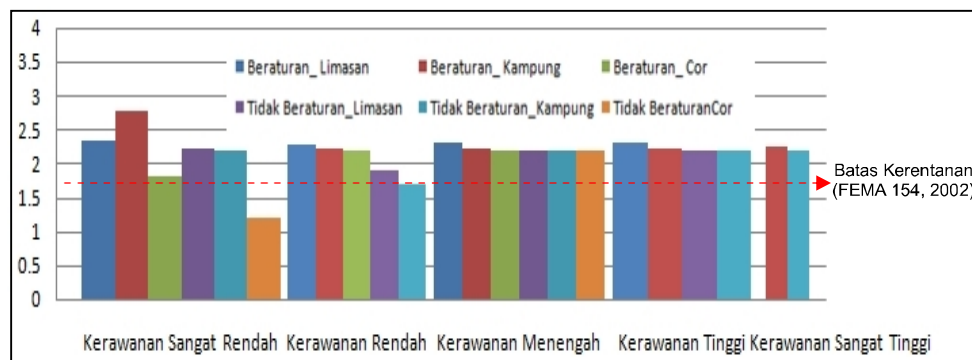
Gambar 4.11 Komposisi bangunan di lanud padang berdasarkan struktur bangunan

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

Keterangan:

- C3 = Rangka beton berdingding tembokan
- RM1 = Bangunan tembokan diperkuat, diafragma lantai fleksibel;
- RM2 = Bangunan tembokan diperkuat, diafragma lantai kaku;
- S2 = Bangunan rangka baja dengan pengaku
- URM = Bangunan tembokan tanpa perkuatan;
- W1 = Bangunan berstruktur kayu.

Struktur bangunan yang telah disebutkan di atas memiliki skor yang berbeda-beda pada setiap jenisnya yang menggambarkan tingkat kerentanan dari bangunan tersebut. Tingkat kerentanan bangunan ini diperoleh dari penilaian skor dasar dan skor modifikasi. Skor dasar merupakan skor atas penilaian struktur bangunan, untuk struktur C3 senilai 1,6; struktur RM1 senilai 2,8; struktur RM 2 senilai 2,8; struktur S2 senilai 3,0; struktur URM senilai 1,8; dan struktur W1 senilai 4,4. Untuk skor modifikasi tergantung dari bentuk bangunan, tinggi bangunan dan keadaan tanah. Gabungan antara skor dasar dan skor modifikasi dalam formulir penilaian kerentanan bangunan mengacu FEMA (2002), merupakan skor akhir. Contoh perhitungan skor RVS ini dapat dilihat di Lampiran 4.2, dan skor akhir yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 Tingkat kerentanan bangunan berdasarkan tipe atap

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

Bangunan dengan tipe atap kampung memiliki skor akhir paling tinggi yaitu 2,78 sebanyak 755 unit bangunan. Nilai ini adalah nilai rata-rata dari skor akhir. Bangunan dengan tipe atap kampung ini didominasi oleh bentuk bangunan bata diperkuat dengan diafragma lantai kaku (RM2) sebanyak 91,53%, bangunan berstruktur kayu (W1) sebanyak 8,21% dan sisanya adalah bangunan berdiafragma fleksibel (RM1) dan bangunan tembokan tanpa perkuatan (URM) masing-masing sebanyak 0,13%.

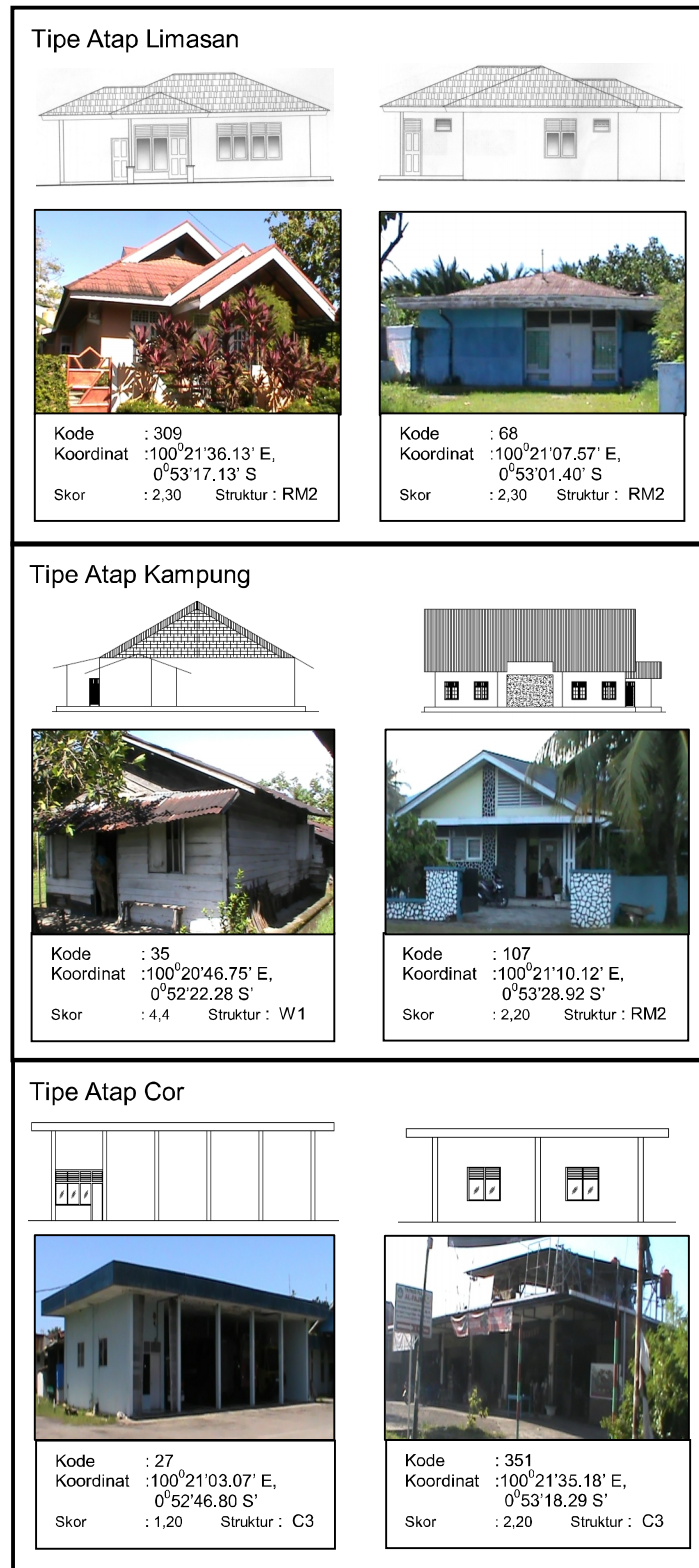
Bangunan dengan tipe atap limasan sebanyak 242 unit didominasi oleh struktur RM2 (99,18%). Sisanya merupakan struktur kayu (W1) 0,41% dan bangunan rangka baja dengan pengaku (S2) 0,41%. Bangunan dengan tipe atap cor sebanyak 8 unit bangunan yang didominasi struktur RM2 sebanyak 75% dan rangka beton dinding tembokan (C3) sebanyak 25%. Sesuai dengan skor kerentanan bangunan yang ditetapkan oleh FEMA bahwa Skor RVS di atas 1,75 memiliki arti bangunan tersebut tidak rentan. Semakin tinggi skor mendefinisikan semakin tinggi kekuatan bangunan dan semakin kecil kemungkinan untuk runtuh jika terjadi gempa bumi. Lebih jelasnya tipe atap bangunan dan Skor RVS dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.

Skor RVS dibawah 1,75 terdapat pada kelompok bangunan dengan tipe atap kampung beraturan, kampung tidak beraturan, cor beraturan dan cor tidak beraturan. Hal ini disebabkan oleh adanya ketidakberaturan bangunan secara horizontal (memiliki bentuk L) dan terletak pada kondisi tanah yang tidak padat. Nilai rata-rata kerentanan kelompok bangunan ini adalah 1,50 (Tabel 4.6).

Tabel 4.6 Nilai kerentanan di bawah 1,75

Id Bangunan	Guna Lahan	Bentuk Struktur	Bentuk Dasar	Tipe Atap	Skor Rvs
876	Permukiman	RM2	Tidak beraturan	Kampung	1,7
854	Permukiman	RM2	Tidak beraturan	Kampung	1,7
263	Permukiman	RM2	Tidak beraturan	Kampung	1,7
244	Permukiman	RM2	Tidak beraturan	Kampung	1,7
36	Tempat Ibadah	URM	Beraturan	Kampung	1,3
67	Permukiman	C3	Beraturan	Cor	1,2
27	Perkantoran	C3	Tidak beraturan	Cor	1,2

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)



Gambar 4.13 Tipe atap bangunan penelitian bentuk beraturan
Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)



Gambar 4.14 Tipe atap bangunan penelitian dengan bentuk bangunan tidak beraturan

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.2.2.4 Indeks Kerentanan Bangunan

Indeks kerentanan bangunan merupakan nilai rata-rata dari skor RVS pada tipe atap bangunan. Skor RVS ini kemudian diberi nilai antara 0-1 yang menggambarkan indeks kerentanan bangunan. Nilai 0 menunjukkan kerentanan yang rendah (tidak rentan) sedangkan nilai 1 menunjukkan kerentanan tinggi (rentan). Secara lengkap nilai indeks kerentanan bangunan pada setiap tipe atap dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Indeks rata-rata kerentanan bangunan

Tipe atap	Kerawanan Sangat Rendah		Kerawanan Rendah		Kerawanan Sedang		Kerawanan Tinggi		Kerawanan Sangat Tinggi	
	Skor RVS	In-deks	Skor RVS	In-deks	Skor RVS	In-deks	Skor RVS	In-deks	Skor RVS	In-deks
BERATURAN										
Limasan	2,34	0,27	2,27	0,28	2,30	0,28	2,32	0,27	-	-
Kampung	2,78	0,18	2,23	0,28	2,23	0,28	2,21	0,28	2,26	0,27
Cor	1,8	0,52	2,2	0,29	2,20	0,29	-	-	-	-
TIDAK BERATURAN										
Limasan	2,22	0,28	1,91	0,34	2,20	0,29	2,20	0,29	-	-
Kampung	2,20	0,29	1,7	0,38	2,20	0,29	2,20	0,29	2,20	0,29
Cor	1,2	1	-	-	2,20	0,29	-	-	-	-

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.2.3 Analisis Kapasitas Masyarakat

Kapasitas masyarakat/warga Lanud Padang terpilih berdasarkan sampel yang telah ditentukan, dibagi beberapa kelompok berdasarkan tipe atap (kemudian dibagi lagi beberapa kelompok sesuai bentuk atap limasan, kampung dan cor) dan bentuk bangunan (responden dibagi dua kelompok berdasarkan bentuk beraturan dan tidak beraturan). Secara lengkap distribusi ini dapat dilihat dalam Tabel 4.8.

Distribusi sampel juga mempertimbangkan kondisi bahaya gempabumi, terbagi menjadi lima zona, yakni SR menunjukkan daerah dengan tingkat bahaya sangat rendah, R menunjukkan tingkat bahaya rendah, S menunjukkan tingkat bahaya sedang, T menunjukkan tingkat bahaya tinggi dan ST menunjukkan tingkat bahaya sangat tinggi. Kondisi kapasitas ini berdasarkan survei hasil penelitian yang dilakukan pada setiap kelompok tersebut melalui kuesioner (terdiri dari 34 pertanyaan tertutup).

Tabel 4.8 Distribusi responden berdasar tipe atap

Bentuk Dasar	Tipe Atap Rumah Warga																	
	Limasan						Kampung						Cor					
	S R	R	S	T	S T	Jlh	S R	R	S	T	S T	Jlh	S R	R	S	T	S T	Jlh
Beraturan	2	10	5	8	-	25	2	10	5	8	2	27	2	1	2	-	-	5
Tidak beraturan	1	10	5	8	-	24	1	4	5	7	1	18	1	-	-	-	-	1

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

4.2.3.1 Kesadaran Masyarakat

Kesadaran masyarakat/warga Lanud Padang dalam memahami bahaya gempabumi, apa yang boleh dan tidak boleh dilakukan pada saat gempabumi. Saputra *et al.* (2011), menyebutkan bahwa semakin tinggi tingkat kesadaran seseorang terhadap bahaya gempabumi, mereka akan lebih tanggap terhadap situasi sekitarnya sehingga mereka dapat mempersiapkan segala sesuatu untuk mengurangi dampak bahaya gempabumi. Carter (1991), menyebutkan bahwa persiapan lebih mudah dilakukan pada orang-orang yang telah memiliki tingkat kesadaran yang tinggi (Saputra *et al.* 2011). Kesadaran warga terhadap risiko gempabumi ini tercermin dalam jawaban kuesioner pada tiap parameter, yakni respon saat terjadi gempabumi, pengetahuan tentang gempabumi, persepsi warga dan informasi tempat penting warga Lanud terhadap gempabumi.

a. Respon Saat Terjadi Gempabumi

Hasil survei menunjukkan hampir semua responden pada tipe atap limasan, kampung dan cor baik bentuk beraturan maupun tidak beraturan memilih jawaban 1, yaitu panik dan berusaha keluar dari bangunan. Respon ini muncul dikarenakan masih adanya trauma pada kejadian gempabumi 30 September 2009. Dari kejadian tersebut sebagian besar responden akan berusaha secepat mungkin keluar dari rumah

ketika terjadi gempa bumi baik berskala kecil maupun besar. Pengalaman tersebut memunculkan tingkah laku baru di kalangan warga, yakni langsung menuju zona aman ke arah *bypass*, tidak mengunci pintu rumah agar mudah dibuka ketika terjadi gempa bumi dan menuju Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)/pom bensin terdekat untuk memenuhi tangki kendaraan dengan bahan bakar, mengingat peristiwa gempa bumi tahun 2009 terjadi kelangkaan bahan bakar. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), waktu itu hanya 8 SPBU yang beroperasi di Padang dan terjadi kelangkaan BBM yang diakibatkan masih belum pulihnya komunikasi Teluk Kabung-SPBU dan terputusnya jalur Padang ke Solok dan Lembah Anai. Kelangkaan yang terjadi bertambah parah akibat terjadi *panic buying* oleh masyarakat dan penjualan BBM liar diluar SPBU (KESDM, 2009).

Sebanyak 18% dari jumlah responden (pemilik bentuk bangunan tidak beraturan bertipe atap kampung) merespon kejadian gempa dengan berlindung di bawah meja di pojok ruangan atau berlindung di tempat-tempat yang aman di dalam rumah. Tindakan ini merupakan respon yang paling tepat dan sesuai dengan pedoman mitigasi bencana gempa bumi. Sebanyak 83% responden menganggap tempat yang terbuka merupakan tempat paling aman di luar bangunan. 78% responden menggunakan senter sebagai alat penerangan darurat dan 22% dari responden yang menggunakan lilin atau lampu minyak sebagai alat penerangan darurat. Jawaban ini mengindikasikan kurangnya kesadaran dan pengetahuan akan bahaya sekunder gempa bumi yang dapat membahayakan masyarakat. Jawaban responden saat terjadi gempa bumi dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Jumlah jawaban respon responden saat terjadi gempabumi yang sesuai mitigasi

PERTANYAAN	Tipe Atap Rumah Warga					
	Limasan	Kampung	Cor	Limasan	Kampung	Cor
	Beraturan	Beraturan	Beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan
Respon Saat Terjadi Gempabumi						
- Respon Saat Terjadi Gempabumi di Dalam Ruangan	19	18	4	19	18	1
- Respon Saat Terjadi Gempabumi di Luar Ruangan	23	22	3	19	16	1
- Penggunaan Alat Penerangan	21	22	4	23	9	-

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

b. Pengetahuan Gempabumi

Berdasarkan hasil survei, secara keseluruhan warga Lanud Padang memiliki tingkat pengetahuan yang tinggi tentang gempabumi, meskipun tidak mendapatkannya secara formal dan tidak mengetahui konsep bangunan tahan gempa atau organisasi yang fokus pada masalah kebencanaan. Hal ini berdasarkan catatan wawancara, responden mengatakan:

“Untuk sosialisasi dengan perwakilan RT belum pernah melibatkan masyarakat, pelatihan pertolongan kesehatan juga tidak pernah dilakukan. Hanya dari Auri yang pernah melakukan, itu simulasi-simulasi tsunami.”

Sebanyak 52% dari jumlah responden mengetahui konsep bangunan tahan gempa. Sebanyak 71% dari jumlah responden mengetahui tentang organisasi penanggulangan bencana, sebanyak 55% dari jumlah responden mengetahui tentang penyebab gempabumi dan sebanyak 92% dari jumlah responden yang mengetahui tentang adanya gempabumi susulan. Lebih jelasnya pengetahuan responden ini dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Jumlah jawaban pengetahuan responden tentang gempabumi yang sesuai mitigasi

PERTANYAAN	Tipe Atap Rumah Warga					
	Limasan	Kampung	Cor	Limasan	Kampung	Cor
	Beraturan	Beraturan	Beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan
Pengetahuan Tentang Gempabumi						
- Bangunan Tahan Gempabumi	13	10	3	14	11	1
- Organisasi Penanggulangan Bencana	18	22	3	13	14	1
- Penyebab Gempabumi	11	16	1	11	15	1
-Gempa Susulan	23	24	5	23	17	-

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

c. Persepsi Masyarakat Terhadap Risiko Gempabumi

Persepsi dapat mempengaruhi tingkah laku dan respon masyarakat pada saat terjadi bencana dan mempengaruhi tingkat kesiapsiagaan. Sebanyak 83% responden mengatakan bahwa mereka tinggal di daerah rawan gempabumi dan sebanyak 32% mengatakan bahwa tempat tinggalnya belum cukup kuat untuk menahan guncangan gempabumi dari skenario 8,9 SR yang diprediksikan. Gambaran persepsi pada setiap responden dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Jumlah jawaban persepsi responden tentang gempabumi yang sesuai mitigasi

PERTANYAAN	Tipe Atap Rumah Warga					
	Limasan	Kampung	Cor	Limasan	Kampung	Cor
	Beraturan	Beraturan	Beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan
Persepsi Masyarakat						
- Tinggal di Daerah Rawan Bencana	25	21	3	17	16	1
- Bangunan yang Ditempati Tahan Gempa 8,9 SR	15	17	3	18	14	1

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

d. Informasi Tentang Tempat-Tempat Penting

Informasi tentang tempat-tempat penting seperti lahan terbuka, rumah sakit, tempat pengungsian sementara dan kantor polisi merupakan modal dasar dalam keadaan darurat. Apabila responden sudah mengetahui lokasi rumah sakit terdekat maka diasumsikan proses evakuasi anggota keluarga dapat dilakukan dengan cepat.

Hampir semua responden mengetahui lokasi lahan terbuka, rumah sakit terdekat, dan kantor polisi terdekat. Sebanyak 66% responden mengetahui lahan terbuka, sebanyak 78% responden mengetahui lokasi rumah sakit dan 77% responden mengetahui tempat berkumpul. Untuk tempat pengungsian sementara hanya sedikit yang mengetahuinya. Hal ini dikarenakan belum adanya sosialisasi mengenai ketentuan atau syarat-syarat umum tempat pengungsian sementara. Responden lebih memilih berkumpul di dekat tempat tinggalnya atau di lahan terbuka secara berkelompok. Hanya 23% dari responden mengaku mengetahui lokasi tempat sementara, walaupun tidak mengetahui dengan pasti syarat-syarat tempat pengungsian sementara. Jawaban tentang informasi tempat-tempat penting dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Jumlah jawaban responden mengenai informasi tempat penting

PERTANYAAN	Tipe Atap Rumah Warga					
	Limasan	Kampung	Cor	Limasan	Kampung	Cor
	Beraturan	Beraturan	Beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan
Informasi Tempat Penting						
- Lahan Terbuka	16	21	2	14	12	1
- Rumah Sakit	20	24	5	11	17	1
- Tempat berkumpul (bukan Pengungsian Sementara)	16	20	2	24	14	1
- Kantor Polisi	25	18	1	16	13	1

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

4.2.3.2 Kesiapsiagaan Masyarakat

Kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi gempa bumi merupakan tindakan-tindakan yang sudah dilakukan atau sedang dipersiapkan mencakup persiapan fisik, sosial, individu, dan kelompok untuk mengurangi tingkat risiko yang timbul pada saat terjadi gempa bumi. Jimée (2005), menyebutkan bahwa tingkat kesiapsiagaan masyarakat sangat bergantung pada tingkat pendidikan, persepsi dan sumberdaya yang dimiliki (Saputra *et al.* 2011). Masyarakat dengan tingkat pendidikan rendah lebih mengutamakan memenuhi kebutuhan dasar daripada memikirkan persiapan menghadapi gempa bumi. Persepsi juga sangat mempengaruhi tingkah laku sehari-hari dan upaya persiapan yang dilakukan. Masyarakat yang memiliki persepsi tinggal di wilayah yang aman merasa tidak perlu melakukan persiapan menghadapi gempa bumi. Faktor lain yang tidak kalah penting adalah sumberdaya yang dimiliki. Masyarakat yang memiliki sumberdaya tinggi akan lebih mudah melakukan persiapan dibandingkan dengan masyarakat yang tidak memiliki sumberdaya (Saputra *et al.* 2011).

a. Persiapan Sebelum Gempabumi

Persiapan ini meliputi perencanaan tentang tempat yang aman di dalam rumah, identifikasi rute yang aman keluar dari rumah, perencanaan tempat bertemu keluarga, persiapan barang-barang yang diperlukan pada saat keadaan darurat dan penataan kembali perabot rumah tangga yang membahayakan anggota keluarga jika terjadi gempa bumi. Sebanyak 52% responden telah menentukan tempat yang aman di dalam rumah. Hampir seluruh responden menentukan rute paling aman dan melakukan penataan kembali perabot rumah tangga yang membahayakan anggota keluarga saat terjadi gempa bumi. Sebanyak 85% responden menentukan tempat bertemu dengan anggota keluarga dalam keadaan darurat dan sebanyak 98% responden mempersiapkan diri dengan tas cadangan di rumah untuk

keperluan darurat. Jawaban responden tentang persiapan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Jumlah jawaban persiapan responden yang sesuai dengan mitigasi

PERTANYAAN	Tipe Atap Rumah Warga					
	Limasan	Kampung	Cor	Limasan	Kampung	Cor
	Beraturan	Beraturan	Beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan
Persiapan Sebelum Gempabumi						
- Tempat Aman dalam Rumah	14	11	3	14	10	-
- Rute Aman Keluar Rumah	25	28	5	23	18	1
- Menentukan tempat bertemu anggota keluarga	18	24	4	21	17	1
- Menyiapkan barang yang diperlukan saat darurat	23	27	5	24	18	1
- Menata perabot di rumah yang membahayakan	25	28	5	23	18	1

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

b. Keanggotaan

Keikutsertaan masyarakat dalam suatu organisasi dapat mempercepat alur informasi yang dibutuhkan saat terjadi bencana. Berdasarkan hasil survei hampir semua responden pada setiap tipe atap aktif dalam kegiatan organisasi kemasyarakatan. Tingkat keanggotaan responden pada organisasi kebencanaan, tim SAR, dan organisasi PMI di Kota Padang masih sangat rendah. Sebanyak 40% responden mengaku pernah menjadi anggota tim SAR dan sebanyak 19% mengaku pernah menjadi anggota PMI. Hampir sebagian besar responden mengaku tidak pernah menjadi anggota dari organisasi-organisasi tersebut, tetapi sebagian besar pernah melaksanakan kegiatan yang berkaitan dengan organisasi

tersebut. Hasil survei tentang keaktifan responden dalam suatu organisasi dapat dilihat dalam Tabel 4.14

Tabel 4.14 Keanggotaan responden dalam organisasi

PERTANYAAN	Tipe Atap					
	Limasan	Kampung	Cor	Limasan	Kampung	Cor
	Beraturan	Beraturan	Beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan
Keanggotaan						
- Organisasi Kemasyarakatan	25	28	5	23	18	1
- Organisasi Kebencanaan	5	3	-	-	2	-
- Organisasi SAR dan Relawan	8	13	2	10	6	1
- Organisasi PMI	5	5	-	5	4	-

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

c. Pelatihan dan Sosialisasi

Kegiatan pelatihan dan sosialisasi dapat mempercepat informasi dan meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat terhadap potensi bahaya gempa bumi. Berdasarkan hasil survei, responden mengaku belum pernah mengikuti pelatihan penanganan keadaan darurat dan latihan member pertolongan pertama. Hanya 28% responden pernah mengikuti penanganan keadaan darurat, 24% responden pernah mengikuti pelatihan pertolongan kepada korban, sebanyak 66% pernah mendapat sosialisasi kebencanaan dan sebanyak 52% pernah mengikuti pelatihan penyelamatan ketika terjadi gempa (dalam bentuk simulasi). Kegiatan sosialisasi gempa bumi banyak dilakukan pemerintah namun hanya perwakilan, selanjutnya perwakilan tersebut diharapkan dapat menyebarkan informasi yang didapat dalam sosialisasi. Kegiatan simulasi gempa bumi banyak dan sering

dilakukan di Lanud Padang yang diikuti masyarakat sekitar Lanud Padang. Terutama daerah perkantoran dan sekolah. Secara lebih rinci dapat pelatihan dan sosialisasi yang pernah diikuti responden dapat dilihat dalam Tabel 4.15

Tabel 4.15 Pelatihan dan sosialisasi responden

Pertanyaan	Tipe Atap					
	Limasan	Kampung	Cor	Limasan	Kampung	Cor
	Beraturan	Beraturan	Beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan	Tidak beraturan
Pelatihan						
- Sosialisasi Gempa	7	10	-	4	6	1
- Sosialisasi Darurat	3	5	-	9	7	-
- Sosialisasi kebencanaan	14	21	2	15	13	1
- Simulasi Gempa	13	17	4	12	5	1

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

4.2.3.3 Skor Kesadaran

Untuk menghitung skor kesadaran sesuai Persamaan (3.4), terlebih dahulu dengan menghitung skor parameter pada setiap tipe atap bangunan dan bentuk rumah dengan menggunakan operasi matematika sederhana dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Hasil perhitungan skor kesadaran tiap parameter

Bentuk Bangunan	Sub Variabel	Limasan	Kampung	Cor
Beraturan	Respon	0,82	0,73	0,72
	Pengetahuan	0,64	0,60	0,64
	Persepsi	0,80	0,64	0,60
	Informasi	0,78	0,76	0,60
Tidak beraturan	Respon	0,83	0,86	0,80
	Pengetahuan	0,67	0,78	0,70
	Persepsi	0,73	0,83	1
	Informasi	0,74	0,82	1

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

Berdasarkan Tabel 4.16 terlihat bahwa responden memiliki nilai respon yang tinggi untuk menyelamatkan diri meskipun tindakan yang dilakukan tidak sesuai dengan pedoman mitigasi gempabumi. Hal ini sangat mungkin terjadi karena setelah peristiwa gempabumi 30 September 2009 dan Gempabumi-Tsunami Mentawai 2010 responden mengaku panik setiap kali terjadi gempabumi dan secepat mungkin keluar dari bangunan menuju tempat yang lebih aman, meskipun skala gempabumi yang terjadi rendah. Hal ini berdasarkan catatan observasi pada beberapa responden yang mengatakan:

“Gempabumi besar maupun kecil, kami langsung keluar rumah untuk menuju ke *bypass* (zona aman).

Berdasarkan gempabumi yang sering terjadi di daerah penelitian, perilaku panik dan segera menuju tempat yang lebih aman ini kadang menimbulkan kelalaian warga untuk tidak mengunci pintu rumah sehingga sering terjadi tindak pencurian di dalam rumah pada saat terjadi gempabumi (Amarullah, 2009) atau pencurian di mall, pertokoan maupun pemerasan dengan alasan memberi perlindungan atau penyelamatan pada bangunan yang roboh (Tempo, 2009). Pengetahuan yang dimiliki responden mengenai gempabumi cukup tinggi meskipun tidak didapat melalui pendidikan secara formal. Persepsi responden dan cara mendapatkan informasi seputar kejadian gempabumi juga tinggi, baik pemilik bangunan berbentuk beraturan maupun tidak beraturan.

Hasil perhitungan skor kesadaran pada setiap tipe atap rumah dan bentuk bangunan dengan menggunakan rumus pada Persamaan (3.4) yang dimasukkan dalam *software QuantumGIS* sesuai Persamaan (4.1) berikut ini:

$$\text{Skor_Sadar} = [(\text{Skor_Respon} * \text{Bobot_Respon}) + (\text{Skor_Pengetahuan} * \text{Bobot_Pengetahuan}) + (\text{Skor_Persepsi} * \text{Bobot_Informasi}) + (\text{Skor_Respon} * \text{Bobot_Respon})] * \text{Bobot_Kesadaran} \quad (4.1)$$

Hasil perhitungan yang didapat kemudian diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu rendah (0-0,33), sedang (0,34-0,66) dan (0,67-1) tinggi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Skor Kesadaran daerah penelitian

Bentuk Bangunan	Tipe Atap	Skor Kesadaran	Kelas
Beraturan	Limasan	0,77	Tinggi
	Kampung	0,68	Tinggi
	Cor	0,65	Sedang
Tidak beraturan	Limasan	0,75	Tinggi
	Kampung	0,83	Tinggi
	Cor	0,87	Tinggi

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.2.3.4 Skor Kesiapsiagaan

Untuk menghitung skor kesiapsiagaan sesuai Persamaan (3.4), terlebih dahulu dengan menghitung skor parameter pada setiap tipe atap bangunan dan bentuk rumah dengan menggunakan operasi matematika sederhana dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Hasil perhitungan skor kesiapsiagaan tiap parameter

Bentuk Bangunan	Sub Variabel	Limasan	Kampung	Cor
Beraturan	Persiapan	0,84	0,75	0,87
	Keanggotaan	0,30	0,26	0,18
	Pelatihan	0,44	0,55	0,50
Tidak beraturan	Persiapan	0,87	0,86	0,70
	Keanggotaan	0,25	0,28	0,30
	Pelatihan	0,47	0,44	0,85

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 4.18 diatas, terlihat bahwa meskipun responden sedikit menerima pelatihan tentang mitigasi bencana gempa bumi namun responden memiliki tingkat persiapan yang tinggi dalam menghadapi bencana gempa bumi, baik pada bentuk bangunan beraturan maupun tidak beraturan. Berdasarkan hasil catatan observasi, seorang responden mengatakan:

“Ada satu buah tas untuk kami bawa saat gempa, berisi pakaian dan minyak kayu putih. Ada juga surat-surat seperti ijazah.”

Hasil perhitungan skor kesiapsiagaan pada setiap tipe atap rumah dan bentuk bangunan dengan menggunakan rumus pada Persamaan (3.4) yang dimasukkan dalam *software QuantumGIS* sesuai Persamaan (4.2).

$$\text{Skor_SiapSiaga} = \frac{[(\text{Skor_Persiapan} * \text{Bobot_Persiapan}) + (\text{Skor_Keanggotaan} * \text{Bobot_Keanggotaan}) + (\text{Skor_Pelatihan} * \text{Bobot_Pelatihan})]}{\text{Bobot_Kesiapsiagaan}} \quad (4.2)$$

Hasil perhitungan yang didapat kemudian diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu rendah (0 - 0,33), sedang (0,34 – 0,66) dan (0,67 – 1) tinggi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Skor Kesiapsiagaan daerah penelitian

Bentuk Bangunan	Tipe Atap	Indeks Kesiapsiagaan	Kelas
Beraturan	Limasan	0,67	Tinggi
	Kampung	0,64	Sedang
	Cor	0,69	Tinggi
Tidak beraturan	Limasan	0,69	Tinggi
	Kampung	0,68	Tinggi
	Cor	0,71	Tinggi

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.2.3.5 Indeks Kapasitas

Indeks kapasitas didapat dari skor kesadaran dan skor kesiapsiagaan. Penentuan indeks kapasitas dengan terlebih dahulu menentukan bobot masing-masing variabel, bobot kesadaran (0,7) ditentukan lebih tinggi dari pada bobot kesiapsiagaan (0,3). Saputra *et al.* (2011) mengutip bahwa “*An aware and informed Public is most valuable for preparedness, and both of them are essential for the capacity*” (Carter, 1991). Carter mengemukakan bahwa masyarakat yang sadar (memiliki tingkat kesadaran yang tinggi) akan sangat bernilai dalam proses kesiapsiagaan pada tahap selanjutnya.

Hasil perhitungan indeks kapasitas menggunakan Persamaan (3.5) dengan hasil seperti disajikan pada Tabel 4.20. Dari tabel tersebut dapat dilihat indeks kapasitas tertinggi ada pada responden pemilik rumah bertipe atap cor dengan bentuk bangunan tidak beraturan (0,82) dan yang terendah ada pada pemilik rumah tipe atap cor dengan bentuk bangunan tidak beraturan (0,66). Secara lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Indeks Kapasitas

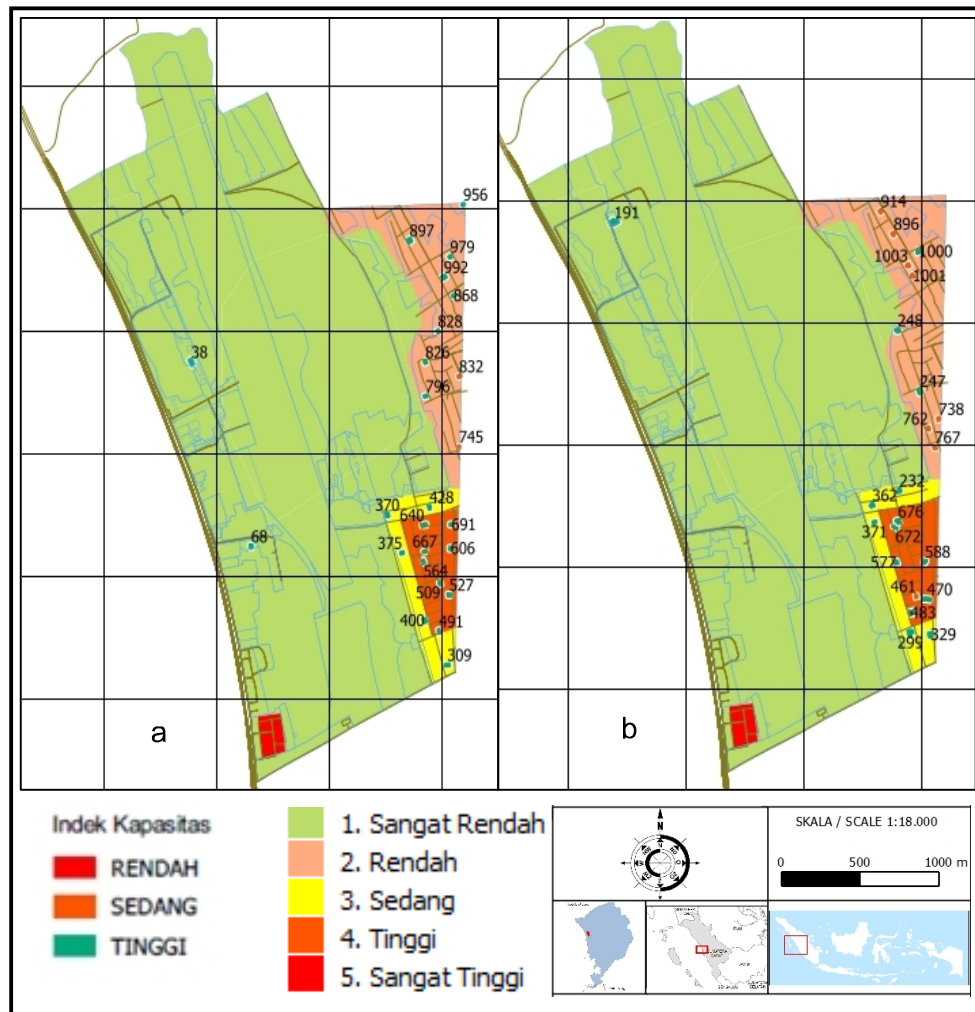
Bentuk Bangunan	Tipe Atap	Skor Kesadaran	Skor Kesiapsiagaan	Indeks Kapasitas
Beraturan	Limasan	0,77	0,67	0,74
	Kampung	0,68	0,64	0,67
	Cor	0,65	0,69	0,66
Tidak beraturan	Limasan	0,75	0,69	0,73
	Kampung	0,83	0,68	0,78
	Cor	0,87	0,71	0,82

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

Skor kesadaran pada setiap tipe atap rumah tergolong tinggi, hampir sama dengan skor kesiapsiagaan di setiap tipe atap rumah. Tingginya tingkat kesadaran dan kesiapsiagaan di daerah penelitian salah satunya disebabkan seringnya terjadi intensitas gempa bumi dalam skala kecil, sehingga menambah tingkat kesadaran dan tingkat kesiapsiagaan warga. Diluar dugaan, hasil catatan observasi di lapangan, responden mengatakan:

“Evakuasi lebih nyaman berjalan kaki daripada memakai motor atau mobil, paling tidak \pm 5 menit harus segera menuju *bypass*. Saat gempa, pas saya (responden) ada di rumah, istri di pasar dan anak di sekolah, semuanya menuju ke *bypass*, tidak usah mencari ke rumah lagi. Pada saat berkumpul di *bypass*, istri dan anak harus berdiri di pinggir jalan, biar saya (responden) dapat mudah mencari.”

Kuesioner dan contoh perhitungan indeks kapasitas dapat dilihat pada Lampiran 4.3 serta distribusi spasial responden dengan tipe atap bangunan beserta indeks kapasitasnya dapat dilihat pada Gambar 4.15, Gambar 4.16 dan Gambar 4.17.

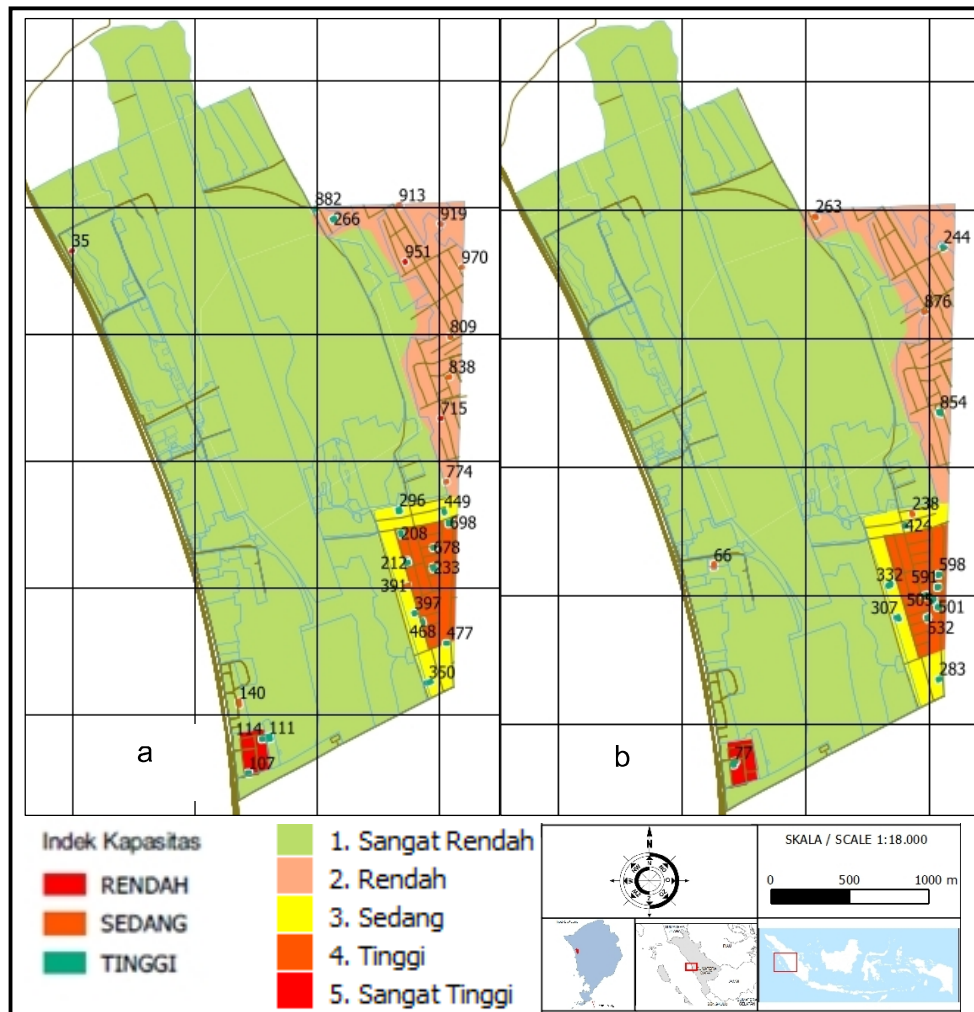


Gambar 4.15 Distribusi spasial responden beserta indeks kapasitas dengan bangunan bertipe atap limasan : a. Bentuk Beraturan²⁵, b. Bentuk Tidak beraturan²⁶

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

²⁵ Nilai risiko bentuk bangunan beraturan beratap limasan berkisar antara 0,64 – 1,57 dengan nilai risiko terendah pada lahan perkantoran dengan nomor bangunan 38, risiko tertinggi pada lahan Lanud yang dihuni penduduk umum dengan nomor tapak bangunan 745. Mayoritas bangunan pada indeks ini adalah bangunan bata dengan perkuatan berdiafragma rigid (RM2).

²⁶ Nilai risiko bentuk bangunan tidak beraturan beratap limasan berkisar antara 0,30 – 1,95 dengan nilai terendah pada permukiman di Pura Lanud dengan nomor bangunan 191, nilai risiko tertinggi pada lahan Lanud yang dihuni penduduk umum dengan nomor bangunan 762. Mayoritas bangunan pada indeks ini adalah bangunan bata dengan perkuatan berdiafragma rigid (RM2).

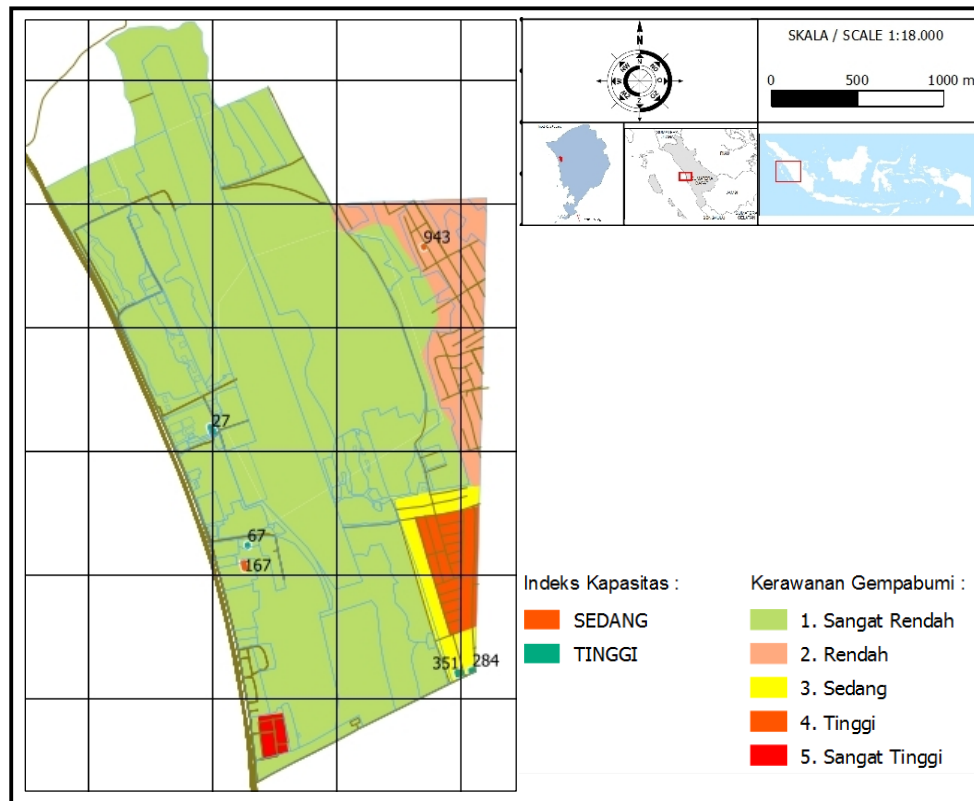


Gambar 4.16 Distribusi spasial responden beserta indeks kapasitas dengan bangunan bertipe atap kampung :
a. bentuk beraturan²⁷, b. bentuk tidak beraturan²⁸

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

²⁷ Nilai risiko bentuk bangunan beraturan beratap kampung berkisar antara 0 – 2,32 dengan nilai risiko terendah pada lahan Kampung Jawa (nomor bangunan 35), Kampung Nias (nomor bangunan 111), Lahan PAP II (nomor bangunan 114) dan nilai risiko tinggi pada lahan Lanud yang dihuni penduduk umum dengan nomor tapak bangunan 951. Mayoritas bangunan pada indeks ini adalah bangunan bata dengan perkuatan berdiafragma rigid (RM2) dan bangunan kayu tanpa perkuatan (W1).

²⁸ Nilai risiko bentuk bangunan tidak beraturan beratap kampung berkisar antara 0,76 – 1,85 dengan nilai risiko terendah Mess Angkasa dengan nomor bangunan 66, nilai risiko tertinggi pada lahan Lanud yang dihuni penduduk umum dengan nomor bangunan 876. Mayoritas bangunan terbuat dari bata dengan perkuatan berdiafragma rigid (RM2).



Gambar 4.17 distribusi spasial responden beserta indeks kapasitas dengan bangunan bertipe atap cor (bentuk beraturan dan tidak beraturan)²⁹

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.2.4 Tingkat Risiko Bencana Gempabumi

Analisis risiko bencana gempabumi ini berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan (2.1) menghasilkan indeks yang berkisar antara 0-1,2, dengan pembagian lima tingkat risiko bencana gempabumi, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Semakin tinggi

²⁹ Nilai risiko bentuk bangunan beraturan beratap cor berkisar antara 0,44 – 1,41 dengan nilai risiko terendah pada lahan perkantoran (bengkel A-Ho) dengan nomor bangunan 167, nilai risiko tertinggi pada lahan Lanud yang dihuni penduduk umum dengan nomor tapak bangunan 943. Mayoritas bangunan pada indeks ini adalah bangunan bata dengan perkuatan berdiafragma rigid (RM2) dan system rangka beton dinding tembokan (C3).

nilai indeks maka akan semakin tinggi risiko yang dapat ditimbulkan oleh gempa bumi.

Daerah yang memiliki tingkat risiko sangat tinggi dengan indeks 0,961-1,200 adalah hampir seluruh bangunan di daerah Perumdam, Perum Angkasa Puri dan lahan Lanud yang dihuni penduduk umum. Hal ini disebabkan kepadatan bangunan yang tinggi dan jumlah penduduk yang tinggi tiap hektarnya. Meskipun sebagian besar bangunan di daerah ini berjenis bangunan tembokan diperkuat berdiafragma rigid (RM2), namun bentuk bangunannya sebagian besar berbentuk tidak beraturan. Faktor inilah yang menyebabkan skor kerentanan bangunan di daerah ini tinggi.

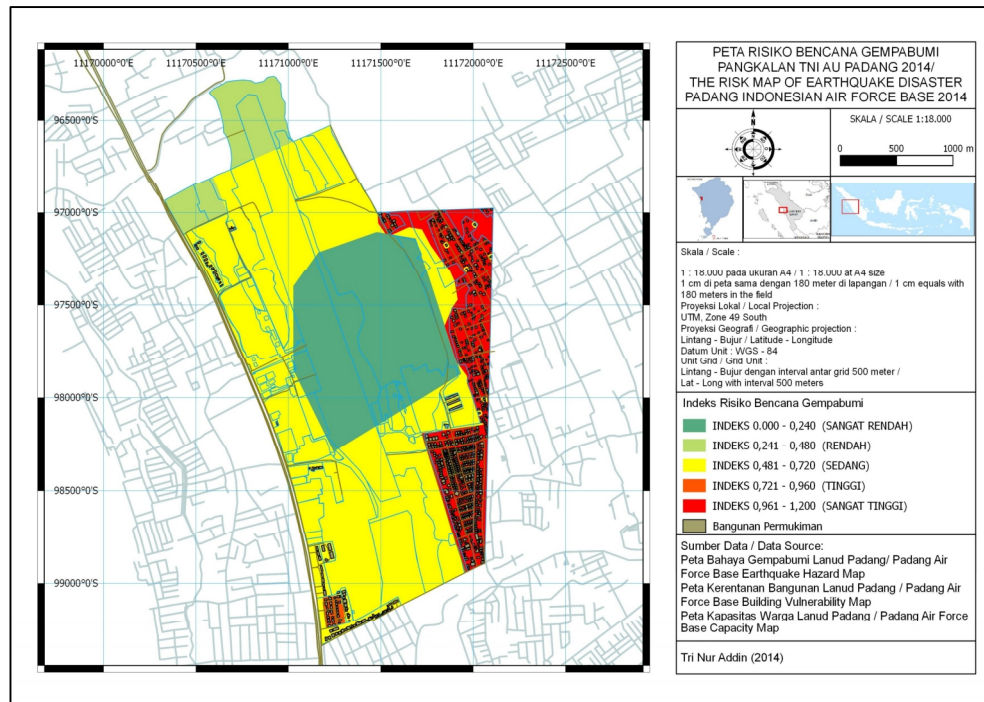
Daerah yang memiliki tingkat risiko tinggi dengan indeks 0,721-0,960 berada pada kompleks perumahan Angkasa Pura II, Perumahan Meteo dan Perumahan Dishub. Faktor kepadatan bangunan dan jumlah penduduk yang tinggi menyebabkan daerah ini berisiko tinggi terhadap bencana gempa bumi, meskipun sebagian besar bangunan di daerah ini berjenis RM2 dan berbentuk beraturan.

Daerah yang memiliki tingkat risiko sedang dengan indeks 0,481-0,720 berada pada HPL 1. Sebagian besar berupa tanah tegalan, lahan kering, rawa, sawah, kolam dan fasilitas penerbangan. Keterpaparan penduduk berada di Kampung Jawa, Mess Antariksa, kompleks Mess Eks AP II Tabing, Komplek Garuda 1 dan Garuda 2, Mess Hercules, Komplek Air Tawar dan Komplek Rajawali. Daerah ini memiliki bentuk bangunan RM2 dan beratap limasan bermaterial ringan, hal ini yang menyebabkan indeks risiko di daerah ini sedang.

Daerah yang memiliki tingkat risiko rendah dengan indeks 0,241-0,480 berada pada tanah tegalan PT. Sapta Dirgantara dan Lahan PAP II. Di daerah ini ditanami tanaman rakyat dan kolam ikan. Tidak ada permukiman yang dibangun di daerah ini.

Daerah yang memiliki tingkat risiko sangat rendah dengan indeks 0-0,240 berada pada HPL 2, yakni sebagian landasan pacu pesawat, rawa, tanah tegalan, lahan kering dan sawah. Lebih lengkap

Peta Risiko Bencana Gempabumi di Lanud Padang dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Peta risiko bencana gempabumi di Lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.3 Analisis Risiko Bencana Tsunami

4.3.1 Analisis Bahaya Tsunami

Tingkat kerawanan tsunami dalam penelitian ini didapatkan melalui penggabungan hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan, yakni berupa pemetaan kelas kerawanan, peta elevasi/ketinggian permukaan lahan, simulasi evakuasi bahaya tsunami di daerah dengan ketinggian di bawah 10 meter, peta ketinggian air landaan tsunami dan peta pembagian waktu evakuasi. Hasil analisis gabungan ini di-*overlay* dengan peta batas Lanud, peta kontur Lanud, demografi, skor guna lahan dan divalidasi melalui observasi lapangan.

Data yang digunakan untuk memetakan bahaya tsunami di Lanud Padang menggunakan data demografi Lanud dan data guna lahan beserta bangunan Lanud yang sudah ada pada pembahasan sebelumnya.

Data bangunan ini di analisis berdasarkan aspek sosial dan ekonomi yang di dapatkan dari kriteria seperti pada Tabel 4.21, kemudian di-overlay dengan data demografi dan peta zona rawan tsunami (Gambar 4.19) menggunakan rumus model spasial seperti Persamaan (4.3) berikut ini:

$$((["Skor_lahan" * "BobotLahan"]+["skor_demo" * "BobottDemo"])* "bobotTsun") \quad (4.3)$$

Keterangan:

Skor_lahan = nilai yang diberikan sebagai identifikasi pada guna lahan

BobotLahan = nilai yang diberikan kepada lahan sebagai pembobot

skor_demo = nilai pada jumlah kepadatan penduduk

BobottDemo = nilai yang diberikan kepada demografi sebagai pembobot

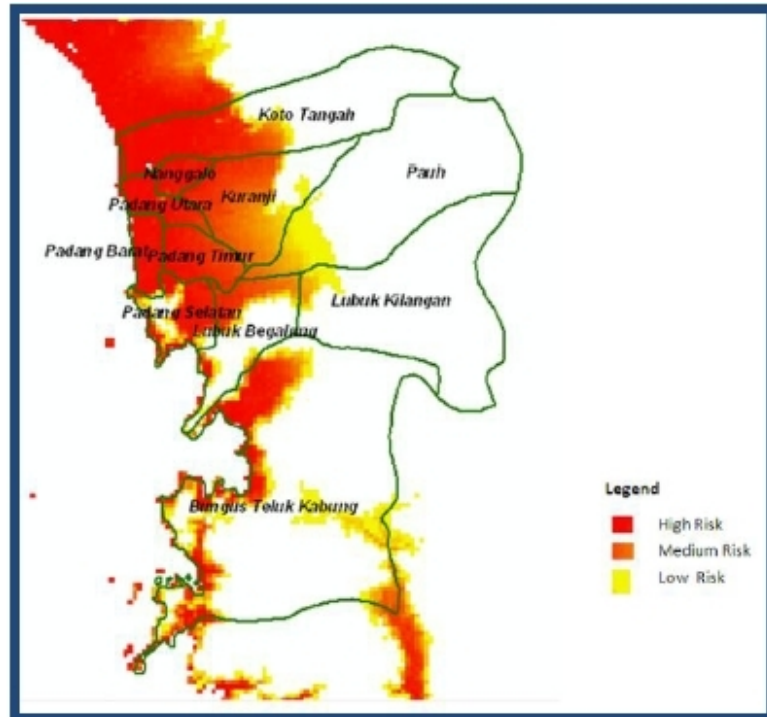
bobotTsun = nilai yang diberikan kepada bahaya tsunami sebagai pembobot

Representasi dari rumus model spasial ini dapat dilihat pada pada Gambar 4.20. Hasil akhirnya adalah sebuah Peta Bahaya Tsunami di Lanud Padang seperti pada Gambar 4.21.

Tabel 4.21 Skor guna lahan Lanud Padang

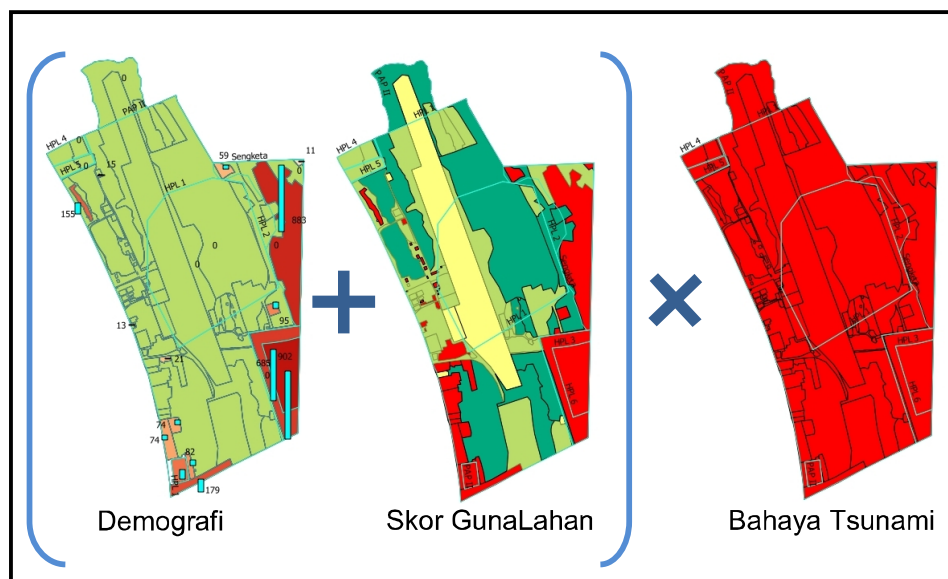
No	Guna Lahan	Nilai
1.	Perkantoran	3
2.	Permukiman	3
3.	Sekolah	3
4.	Lapangan Terbang	2
5.	Tempat Ibadah	2
6.	Kolam	1
7.	Lahan Kering	1
8.	Lahan Terbuka	1
9.	Peternakan	1
10.	Sawah Irigasi	1
11.	Tanah Tegalan	1
12.	Belukar	0
13.	Rawa	0
14.	Semak	0

Sumber: Oktiari dan Sudomo (2010), dan Pengolahan Data Primer (2014)



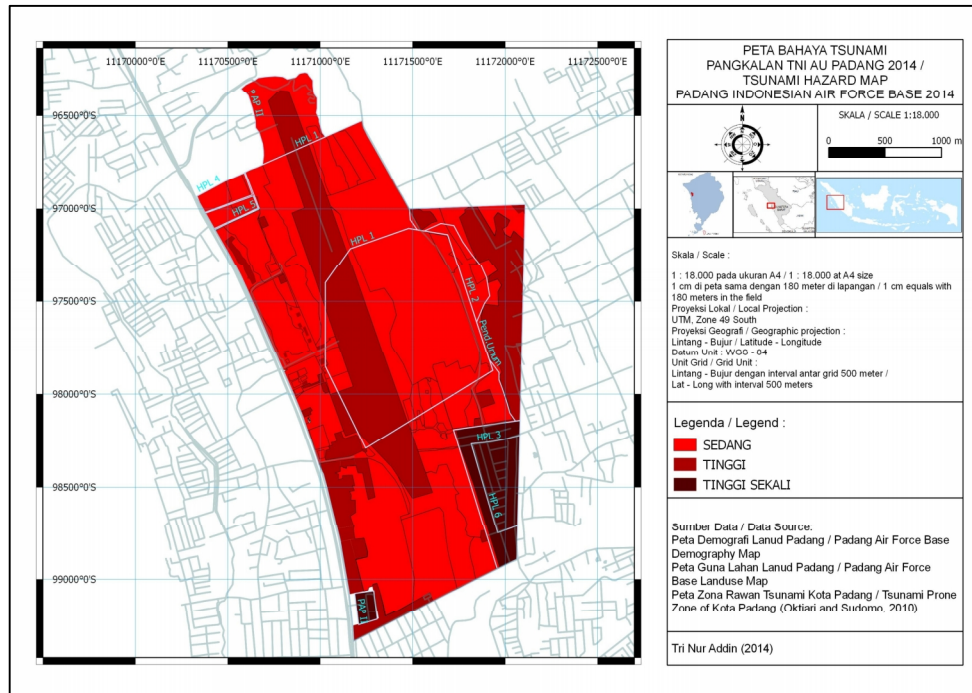
Gambar 4.19 Peta zona rawan tsunami di Kota Padang Sumatera Barat

Sumber: Oktiari dan Sudomo (2010)



Gambar 4.20 Representasi model spasial bahaya tsunami Lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data (2014)



Gambar 4.21 Peta bahaya tsunami Lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

Peta bahaya tsunami tersebut mendeskripsikan tiga klasifikasi bahaya tsunami, yakni Sedang, Tinggi dan Tinggi sekali. Pembagian kelas ini sesuai dengan peta kerentanan tsunami Kota Padang yang dikeluarkan oleh BNPB, yang membagi kelas bahaya tsunami seperti di atas. Klasifikasi bahaya tsunami di Lanud Padang juga terbagi menjadi tiga dengan deskripsi:

- a. Zona Sedang, daerah ini berwarna merah muda, dengan guna lahan berupa daerah vegetasi. Tidak ada permukiman penduduk di dalamnya.
- b. Zona Tinggi, daerah ini berwarna merah terang dengan guna lahan berupa permukiman Komplek Air Tawar, Mess Hercules, Kampung Nias, Komplek Garuda I, Garuda II, SMK Labor, TK Angkasa, SDN 24 Padang, SMP Angkasa, SD Angkasa I, Angkasa II, Masjid, Bengkel Alat Berat, perumahan Eks Bandara Tabing, Perkantoran Eks Bandara Tabing,

Perkantoran BMKG, Mess Wira Waskita, Mess Antariksa, arena airsoftgun, seluruh daerah perkantoran Lanud, Pura Lanud dan permukiman Kampung Jawa, fasilitas vital *aerodrome* Lanud dan apron. *Aerodrome* dan apron ini memiliki skor guna lahan tinggi karena sebagai obyek vital yang diperlukan dalam operasi dukungan penerbangan di saat damai dan bencana alam.

- c. Zona Tinggi Sekali, zona ini berwarna merah tua dengan guna lahan berupa permukiman Komplek Angkasa Pura II, Perumahan Dishub dan Meteo, Perumahan Angkasa Puri, Perumdam Air Tawar, Kampung Nias, Komplek Ruko Primkopau Lanud, Mess Jatayu, Perumahan Angkasa Puri, dan Perumdam.

4.3.2 Analisis Waktu Evakuasi Tsunami

Analisis waktu evakuasi dari landaan tsunami dalam penelitian ini didapatkan melalui analisis simulasi evakuasi bahaya tsunami dan peta klasifikasi waktu evakuasi dari penelitian sebelumnya. digabungkan dengan peta batas Lanud, peta kontur Lanud dan jalan yang divalidasi melalui observasi lapangan.

Data yang digunakan untuk memetakan waktu evakuasi tsunami di Lanud Padang dibatasi dengan data zona aman tsunami dengan jarak minimal 1000 meter dari batas timur Lanud. Hal ini sesuai dengan Peta Zona Ketinggian Landaan Tsunami hasil penelitian Cedillos (2011), yang membagi zona landaan tsunami dengan sembilan tingkat ketinggian air³⁰ dengan jarak mencapai 3000 meter ke daratan di ukur dari garis pantai. Data pembagian waktu evakuasi di dapat dari perhitungan geometri dipadukan dengan data jarak zona aman dan divalidasi dengan observasi lapangan. Pembagian waktu evakuasi ini dibagi empat kelas, yakni <10 menit, <20 menit, <30 menit, dan >35 menit.

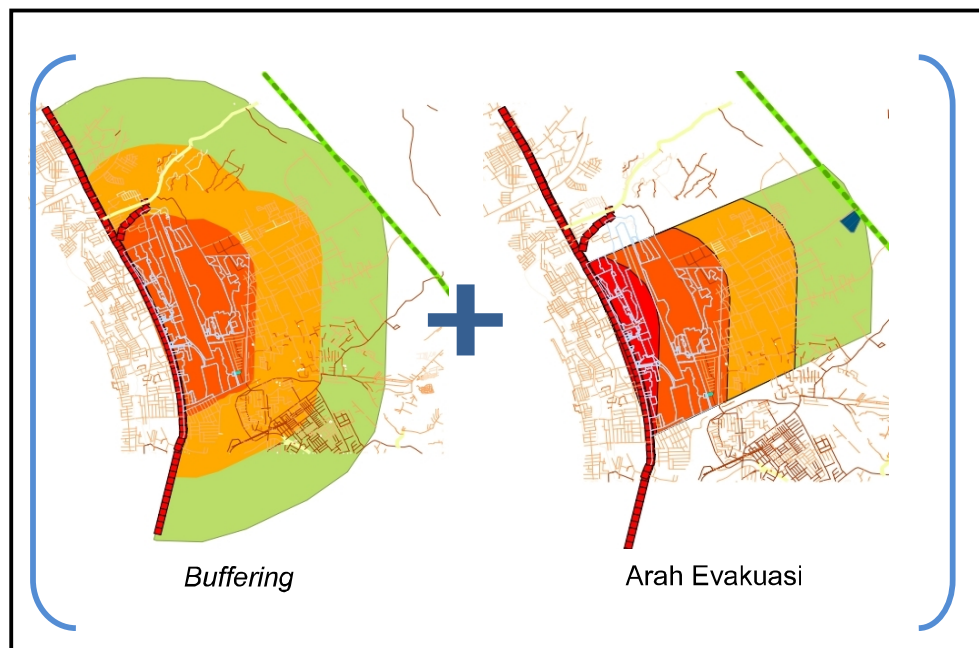
³⁰ Ketinggian air landaan tsunami yakni 0,1-01 m, 01,01-02 m, 02,01-03 m, 03,01-04 m, 04,01-05 m, 05,01-06 m, 06,01-07 m, 07,01-08 m, 08,01-09 m (Veronica, 2011)

Rumus yang digunakan dalam analisis ini adalah dengan menggunakan rumus kecepatan untuk mendapatkan nilai satuan terkecil pada Persamaan (4.4), yakni:

$$v = d / t \quad (4.4)$$

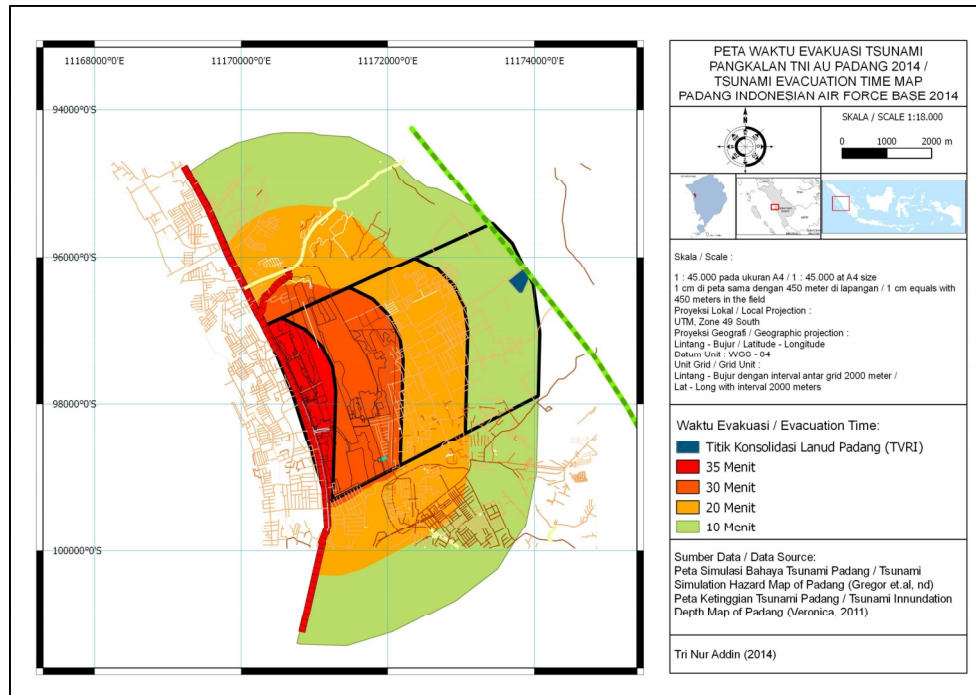
dimana kecepatan ini diwakili dengan v , d untuk jarak dan t untuk waktu tempuh. Untuk mengetahui nilai kecepatan, dengan membagi nilai d dengan nilai t . Berdasarkan hasil observasi yang ditempuh dengan berjalan kaki, untuk 1 menit berjalan dengan kecepatan 6 km/jam akan menempuh jarak 100 meter, dengan jarak tempuh ke zona aman adalah 3 km. Satuan terkecil ini (1 menit = 100 meter) menjadi acuan dalam penentuan waktu tempuh ke zona aman.

Representasi dari model spasial ini dapat dilihat pada pada Gambar 4.21. Hasil akhirnya adalah sebuah Peta Waktu Evakuasi Tsunami di Lanud Padang seperti pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Representasi model spasial waktu evakuasi tsunami di Lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)



Gambar 4.23 Peta waktu evakuasi tsunami Lanud Padang

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

Peta Waktu Evakuasi Tsunami di atas mendeskripsikan empat pembagian waktu evakuasi yang harus segera dilaksanakan warga Lanud untuk menghindari air landaan tsunami. Pembagian waktu tersebut yakni:

- a. 35 Menit menuju titik kumpul (TVRI)³¹: daerah ini berwarna merah dengan guna lahan berupa permukiman Komplek Air Tawar, Mess Hercules, Perumahan Dishub, Meteo dan Angkasa Pura II, sebagian permukiman Kampung Nias, Komplek Garuda I, Garuda II, SMK Labor, TK Angkasa, SDN 24 Padang, SMP Angkasa, SD Angkasa I, Angkasa II, Masjid, Bengkel Alat Berat, perumahan Eks Bandara Tabing, Perkantoran Eks Bandara Tabing, Perkantoran BMKG, Mess

³¹ Stasiun Televisi Republik Indonesia (TVRI) Padang digunakan sebagai titik berkumpul Anggota Lanud untuk melaksanakan konsolidasi, pendataan personel, penyediaan dapur umum, mempersiapkan operasi dukungan penerbangan, mempersiapkan tenda lapangan, penerangan dan angkutan, kesehatan lapangan, komunikasi. Penetapan TVRI sebagai titik berkumpul berdasarkan rencana Kontinjensi Lanud Padang dalam menghadapi Bencana Tsunami.

Wira Waskita, Mess Antariksa, arena airsoftgun, seluruh daerah perkantoran Lanud, Pura Lanud dan permukiman Kampung Jawa, daerah fasilitas vital berupa sebagian *aerodrome* Lanud dan apron.

- b. 30 Menit menuju titik kumpul (TVRI): berwarna jingga dengan guna lahan berupa permukiman Komplek Air Tawar, Kampung Nias, Komplek Ruko Primkopau Lanud, Mess Jatayu, Perumahan Angkasa Puri, Perumdam, Komplek Rajawali, lahan Lanud yang dihuni penduduk umum, Peternakan dan sebagian fasilitas vital *aerodrome* dan apron Lanud.
- c. 20 Menit menuju titik kumpul (TVRI): berwarna kuning kecoklatan dengan guna lahan berupa permukiman penduduk, fasilitas pendidikan, kesehatan, tempat ibadah, dan jalan lokal primer.
- d. 10 Menit menuju titik kumpul (TVRI): berwarna hijau dengan guna lahan berupa permukiman penduduk, fasilitas pendidikan, kesehatan, tempat ibadah dan jalan lokal primer.

Garis merah di sebelah Barat Lanud adalah Jalan Arteri Primer atau jalan provinsi yang menghubungkan antar kota di Sumatera Barat, sekaligus menjadi tanda peta sebagai pembatas agar warga Lanud tidak mendekati daerah ini apalagi menyeberang pada saat terjadi tsunami.

Garis Hijau di sebelah Timur Lanud adalah Jalan Arteri Sekunder yang terletak di daerah *bypass*. Daerah ini adalah zona paling aman dari landaan tsunami. Di zona aman tersebut terdapat Stasiun Televisi Republik Indonesia (TVRI) Kota Padang yang dijadikan sebagai titik kumpul Lanud Padang pada saat melaksanakan evakuasi. Berdasarkan catatan wawancara dengan Kadisops Lanud Padang, Mayor Lek Kurniawan mengatakan:

“Kita (Lanud Padang) punya protap apabila terjadi gempa, secara garis besar berisi tentang protap penanggulangan bencana, tahapan yang dilakukan bila terjadi gempa dan apa yang dilakukan setelah di TVRI. TVRI di *bypass* sebagai zona aman, sehingga digunakan sebagai titik kumpul Lanud.”

4.3.3 Indeks Risiko Bencana Tsunami

Analisis risiko bencana tsunami dilakukan pada seluruh daerah terpapar yang memiliki kepadatan penduduk, guna lahan dan waktu evakuasi yang diperlukan untuk mencapai zona aman. Sebelum menghitung indeks risiko bencana tsunami, terlebih dahulu dilakukan perhitungan awal untuk mencari skor total variabel bencana tsunami menggunakan rumus model spasial pada Persamaan (4.5) berikut ini:

$$\text{Tot_skor_var} = ([\text{"Wkt_Evak"} * 3] + [\text{"Skor_Tsun"} * 2]) / 2 \quad (4.5)$$

Keterangan:

tot_skor_var = nilai total gabungan gabungan skor bahaya tsunami dan skor waktu evakuasi tsunami)

Wkt_Evak = waktu yang digunakan untuk melaksanakan evakuasi

Skor_Tsun = skor kerawanan tsunami

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (4.5), maka diperoleh skor total variabel bencana tsunami di Lanud Padang pada setiap unit demografi. Skor yang dihasilkan berkisar antara 21-112. Semakin tinggi skor yang dihasilkan maka akan semakin tinggi risiko yang dapat ditimbulkan oleh tsunami. Skor ini kemudian diklasifikasikan menjadi tiga bagian, yakni sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Skor dengan tingkat risiko sedang (21-51) terdapat di daerah vegetasi lahan terbuka, sawah irigasi, belukar dan daerah lain yang tidak berpenghuni. Skor dengan tingkat risiko tinggi (52-81) terdapat di daerah permukiman Komplek Rajawali, Kampung Nias, Sebagian Komplek Air Tawar dan Ruko Pimkopau Lanud. Sedangkan skor dengan tingkat risiko sangat tinggi (83-112) terdapat di Kampung Jawa, Pura Lanud, Mess, Komplek Garuda I dan II, Perum Dishub, AP II, Meteo, Komplek Air Tawar, Kampung Nias, Perumdam, Angkasa Puri dan lahan Lanud yang dihuni penduduk umum. Skor total variabel ini selanjutnya dimodifikasi dengan tingkat kepadatan bangunan, kedekatan dengan jalan dan kedekatan dengan pusat pelayanan medis sehingga didapatkan indeks risiko bencana tsunami.

4.3.3.1 Kepadatan Bangunan

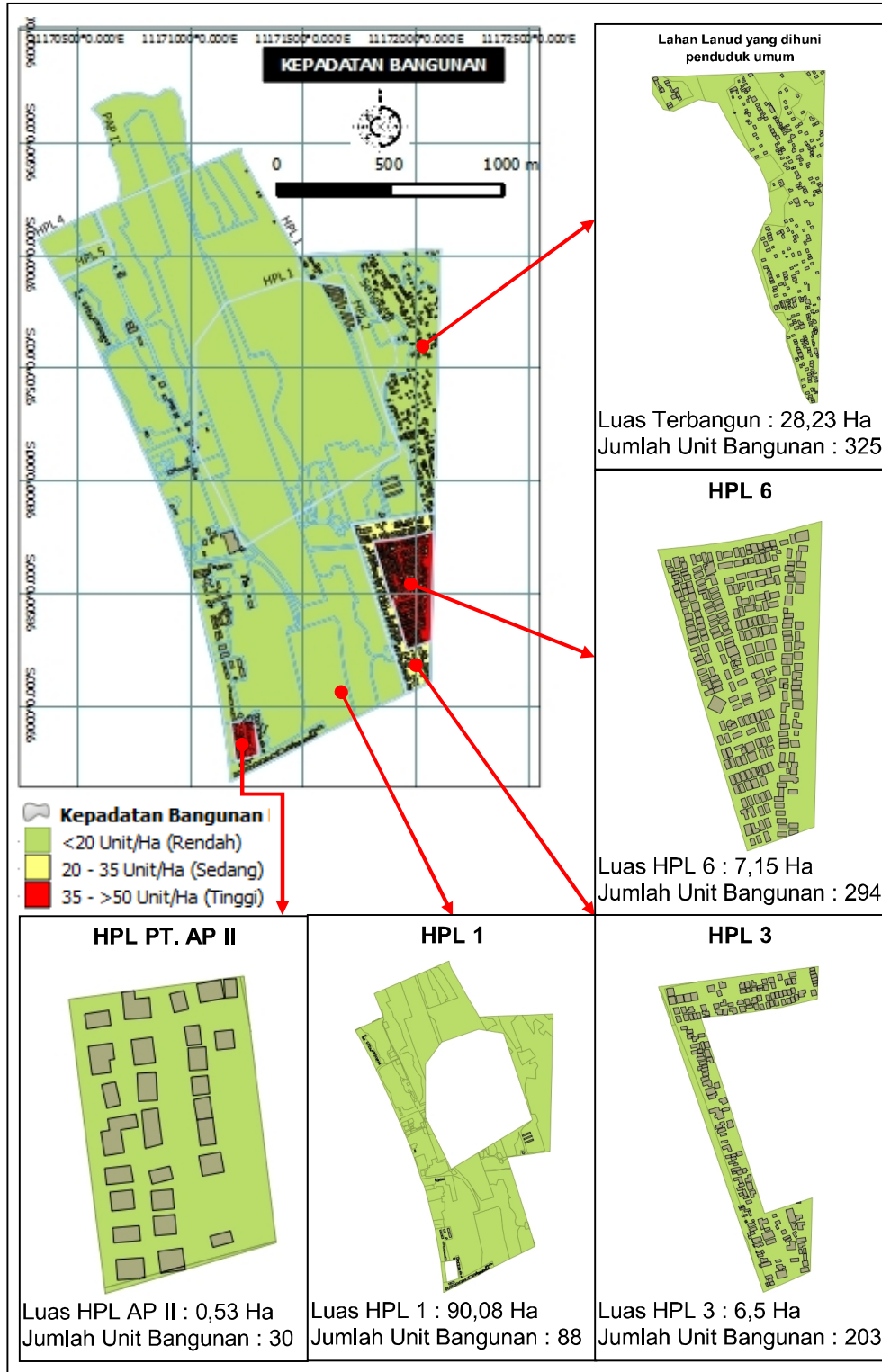
RTRW Kota Padang tahun 2004-2013 membagi kepadatan bangunan Kota Padang menjadi tiga, yaitu Kepadatan Tinggi, Kepadatan Sedang dan Kepadatan Rendah. Kepadatan bangunan di lingkungan permukiman diklasifikasikan dengan Kepadatan Bangunan Tinggi antara 35 - >50 unit/Ha, Kepadatan Bangunan Sedang antara 20 - 35 unit/Ha dan Kepadatan Bangunan Rendah <20 unit/Ha.

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui HPL di Lanud Padang yang memiliki tingkat kepadatan bangunan (untuk permukiman) rendah 0-11 unit bangunan per hektar, yaitu HPL 1 dan penduduk umum. HPL 3 (Angkasa Puri) masuk ke dalam tingkat kepadatan bangunan sedang dengan kepadatan bangunan 28 unit bangunan per hektar. Tingkat kepadatan tinggi ada pada Komplek Perumdam dan HPL PAP II dengan kepadatan mencapai > 40 unit per hektar. Hasil perhitungan kepadatan bangunan dapat dilihat pada Tabel 4.22 dan Peta sebaran HPL beserta tingkat kepadatan bangunannya dapat dilihat pada Gambar 4.24.

Tabel 4.22 Hasil perhitungan kepadatan bangunan

No	Nama HPL	Luas HPL (m ²)	Luas Terbangun (m ²)	Jumlah Unit Bangunan	Kepadatan (Unit/Ha)
1.	HPL 1	900.811	12.491,43	88	0,97→1
2.	HPL 2	1.952.749	Tidak Ada Permukiman	Tidak Ada Permukiman	0
3.	HPL 3	65.000	57.077,61	203	31,23→31
4.	HPL 4	64.412	Tidak Ada Permukiman	Tidak Ada Permukiman	0
5.	HPL 5	39.000	Tidak Ada Permukiman	Tidak Ada Permukiman	0
6.	HPL 6	71.500	33.488,73	294	41,11→41
7.	HPL PAP II	5.345	4.228,99	30	56,6→57
8.	Lahan Lanud yang dihuni penduduk umum	-	282.348,31	325	11,47→11

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)



Gambar 4.24 Peta kepadatan bangunan lanud padang

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.3.3.2 Kedekatan dengan Jalan

Jalan merupakan fasilitas penting dalam kondisi darurat. Kedekatan bangunan dengan jalan membuat proses evakuasi dari landaan tsunami dan distribusi bantuan semakin mudah. Lanud Padang memiliki kedekatan dengan jalan arteri primer, arteri sekunder, lokal primer dan lokal sekunder dengan menggunakan ukuran kedekatan jalan pada penelitian Ping Ai, (2005) yaitu 0-100 meter, 100- 300 meter, > n 300 meter (Saputra *et al.* 2011, p.39).

Proses analisis kedekatan jalan ini menggunakan data pada Peta jalan Lanud dan sekitarnya yang didapat dari data OSM daerah Lanud perekaman tahun 2014. Peta jalan ini dikombinasikan dengan data RTRW Kota Padang 2004-2013 yang mengklasifikasikan jalan:

- a. Jalan Arteri Primer, lebar 18-24 meter.
- b. Jalan Arteri Sekunder, 18 meter.
- c. Jalan Kolektor Sekunder, lebar 10 meter.
- d. Jalan Lokal Primer, 8 meter.
- e. Jalan Lokal Sekunder, 6 meter.

Untuk jalan setapak, tidak termasuk dalam definisi jalan yang ada pada RTRW Kota Padang. Berdasarkan observasi di lapangan, jalan setapak ini ditambahkan untuk lebih memudahkan identifikasi bangunan berdasarkan kedekatan dengan jalan.

Selanjutnya Peta Jalan tersebut kemudian di-*overlay* dengan Peta Guna Lahan peruntukan permukiman dan Peta Bangunan Lanud Padang. Hasil analisis fungsi jarak bangunan terhadap jalan dapat dilihat pada Tabel 4.23. Berdasarkan Tabel tersebut dapat dideskripsikan:

- HPL 1 (terdiri dari Kampung Jawa, Mess Antariksa, Perumahan Eks Bandara Tabing, Komplek Garuda I, Komplek Garuda II, Kampung Nias, Mess Hercules dan sebagian Komplek Air Tawar) dan HPL AP II (Perumahan AP II, Dinas Perhubungan dan Meteo) memiliki aksesibilitas yang paling tinggi. Hal ini dapat dilihat dari keberadaan jalan arteri primer pada kedua daerah

tersebut. Konsentrasi bangunan pada kedua daerah ini ini berada pada jarak 100-300 m dari jalan arteri primer.

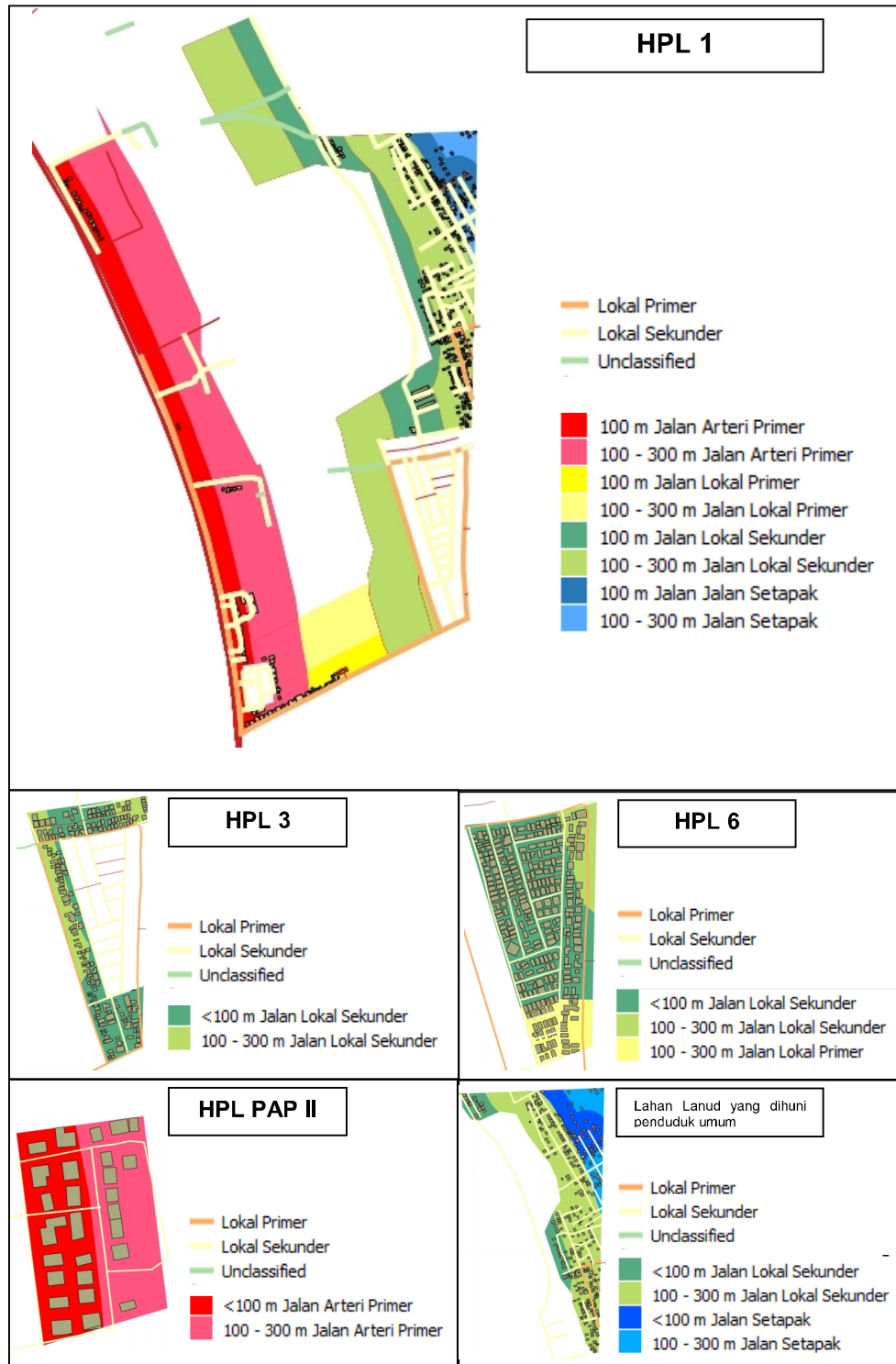
- HPL 1 di daerah sebagian Komplek Air Tawar berada pada jalan lokal primer dan lokal sekunder (Komplek Rajawali).
- HPL 3 (Perum Angkasa Puri) dan HPL 6 (Perumdram) merupakan daerah dengan aksesibilitas sedang, hal ini bisa dilihat dari jalan lokal sekunder yang melewatinya.
- Lahan Lanud yang dihuni penduduk umum merupakan daerah dengan tingkat aksesibilitas yang rendah. Mayoritas jaringan jalan berupa jalan lokal sekunder dan jalan setapak.

Distribusi spasial bangunan berdasarkan kedekatan dengan jalan dapat dilihat pada Gambar 4.25.

Tabel 4.23 Jumlah bangunan berdasarkan jarak dari jalan

Jarak dan Jenis jalan	HPL 1		HPL 3		HPL 6		HPL PAP II		Lahan Lanud yang dihuni penduduk umum	
	Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%
Arteri Primer < 100 m	37	42,04	-	-	-	-	18	60	-	-
Arteri Primer 100-300 m	28	31,81	-	-	-	-	12	40	-	-
Lokal Primer < 100 m	19	21,59	-	-	-	-	-	-	-	-
Lokal Primer 100-300 m	-	-	-	-	61	20,74	-	-	-	-
Lokal Sekunder < 100 m	4	04,50	124	61,08	216	73,46	-	-	50	15,38
Lokal Sekunder 100-300 m	-	-	79	38,91	17	05,78	-	-	228	70,15
Setapak < 100 m	-	-	-	-	-	-	-	-	40	12,30
Setapak 100- 300 m	-	-	-	-	-	-	-	-	7	02,15

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2014

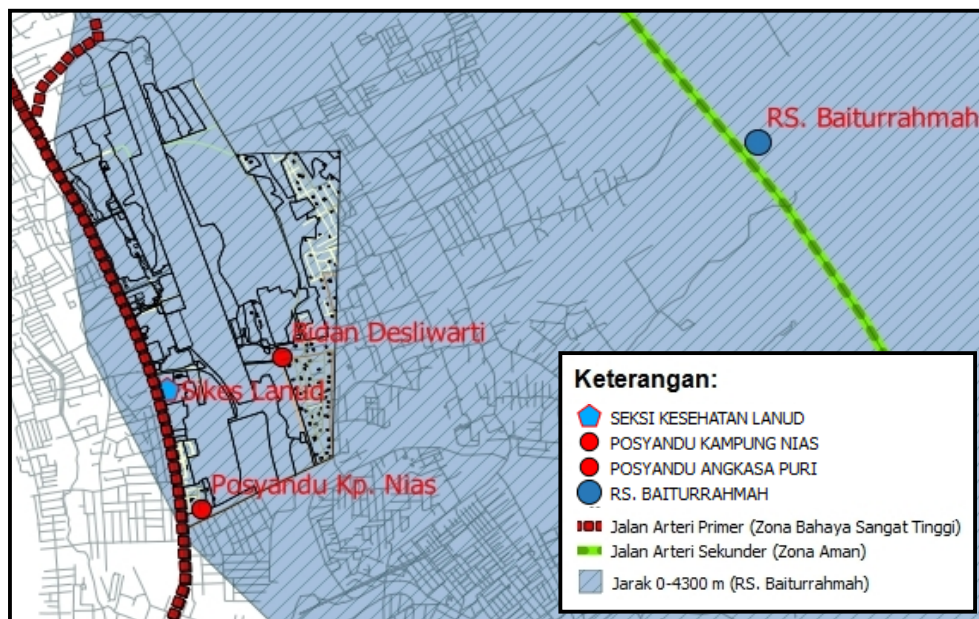


Gambar 4.25 Distribusi spasial bangunan berdasarkan jarak dari jalan
 Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.3.3.3 Jarak dari Pusat Pelayanan Medis

Jarak dari pusat pelayanan medis secara tidak langsung dapat meningkatkan risiko tsunami yang ditimbulkan. Analisis ini mengacu pada penelitian Ping Ai, (2005) yang mengklasifikasikan jarak terhadap pusat pelayanan medis antara 0-300 m, 300-1500 m, dan > 1500 m (Saputra et.al, 2011, p.40).

Pusat Pelayanan Medis Lanud Padang berada dalam perawatan Seksi Kesehatan (Sikes) Lanud yang terletak di daerah perkantoran, lokasinya dekat dengan jalan arteri primer dan lokal primer. Seluruh daerah Lanud berada di dalam radius 1500 meter dari Sikes Lanud. Selain itu ada satu pos pelayanan terpadu yang terletak di Kampung Nias dan satu pos bidan praktek mandiri “Desliwarti” di Jalan Bronco Nomor 2 Komplek Angkasa Puri. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa mayoritas bangunan berada dalam radius 2000-4300 meter dari pusat pelayanan medis yang terdekat (Rumah Sakit Baiturrahmah, Baypass). Jarak ini diasumsikan masih dapat dijangkau, karena alat transportasi seperti motor dan mobil telah banyak digunakan di Lanud Padang. Pusat Pelayanan Medis ini dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Distribusi spasial bangunan berdasarkan jarak dari pusat pelayanan medis

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

Indeks risiko bencana tsunami didapat dari perhitungan skor variabel bencana tsunami ditambahkan dengan skor modifikasi dengan menggunakan rumus spasial pada Persamaan (4.6) berikut:

$$\text{Total Indeks} = \text{"tot_skor"} * \text{"bobot_bang"} * \text{"bobot_jln"} * \text{"bobot_kes"} \quad (4.6)$$

Keterangan:

- Total Indeks = nilai akhir risiko bencana tsunami setelah dimodifikasi dengan bobot kepadatan bangunan, bobot kedekatan dengan jalan dan bobot dengan pusat pelayanan medis
- tot_skor = skor variabel bencana tsunami (gabungan skor bahaya tsunami dan skor waktu evakuasi tsunami)
- bobot_bang = nilai bobot berdasarkan kepadatan bangunan
- bobot_jln = nilai bobot berdasarkan kedekatan bangunan dengan akses jalan
- bobot_kes = nilai bobot berdasarkan kedekatan dengan pusat pelayanan medis

Penentuan bobot pada masing-masing modifikator (kepadatan bangunan, kedekatan dengan jalan, dan kedekatan dengan pusat pelayanan medis) dilakukan dengan matrik perbandingan. Hasilnya adalah kepadatan bangunan merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap risiko, sehingga diberikan bobot paling tinggi yaitu 0,5. Kemudian disusul oleh variabel kedekatan dengan jalan yang diberi bobot 0,3 dan kedekatan dengan pusat pelayanan medis dengan bobot 0,2 (Saputra *et al.* 2011). Analisis berdasarkan pertimbangan kondisi lingkungan Lanud Padang ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang sebenarnya mengenai risiko bencana tsunami di Lanud Padang. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil indeks risiko tsunami dengan lima kelas pembagian, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Semakin tinggi indeks maka akan semakin tinggi tingkat risiko yang dapat ditimbulkan oleh gempa bumi. Rentang indeks risiko antara 0-3,36.

Unit bangunan yang memiliki tingkat risiko sangat tinggi (indeks 2,791-3,36) adalah hampir seluruh bangunan di Komplek AP II, Perum Dishub dan Meteo. Risiko sangat tinggi ini berdasarkan nilai waktu evakuasi dan nilai demografi serta nilai kepadatan bangunan tiap hektarnya. Waktu evakuasi yang dibutuhkan untuk mencapai zona aman di daerah ini adalah 35 menit.

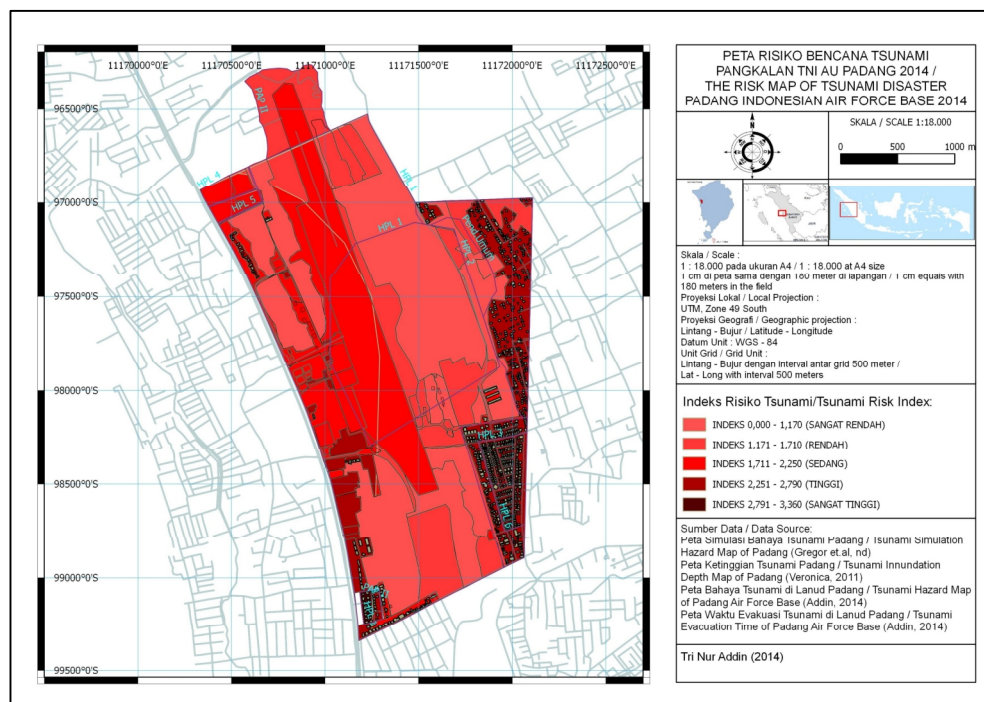
Unit bangunan yang memiliki tingkat risiko tinggi (indeks 2,251- 2,79) berada di Komplek Air Tawar, Mess Hercules, Perumahan Dishub, Meteo dan Angkasa Pura II, sebagian PAP II, Komplek Garuda I, Garuda II, SMK Labor, TK Angkasa, SDN 24 Padang, SMP Angkasa, SD Angkasa I, Angkasa II, Masjid, Bengkel Alat Berat, perumahan Eks Bandara Tabing, Perkantoran Eks Bandara Tabing, Perkantoran BMKG, Mess Wira Waskita, Mess Antariksa, arena airsoftgun, seluruh daerah perkantoran Lanud, Pura Lanud dan permukiman Kampung Jawa. Hal ini berbeda dengan Komplek Perumdam, Angkasa Puri dan lahan Lanud yang dihuni penduduk umum, meskipun mereka secara waktu lebih pendek untuk sampai ke zona aman (30 menit), namun daerah ini memiliki kepadatan bangunan dan kepadatan penduduk yang lebih tinggi. Khusus untuk daerah Kampung Jawa, risiko bencana tinggi ini diperparah dengan dengan struktur bangunan yang berjenis W1, yakni bangunan berstruktur kayu dengan atap rumah dari seng. Pengalaman Tsunami Aceh tahun 2004 dan Tsunami Mentawai tahun 2010, sebagian besar jiwa melayang dikarenakan terhantam kayu berpaku atau tersobek seng pada saat terjadi terjangan tsunami.

Unit bangunan yang memiliki tingkat risiko sedang (indeks 1,711- 2,25) berada pada sebagian Komplek Air Tawar, Kampung Nias dan Komplek Rajawali. Daerah risiko sedang ini memiliki nilai evakuasi 30 menit dengan kepadatan bangunan yang rendah. Daerah ini memiliki tingkat kepadatan penduduk yang sedang tiap hektarnya. Kondisi inilah yang menyebabkan mayoritas bangunan di daerah ini memiliki indeks risiko bencana tsunami yang sedang. Sama dengan kondisi Kampung Jawa, Kampung Nias dengan risiko sedang ini juga diperparah dengan

dengan struktur bangunan yang berjenis W1, yakni bangunan berstruktur kayu dengan atap rumah dari seng. Tingkat risikonya sangat tinggi terhadap jiwa dari ancaman terhantam kayu berpaku atau seng pada saat terjadi terjangan tsunami.

Unit bangunan yang memiliki tingkat risiko rendah (indeks 1,171-1,71) berupa sebagian Komplek Air Tawar, sebagian Ruko Primkopau, Mess Jatayu dan daerah bervegetasi lahan kering.

Unit bangunan yang memiliki tingkat risiko sangat rendah (indeks 0-1,17) berupa daerah Lanud dengan guna lahan berupa vegetasi lahan kering, belukar, daerah kosong, sawah irigasi, tegalan dan kolam. Sawah irigasi, tegalan dan kolam inilah yang masih memiliki nilai sehingga daerah ini memiliki indeks risiko bencana tsunami yang sangat rendah. Lebih lengkap Peta risiko bencana tsunami pada setiap HPL dapat dilihat pada Gambar 4.27 dan Lampiran 4.4.



Gambar 4.27 Peta risiko bencana tsunami modifikasi dengan kepadatan bangunan, kedekatan jalan dan pusat pelayanan medis

Sumber: Pengolahan Data Primer (2014)

4.4. Upaya Lanud Padang dalam Pengurangan Risiko Bencana Gempabumi-Tsunami

Upaya penyelenggaraan langkah yang tepat untuk pengurangan risiko bencana gempabumi-tsunami yang telah dilakukan Lanud Padang memiliki tujuan mengurangi risiko yang timbul melalui upaya peningkatan infrastruktur dan peningkatan kapasitas (kesadaran, kesiapsiagaan, kemampuan peringatan dini, pencegahan dini dan kesiapan tindak dalam tanggap darurat).

4.4.1 Upaya peningkatan infrastruktur

Upaya yang dilakukan Lanud dalam rangka peningkatan infrastruktur tersebut diantaranya melalui renovasi dan perkuatan bangunan agar tetap terawat dan tahan gempa sesuai SNI 1726:2012. Hal ini sejalan dengan hasil wawancara dengan Mayor Sus Eko Susilo (Kasubsi Rekkon Subdisrankon Disfaskonau) yang mengatakan:

“Struktur kekuatan dan desain bangunan yang tahan gempa secara teori harus bisa memberikan kesempatan kepada penghuni untuk melaksanakan tindakan penyelamatan selama gempa berlangsung. Artinya, pada saat terjadi gempa, bangunan tidak serta merta roboh, tetapi ada tenggang waktu untuk penghuni keluar dari bangunan untuk menyelamatkan diri.”

Upaya-upaya yang dilakukan dalam rangka peningkatan infrastruktur tersebut diantaranya:

a. Renovasi *Air Traffic Control (ATC) Tower*

Seperti dibahas pada bab sebelumnya bahwa atap *ATC Tower* Lanud Padang roboh akibat guncangan Gempabumi 30 September 2009. Tipe atap yang digunakan adalah tipe atap cor, seperti terlihat pada Gambar 4.27. Renovasi sesudah gempa pada *ATC Tower* ini menggunakan rangka baja dan material yang ringan sehingga diharapkan tidak akan roboh apabila terjadi bencana gempabumi. Penggunaan atap yang ringan ini, Mayor Sus Eko Susilo mengatakan:

“Bentuk atap tidak berpengaruh terhadap kerusakan bangunan akibat gempa, yang berpengaruh adalah material yang dipakai. Semakin ringan materialnya maka semakin kecil risiko atap akan runtuh. Sebaliknya semakin berat material atapnya, akan semakin besar juga kemungkinan atap akan runtuh terkena dampak guncangan gempa.”

- b. Renovasi barak Komplek Rajawali
- c. Renovasi shelter kendaraan bermotor Seksi Angkutan
- d. Renovasi shelter Pemadam Kebakaran (PK)
- e. Renovasi *VIP Room* Baseops
- f. Renovasi Gedung Pentak
- g. Renovasi Masjid



Gambar 4.28 ATC *Tower* Lanud Padang sebelum dan sesudah renovasi akibat gempa bumi 2009

Sumber: Seksi Fashar Lanud Padang, 2009 (Sebelum Renovasi) dan Dokumentasi Penelitian, 2014 (Sesudah Renovasi)

- h. Renovasi Seksi Kesehatan
Renovasi pada Seksi Kesehatan Lanud dengan membangun Unit Gawat Darurat (UGD) dan ruang rawat inap. Hal ini sudah mencukupi untuk melayani warga yang berada di sekitar Lanud.

i. Renovasi Mess Eks Bandara Tabing

Tempat tinggal/mess eks peninggalan Bandara Tabing juga terdampak gempa tahun 2009. Visualisasi renovasi sebelum dan sesudah renovasi mess eks Bandara Tabing dapat dilihat pada Gambar 4.29 (Lampiran 4.5.)

j. Jalur Evakuasi

Tahun 2011, dalam jurnal penelitian Veronica Cedillos *Project manager GeoHazard International (GHI)* tentang “*Crucial Need for Tsunami Evacuation Solutions for Padang*” menuliskan bahwa:

“...aerial map illustrates a coastal area in Padang that has difficulty evacuating inland and indicated in yellow is the military zone that people between the coast and this area must go around in order to get to safety” (Gambar 4.30).

Veronica menganalisis bahwa masyarakat yang terletak di antara pantai dan pangkalan militer (Lanud) untuk menempuh rute terpendek dalam evakuasi harus melalui pangkalan militer (Lanud). Ada dua jalan yang dibuka melalui Lanud untuk memungkinkan terlaksananya evakuasi, tetapi hal ini tidak cukup untuk menampung jumlah orang yang harus mengungsi ke pedalaman dan harus berkeliling (memutari Lanud) dalam rangka menyelamatkan diri.

Mematahkan rasa kekhawatiran Veronica, fakta di lapangan menunjukkan bahwa jalur evakuasi di Lanud telah dibangun pada tahun 2010, tetapi masih berupa tanah urug pasir dan batu (sirtu). Pembangunan jalur evakuasi ini diperlebar dan ditambah dua titik lagi untuk menampung masyarakat saat terjadi bencana dan selesai pada akhir tahun 2013. Tahun 2014 jalur evakuasi diperkuat dengan beton dan sirtu untuk memastikan keadaan tanah dalam kondisi tanah padat. Jalur evakuasi ini terletak di sebelah Timur *Runway 34*, Kampung Jawa dan *Runway 16* seperti terlihat pada Gambar 4.31 (Lampiran 4.6.)



Gambar 4.30 Foto udara Lanud Padang

Sumber: Veronica Cedillos, 2011

4.4.2 Upaya peningkatan kapasitas

Untuk meningkatkan kapasitas (kesadaran, kesiapsiagaan, kemampuan peringatan dini, pencegahan dini, dan kesiapan tindak dalam tanggap darurat) upaya yang dilakukan diantaranya:

a. Latihan SAR

Berdasarkan intensitas gempa bumi yang sering terjadi di Kota Padang, Lanud secara intensif mengadakan latihan SAR untuk menghadapi ancaman bencana tersebut. Penyelenggaraan Latihan SAR merupakan salah satu upaya untuk melatih kemampuan *search and rescue* anggota Lanud sebagai langkah awal mengantisipasi bencana gempa bumi dan tsunami dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan SAR, menyiapkan kemampuan satuan dan peralatan SAR serta memberi bantuan kepada pemerintah daerah dalam penanggulangan bencana. Salah satu contoh garis besar latihan SAR ini dapat dilihat pada Lampiran 4.7.

b. Simulasi dan Latihan dalam Mentawai *Megathrust Disaster Relief Exercise* (MM Direx) 2014

MM Direx adalah simulasi dan latihan dalam menghadapi gempa bumi dan tsunami di Kepulauan Mentawai yang diikuti 18 negara bertema "*Strengthening Collaboration and Partnership in Disaster Response to Build a Resilient Region*". Penyelenggaraan *Field Training Exercise* (FTX) berpusat di Lanud Padang yang diikuti sebelas Skadron Udara (Skadud), yakni:

- TNI AD : 2 Helikopter Bell 412, Skadron 11/Serbu Semarang dan Skadron 12/Serbu
- TNI AL : 1 Helikopter Bell 412 dari Lanud Juanda
- TNI AU : 1 pesawat angkut Boing B-737/VIP Skadud Lanud Halim PK, 2 pesawat angkut berat C-130 Hercules Skadud 31 Lanud Halim PK, 1 pesawat Cassa CN-295 Skadud 2 Lanud Halim PK, 1 pesawat Cassa C-212 Skadud 4 Lanud Abdul Rahman Saleh Malang, 1 Helikopter SA-330 Skadud 8 Lanud Atang Senjaya Bogor, 1 Helikopter EC-120 Colibri Skadud 7 Lanud Kalijati, 1 Helikopter NBO-105 Skadud Polairud Pondok Cabe Jakarta, dan 1 Helikopter NBO-105 Basarnas Jakarta.

Keikutsertaan skadron udara ini secara otomatis membuat Lanud Padang menggelar operasi dukungan penerbangan dalam kelancaran kegiatan FTX. Lebih lanjut Danlanud Padang Letkol Pnb H.K.D. Handaka, S.Sos., MM mengatakan:

"Kegiatan FTX ini misi utamanya adalah dukungan *Air Operation* dalam pengiriman bantuan di wilayah paling kritis akibat bencana alam. Selain itu kita juga telah mengirimkan beberapa prajurit Lanud Padang yang terlatih di beberapa wilayah yang terpencil seperti di Kepulauan Mentawai. (Pentak Lanud Padang, 2014)

Kegiatan ini diprakarsai BNPB dan Pemerintah Provinsi Sumatera Barat diikuti instansi dari TNI-POLRI Padang, Satuan Komunikasi dan Elektronika (Satkomlek) Mabes TNI, personil

Kesehatan Lapangan (Keslap), Tim Basarnas, Kementerian Sosial (Kemensos), Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Kesehatan (KemenKes) dan Kementerian Komunikasi dan Informasi (Kemenkominfo).

Materi penting dalam simulasi ini meliputi:

- *Land Operation* : SAR/USAR, *medical clinic, field hospital, Disaster Victims Identification (DVI), shelter management, field kitchen, water supply, power supply, field storages, communications, engineering, field command post, traffic control, construction, sanitation, logistic supply, logistic depo, transportation.*
- *Sea Operations* : Sea SAR, *sea/maritime transportation, air lift, air dropping, sea assessment, sea medical evacuation, sea evacuation, communications, sea hospital, logistic hub, sea field command post*
- *Air Operations* : *air SAR, air transports, air lift, air dropping, air assessment/air photo, air medical evacuation, air evacuation, air traffic control, communications, air combat control team, air base maintenance unit, air field command post.*

Contoh foto kegiatan MM Direx di Lanud Padang dapat dilihat pada Gambar 4.32 (Lampiran 4.8).

c. Simulasi gempa bumi di Lanud

Simulasi gempa bumi ini dilaksanakan oleh personel Lanud Padang melibatkan masyarakat sekitar Lanud dan sekolah yang berada di lingkungan Lanud. Kegiatan simulasi evakuasi dapat dilihat pada Gambar 4.33 (Lampiran 4.9).

d. Pengujian protap penanggulangan bencana Lanud Padang.

Pengujian protap ini dilaksanakan bersamaan dengan pelaksanaan simulasi-simulasi gempa bumi yang dilaksanakan di Lanud. Protap penanggulangan bencana Lanud dapat dilihat pada Lampiran 4.10.

e. Pembentukan Tim SAR dan Pengajuan Pemenuhan kebutuhan peralatan *Search and Rescue* (SAR)

Tim SAR ini memiliki kualifikasi tertentu dengan komposisi lengkap dalam operasinya. Operasi dalam hal ini maksudnya adalah tugas operasi di daerah yang terdampak bencana, daerah terisolasi dan daerah lain yang mengalami kejadian bencana. Komposisi yang dimaksud adalah kualifikasi tiap anggota tim dengan kemampuan antara lain:

- *SAR Mission Coordination* (SMC), tugasnya adalah melaksanakan evaluasi kejadian musibah, perencanaan operasi, mengendalikan operasi di daerah bencana secara keseluruhan dan bertanggung jawab kepada Danlanud.
- Pengatur Lalu Lintas Udara (PLLU), untuk mendukung operasi penerbangan di daerah bencana.
- *Aircraft Marshaller*, bertugas sebagai pemandu pesawat untuk parkir di area yang tepat. *Marshaller* ini berasal dari anggota Seksi Keselamatan Terbang dan Kerja (Lambangja).
- Komunikasi dan Elektronika (Komlek), bertugas mengawaki dan mendukung peralatan komunikasi berupa radio berjenis TRX HF-SSB, TRX VHF AM/FM dan TRX UHF AM/FM, HT, *facsimile* jika diperlukan dan mengantisipasi adanya perang elektronika. Komlek ini diawaki anggota Sentral dan Komunikasi (Senkom).
- Ruang Operasi (Ruops) *Mobile*, untuk mendukung komunikasi jarak jauh antara Daerah Bencana-Lanud-Pusat Komando Pengendali—Puskodal (Koopsau I).
- Bahan Minyak dan Pelumas (BMP), tugasnya untuk berkoordinasi dengan satuan samping dalam operasional yang berkaitan dengan pengisian bahan bakar udara atau darat di daerah operasi.

- Perawatan Personel (Watpers), berkoordinasi dengan satuan samping dalam pemenuhan logistik anggota Tim SAR dan urusan administrasi lainnya.
- Meteorologi (Meteo), mendukung operasi penerbangan dalam penyajian informasi cuaca.
- Pergudangan, bertugas mendata dan menginventarisir alat perlengkapan tim atau barang-barang bantuan yang akan di distribusikan ke lokasi bencana
- Kesehatan Lapangan (Keslap), bertugas mendukung perawatan kesehatan anggota tim dan masyarakat.

Tugas operasi Tim SAR Lanud dalam penanggulangan bencana alam lima tahun terakhir salah satunya adalah terlibat langsung dalam kegiatan tanggap darurat gempabumi dan tsunami Mentawai tahun 2010 di Kepulauan Mentawai. Tim SAR ini sebagai Pos Komando Taktis (Poskotis) di Kepulauan Mentawai dan bagian dari Pos Komando Satuan Tugas Udara (Posko Satgasud) yang berada di Kota Padang. Tugas pertama sewaktu sampai di lokasi adalah melakukan instalasi Radio SSB untuk membuka komunikasi antara Poskotis dengan Posko Satgasud, kemudian tim mendirikan perkubuan/tenda peleton (yang kemudian dijadikan sebagai 'gudang' penyimpanan sembako untuk di distribusikan ke korban bencana), menentukan ruang bebas untuk membuat *helipad* dan menentukan tempat untuk penimbunan avtur pertamina (untuk mendukung pesawat TNI AU yang ikut dalam kegiatan tanggap darurat di Kepulauan Mentawai). Tim SAR Lanud bergabung dengan Tim Pengendali Tempur (Dalpur) Batalyon Paskhas 461 Wing 1 Paskhas yang bermarkas di Halim PK. Tugas utama tim gabungan ini adalah operasi dukungan penerbangan dan mengatur dorongan logistik ke

sasaran. Pelaksanaan tugas ini berdasarkan surat perintah Danlanud Padang dengan Sprin/280/X/2010, lebih lengkapnya pada Lampiran 4.11a.

Dalam hal pemenuhan kebutuhan kegiatan SAR, Lanud Padang telah mengajukan kebutuhan *kazenering* tersebut ke Panglima Koopsau I. Daftar Pengajuan Peralatan SAR dapat dilihat pada Lampiran 4.11b.

Namun seluruh upaya peningkatan infrastruktur dan kapasitas untuk mengurangi risiko bencana yang telah dilakukan Lanud Padang jika dikaitkan dengan regulasi pemerintah atau prosedur tetap menghadapi Mentawai *megathrust*, ternyata dalam Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Padang 2004-2013 tidak membahas sedikitpun mengenai potensi dan risiko bencana gempabumi-tsunami serta dampak yang ditimbulkannya. Demikian juga pada Rencana Tindakan Kontinjensi (Rentinkon) Koopsau I dalam penanggulangan bencana, tidak dijelaskan secara khusus mengenai bahaya gempabumi-tsunami ini.

Dalam Rentinkon tersebut menempatkan bencana alam sebagai prioritas pertama yang perlu mendapatkan penanganan. Di dalamnya terdapat penjelasan secara singkat mengenai jenis, penyebab dan dampak bencana, salah satunya adalah bencana gempabumi dan tsunami. Tidak jauh berbeda dengan isi Rencana Operasi (RO) Bangau Sakti-15 tentang penanggulangan bencana alam yang hanya membahas teknis pelaksanaan yang mendetail mengenai organisasi tugas, rencana intelijen, peta daerah operasi, rencana komunikasi dan elektronika, rencana administrasi logistik, *Role of Engagement (ROE)*³² dan rencana dukungan personel.

Namun demikian, penjelasan secara singkat ini baik pada Rentinkon maupun RO tidak disertai dengan gambaran tingkat risiko dari bencana yang mengancam. Tidak adanya peta risiko bencana

³² ROE adalah aturan untuk pasukan militer tentang keadaan, kondisi, derajat, dan tindakan. Dalam hal ini adalah aturan tentang pelibatan pasukan pada penanggulangan bencana alam.

gempabumi dan peta risiko bencana tsunami ini akan berujung pada tidak adanya arahan untuk pemanfaatan ruang yang mendukung dalam pengurangan risiko bencana seperti kepadatan bangunan pada daerah dengan tingkat risiko tinggi atau struktur bangunan yang dianjurkan pada lokasi-lokasi tertentu dengan tingkat risiko tinggi. Cara bertindak dalam RO Bangau Sakti-15 juga tidak akan dapat dilaksanakan secara optimal, seperti pelaksanaan mitigasi, penanggulangan bencana, evakuasi, pengiriman bantuan dan rehab-rekon tanpa adanya peta risiko bencana gempabumi dan peta risiko bencana tsunami.

Handoko (2010), menyebutkan kondisi saat ini untuk pembangunan kabupaten/kota yang berada di Provinsi Sumatera Barat belum menyentuh aspek pertahanan wilayah, karena penataan RTRW Pertahanan belum dilaksanakan secara optimal. Ketidakkonsistenan terhadap rencana tata ruang menyebabkan rencana tersebut tidak berjalan yang berujung pada tidak tertibnya pemanfaatan ruang dalam pembangunan terutama yang beraspek pertahanan. Tata ruang wilayah diharapkan dapat mendukung kesejahteraan masyarakat yang tidak dapat dipisahkan dari kondisi keamanan yang ada. Selain itu, penetapan Tata Ruang Wilayah Pertahanan yang direncanakan oleh Pemerintah Provinsi Sumatera Barat, belum disahkan melalui Peraturan Daerah. Kondisi pengelolaan tata ruang wilayah untuk pertahanan yang belum optimal ini, juga ada fakta lain yang mempengaruhi proses pengelolaan tata ruang wilayah untuk pertahanan negara di masa mendatang, yaitu pemberlakuan otonomi daerah. Era otonomi daerah memberi kewenangan kepada daerah untuk mengelola sumber daya daerah, yang berarti mengurangi kewenangan Pusat dimana fungsi pertahanan masih menjadi tanggung jawab Pusat. Maka seiring diberlakukannya otonomi daerah berarti kemampuan pusat untuk mengelola penataan ruang wilayah untuk pertahanan negara semakin berkurang/melemah. Untuk itu perlu adanya koordinasi dengan Kementerian Pertahanan dan Mabes TNI dalam melaksanakan penggelaran sistem pertahanan wilayah.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan, hasil, dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan-kesimpulan terkait risiko bencana gempa bumi dan risiko bencana tsunami sebagai berikut:

5.1.1 Tingkat Risiko Bencana Gempabumi

Tingkat risiko bencana gempa bumi ini memiliki tiga variabel yaitu analisis bahaya gempa bumi, analisis kerentanan bangunan dan analisis kapasitas masyarakat. Dengan menggunakan rumus risiko pada Persamaan (2.1) dan memasukkan ketiga variabel tersebut pada persamaan, menghasilkan indeks antara 0-1,2 dengan pembagian lima kelas tingkat risiko bencana gempa bumi, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Semakin tinggi indeks maka akan semakin tinggi risiko yang dapat ditimbulkan oleh gempa bumi dengan rincian:

- 1) Daerah yang memiliki tingkat risiko sangat tinggi dengan indeks 0,961-1,200 adalah hampir seluruh bangunan di daerah Perumahan Kodam 17 Agustus (Perumdam), Perumahan Angkasa Puri dan lahan Lanud yang dihuni penduduk umum.
- 2) Daerah yang memiliki tingkat risiko tinggi dengan indeks 0,721-0,960 berada pada kompleks perumahan Angkasa Pura II, Perumahan Meteo dan Perumahan Dinas Perhubungan (Dishub).
- 3) Daerah yang memiliki tingkat risiko sedang dengan indeks 0,481-0,720 berada pada HPL 1. Sebagian besar berupa tanah tegalan, lahan kering, rawa, sawah, kolam dan fasilitas penerbangan. Permukiman penduduk yang terancam berada di Kampung Jawa, Mess Antariksa, kompleks Mess Eks AP II Tabing, Komplek Garuda 1 dan Garuda 2, Mess Hercules, Komplek Air Tawar dan Komplek Rajawali.

- 4) Daerah yang memiliki tingkat risiko rendah dengan indeks 0,241-0,480 berada pada tanah tegalan PT. Sapta Dirgantara dan Lahan PAP II, yang tidak ada permukiman penduduk.
- 5) Daerah yang memiliki tingkat risiko sangat rendah dengan indeks 0-0,241 berada pada HPL 2, yakni sebagian landasan pacu pesawat, rawa, tanah tegalan dan sawah.

5.1.2 Tingkat Risiko Bencana Tsunami

Tingkat risiko bencana tsunami ini memiliki dua variabel yaitu analisis bahaya tsunami dan analisis waktu evakuasi tsunami. Penilaian kedua variabel tersebut menghasilkan indeks risiko tsunami yang berkisar antara 0-3,36, yang kemudian dimodifikasi dengan aspek lingkungan berupa kepadatan bangunan, kedekatan dengan jalan, dan kedekatan dengan pusat pelayanan medis dengan hasil lima kelas tingkat risiko bencana tsunami, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Semakin tinggi indeks maka akan semakin tinggi risiko yang ditimbulkan oleh tsunami dengan rincian:

- 1) Daerah yang memiliki tingkat risiko sangat tinggi dengan indeks 2,791-3,360 terdapat pada hampir seluruh bangunan di Komplek AP II, Perum Dishub dan Meteo dengan waktu evakuasi yang dibutuhkan untuk mencapai zona aman selama 35 menit.
- 2) Daerah yang memiliki tingkat risiko tinggi dengan indeks 2,251-2,790 terdapat pada Komplek Air Tawar, Mess Hercules, Perumahan Dishub, Meteo dan Angkasa Pura II, sebagian PAP II, Komplek Garuda I, Garuda II, SMK Labor, TK Angkasa, SDN 24 Padang, SMP Angkasa, SD Angkasa I, Angkasa II, Masjid, Bengkel Alat Berat, perumahan Eks Bandara Tabing, Perkantoran Eks Bandara Tabing, Perkantoran BMKG, Mess Wira Waskita, Mess Antariksa, arena airsoftgun, seluruh daerah perkantoran Lanud, Pura Lanud, permukiman Kampung Jawa

dan lahan Lanud yang dihuni penduduk umum dengan waktu 35 menit mencapai zona aman.

- 3) Daerah yang memiliki tingkat risiko sedang dengan indeks 1,711-2,250 berada pada sebagian Komplek Air Tawar, Kampung Nias dan Komplek Rajawali dengan waktu evakuasi 30 menit menuju zona aman.
- 4) Daerah yang memiliki tingkat risiko rendah dengan indeks 1,171-1,710 terdapat pada sebagian Komplek Air Tawar, sebagian Ruko Primkopau, Mess Jatayu dan daerah bervegetasi lahan kering dengan waktu evakuasi 30 menit menuju ke zona aman.
- 5) Daerah yang memiliki tingkat risiko sangat rendah dengan indeks 0-1,170 berupa daerah bervegetasi lahan kering, belukar, daerah kosong, sawah irigasi, tegalan dan kolam dengan waktu evakuasi 30 menit menuju ke zona aman.

5.1.3 Upaya Lanud Padang

Upaya yang telah dilakukan Lanud Padang dalam rangka pengurangan risiko bencana gempabumi-tsunami adalah dengan melaksanakan peningkatan infrastruktur dan peningkatan kapasitas.

- 1) Peningkatan infrastruktur melalui renovasi ATC *Tower*, renovasi barak kompleks Rajawali, renovasi shelter ranmor Seksi Angkutan, renovasi shelter PK, renovasi *VIP Room Baseops*, renovasi gedung pentak, renovasi masjid, renovasi mess eks Bandara Tabing dan pembangunan jalur evakuasi.
- 2) Peningkatan kapasitas melalui latihan SAR, simulasi dan latihan dalam Mentawai *Megathrust Disaster Relief Exercise* (MM Direx) 2014, simulasi gempabumi, pengujian protap penanggulangan bencana, pembentukan Tim SAR dan pengajuan pemenuhan kebutuhan SAR.

Namun upaya ini tidak sejalan dengan RTRW Kota Padang tahun 2004-2013, Rentikon dan RO Bangau Sakti-15 Koopsau I dalam penanggulangan bencana alam. Di dalam RTRW tidak membahas tentang kebencanaan sedikitpun apalagi tentang risiko bencana gempa bumi dan tsunami yang ditimbulkan. Demikian pula di dalam Rentikon Koopsau I dan RO Bangau Sakti-15, hanya terdapat penjelasan secara singkat mengenai jenis, penyebab dan dampak bencana serta teknis pelaksanaan di dalam RO Bangau Sakti-15. Penjelasan secara singkat ini tidak disertai dengan gambaran tingkat risiko berupa peta risiko bencana gempa bumi dan peta risiko bencana tsunami yang dapat berdampak kepada:

- tidak adanya arahan untuk pemanfaatan ruang
- kepadatan bangunan pada daerah dengan tingkat risiko tinggi
- struktur bangunan yang dianjurkan pada lokasi-lokasi tertentu dengan tingkat risiko tinggi
- cara bertindak dalam RO Bangau Sakti-15 tidak optimal, seperti pelaksanaan mitigasi, penanggulangan bencana, evakuasi, pengiriman bantuan dan rehab-rekon tanpa adanya peta risiko bencana gempa bumi dan peta risiko bencana tsunami.

5.2 Saran

5.2.1 Pengurangan Risiko Bencana

Analisis dan pemodelan spasial dalam penelitian ini menghasilkan sebuah peta risiko bencana gempa bumi dan peta risiko bencana tsunami di Lanud Padang Provinsi Sumatera Barat. Mengacu pada *Crucial Need for Tsunami Evacuation Solutions for Padang* oleh *Geo Hazards International (GHI)*, strategi pengurangan risiko bencana gempa bumi-tsunami yang dapat dilakukan di Lanud Padang adalah:

- a. Meningkatkan sosialisasi dan simulasi terpadu secara efisien dan efektif, melibatkan masyarakat, lingkungan perkantoran, sekolah dan dunia usaha dengan mempertimbangkan karakteristik daerah terdampak dan solusi terbaik untuk rencana evakuasi. Misalnya, solusi evakuasi terbaik di daerah

populasi padat berbeda dengan populasi yang lebih tersebar. Sosialisasi ini dapat dikombinasikan dengan pelatihan penanganan bencana secara darurat, yang dilaksanakan secara intern oleh Lanud dengan mengundang perwakilan masyarakat di daerah Lanud.

b. Membuat Bangunan Baru

- Membuat bangunan baru dalam hal ini adalah bangunan dengan klasifikasi struktur bangunan yang dapat digunakan untuk evakuasi vertikal minimal dua lantai, mampu menahan getaran dan kekuatan terjangan gelombang tsunami. Bangunan ini harus dirancang dengan memperhatikan indeks seismik tinggi untuk menahan beban tsunami. Untuk itu diperlukan perancang bangunan yang ahli.
- Khusus daerah pertokoan milik Aset Primkopau Lanud Padang, bangunan baru dapat diarahkan berkonsep rumah dan toko (bagian bawah untuk toko dan bagian atas untuk tempat tinggal). Pertimbangan ekonomis dalam hal ini adalah banyaknya penyewa pertokoan milik Primkopau yang juga memanfaatkan ijin usaha pertokoan tersebut sebagai rumah tinggal. Dengan harga sewa minimal, Primkopau dapat mempromosikan bangunan baru berlantai dua ini dengan kualifikasi yang tidak hanya aman dari gempabumi, tetapi juga sebagai tempat perlindungan selama tsunami.
- Dalam membangun bangunan baru, aspek lain yang sangat penting adalah memastikan bahwa bangunan ini tahan terhadap gempabumi dan terjangan tsunami sesuai dengan SNI 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Jika bangunan ternyata banyak mengalami kerusakan setelah gempabumi, orang tidak akan merasa aman untuk memasuki bangunan setelah gempabumi sehingga mengandalkan

bangunan sebagai tempat evakuasi untuk bencana tsunami tidak efektif.

- Tantangan yang mungkin timbul untuk membuat bangunan baru ini adalah kebijakan Koopsau I dalam rencana pembangunan kawasan Lanud, memastikan bahwa Disfaskonau memahami desain bangunan untuk menahan beban gempabumi-tsunami dan kontraktor/mitra mengikuti desain tersebut, memperketat pengawasan konstruksi bangunan agar tidak terjadi kegagalan konstruksi, mensosialisasikan secara efektif kepada masyarakat bahwa mereka dapat menggunakan bangunan yang ada di Lanud untuk evakuasi jika terjadi tsunami dan memastikan aksesibilitas menuju bangunan saat terjadi tsunami.

c. Mengoptimalkan bangunan yang sudah ada

- mengoptimalkan bangunan yang sudah ada ini dengan menentukan dan memastikan bahwa bangunan dapat berfungsi sebagai bangunan evakuasi vertikal, tergantung pada struktur bangunan dengan mempertimbangkan aspek kedalaman genangan dan kecepatan air tiba di lokasi. Hal ini memerlukan daftar bangunan yang potensial untuk digunakan sebagai bangunan evakuasi vertikal. Jika sudah ada, Disfaskonau melalui Seksi Fasilitas dan Pemeliharaan (Fashar) Lanud harus melakukan analisis terhadap bangunan dan menentukan apakah diperlukan penguatan tambahan (*retrofitting*) agar bangunan memadai untuk evakuasi vertikal tsunami. Strategi untuk menemukan bangunan yang memadai, melalui penilaian visual cepat, dimulai dari masjid dan bangunan yang dibangun setelah tahun 2002 (bertepatan dengan *update* kode bangunan terakhir di Indonesia). Hal ini akan memudahkan memilih bangunan yang memadai, sehingga biaya bisa diminimalkan untuk diperkuat menjadi bangunan terpilih evakuasi vertikal tsunami.

- Merancang sistem *building code*³³ yang sesuai dengan karakteristik bahaya sekitar Lanud Padang sehingga bangunan-bangunan baru tetap dapat dikontrol, terutama pada daerah tingkat risiko dan kerawanan tinggi – sangat tinggi. Pada daerah tersebut disarankan menambahkan *bracing* (sistem perkuatan dengan menggunakan struktur baja yang dipasang secara diagonal) diantara spasi rangka beton agar bangunan lebih kuat menahan guncangan gempa bumi dengan bentuk bangunan pasangan batu bata perkuatan berdiafragma rigid atau fleksibel (RM2 dan RM1). Jenis material atap bangunan disarankan menggunakan material ringan seperti seng atau fiber. Agar atap tidak mudah roboh pada saat terjadi gempa bumi, maka pondasi, beton penyangga, beton diagonal, *sloof* dan struktur atap harus saling terkait dan terkunci. Dengan kata lain, upaya tersebut merupakan upaya pemenuhan kriteria bangunan tahan gempa minimal.
 - Tantangan yang mungkin timbul adalah pendanaan dari pusat atau meyakinkan pemilik bangunan untuk memperkuat bangunan (terutama di daerah permukiman yang bangunannya di luar perawatan Lanud, seperti Kampung Jawa, Kampung Nias, Perum PAP II, Meteo, Dishub, Perumdams, Perum Angkasa Puri dan daerah lahan Lanud yang dihuni penduduk umum).
- d. Pembangunan Masjid bertingkat
- Masjid memiliki kekhasan dari berbagai kasus tsunami, berdasarkan evaluasi infrastruktur evakuasi Kota Padang oleh *Geohazards International Project* (2009), masjid adalah kandidat besar untuk evakuasi vertikal. Hal ini

³³ *Building code* yaitu kode bangunan yang digunakan untuk keperluan identifikasi konstruksi, perubahan, gerakan, pembesaran, penggantian, perbaikan, peralatan, penggunaan dan hunian, lokasi, pemeliharaan, penghapusan dan pembongkaran setiap bangunan atau struktur atau perlengkapannya yang terhubung atau melekat pada bangunan atau struktur tersebut. (SNI 1726:2012)

dikarenakan desain yang dinamis (banyak masjid selamat dari Tsunami Samudra Hindia 2004), tahan gempa bumi (tata letak yang simetris, struktur kokoh), tahan tsunami (struktur kokoh, daerah besar dan dapat digunakan untuk evakuasi), jalan keluar yang dirancang untuk banyak orang, lantai pertama yang memungkinkan air tsunami hanya melewati saja, kualitas konstruksi cenderung relatif lebih baik daripada bangunan lain, lebih mudah melakukan sosialisasi sebagai bangunan yang berpola evakuasi vertikal, kepercayaan terhadap masjid sebagai penyelamat saat bencana dengan fakta bahwa masyarakat pergi ke masjid setelah bencana, pemeliharaan tidak menjadi kendala dikarenakan ada petugas yang mengurus masjid.

- Klasifikasi pembangunan masjid harus memperhatikan bahwa dinding masjid tidak sejajar dengan garis pantai, struktur kubah cahaya harus ringan (jika berat, maka sangat rawan runtuh), analisis struktur bangunan, mengembangkan desain prototipe sebagai masjid evakuasi tsunami. Masjid juga disarankan dilengkapi dengan sirene tsunami, di lantai atas dipersiapkan air bersih dan logistik darurat, perlengkapan komunikasi dan peralatan medis darurat

- Tantangan yang mungkin akan timbul dalam pembangunan masjid bertingkat ini adalah penentuan kapasitas masjid dan desain yang harus terjangkau masyarakat setempat. Untuk masjid yang sudah ada disarankan diperkuat/diretrofit. Selain diperkuat masjid sebaiknya dilindungi dengan bronjong yang berfungsi sebagai *breakwater* ketika terjadi tsunami.

e. Membangun jembatan layang pejalan kaki

- Jembatan layang untuk pejalan kaki ini seperti yang terdapat di depan Stasiun Kereta Api Tabing (Gambar 5.1. pada Lampiran 5.1), yang berfungsi membantu masyarakat menyeberangi jalan yang padat, terlebih saat terjadi

gempabumi-tsunami. Spesifikasi lebar jembatan bisa disesuaikan dengan kebutuhan. Misalnya lebar 2 meter sudah mencukupi untuk perlindungan minimal. Penempatan lokasi jalan layang ini bisa ditentukan kemudian oleh Disfaskonau atas saran Seksi Fashar Lanud, lebih tepat jika dibangun di daerah jalan yang sangat sibuk. Jika jembatan ini dirancang secara tepat untuk bisa menahan gempabumi dan kekuatan tsunami, maka bisa digunakan sebagai tempat berlindung saat terjadi bencana. Hal ini dikarenakan struktur bangunannya yang ringan (saat terjadi gempabumi tidak rawan roboh), struktur terbuka yang memungkinkan tsunami hanya lewat melalui bawah saja, desain prototipe struktur bangunan jembatan layang mudah ditiru dan dikembangkan, struktur yang umum ada di seluruh Indonesia (kapasitas lokal mampu untuk merancang dan membangun, murah, dibutuhkan sepanjang jalan-jalan utama/padat saat terjadi bencana gempabumi-tsunami).

Untuk membangun jembatan layang ini diperlukan kemampuan teknis Disfaskonau untuk mengembangkan desain prototipe yang terjangkau, dapat berfungsi sebagai tempat berlindung, membangun prototipe di Lanud Padang, mereplikasi pembangunan di daerah risiko tinggi-sangat tinggi lainnya. Replikasi ini sangat penting untuk mengantisipasi kapasitas evakuasi yang terbatas.

- Tantangan dalam melaksanakan pembangunan jembatan layang ini adalah memastikan bahwa struktur bangunan aman dan terpelihara dengan baik.

f. Pembangunan bukit evakuasi

- Seperti bukit evakuasi tsunami di Jepang, pembangunan bukit merupakan upaya yang efektif dengan pertimbangan bahwa anggaran biaya lebih efektif, menampung kapasitas yang besar, relatif lebih murah daripada membangun gedung

baru, perawatan lebih mudah, lebih mudah bersosialisasi dan meyakinkan masyarakat untuk pergi ke atas bukit daripada ke sebuah bangunan yang rusak setelah gempa bumi, terbuka untuk umum. Dalam keadaan normal tanpa adanya bahaya bencana, dapat digunakan sebagai taman atau lapangan sepak bola. Hal ini diperlukan kemampuan Disfaskonau untuk menentukan lokasi yang memadai, mempertimbangkan kondisi tanah, ketinggian desain dan memastikan bahwa bukit tetap stabil saat terjadi bencana

- Tantangan dalam pelaksanaannya adalah menentukan lahan yang memadai, berkontur tanah tinggi tetapi tidak terlalu tinggi. Jika terlalu tinggi, bukit bisa menjadi sangat mahal, akan lebih sulit untuk membuat desain yang menarik.

g. Memperluas jalur evakuasi atau membuat jalan baru

- Pelebaran atau membuat jalan baru akan mengurangi keparahan kemacetan lalu lintas selama evakuasi, ini sudah cukup untuk mengevakuasi semua Warga Lanud Padang. Untuk pelaksanaan pelebaran jalan ini diperlukan kemampuan Disfaskonau untuk menentukan lebar jalur evakuasi yang ada, mengidentifikasi jalan yang berpotensi melebar dan mengidentifikasi di mana jalur evakuasi baru yang akan dibangun.

- Jalur evakuasi yang sudah dibangun, disarankan untuk ditambah dengan fasilitas penerangan dan diberi *guardraill*/pagar pengaman agar tidak terperosok ke rawa jika melaksanakan evakuasi pada malam hari.

- Tantangan dalam melaksanakan pembangunan ini adalah membuat jalan baru atau memperluas jalan yang ada. Seluruh panjang jalan atau sebagian besar jalan harus diperlebar agar lebih efektif.

h. Regulasi dan Pemenuhan kebutuhan SAR

Regulasi dalam hal ini adalah perlunya dibuat suatu prosedur tetap (protap) khusus pengurangan risiko bencana dan protap penanggulangan bencana dari ancaman Mentawai *megathrust* di Lanud Padang oleh Koopsau I. Protap ini nantinya juga bisa diterapkan di Lanud lain yang memiliki kerawanan bencana tinggi. Protap yang dibuat Lanud Padang dalam penanggulangan bencana masih bersifat umum, dan taktis, belum menyentuh aspek pertahanan wilayah.

Lanud Padang tidak memiliki perlengkapan SAR yang bisa diandalkan untuk penanggulangan bencana, dalam hal ini pemenuhan kebutuhan perlengkapan SAR yang sudah diajukan ke Koopsau I merupakan kebutuhan yang sangat mendesak dan harus segera disalurkan ke Lanud Padang dalam rangka menghadapi ancaman Mentawai *megathrust*.

5.2.2 Penelitian Mendatang

Hasil pemetaan risiko bencana gempa bumi dan pemetaan risiko bencana tsunami yang diperoleh dari hasil penelitian, salah satunya menggunakan peta tapak bangunan hasil pemotretan udara dari Dinas Survei dan Pemotretan TNI Angkatan Udara tahun 2010. Kesalahan ekstraksi tapak bangunan dengan bantuan *software* geospasial sangat mungkin terjadi terutama pada perhitungan luasan tapak bangunan, sehingga disarankan menggunakan instrumen survei yang lebih akurat untuk hasil tapak bangunan yang akurat secara spasial.

Survei kerentanan bangunan dilakukan secara cepat dengan metode *RVS*, disarankan untuk dilakukan analisis yang lebih detil dan mendalam mengenai struktur bangunan perkantoran, permukiman dan sekolah. Lebih diutamakan pada bangunan tempat tinggal maupun fasilitas umum.

Tingkat kapasitas yang digambarkan dalam penelitian ini berdasarkan hasil wawancara tidak mendalam dengan menggunakan

parameter dan pertanyaan terbatas. Dengan demikian perlu dilakukan wawancara lebih dalam menggunakan parameter yang lebih detil untuk menggambarkan tingkat kapasitas warga Lanud Padang. Peningkatan kapasitas dapat dilakukan dengan melaksanakan penelitian lanjutan tentang analisis kapasitas warga sesuai dengan pendidikan dan jenis pekerjaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakornas PB. (2007). *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia : Gempa Bumi*. (Edisi II, Hal. 53), Jakarta: Bakornas PB
- Bakosurtanal. (2005). *Panduan Teknis Datum dan Sistem Koordinat Peta Rupa Bumi Indonesia*. (Edisi 1), Jakarta: Bakosurtanal
- Bakornas PB. (2007). *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*, (Edisi II, Hal. 4), Jakarta: Bakornas PB
- Bappenas. (2014). *Membangun Ketangguhan Bangsa Melalui Upaya Pengurangan Risiko Bencana*, Buku Pegangan Perencanaan Pembangunan Daerah, April 2014, Jakarta: Bappenas
- BNPB. (2011). *Skenario Gempabumi-Tsunami, Mentawai Megathrust Direx 2014*, Padang: BNPB
- BNPB. (2012). *Atlas Bencana Indonesia 2012*, (Hal.214), Jakarta: BNPB
- Cedillos, Veronica., Wood, K., Canney, N., Deierlein, G., Henderson, S., Ismail, F., Syukri, A., and Toth, J. (2010), *An Evaluation of Infrastructure for Tsunami Evacuation in Padang, West Sumatra, Indonesia*, Proceedings of the 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering, July 25-29, 2010, (Paper No. XXXX), Vancouver, Canada
- Cedillos, Veronica. (2011), *Crucial Need for Tsunami Evacuation Solutions for Padang*, March 31, 2011, Jurnal Geo Hazards International (GHI)
- Creswell, John W. (2010). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*, (ISBN:978-602-8764-84-1), Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Chasanah, Uswatun., Madlazim., dan Prastowo, Tjipto. (2013). *Analisis Tingkat Seismisitas dan Periode Ulang Gempa Bumi di Sumatera Barat pada Periode 1961-2010*, (Jurnal Fisika, Volume 02 Nomor 02, 0 – 5), Surabaya: FMIPA Universitas Negeri Surabaya
- Departemen Pertahanan (Dephan). (2008). *Buku Putih Pertahanan Indonesia: Sasaran Strategis Pertahanan Negara*, Februari 2008 (Cetakan Pertama, ISBN 978-979-8878-04-6, Hal. 62), Jakarta: Dephan
- Edward, Ade. (2010). *Kedaruratan dan Logistik*, Nopember 2010, Padang: BPBD Sumatera Barat

- Edwiza, Daz. (2008). *Kajian Terhadap Indek Bahaya Seismik Regional Rata-Rata Sumatera Barat*, April 2008 (Jurnal Teknik No.29 Vol.1 Tahun XV, ISSN: 0854-8471), Padang: Laboratorium Geofisika Jurusan Teknik Sipil Unand
- FEMA. (2002). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards*, a Handbook, Edition 2, March 2002, Washington: FEMA
- Garret, E; I. Shennan, E.P. Watcham and S.A. Woodroffe, (2012). *Reconstructing Paleoseismic Deformation, 1: modern analogues from the 1960 and 2010 Chilean great earthquakes*, Quaternary Science Reviews 75 (2013) 11-21, Durham University, Sea Level Research Unit, Department of Geography, South Road, Durham DH1 3LE, UK
- Gersanandi., Subardjo, Petrus., dan Anugroho, Agus. (2013), *Analisa Spasial Kerentanan Bencana Tsunami di Kabupaten dan Kota Pesisir Provinsi Sumatera Barat*, Tahun 2013 (Jurnal Oseaonografi. Volume 2, Nomor 3, Tahun 2013, Halaman 232-237) Semarang: Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
- Gregor, Ammel., Rieser, Marcel., Nagel, Kai., Taubenbock, Hannes., Strunz, Gunter., Goseberg, Nils., Schlurmann, Thorsten., Klupfel, Hubert., Setiadi, Neysa and Birkmann, Jorn. (n.d.), *Emergency Preparedness in the case of a Tsunami - Evacuation Analysis and Traffic Optimization for the Indonesian city of Padang*, Padang: Mentawai Megathrust Direx 2014
- Hendarti, Henny., Nyoman, Anak Agung., dan Theresia. (2011). *Korelasi Future Accounting System (FAST) dengan Kinerja User*, Maret 2011 (Pekbis Jurnal, Vol.3, No. 1, Hal.413-420)
- Handoko. (2010), *Executive Summary*, Pengembangan Sumber Daya Nasional Wilayah Provinsi Sumatera Barat Dalam Rangka Pertahanan Wilayah, Agustus 2010, Padang
- Hanna, Hernanti Yuni., Kristiawan, SA., dan As'ad, Sholihin. (2014). *Evaluasi Kerentanan Bangunan dengan Pengujian Mikrotremor dan Kinerja Dinamik Bangunan Terhadap Gempa disertai Metode Rehabilitasi Bangunan Rusunawa Lubuk Buaya Padang*, Maret 2014 (Jurnal Teknik Sipil, Vol. II. No. 1, ISSN: 2339-0271), Surakarta: Magister Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret
- Irsyam, Masyhur., Seangara, Wayan., Aldiamar, Fahmi., Widiyantoro, Sri., Triyoso, Wahyu., Hilman, Danny., Kertapati, Engkon., Irwan Meilano, Irwan., Suhardjono., Asrurifak, M., dan Ridwan. (2010),

Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010, Juli 2010, Bandung: Tim Revisi

Kusumasari, Bevaola. (2014). *Manajemen Bencana dan Kapabilitas Pemerintah Lokal*, Yogyakarta: Gava Media

Karnawati, Dwikorita. (2009). *Gempa dan Longsor*, (Tim Studi Gempa dan Longsor), Jogjakarta: Teknik Geologi UGM

Mabes TNI AU. (2002). *Pokok Operasi dan Prosedur Pangkalan: Tugas Pokok*, Jakarta: Mabesau

Megawati, Kusnowidjaja., Pan, Tso-Chien. (2009). *Regional Seismic Hazard Posed by the Mentawai Segment of the Sumatran Megathrust*, April 2009 (Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 99, No. 2A, pp. 566–584, doi: 10.1785/0120080109)

Nasution, Abdul Haris. (1953). *Pokok-pokok Gerilya (Fundamentals of Guerrilla Warfare)*, (ISBN (13); 978-979-168-301-2), Jakarta: Narasi

Nurjanah; R., Sugiharto., Kuswanda, Dede., Siswanto., dan Adikoesoemo. (2012). *Manajemen Bencana: Manajemen Kedaruratan*, (Hal. 16), Bandung: Alfabeta

Oktiari, Dian., dan Manurung, Sudomo. (2010), *Model Geospasial Potensi Kerentanan Tsunami Kota Padang*, November 2010 (Jurnal Meteorologi dan Geofisika, Vol.11, No.2), Jakarta: Author

Pemerintah Provinsi (Pemprov) Sumatera Barat. (2010). *Rencana Tata Ruang Wilayah Pertahanan (RTRWP) Sumbar*, Padang: Pemprov Sumbar

Prabowo, J.S. (2012). *Desain Pertahanan Negara Aspek Militer : Pasukan Reaksi Cepat*, April 2012 (Hal. 196), Jakarta: Author

Pranoto, Sugimin, 2014. *Penyelenggaraan Rehab Rekon Paska Bencana : Strategi, Kebijakan, Kegiatan dan Sasaran*, bahan makalah disampaikan pada perkuliahan Program Studi Manajemen Bencana Universitas Pertahanan tanggal 7 Juli 2014

Pratama Putra, Ahmad. (2011). *Penataan Ruang Berbasis Mitigasi Bencana Kabupaten Kepulauan Mentawai*, (Jurnal Penanggulangan Bencana, Vol. 2, Nomor 1, Tahun 2011, Hal.14)

Putra, Agung Andika., dan Hayusudina. Novie Dianing. (2006). *Efisiensi Tata Letak Fasilitas Dan Sarana Proyek Dalam Mendukung Metode Pekerjaan Konstruksi (Studi Kasus Proyek Jakarta City Centre, Sudirman Park, Sudirman Place)*, 26 Februari 2012, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Diponegoro

- Santoso, Gempur. (2005). *Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*, (Edisi Kedua Maret 2007, hal. 49-54), Surabaya: Prestasi Pustaka
- Saputra, A., Sartohadi, J., Rachmawati, R. (2011). *Pengurangan Risiko Gempabumi melalui Evaluasi Bangunan Tempat Tinggal dan Lingkungannya di Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul*, Yogyakarta: UGM
- Saputra, Aditya. (2012). *Ekstraksi Informasi Geologi Untuk Penilaian Bahaya Gempabumi (Earthquake Hazard Assessment) Menggunakan Citra Aster Di Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul*, (Publikasi Ilmiah), Surakarta: Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Saputra, Aditya. (2012). *Pemetaan Kerentanan Bangunan Tempat Tinggal Terhadap Bahaya Gempabumi Di Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul Tahun 2012*, (Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2012 (Semantik 2012), ISBN 979-26-0255-0)
- Sekkau, Vademicum. (2007). *Operasi dan Latihan TNI AU, Kontinjensi Operasi Militer Selain Perang*, (Hal.79-89), Jakarta: Sekkau
- Supriyatno, Makmur. (2014). *Geographic Information System (GIS), Mapping-Remote Sensing and Disaster Manajemen*, Makalah disampaikan pada Perkuliahan Sistem Informasi Geografi (SIG) Universitas Pertahanan Indonesia Program Studi Manajemen Bencana tanggal 6 Pebruari 2014
- Siahaan, Fransen. G. (2013). *Mekanisme Penerimaan Bantuan Militer Internasional Dlm Masa Tanggap Darurat Bencana*, April 2013, Padang: Mentawai Megathrust TTX
- Steele, Philip., Morris, Neil., and Barber, Nicola. (2006), *Planet yang Bergolak*, diterjemahkan kembali oleh Teuku Kemal Hussein, editor: Tessa Febiani, Dwi Kartika Wardhani, (61-19-036-0), Surabaya: Penerbit Erlangga
- Trisakti, Bambang., Carolita, Ita., dan Nur, Mawardi. (2014), *Simulasi Jalur Evakuasi untuk Bencana Tsunami Berbasis Data Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Kota Padang, Propinsi Sumatera Barat)*, Peneliti Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh, LAPAN.
- USGS. (2013). *Probabilistic Seismic Hazard Analysis Problem*, Thailand Workshop PSHA Training
- UU RI No 3 Th 2002, Tentang Pertahanan Negara

Widjaja, Wisnu (2013). *Karakteristik Ancaman Bencana*, BNPB, Makalah disampaikan pada Perkuliahan Pengenalan Manajemen Bencana Universitas Pertahanan Indonesia, Program Studi Manajemen Bencana, tanggal 16 Oktober 2013

Sumber Online

Amarullah, Amin. (2009). *Penjarahan Marak Saat Gempa Menggoyang Padang*, retrieved January 21, 2015, from http://m.bola.viva.co.id/news/read/94819-kasus_penjarahan_di_padang_marak

BMKG. (2013). *Gempabumi*, retrieved Desember 23, 2013, from http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Geofisika/Gempabumi.bmkg

BNPB, DIBI. (2014). *Gempa Padang 2009*, retrieved Desember 27, 2013, from <http://www.dibi.bnpb.go.id>

Kidd, Kenneth. (2011). *How Megathrust Earthquake Caught Forecasters By Surprise*, retrieved Desember 27, 2013, from http://www.thestar.com/news/world/2011/03/11/how_megathrust_earthquake_caught_forecasters_by_surprise.html

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). (2009). *Distribusi BBM Wilayah Terkena Gempa Sumbar Sudah Kembali Normal*, retrieved January 21, 2015, from <http://www.esdm.go.id/berita/migas/40-migas/2905-distribusi-bbm-wilayah-terkena-gempa-sumbar-sudah-kembali-normal.html>

Kastowo dan Gerard. (1973). *Geologi Kota Padang*, retrieved Desember 27, 2013, from <http://digilib.itb.ac.id/files/disk1/542/jbptitbpp-gdl-heriprabow-27083-3-2007ts-2.pdf>

Pentak Lanud Padang. (2009). *Tower Dan Sejumlah Bangunan Lanud Padang Rusak Berat*, retrieved December 17, 2014 from <http://tni-au.mil.id/berita/tower-dan-sejumlah-bangunan-lanud-padang-rusak-berat>

Pentak Lanud Padang. (2014). *Menko Kesra Buka Gladi Lapangan Internasional FTX 2014 di Lanud Padang*, retrieved November 20, 2014, from <http://tni-au.mil.id/berita/menko-kesra-buka-gladi-lapangan-internasional-ftx-2014-di-lanud-padang>

Pusdalops PB Sumbar, (2010). *Risiko Gempabumi Sumatera Barat*, retrieved Desember 27, 2013, from <http://pusdalopsbbsubar.blogspot.com/search?updated-min=2010-01-01T00:00:00%2B07:00&updated-max=2011-01-01T00:00:00%2B07:00&max-results=16>

- Pusdalops PB Sumbar. (2009). *Data Bencana Gempa 30 September 2009*, retrieved Desember 24, 2013, from <http://pusdalopspbsumbar.blogspot.com/p/tanggap-darurat-bencana.html>
- Siagian, Hamon. (2013), *Optimalisasi Pemberdayaan Wilayah Pertahanan Melalui Aksentuasi Daerah Pangkal Perlawanan Guna Pemantapan Sistem Pertahanan Negara* retrieved Desember 24, 2013, from <http://strategitaktik.blogspot.com/2013/08/optimalisasi-pemberdayaan-wilayah.html>
- Tempo. (2009). *Penjahat Meneror Korban Gempa*, retrieved January 21, 2015, from <http://www.tempo.co/read/fokus/2009/10/04/864/Penjahat-Meneror-Korban-Gempa>
- UNISDR. (2013). *Terminology*, retrieved Desember 28, 2013, from <http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>
- USGS. (2009). *Magnitude 7.6 - Southern Sumatra, Indonesia*. United States Geological Survey, retrieved Desember 24, 2013, from <http://earthquake.usgs.gov>
- USGS. (2010). *Major Quake Hits Off Indonesia Coast*, retrieved Desember 27, 2013, from http://www.nbcnews.com/id/39831929/ns/world_newsasiapacific/#.Ur025PtoO_I
- USGS. (2013). *Deterministic and Scenario Grand-Motion Map*, retrieved Desember 28, 2013, from <http://earthquake.usgs.gov/hazards/products/scenario/>
- USGS. (2013). *Earthquake Glossary – Seismic Wave*, retrieved Desember 27, 2013, from <http://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/?term=seismic%20wave>

Lampiran 4.1

Tabel 4.1 Daftar HPL dan Guna Lahan Lanud Padang

No	Nama HPL	Luas (m ²)	Guna Lahan	Luas (m ²)
1.	HPL 1 (Lanud)	900.811	Belukar	9.693,45
			Kolam	248,37
			Lahan Kering	4.248,66
			Lahan Terbuka	113.398,22
			Lap. Terbang	362.649,90
			Perkantoran	2.780,06
			Permukiman	12.491,43
			Peternakan	28.193,43
			Rawa	80.725,96
			Sawah Irigasi	62.546,49
			Sekolah	6.881,23
			Semak	28.267,05
			Tanah Tegalan	182.743,11
Tempat Ibadah	5.943,65			
2.	HPL 2 (Lanud)	1.952.749	Belukar	1.067.567,08
			Kolam	719,24
			Lahan Kering	192.753,78
			Lahan Terbuka	139.663,53
			Lapangan Terbang	482.236,23
			Perkantoran	157,98
			Peternakan	34.723,60
			Semak	34.814,27
Tempat Ibadah	113,30			
3.	HPL 3 (Perum Angkasa Puri)	65.000	Belukar	6.938,11
			Lahan Kering	191,69
			Lahan Terbuka	792,59
			Permukiman	57.077,61
4.	HPL 4 (PT. Sapta Dirgantara)	64.412	Rawa	4.891,21
			Sawah Irigasi	25.052,99
			Tanah Tegalan	34.467,80
5.	HPL 5 (PT. Sapta Dirgantara)	39.000	Rawa	1,49
			Sawah Irigasi	15.148,21
			Tanah Tegalan	23.850,30
6.	HPL 6 (Perumdam)	71.500	Permukiman	71.500
7.	HPL PAP II	5.345	Permukiman	5 345
8.	Lahan Lanud yg dihuni penduduk umum	380.000	Belukar	31.962,29
			Lahan Kering	35.837,59
			Permukiman	282.348,31
			Rawa	7.532,31
			Tanah Tegalan	22.319,50

Sumber: Pengolahan Data, 2014

Lampiran 4.2

Formulir Isian Penilaian Kerentanan Bangunan
Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazard

FORM B. PENILAIAN CEPAT BANGUNAN

SEISMISITAS TINGGI

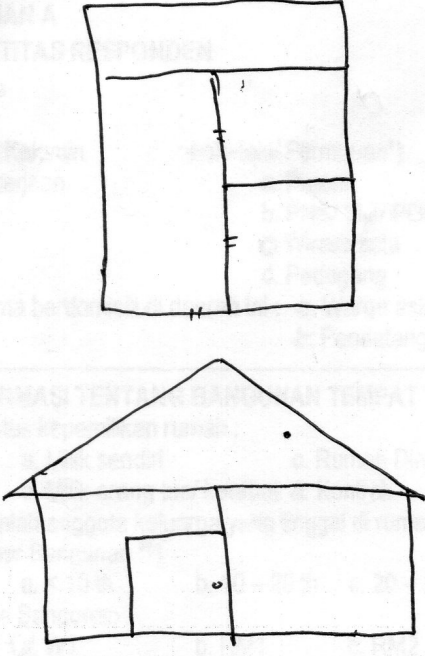
Sketsa bangunan				Identitas bangunan :													
				Alamat :													
				Nama pengamat :													
				Tanggal pengamatan:													
				Jumlah tingkat :						Tahun pembangunan :							
				Luas lantai dasar :													
Foto																	
				HUNIAN				JENIS TANAH DASAR						BAHAYA JATUHAN			
				Assembly	Pemerintahan	Kantor	Jumlah penghuni		A	B	C	D	E	F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				Komersial	Historis	Pemukiman	0-10	11-100							Parapets	Cladding	Lainnya
				Layanan darurat	Industri	Sekolah	101-1000	>1000	Batu Keras	Batu an	Tanah padat	Tanah	Tanah lunak	Tanah buruk			
				NILAI DASAR, NILAI PENGUBAH DAN NILAI AKHIR (S)													
Jenis Bangunan	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SV)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (BIW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FO)	RM2 (RD)	URM		
Nilai dasar	4,4	3,8	2,8	3,0	3,2	2,8	2,0	2,5	2,8	1,6	2,6	2,4	2,8	2,8	1,8		
Bertingkat (4 – 7 lt.)	N/A	N/A	+0,2	+0,4	N/A	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,2	N/A	+0,2	+0,4	+0,4	0,0		
Bertingkat banyak (>7 lt.)	N/A	N/A	+0,6	+0,8	N/A	+0,8	+0,8	+0,6	+0,8	+0,3	N/A	+0,4	N/A	+0,6	N/A		
Tak beraturan vertikal	-2,5	-2,0	-1,0	-1,5	N/A	-1,0	-1,0	-1,5	-1,0	-1,0	N/A	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0		
Tapak tak beraturan	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5		
Pre-code	0,0	-1,0	-1,0	-0,8	-0,6	-0,8	-0,2	-1,2	-1,0	-0,2	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2		
Post-benchmark	+2,4	+2,4	+1,4	+1,4	N/A	+1,6	N/A	+1,4	+2,4	N/A	+2,4	N/A	N/A	+2,6	N/A		
Tanah tipe C	0,0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4		
Tanah tipe D	0,0	-0,8	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6		
Tanah tipe E	0,0	-0,8	-1,2	-1,2	-1,0	-1,2	-0,8	-1,2	-1,2	-0,8	-0,4	-1,2	-0,4	-0,6	-0,8		
Nilai Akhir, S																	
CATATAN												EVALUASI DETAIL DIBUTUHKAN?					
												YA	TIDAK				

Sumber: FEMA, 2002

Contoh Pengisian RVS

FORM B. PENILAIAN CEPAT BANGUNAN

SEISMISITAS TINGGI

 <p style="text-align: center;">Sketsa bangunan</p>	Identitas bangunan : <u>35 / Tumirem</u>
	Alamat : <u>BP. Jawa</u>
	Nama pengamat : <u>Adm</u>
	Tanggal pengamatan: <u>11-11-2019</u>
	Jumlah tingkat : <u>-</u> Tahun pembangunan : <u>1975</u>
	Luas lantai dasar :

HUNIAN				JENIS TANAH DASAR						BAHAYA JATUHAN		
Assembly	Pemerintahan	Kantor	Jumlah penghuni	A	B	C	D	E	F	-	-	-
Komersial	Historis	Pemukiman	0-100	Batuan Keras	Batu an	Tanah lempung	Tanah	Tanah lunak	Tanah burok	Parapets	Ceiling	Lantai
Layanan darurat	Industri	Sekolah	101-1000									

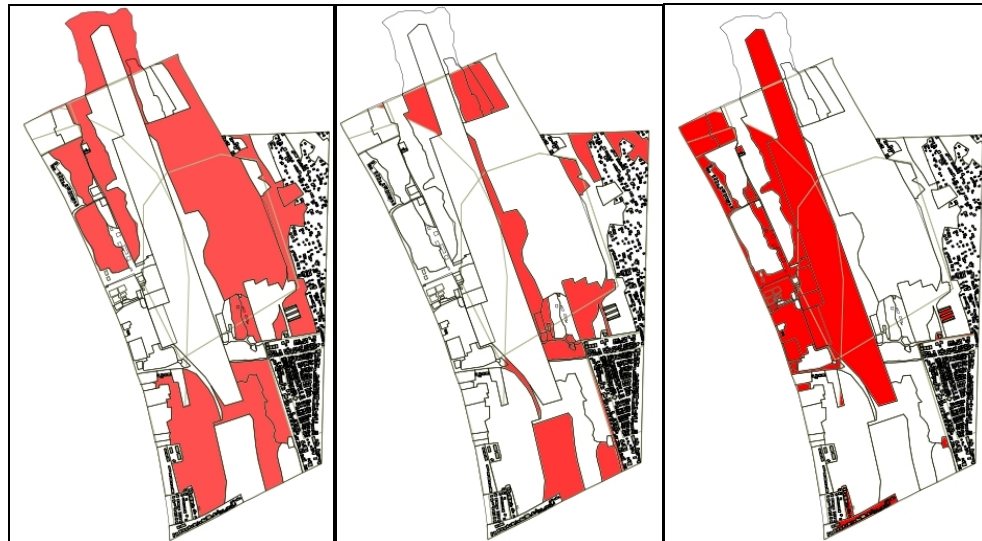
NILAI DASAR, NILAI PENGUBAH DAN NILAI AKHIR (S)																
Jenis Bangunan	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	
Nilai dasar	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8	
Bertingkat (4-7 lt.)	NA	NA	+0.2	+0.4	NA	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	NA	+0.2	+0.4	+0.4	0.0	
Bertingkat banyak (>7 lt.)	NA	NA	+0.6	+0.8	NA	+0.8	+0.8	+0.8	+0.8	+0.8	NA	+0.4	NA	+0.6	NA	
Tak beraturan vertikal	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	NA	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	NA	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	
Tapak tak beraturan	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	
Pre-code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Post-benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	NA	+1.6	NA	+1.4	+2.4	NA	+2.4	NA	NA	+2.6	NA	
Tanah tipe C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	
Tanah tipe D	0.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.4	-0.8	-0.8	-0.4	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	
Tanah tipe E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-1.2	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.8	-0.8	
Nilai Akhir, S	4.4															

<p>CATATAN</p>	<p>EVALUASI DETAIL DIBUTUHKAN?</p> <p>YA TIDAK</p>
----------------	---

Sumber: FEMA, 2002

Lampiran 4.4

Peta Risiko Bencana Tsunami Lanud Padang

Tingkat Risiko
Sangat RendahTingkat Risiko
RendahTingkat Risiko
SedangTingkat Risiko
TinggiTingkat Risiko
Sangat Tinggi

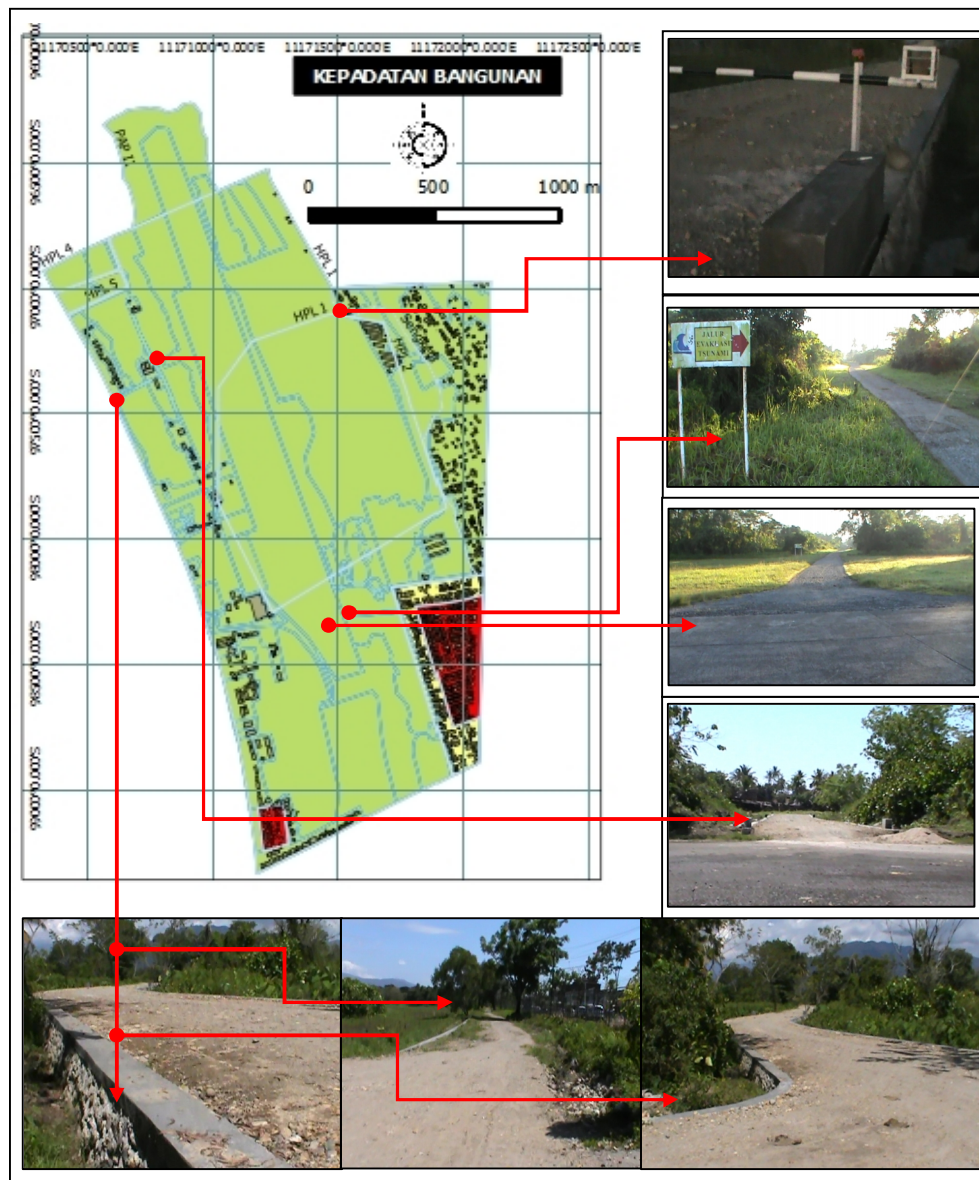
Lampiran 4.5



Gambar 4.29 Renovasi Mess Eks Bandara Tabing

Sumber: Pentak Lanud, 2010 dan Dokumentasi Penelitian, 2014

Lampiran 4.6



Gambar 4.31 Jalur Evakuasi di Lanud Padang

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2014

Lampiran 4.7

KOMANDO OPERASI TNI ANGKATAN UDARA I
PANGKALAN TNI ANGKATAN UDARA PADANG

**RENCANA GARIS BESAR
LATIHAN Search and Rescue (SAR)
PANGKALAN TNI ANGKATAN UDARA PADANG
PADA TANGGAL 12 S.D 16 SEPTEMBER 2011**

PENDAHULUAN

1. Sumatera Barat berada di bagian barat tengah Pulau Sumatera, memiliki dataran rendah di pantai barat, serta dataran tinggi vulkanik yang dibentuk Bukit Barisan dan sebagian wilayahnya juga dilalui oleh jalur dan lempeng gunung berapi yang membentang dari barat ke tenggara. Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang yang terletak di Sumatera Barat dan beberapa puluh kilometer lepas pantai Sumatera Barat termasuk dalam propinsi ini. Kondisi ini tentunya menjadikan wilayah Sumatera Barat memiliki tingkat kerawanan dan ancaman yang cukup tinggi terutama rawan terhadap bencana alam berupa gempa bumi dan tsunami. Sehubungan dengan hal tersebut Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang sebagai bagian dari masyarakat Sumatera Barat, merencanakan kegiatan Latihan Search and Rescue (SAR) yang akan dilaksanakan di Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang pada tanggal 12 sampai tanggal 16 September 2011.

2. Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang selaku satuan pelaksana Koopsau I yang berkedudukan langsung di bawah Pangkoopsau I bertugas menyiapkan dan melaksanakan pembinaan dan pengoperasian seluruh satuan dalam jajarannya, pembinaan potensi dirgantara serta menyelenggarakan langkah-langkah yang tepat dalam penanganan operasi militer selain perang, salah satunya dengan mengadakan Latihan SAR dalam rangka mengantisipasi bencana gempa bumi dan tsunami.

3. Maksud dan Tujuan.

a. **Maksud.** Maksud dari penyusunan naskah ini adalah untuk memberikan gambaran tentang tindakan Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang selaku satuan pelaksana Koopsau I dalam mengantisipasi bencana gempa bumi dan tsunami melalui Latihan SAR yang akan dilaksanakan di Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang.

b. **Tujuan.** Sedangkan tujuannya adalah agar Rencana Garis Besar Kegiatan ini dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pimpinan dalam pengambilan keputusan dan pelibatan pasukan serta langkah-langkah yang diperlukan melalui tindakan proaktif dari semua pihak.

4. **Ruang Lingkup dan Tata Urut.** Penyusunan naskah ini meliputi pokok-pokok penyelenggaraan kegiatan Latihan SAR Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang, dengan tata urutan sebagai berikut :

- a. Pendahuluan.
- b. Dasar.
- c. Pokok-Pokok Kegiatan Latihan SAR.
- d. Tahapan Penyelenggaraan Kegiatan Latihan SAR
- e. Ringkasan Skenario Latihan.
- f. Penutup.

DASAR

5. Adapun dasar yang digunakan dalam penyelenggaraan Latihan SAR Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang adalah :

- a. Surat Telegram Panglima TNI nomor ST/239/2011 tanggal 25 Agustus 2011 tentang Antisipasi Kemungkinan Timbulnya Bencana Alam.

- b. Surat Telegram Pangkoopsau I Nomor T/2213/2011 tanggal 29 Agustus 2011 tentang tentang Antisipasi Kemungkinan Timbulnya Bencana Alam.

POKOK- POKOK KEGIATAN LATIHAN SAR

6. **Tujuan.** Penyelenggaraan Latihan SAR merupakan salah satu upaya untuk melatih kemampuan search and rescue Anggota Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang sebagai langkah awal mengantisipasi bencana gempa bumi dan tsunami.
7. Penyelenggaraan Latihan SAR dengan tujuan :
- a. Meningkatkan kemampuan SAR anggota Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang dalam melaksanakan operasi militer selain perang, terutama untuk tanggap darurat bencana gempa bumi dan tsunami.
 - b. Menyiapkan satuan dan peralatan SAR untuk membantu penanggulangan bencana.
 - c. Memberi bantuan kepada pemerintah daerah dalam penanggulangan bencana.
8. **Sasaran.** Sasaran yang akan dicapai dalam Latihan SAR ini adalah :
- a. Mampu melaksanakan operasi militer selain perang dalam hal ini tanggap darurat gempa bumi dan tsunami.
 - b. Mampu melaksanakan operasi SAR dengan tepat dan mampu memberi pertolongan dengan cepat sesuai standar operasi SAR.
 - c. Mampu mengidentifikasi kemampuan pesawat dan membantu melaksanakan operasi penerbangan di darat / *ground handling* dalam operasi Gabungan SAR Unsur Udara.

TAHAPAN PENYELENGGARAAN KEGIATAN LATIHAN SAR

9. **Kegiatan yang Dilaksanakan.** Dalam Latihan SAR akan dilaksanakan kegiatan :
- a. **Ground School.**
 - 1) Pengertian Dasar SAR
 - 2) Teknik Pencarian
 - 3) Peta dan Kompas
 - 4) PPPK / Kesehatan Lapangan
 - 5) Mountaineering dan Tali Temali.
 - b. **Simulasi SAR (Kegiatan Lapangan).**
 - 1) Kompas Siang.
 - 2) Identifikasi Masalah dan Teknik Pencarian Korban.
 - 3) Penanganan Korban / Kesehatan Lapangan.
 - 4) Konsolidasi
10. **Susunan Panitia.**
- a. **Organisasi dan peserta latihan.**
 - 1) **Unsur Pimpinan.**

a)	Penasehat Latihan	:	Danlanud Padang.
b)	Direktur Latihan	:	Kadisops Lanud Padang.
c)	Wadir Latihan	:	Kasi Opslat Lanud Padang.
 - 2) **Staf Latihan.**

a)	Pa Ops	:	Kapten Kal Animus Grahadi
b)	Pa Log	:	Lettu Tek Sapriduan, ST
c)	Pa Pam	:	Lettu Sus Bambang Irawan
			Letda Pom Ichsyah
d)	Pa Komlek	:	Lettu Lek Subagja
e)	Pa Pers	:	Letda Adm Dede Amar

- f) Pa Dik : Letda Kal Suyitno
g) SMC : Lettu Kal Tri Nur Addin

b. **Konsep Umum Latihan.** Rencana latihan dibagi dalam IV tahap kegiatan :

1) **Tahap I (Perencanaan).**

- a) Terima petunjuk dari Komando atas tentang penyelenggaraan latihan tanggal 6 September 2011
b) Survey medan latihan tanggal 7 September 2011.
c) Penyusunan RGB tanggal 8 September 2011.
d) Paparan RGB tanggal 12 September 2011.

2) **Tahap II (Persiapan latihan).**

- a) Penyusunan Organisasi Latihan tanggal 12 September 2011.
b) Pembagian Tugas tanggal 12 September 2011.
c) Pembekalan Pelaku tanggal 13 September 2011.
d) Gelar perlengkapan pelaku tanggal 14 September 2011.

3) **Tahap III (Pelaksanaan latihan).**

- a) Hari H s/d H+1 pelaksanaan kegiatan Latihan SAR tanggal 14 s/d 15 September 2011.

4) **Tahap IV (Pengakhiran latihan)**

- a) Evaluasi Kegiatan tanggal 16 September 2011.
b) Pembuatan Laporan Pelaksanaan Latihan tanggal 16 September 2011.

11. **Peserta Latihan SAR.** Peserta Latihan sebanyak 1 Kompi Siaga terdiri dari 3 peleton dan 1 Regu Mekanis, dengan perincian sebagai berikut:

- a. Peleton 1 : 30 orang
b. Peleton 2 : 30 orang
c. Peleton 3 : 30 orang
d. Regu Mekanis berjumlah 6 orang terdiri dari :
1) PLLU : 1 orang
2) Meteo : 1 orang
3) Senkom : 2 orang
4) Watpers : 1 orang.
5) Sarban (Sopir) : 1 orang.

12. **Waktu dan tempat latihan.**

Tahap I (Ground School)

- a. Hari : Selasa
b. Tanggal : 13 September 2011.
c. Waktu : 07.30 sampai dengan selesai.
d. Tempat : Ruang Briefing Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang
e. Peserta : Kompi 1 dan Regu Mekanis

Tahap II (Lapangan)

- a. Hari : Rabu dan Kamis
b. Tanggal : 14 dan 15 September 2011
c. Waktu : 07.30 sampai dengan selesai.
d. Tempat : Lubuk Minturun Kec. Koto Tangah Kota Padang
e. Peserta : Hari Rabu Peleton 1 dan Regu Mekanis

Hari Kamis Peleton 2 dan Regu
Mekanis

PERLENGKAPAN.

13. **Perlengkapan.** Perlengkapan yang dibutuhkan dalam Latihan SAR sebagai berikut :

a.	Tali Kernmantel	:	1 Roll
b.	Figure of Eight	:	4 Ea
c.	Karabiner	:	4 Ea
d.	Tandu Darurat	:	1 Ea
e.	Kompas Prisma	:	1 Ea
f.	Peta Topografi	:	1 Ea
g.	Kain Panel	:	2 Ea

RENCANA ANGGARAN BIAYA.

14. **Anggaran Biaya.** Rencana Anggaran dalam Latihan SAR sebesar **Rp. 1.265.000,-** (Satu Juta Dua Ratus Enam Puluh Lima Ribu Rupiah), dengan rincian sebagai berikut :

1.	Pelaku dan pendukung latihan	:	110 orang
2.	Kebutuhan Dukungan		
a.	Makan Siang 110 X Rp. 11.000,-	=	Rp. 1.210.000,-
b.	Pita Latihan dan peniti	=	Rp. 30.000,-
c.	Batterai Megaphone 6 Ea @ Rp. 2.500,-	=	Rp. 15.000,-
d.	Fotokopi Peta Topografi	=	Rp. 10.000,-
	Jumlah		Rp. 1.265.000,-

15. **Komando dan Pengendalian Komunikasi.**

a. **Komando.**

- 1) Direktur Latihan berada di Kadisops Lanud Padang.
- 2) Kolat di Mako Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang selama pelaksanaan.

b. **Pengendalian Komunikasi.** Dukungan Alkomlek Komando latihan didukung oleh Senkom Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang.

Ringkasan Latihan

16. **Daerah Latihan**

a. **Penunjukan**

1)	Peta JOG		
	Kedar	:	1 : 3.000.000
	Tahun	:	2001
	Unsur	:	-
2)	Peta Topografi		
	Tahun	:	1995
	Lembar	:	Sumatera Barat

b. **Waktu** : **WIB**

21. **Skenario Latihan**

a. Lubuk Minturun merupakan salah satu daerah yang masih menjadi kekusaan dari Lanud Padang dimana didalamnya terdapat aset yang berharga. Jarak antara Lubuk Minturun dengan Lanud Padang tidak terlalu jauh dengan jarak ± 50 km.

- b. Suatu hari ada laporan dari Ketua RT Lubuk Minturun, ada warganya yang belum ditemukan setelah terjadi gempa yang mengakibatkan longsor disertai banjir air bah di sungai lubuk minturun.
- c. Keterangan dari seksi intel Lanud melaporkan bahwa jumlah penduduk yang terseret air bah waktu itu ada 3 orang berjenis kelamin pria. Mereka adalah anak SMU yang pulang sekolah dan kebetulan melintas di jalan setapak yang terkena air bah di 3 tempat berbeda.
- d. Berdasar atas laporan dari Intel, Kadisops atas perintah Komandan Lanud segera menyiapkan Tim SAR dan menyusun Pola Pencarian Korban untuk menemukan warga yang terseret banjir air bah di Lubuk Minturun.
- e. Kadisops segera mengumpulkan para perwira untuk koordinasi guna menyusun rencana dan membentuk Tim SAR sebanyak 2 SRU (Search and Rescue Unit) untuk mencari warga tersebut. Pasukan dipimpin oleh SMC Lettu Kal Tri Nur Addin dan 2 orang Danton SAR, yaitu Letda Sus Suhendri Abdi dan Letda Lek Sujito Wiratmo dan segera berangkat menuju ke DP Aju didekat Lubuk Minturun serta segera menyusun pola pencarian. Setelah mendapat laporan lengkap dari Intel dan warga yang berada di lokasi, disepakati untuk segera mencari korban ke sasaran bersama-sama. Jika salah satu anggota SRU telah menemukan korban, maka anggota SRU yang lain menghentikan pencarian dan berkumpul menuju korban untuk memberikan pertolongan dan di tandai dengan pistol sen warna merah. Setelah memberikan pertolongan untuk korban yang pertama, ada informasi dari warga bahwa telah melihat celana abu-abu di sekitar pesisir sungai. Maka SRU segera berangkat menuju lokasi dengan teknik pencarian yang sama. Setelah melaksanakan kegiatan dan pencarian korban SRU melaksanakan konsolidasi dengan ditandai dengan ditandai pistol sen warna putih oleh SMC. Komandan peleton segera menginventarisir Anggota SRU dan semua perlengkapan kemudian melaporkan kepada SMC untuk diteruskan kepada direktur latihan sebagai bahan evaluasi dan pengarahannya lebih lanjut

PENUTUP

15. Demikianlah Rencana Garis Besar Latihan SAR ini dibuat, untuk dapat memberikan penjelasan tentang pokok-pokok pelaksanaan kegiatan sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan selanjutnya.

Padang, September 2011

Kepala Dinas Operasi

Kurniawan, ST
Mayor Lek NRP 534490

Lampiran 4.8



Gambar 4.32 Foto Kegiatan MM Direx 2014

Sumber: Dokumentasi Berbagai Sumber (2014)

Lampiran 4.9



Gambar 4.33 Simulasi Gempabumi oleh Lanud Padang

Sumber: Pentak Lanud Padang (2010)

Lampiran 4.10

PROTAP PENANGGULANGAN BENCANA

NO	KONDISI YANG DIHARAPKAN	TINDAKAN	LEADING SECTOR	KET
1.	Warga Lanud dan sekitar mengetahui secara pasti jalur evakuasi sampai tempat yang ditetapkan Apabila Gempa Terjadi (Berpotensi gempa atau tidak protap harus digunakan) Masing-masing pribadi/keluarga mempunyai fasilitas evakuasi.	Survei dan Sosialisasi	Disops	Marka Selebaran/ pamphlet
2.	Semua Pintu gerbang dibuka KSP.	Gerbang bandara lama Dan pintu kolam dibuka	Piket Bandara Lama (Dansatpom)	Posisi kunci
3.	Pos Jaga tidak boleh kosong (pengamanan asset) -Pos mako Lanud - Senjata piket tanggung jawab piket	Mempersiapkan peralatan keselamatan perorangan -pelampung perorangan -LCR disiapkan di sekitar <i>Tower</i>	Piket mako lanud	
4.	Ditempat konsolidasi -cek kekuatan	-Apel Khusus	Yang tertua	
	BIDANG OPERASI -persiapkan komunikasi (satu set SSB aman)	- siapkan komunikasi mobile(set radio, genset, operator) dan persiapkan komunikasi kodal lanud (HT) -alat listrik,rol kabel,station	Kasenkomp	Apabila repeater mati otomatis chanel 2. Apabila sudah berfungsi senkom sosialisasi
	-persiapkan dukopsbang	- cek run way -komunikasi -loading unloading -seluruh perlengkapan	Disops	

	BIDANG LOGISTIK			
	-bahan bakar	-disiapkan beberapa drum bensin , minyak tanah dan solar di Posko sebelum gempa	Kasi bamin	
	-tenda -dapur lapangan -genset -vell bed	-disiapkan KSP sebelum gempa 2 tenda pleton, genset 1 buah, vell bed 60 buah	Ka GPL	
	-kendaraan	-truk	Kasubsidi Sensarban	
	-sanitasi dan MCK	-di posko	Kasubsidi fasint	
	BIDANG PERSONEL			
	-konsolidasi -persiapkan waters	-pendataan personel -dapur umum -tenda dapur umum -bahan makanan	Dispers Dispers	

TAHAPAN YANG DILAKUKAN BILA TERJADI GEMPA

1. KOMPLEK AIR TAWAR

- A. MENYELAMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPerti LAPANGAN DAN JALAN
- B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
- C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
- D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
- E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI TUNGGUL HITAM ?
- F. BERKUMPUL DI GEDUNG TVRI

2. KOMPLEK GARUDA I

- A. MENYELAMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPerti LAPANGAN DAN JALAN
- B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
- C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
- D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
- E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI LANUD
- F. BERKUMPUL DI GEDUNG TVRI

3. **KOMPLEK GARUDA II**
 - A. MENYELEMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPERTI LAPANGAN DAN JALAN
 - B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
 - C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
 - D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
 - E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI LANUD
 - F. BERKUMPUL DI GEDUNG TVRI

4. **KOMPLEK RAJAWALI**
 - A. MENYELEMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPERTI LAPANGAN DAN JALAN
 - B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
 - C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
 - D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
 - E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI LANUD
 - F. BERKUMPUL DI GEDUNG TVRI

5. **KAMPUNG NIAS**
 - A. MENYELEMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPERTI LAPANGAN DAN JALAN
 - B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
 - C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
 - D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
 - E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI LANUD
 - F. BERKUMPUL DI GEDUNG TVRI

6. **KAMPUNG JAWA**
 - A. MENYELEMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPERTI LAPANGAN DAN JALAN
 - B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
 - C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
 - D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
 - E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI LANUD
 - F. BERKUMPUL DI GEDUNG TVRI

7. **SEKOLAH (TK SD SMP)**
 - A. MENYELEMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPERTI LAPANGAN DAN JALAN
 - B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
 - C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
 - D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
 - E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI LANUD

8. **PT A DAN HALUAN**
 - A. MENYELEMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPERTI LAPANGAN DAN JALAN

- B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
- C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
- D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
- E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI LANUD

9. TAXI DAN SEKITARNYA

- A. MENYELEMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPERTI LAPANGAN DAN JALAN
- B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
- C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
- D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
- E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI LANUD

10. KOMPLEK ANGKASA PURA

- A. MENYELEMATKAN DIRI DAN KELUARGA KELUAR RUMAH DENGAN MEMBAWA TAS SIAGA KE TEMPAT YANG TERBUKA SEPERTI LAPANGAN DAN JALAN
- B. DISARANKAN TIDAK MASUK KEDALAM RUMAH
- C. MENGAMBIL KENDARAAN DAN MENGIKUTI JALUR EVAKUASI YANG TELAH DITENTUKAN
- D. LARI DAN CARI TUMPANGAN
- E. MENGIKUTI JALUR EVAKUASI LANUD

11. POS JAGA /DINAS JAGA LANUD – POM

- A. STAND BY DI TEMPAT SENJATA DISANDANG
- B. BUKA PAGAR LANUD ATAU POM DAN MENGARAHKAN MASYARAKAT KE JALUR EVAKUASI

YANG DILAKUKAN SETELAH DI TVRI

1. YANG TERTUA MENGADAKAN KONSOLIDASI

- A. PENDATAAN PERSONEL
- B. WATPERS PERSEDIAAN DAPUR UMUM
- C. DISOPS KSP MEMPERSIAPKAN DUK OPSBANG
- D. LOGISTIK PERSIAPAN TENDA LAPANGAN, PENERANGAN DAN ANGKUTAN
- E. KESEHATAN MEMPERSIAPKAN IGD
- F. SENKOM KSP MEMPERSIAPKAN KOMUNIKASI

2. SETELAH SATU JAM (MENYESUAIKAN SIKON) MASING-MASING BERGERAK SESUAI DENGAN JOB DESCRIPTION

- A. TERSAMBUNGNYA KOMUNIKASI DENGAN KODAL ATAS (SENKOM RUOPS)
- B. SIAPNYA DUK OPSBANG
- C. TERDUKUNGNYA KEBUTUHAN PERSONEL
- D. KOORDINASIKAN KEBUTUHAN SECARA PROPORSIONAL
- E. CATATAN POSKO TVRI TETAP TERKENDALI

Lampiran 4.11.a

KOMANDO OPERASI TNI ANGKATAN UDARA I
PANGKALAN TNI ANGKATAN UDARA PADANG



SURAT PERINTAH
Nomor : Sprin/ 280/X/2010

Pertimbangan : Bahwa dalam rangka tanggap darurat pasca Bencana Alam Gempabumi dan Tsunami di Wilayah Padang dan Kepulauan Mentawai, dipandang perlu mengeluarkan Surat Perintah.

Dasar : 1. Keputusan Kasau Nomor Kep/6-PKS/III/2010 tanggal 26 Maret 2010 tentang Pemberhentian Dari Dan Pengangkatan Dalam Jabatan di Lingkungan Angkatan Udara.
2. Surat Perintah Danwing I Paskhas Nomor Sprin /068/X/2010 tanggal 28 Oktober 2010 tentang Penerjunan Tim Dalpur di Daerah Bencana Alam Kepulauan Mentawai Sumbar TA. 2010.

DIPERINTAHKAN

Kepada : Nama, Pangkat, Korp, NRP, Jabatan seperti tercantum dalam lampiran Surat Perintah ini.

Untuk : 1. Mendukung kegiatan tanggap darurat pasca Bencana Alam Gempabumi dan Tsunami di Wilayah Kepulauan Mentawai, berangkat tanggal 28 Oktober 2010 sampai dengan selesai kegiatan, dengan menggunakan angkutan udara/KL/dll .
2. Melaporkan pelaksanaan tugas ini kepada Komandan Lanud Padang.
3. Melaksanakan perintah ini dengan rasa tanggung jawab.

Selesai.

Dikeluarkan di Padang
Pada tanggal 31 Oktober 2010

Komandan Pangkalan TNI AU Padang

Tembusan :

Awang Kurniawan, ST
Letkol Pnb NRP 515574

1. Pangkoopsau I
2. Kadisbangopsau
3. Kadismatau
4. Kadiskomlekau
5. Dankorpaskhas

KOMANDO OPERASI TNI ANGKATAN UDARA I
PANGKALAN TNI ANGKATAN UDARA PADANG

Lamp Sprin Danlanud Pda
Nomor Sprin/ 280 /X/2010
Tanggal 31 Oktober 2010

**DAFTAR ANGGOTA
YANG MENGIKUTI TANGGAP DARURAT BENCANA ALAM
GEMPABUMI DAN TSUNAMI
DI WILAYAH KEPULAUAN MENTAWAI**

NO	N A M A	PANGKAT/KORPS/N RP	JABATAN	KET
1	2	3	4	5
	Anggota Lanud Padang			
1.	BUDI RISWANTYO	LETTU TEK /531236	Lanud Padang	
2.	AFTER HIDAYAT	SERKA /526384	Lanud Padang	
3.	M. HATTA PURBA	SERTU / 528940	Lanud Padang	
4.	HANDOKO	SERDA / 533916	Lanud Padang	
5.	ROZI IRAWAN	PRATU / 533420	Lanud Padang	
6.	DEFRINALDO	PRADA / 537714	Lanud Padang	
	Anggota Paskhas			
1	FIRASAT ARMANSYAH	LETTU PSK NRP 531149	DANTIM DALPUR	
2	SANDI ARYADI	SERTU NRP 530123	ANGGOTA	
3	SUHERMAN	SERDA NRP 521349	ANGGOTA	
4	SUHADI	SERDA NRP 521925	ANGGOTA	
5	GUGUN GIANTORO	PRAKA NRP 529335	ANGGOTA	
6	IBNU FUAT HASIM	PARTU NRP 533278	ANGGOTA	
7	RIYANTO	PRATU NRP 534240	ANGGOTA	
8	ARIF MANE	PRATU NRP 536024	ANGGOTA	
9	GURUH ARDI TUNGGUL W	SERTU NRP 530130	ANGGOTA	
10	TEGUH SANTOSO	SERDA NRP 527320	ANGGOTA	
11	LINGGA WULUNG	PRAKA NRP 519832	ANGGOTA	
12	HENDRI MULIATNO	PRAKA NRP 530457	ANGGOTA	
13	MUHAMAD BUDI PRMONO	PRATU NRP 534115	ANGGOTA	
14	RODHO HADI SANTOSO	PRATU NRP 536013	ANGGOTA	
15	CHOIRUL ANAM	PRATU NRP 534638	ANGGOTA	

Komandan Pangkalan TNI AU Padang

Awang Kurniawan, ST
Letkol Pnb NRP 515574

KOMANDO OPERASI TNI ANGKATAN UDARA I
PANGKALAN TNI ANGKATAN UDARA PADANG



SURAT PERINTAH
 Nomor : Sprin/277 /X/2010

- Pertimbangan : Bahwa dalam rangka tugas penjemputan Paskhas yang didroping di Kepulauan Mentawai dan sekitarnya, dipandang perlu mengeluarkan Surat Perintah.
- Dasar : 1. Keputusan Kasau Nomor Kep/6-PKS/III/2010 tanggal 26 Maret 2010 tentang Pemberhentian Dari Dan Pengangkatan Dalam Jabatan di Lingkungan Angkatan Udara.
2. Perintah lisan Komandan Lanud Padang.

DIPERINTAHKAN

- Kepada : 1. Lettu Kal Tri Nur Addin, S. Kom NRP 534490, Kasikalmat Lanud Padang.
2. Serda Bukratil Bukri NRP 520071 Anggota Senkom Lanud Padang.
3. Serda Yendriadi NRP 523256 Anggota BMP Lanud Padang.
4. Serda Risqi Harnoto NRP 535268 Anggota PLLU Lanud Padang.
5. Praka Hendra NRP 527434 Anggota Ruops Lanud Padang.
- Untuk : 1. Pergi ke Kepulauan Mentawai, guna tugas penjemputan Paskhas yang didroping di Kepulauan Mentawai dan sekitarnya, berangkat tanggal 30 Oktober 2010 sampai dengan selesai kegiatan, dengan menggunakan angkutan udara/KL/dll.
2. Melaporkan pelaksanaan tugas ini kepada Komandan Lanud Padang.
3. Melaksanakan perintah ini dengan rasa tanggung jawab.
- Selesai.

Dikeluarkan di Padang
 Pada tanggal 30 Oktober 2010

Komandan Pangkalan TNI AU Padang

- Tembusan :
1. Pangkoopsau I
 2. Kadisbangopsau
 3. Kadismatau

Awang Kurniawan, ST
 Letkol Pnb NRP 515574

Lampiran 4.11.b

KOMANDO OPERASI TNI ANGKATAN UDARA I
PANGKALAN TNI ANGKATAN UDARA PADANG

Padang, Januari 2013

Nomor : B / /I/2013
 Klasifikasi : Biasa
 Lampiran : Tiga lembar
 Perihal : Permohonan Alokasi Alpal
Search and Rescue (SAR)

Kepada

Yth. Panglima Komando Operasi
 TNI Angkatan Udara I

di

Jakarta

1. Dasar :
 - a. Radiogram Pangkoopsau I Nomor T/21/2011 tanggal 14 Nopember 2011 tentang Rencana Kerja dan Anggaran Kementerian dan Lembaga (RKA-KL DUP) TA. 2012 Belanja Modal Tingkat Mabasau 2012.
 - b. Program kerja Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang Tahun 2013.
2. Sehubungan dengan hal tersebut diatas, dengan hormat dilaporkan bahwa untuk mendukung kelancaran pelaksanaan kegiatan kedinasan di Pangkalan TNI Angkatan Udara Padang dalam rangka mendukung Operasi Militer Selain Perang (OMSP) di daerah rawan bencana, diperlukan adanya alat peralatan Search and Rescue (SAR), untuk itu mohon dapat dialokasikan peralatan SAR (daftar terlampir).
3. Demikian, mohon dimaklumi.

Komandan Pangkalan TNI AU Padang

Tembusan :

1. Kadislambangjaau
2. Aslog Koopsau I

Fairlyanto, ST
 Letkol Pnb NRP 518846

**DAFTAR KEBUTUHAN ALAT PERALATAN SEARCH AND RESCUE (SAR)
PANGKALAN TNI ANGKATAN UDARA PADANG**

Daftar Peralatan

A. Perlengkapan Umum

NO	NAMA PERALATAN	JENIS/MERK/UKURAN	JML	SAT	KETERANGAN
1	2	3	4	5	6
1	Kain Panel	- Warna Orange - Uk. 60 cm x 210 cm	20	Ea	Duk Ops SAR
2	Goggle	- Merk Fox - Warna Hitam	10	Ea	Duk Ops SAR
3	Glove / sarung tangan	Standart Rappeling	10	Ea	Duk Ops SAR
4	Helm Safety SAR	Warna Orange	10	Ea	Duk Ops SAR
5	Ear Plug/ Ear Muff	-	10	Ea	Duk Ops SAR
6	Emergency Oxygen Bottle	Merk Oxycan	10	Ea	Duk Ops SAR
7	Oxygen Masker	-	10	Ea	Duk Ops SAR
8	Tandu	-	10	Ea	Duk Ops SAR
9	Jungle Kit Kelompok	-	10	Ea	Duk Ops SAR
10	Medical Kit Non Para Medis	-	10	Ea	Duk Ops SAR
11	Rompi Survival	-	10	Ea	Duk Ops SAR

B. Alat Bela Hidup Kelompok/First Aid Kit

NO	NAMA PERALATAN	JENIS/MERK/UKURAN	JML	SAT	KETERANGAN
1	2	3	4	5	6
1	Eye Dressing	-	2	Paket	Duk Ops SAR
2	Puritab/ Sodium Chloride	-	1	Paket	Duk Ops SAR
3	Yodium Mercurucrome	-	3	Paket	Duk Ops SAR
4	Bandage Compress	-	1	Paket	Duk Ops SAR
5	Anti Malaria/ Obat Sakit Kepala	-	2	Paket	Duk Ops SAR
6	Cotton Dan Adhesive Tape (Pembalut)	-	10	Ea	Duk Ops SAR
7	Sun Burn Cream (Cream Pelindung Panas Matahari)	-	10	Ea	Duk Ops SAR
8	Insect Rapellent (Cairan Anti Serangga)	-	10	Ea	Duk Ops SAR

9	Jungle Knife	-	10	Ea	Duk Ops SAR
10	Knife Pocket / Pisau Lipat	-	10	Ea	Duk Ops SAR
11	Life Raft	-	10	Ea	Duk Ops SAR
12	Fire Extinguisher HO2/H2O (PK)	-	2	Tab	Duk Ops SAR
13	Escape Rope	-	2	Roll	Duk Ops SAR
14	Smoke Goggle (Kaca Mata Penahan Asap)	-	10	Ea	Duk Ops SAR
15	Smoke Protector (Pelindung Hidung Dan Mulut)	-	10	Ea	Duk Ops SAR
16	Crash Axe	-	10	Ea	Duk Ops SAR
17	Flash Light	-	10	Ea	Duk Ops SAR
18	Jaring	-	1	Set	Duk Ops SAR
19	Sling + Sweeple	-	10	Ea	Duk Ops SAR
20	Survival Kit	-	10	Ea	Duk Ops SAR
21	Jungle Kit Pack	-	10	Ea	Duk Ops SAR
22	Flash Light Water Proof	-	10	Ea	Duk Ops SAR
23	Fishing Kit	-	10	Ea	Duk Ops SAR
24	Signal Mirror	-	10	Ea	Duk Ops SAR
25	Signal Smoke Red	-	10	Ea	Duk Ops SAR
26	Hand Flare	-	10	Ea	Duk Ops SAR
27	Parang	-	10	Ea	Duk Ops SAR
28	Mosquito Net	-	10	Ea	Duk Ops SAR
29	Gergaji Mesin/ Senso	-	2	Un	Duk Ops SAR

C. Hardware

NO	NAMA PERALATAN	JENIS/MERK/ UKURAN	JML	SAT	KETERANGAN
1	2	3	4	5	6
1	Carabiner Screw	-	10	Ea	Duk Ops SAR
2	Maillons	-	10	Ea	Duk Ops SAR
3	Descender (Figure Of Eight)	-	10	Ea	Duk Ops SAR
4	Ascender (Prusiking / Jumaring)	-	10	Ea	Duk Ops SAR
5	Pulley	-	10	Ea	Duk Ops SAR
6	Edge Roller	-	3	Ea	Duk Ops SAR

D. Software

NO	NAMA PERALATAN	JENIS/MERK/ UKURAN	JML	SAT	KETERANGAN
1	2	3	4	5	6
1	Tali Kernmantel (Dynamic)	-	2	Roll	Duk Ops SAR
2	Pita/ Webbing	-	10	Roll	Duk Ops SAR
3	Body Harnes	-	2	Set	Duk Ops SAR
4	Tali Fastrope	-	2	Roll	Duk Ops SAR

Komandan Pangkalan TNI AU Padang

Fairlyanto, ST
Letkol Pnb NRP 518846

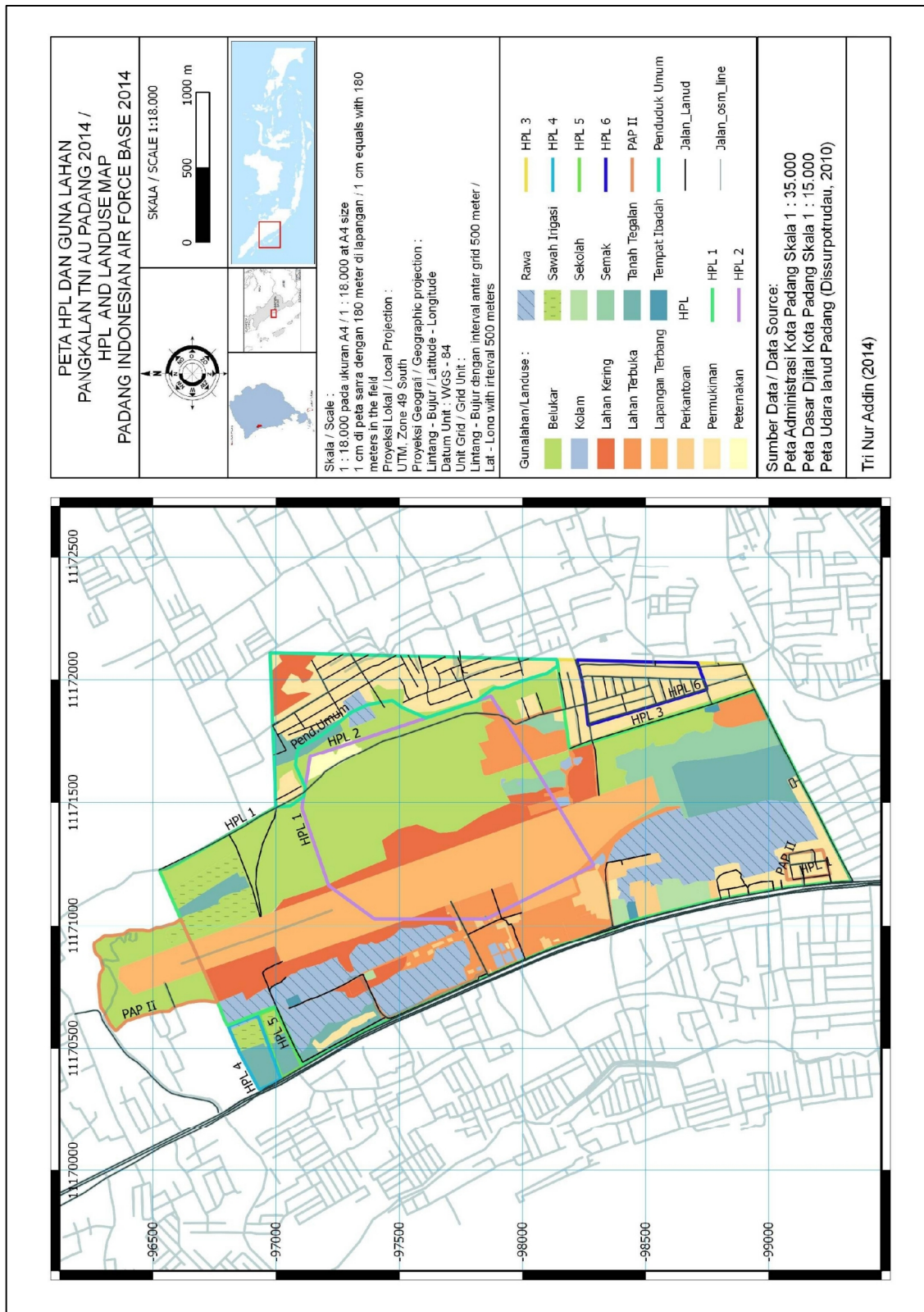
Lampiran 5.1



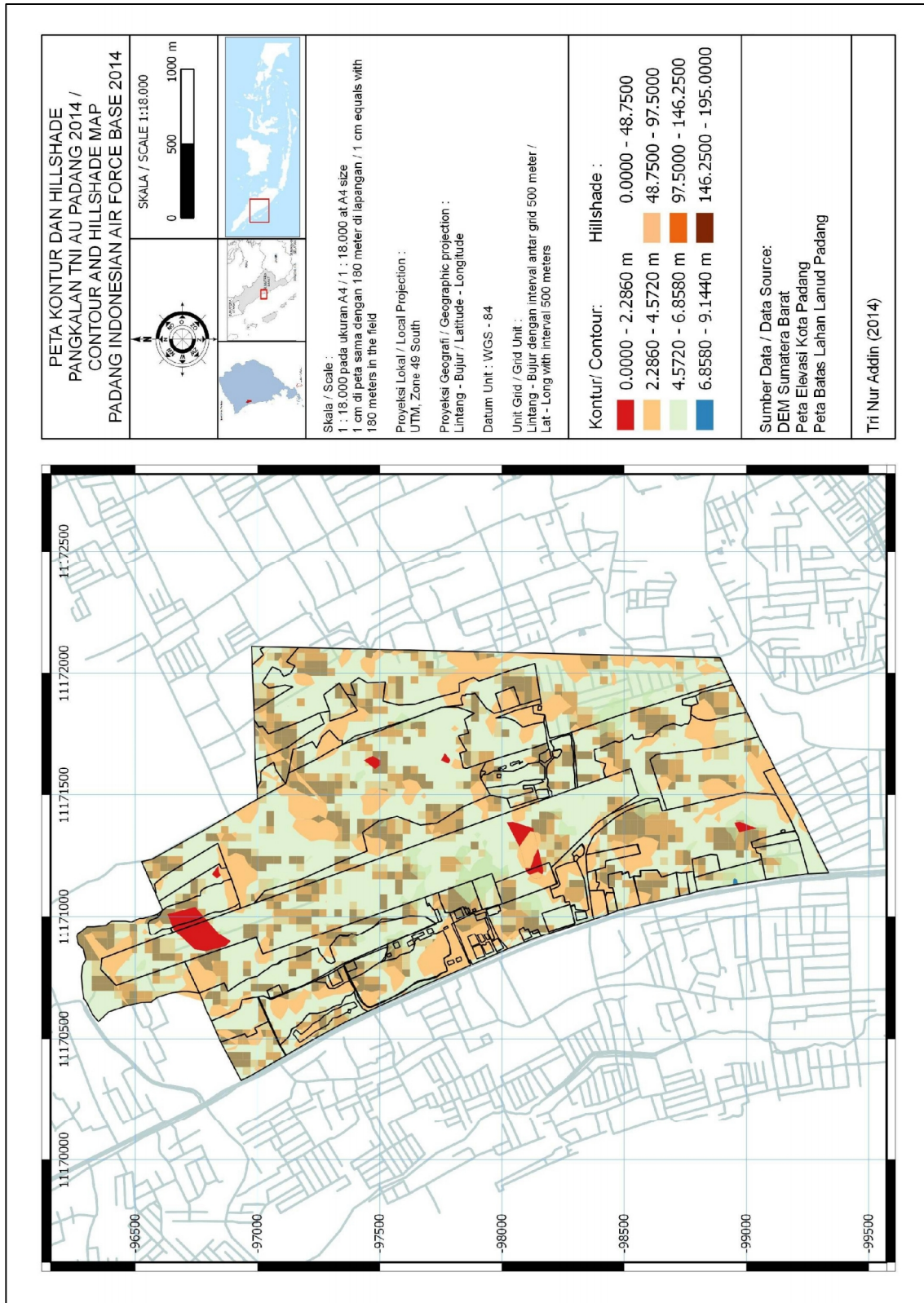
Gambar 5.1 Jembatan Layang Pejalan Kaki di Depan Stasiun Tabing

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2014

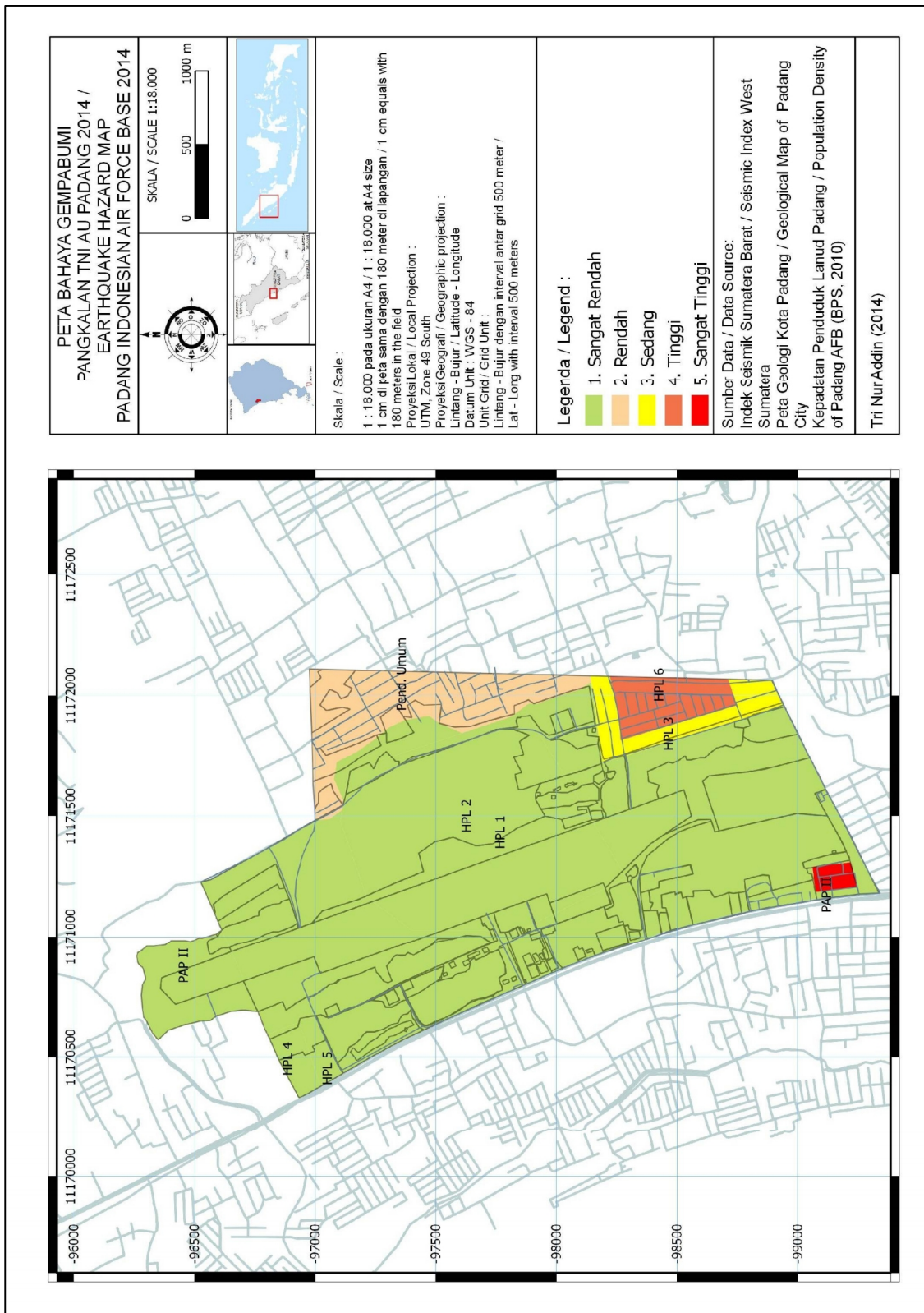
Lampiran Peta 1



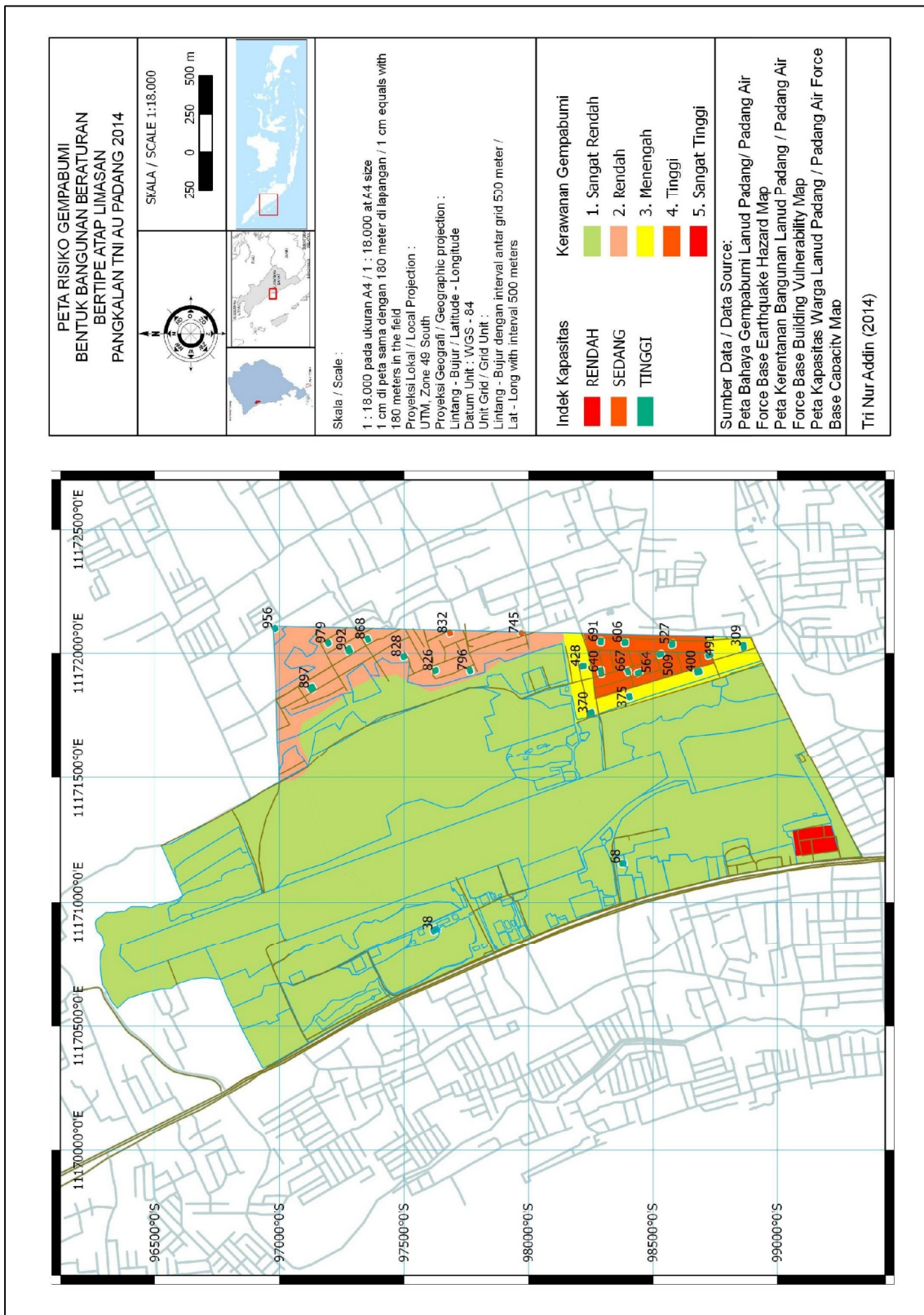
Lampiran Peta 2



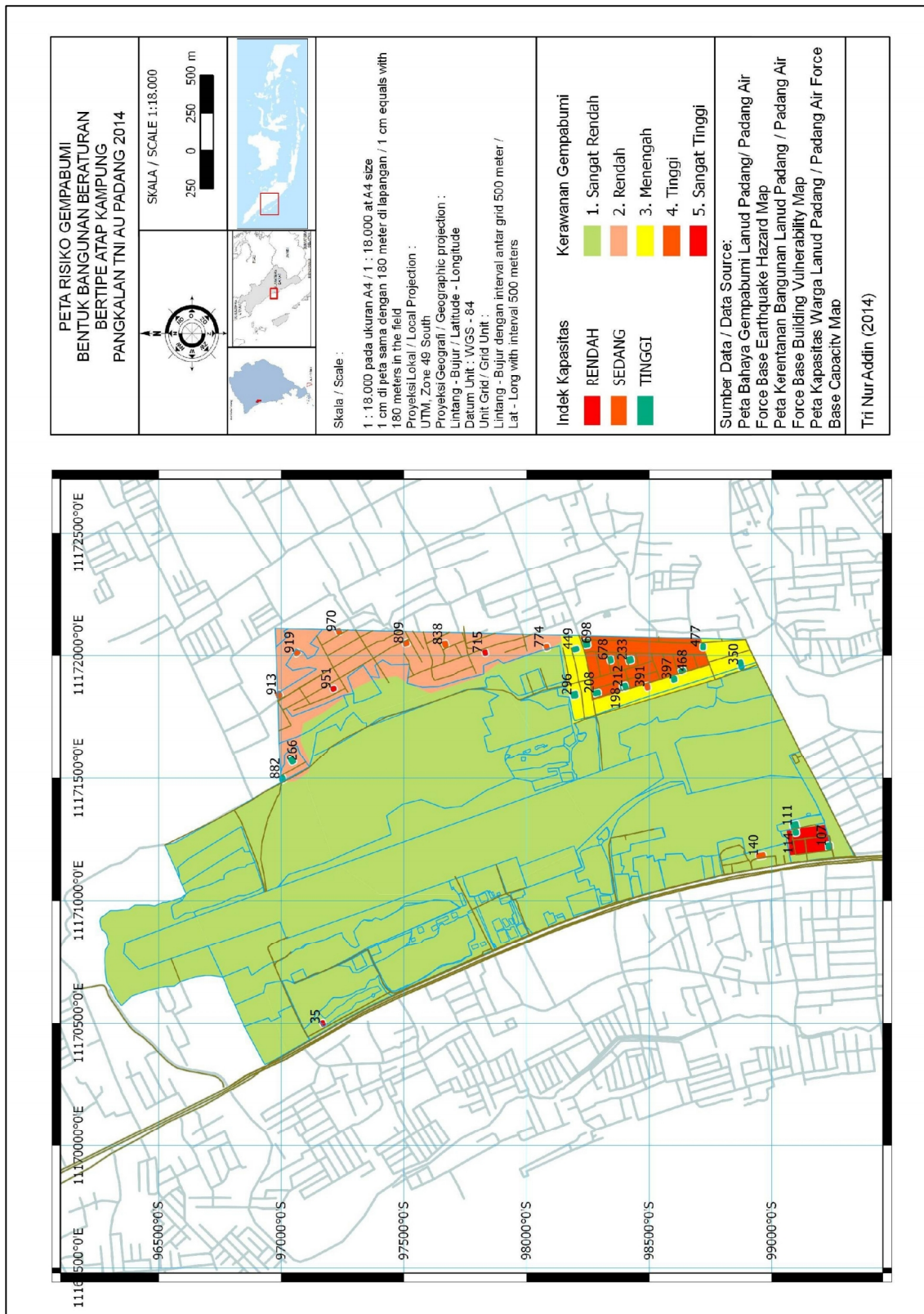
Lampiran Peta 3



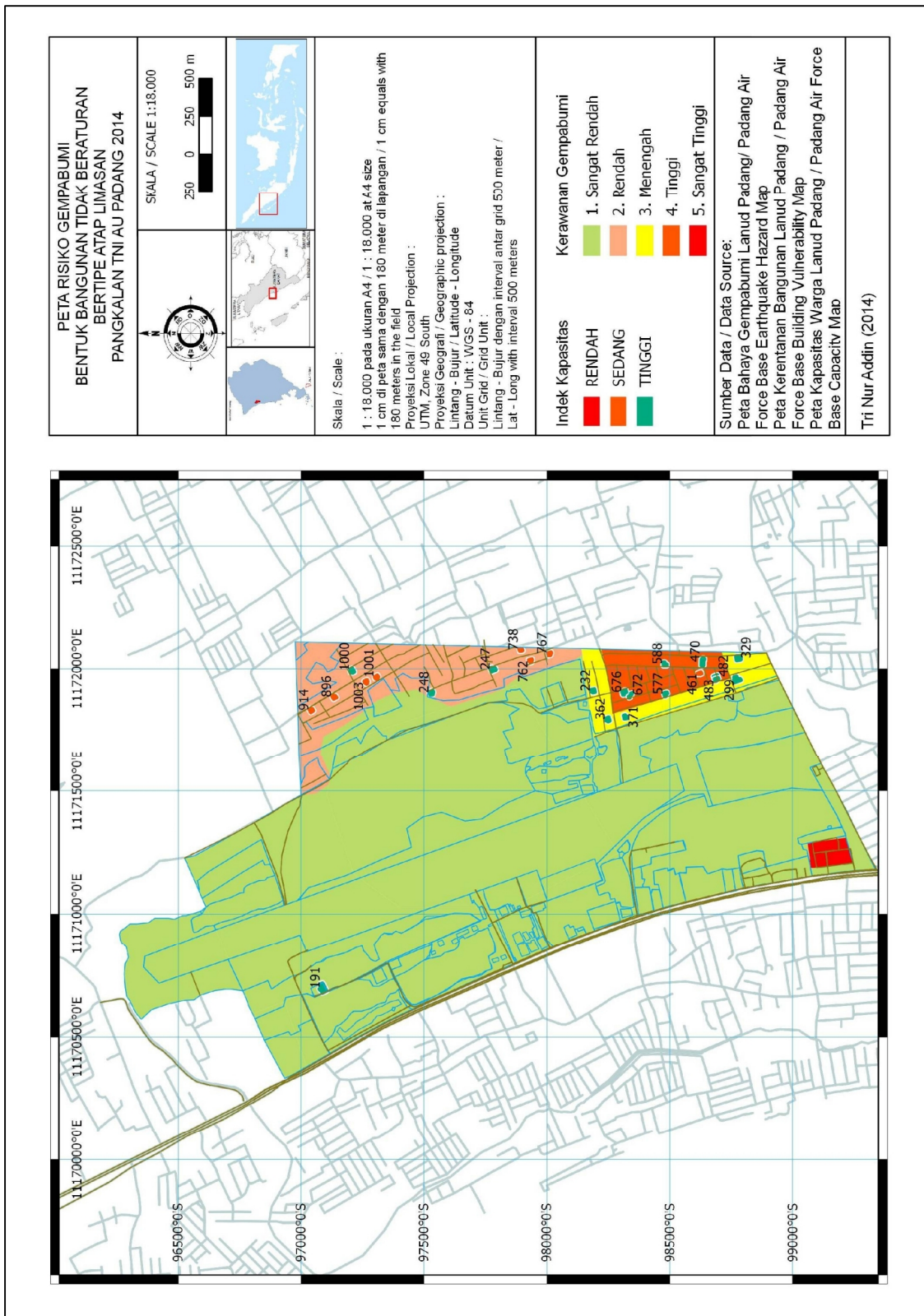
Lampiran Peta 4



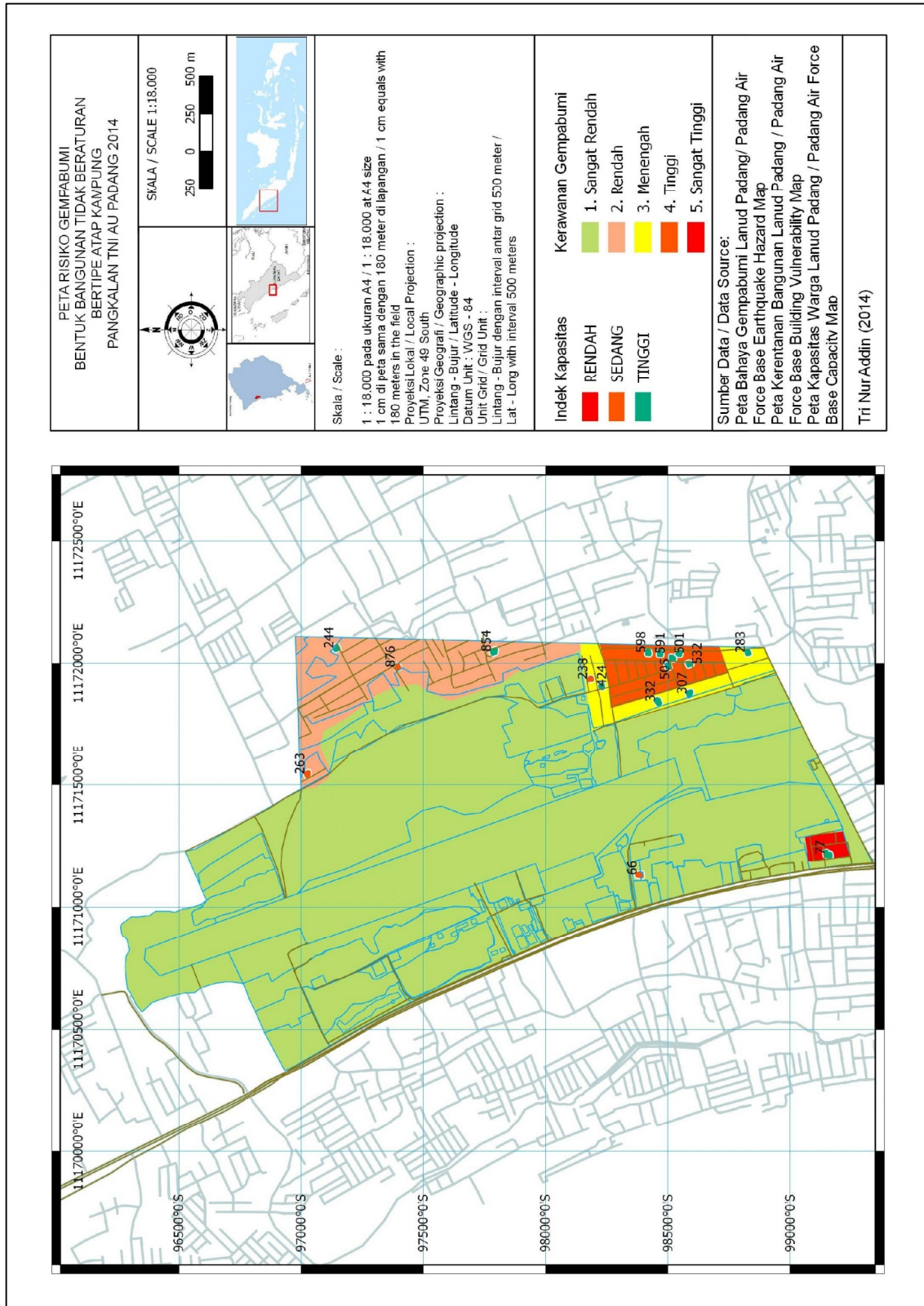
Lampiran Peta 5



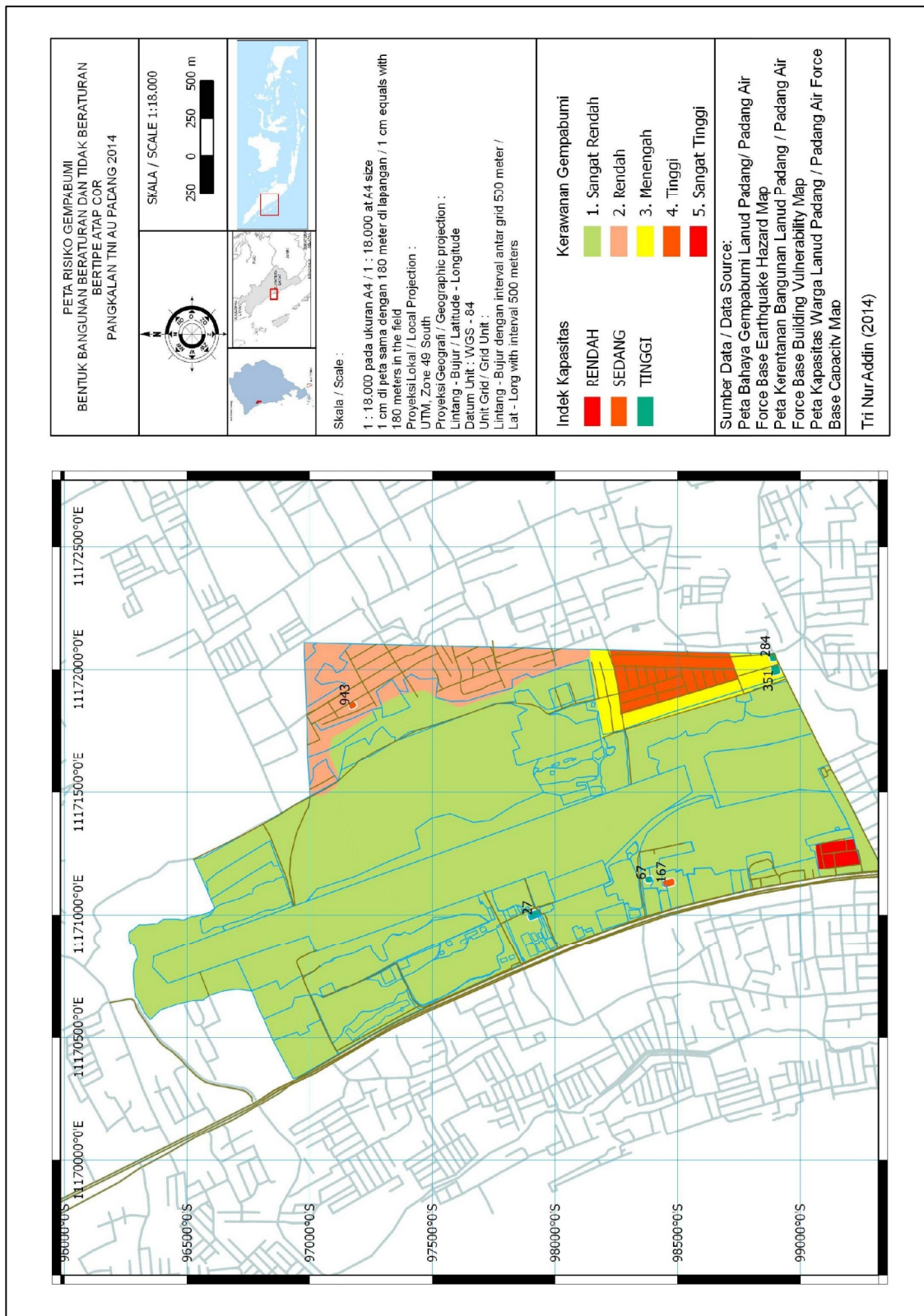
Lampiran Peta 6



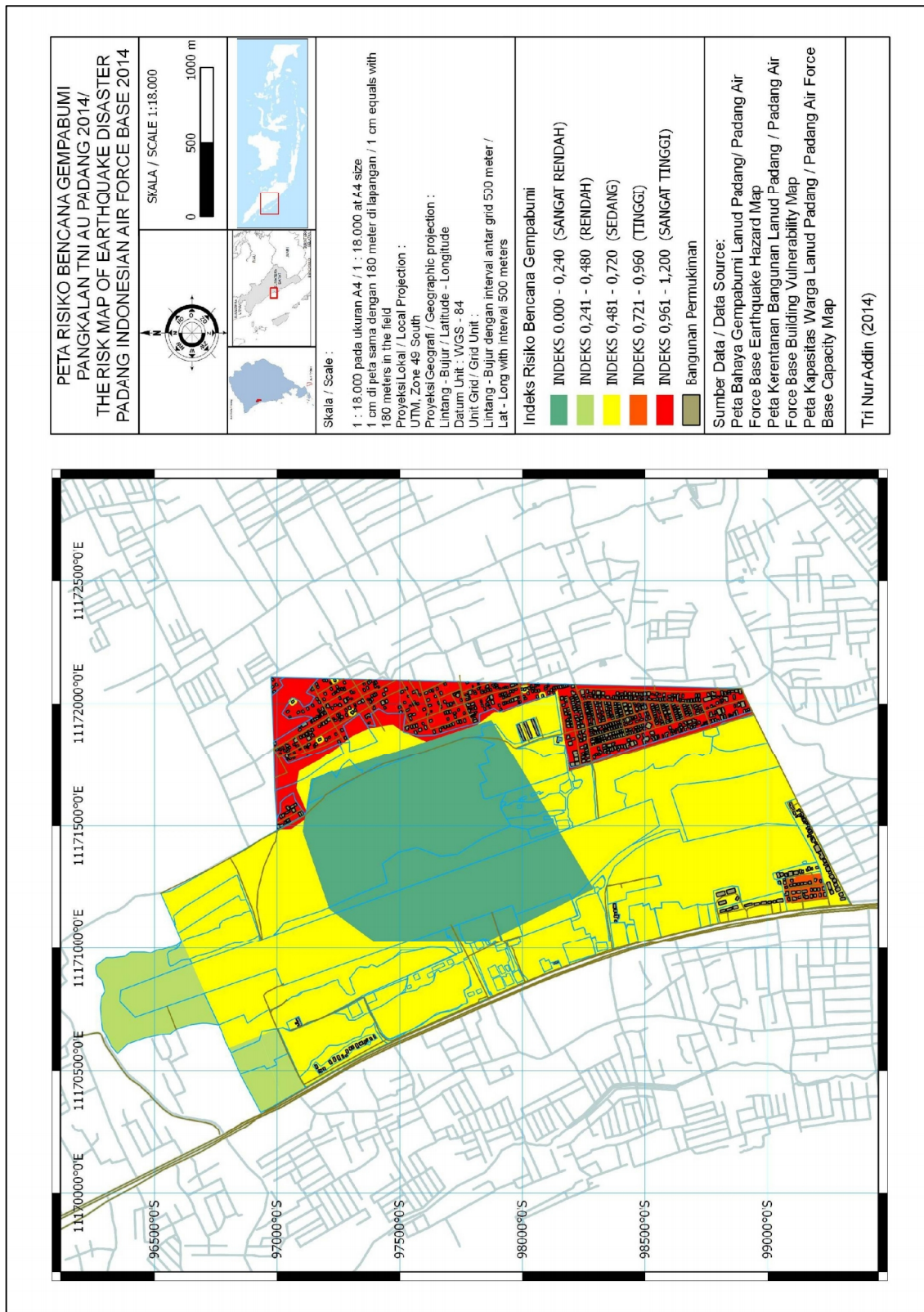
Lampiran Peta 7



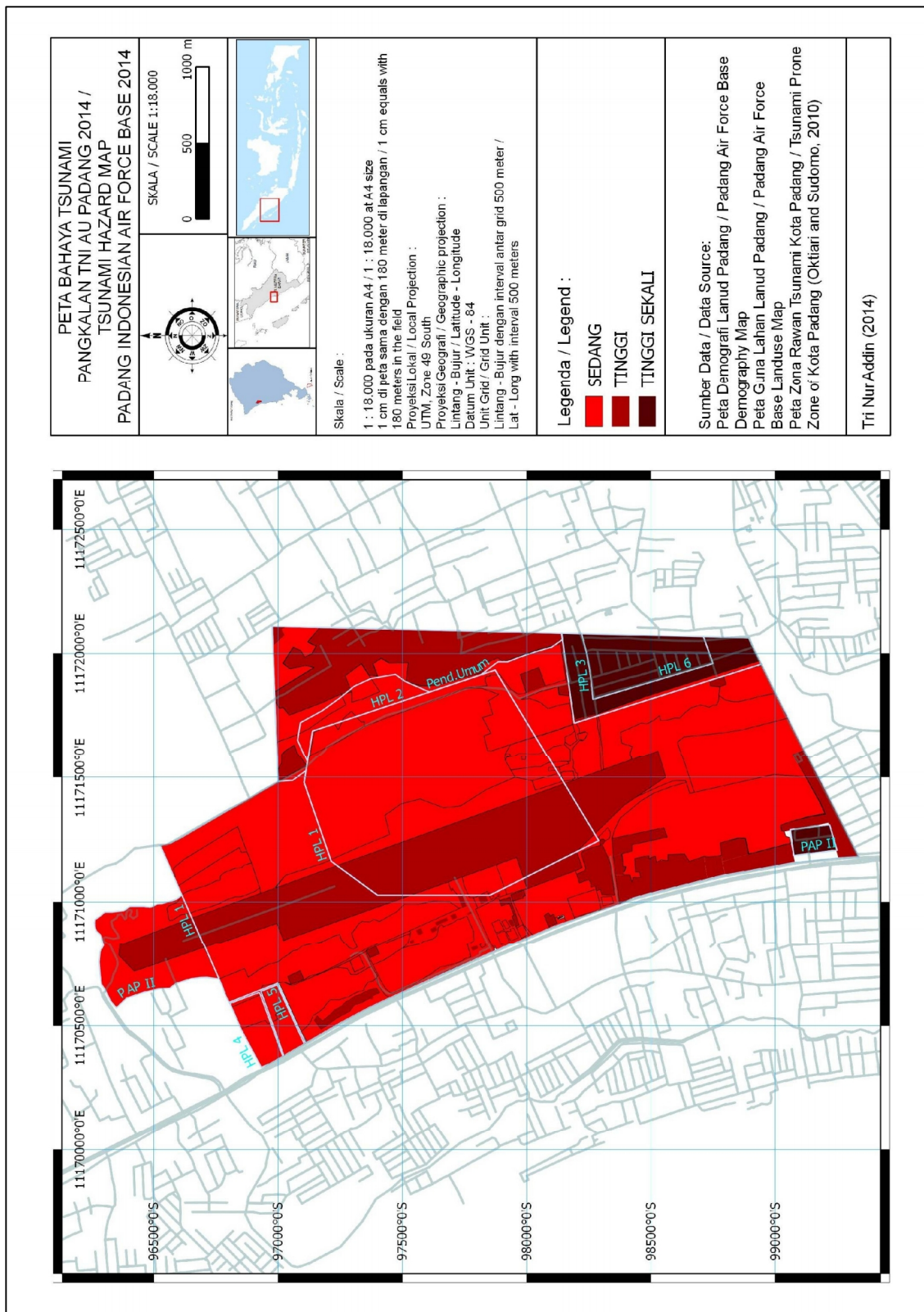
Lampiran Peta 8



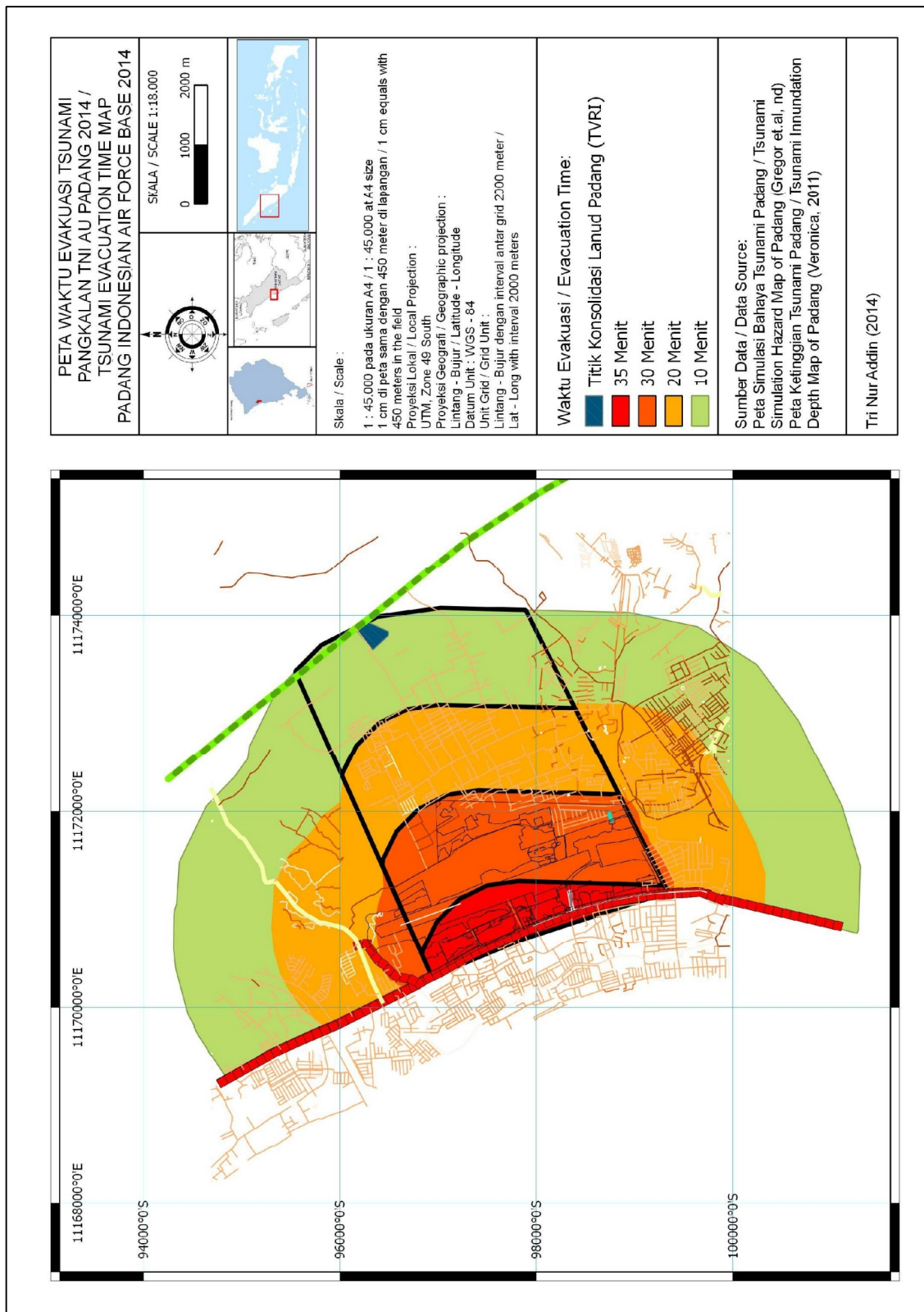
Lampiran Peta 9



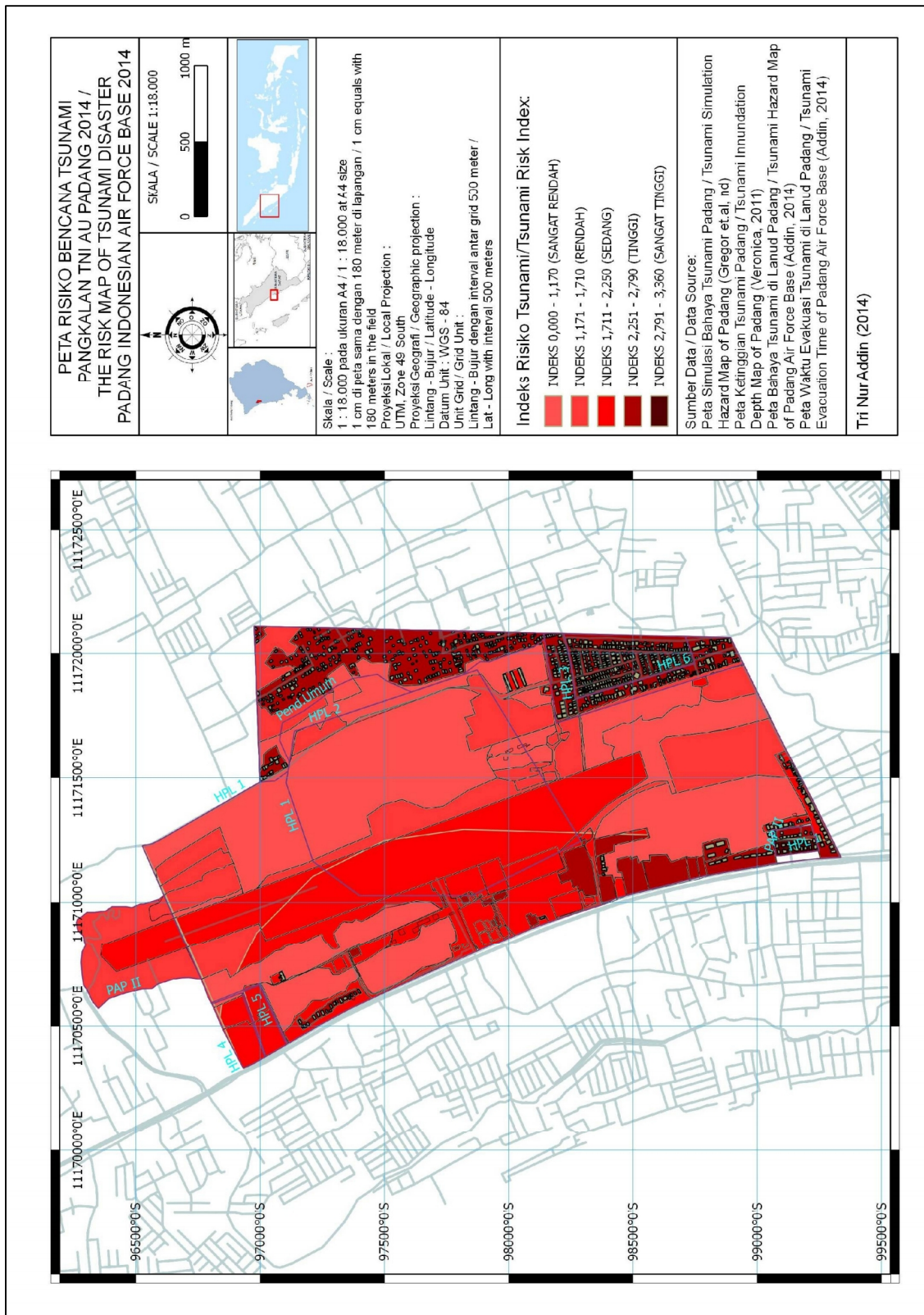
Lampiran Peta 10



Lampiran Peta 11



Lampiran Peta 12



TABEL MAGNITUDE GEMPABUMI (SKALA RICHTER/SR)

Ukuran Magnitudo Gempabumi berdasarkan besaran energi yang dilepaskan pada Episenter/Pusat gempabumi. Ukuran kekuatannya disetarakan dengan satuan kekuatan/energi ledakan satuan berat TNT (tri nitro toluen)

MAGNITUDE (SR)	BESARAN GEMPABUMI	KESETARAAN ENERGI
1,0	KECIL	6 ounce TNT
1,5	KECIL	2 pounds TNT
2,0	KECIL	13 pounds TNT
2,5	KECIL	63 pounds TNT
3,0	KECIL	397 pounds TNT
3,5	KECIL	1.990 pounds TNT
4,0	SEDANG	6 tons TNT
4,5	SEDANG	32 tons TNT
5,0	SEDANG	199 tons TNT
5,5	SEDANG	1.000 tons TNT
6,0	SEDANG	6.270 tons TNT
6,5	SEDANG	31.550 tons TNT
7,0	BESAR	199.000 tons TNT
7,5	BESAR	1.000.000 tons TNT
8,0	BESAR	6.270.000 tons TNT
8,5	BESAR	31.550.000 tons TNT
9,0	BESAR	199.000.000 tons TNT

TABEL INTENSITAS MERCALLI MODIFIKASI (MMI)

Klasifikasi Gempa berdasarkan ukuran tingkat pengaruh gempabumi terhadap manusia, bangunan dan lingkungan disekitar tempat keberadaannya

MMI	FENOMENA	TINDAKAN
I KECIL	Getaran tidak terasa kecuali oleh beberapa orang yang dalam keadaan sensitif	TENANG DAN WASPADA
II KECIL	Getaran terasa hanya oleh beberapa orang yang dalam keadaan istirahat terutama yang berada dibangunan tinggi. Benda tergantung terlihat ber-goyang perlahan	TENANG DAN WASPADA

III KECIL	Getaran terasa sebagian orang dalam rumah terutama dilantai atas gedung, tapi banyak orang tidak menyadari bahwa telah terjadi gempa. Mobil yang dalam keadaan berhenti bergoyang perlahan. Getaran terasa ibarat getaran ketika truk lewat.	TENANG DAN WASPADA
IV SEDANG	Pada siang hari, getaran terasa oleh banyak orang yang ada dalam bangunan dan sebagian orang diluar bangunan dan malam hari beberapa orang terjaga akibat getaran dan bunyinya. Piring, jendela, pintu berderik. Mobil yang sedang berhenti terlihat bergoyang.	SEGERA KELUAR BANGUNAN/ BERLINDUNG
V SEDANG	Getaran terasa oleh hampir setiap orang yang sedang beraktifitas, banyak orang tidur terjaga. Piring, jendela, pintu sebagian mengalami kerusakan/pecah; plester dinding mulai retak-retak terutama dibagian lemah. Lemari, jam dinding, pajangan keramik dan barang-barang yang tidak stabil mulai berjatuhan. Barang-barang tergantung bergoyang kuat dan sebagian terjatuh. Jam bandul berhenti. Pohon dan tiang tinggi sebagian tumbang. Terdengar bunyi gemuruh yang bersumber dari segala penjuru.	SEGERA KELUAR BANGUNAN/ BERLINDUNG
VI SEDANG	Getaran terasa oleh setiap orang yang sedang beraktifitas, orang-orang sedang tidur terjaga. Sebagian besar orang terkejut dan ketakutan serta berlarian keluar rumah. Meubeler berat (meja, kursi, mesincuci, lemari es) terguncang kuat dan tergeser berpindah tempat. Plester dinding pecah dan terlepas, cerobong asap rusak. Mobil yang sedang berhenti terguncang kuat. Terdengar bunyi gemuruh cukup kuat dari segala penjuru. Terjadi kerusakan ringan pada fasilitas umum.	SEGERA KELUAR BANGUNAN/ BERLINDUNG
VII KUAT	Setiap orang berlari keluar rumah. Bangunan dengan konstruksi sederhana mengalami mulai kerusakan ringan. Bangunan dan struktur dengan konstruksi yang baik mengalami kerusakan ringan-sedang. Barang-barang rumah tangga dan peralatan kantor tergeser dan terlempar. Getaran terasa oleh orang yang sedang berkendara. Terdengar bunyi gemuruh yang kuat dari segala penjuru.	SEGERA KELUAR BANGUNAN/ BERLINDUNG
VIII KUAT	Bangunan konstruksi yang baik mengalami kerusakan ringan-sedang. Banguna konstruksi sederhana mengalami kerusakan parah dan sebagian roboh. Dinding panel terlepas dari rangka, plafon terlepas dan sebagian jatuh. Cerobing asap, tiang listrik-telepon, pohon tinggi dan monumen roboh. Meubelair tergeser dan terjungkal. Terjadi likuifaksi (pasir dan lumpur merembes pepermukaan tanah). Airsumur berubah jadi keruh . Tinggi muka air disumur berubah naik atau turun. Terdengar bunyi gemuruh memekakkan telinga. Kendaraan sedang berjalan terguncang kuat dan mempengaruhi mengendalikan pengendar.	SEGERA KELUAR BANGUNAN/ BERLINDUNG
IX KUAT	Bangunan dengan konstruksi baik mengalami kerusakan, struktur rangka terlepas. Bangunan konstruksi biasa mengalami kerusakan parah dan sebagian roboh. Bangunan tergeser dari pondasi. Pipa-pipa dalam tanah patah. Tanah mengalami keretakan	SEGERA KELUAR BANGUNAN/ BERLINDUNG

X SANGAT KUAT	Kebanyakan struktur rangka dan pasangan batubata rusak, sebagian terlepas. Pondasi rusak/patah. Tanah dan jalan terbelah,. Rel kereta-api bengkok, jembatan rangka baja bergeser dari kedudukannya, jembatan rangka beton patah. Longsor pada tebing sungai dan tebing curam lainnya. Terjadi likufaksi (rembesan pasir dan lumpur kepermukaan tanah) pada banyak tempat.	SEGERA KELUAR BANGUNAN/BERLINDUNG
XI SANGAT KUAT	Hanya sebagian kecil bangunan beton/batubata yang masih berdiri. Jembatan rusak/terputus/terlepas. Tanah dan jalan patah/terbelah dan bergeser terbuka lebar. Jaringan pipa bawah tanah rusak total. Rel kereta-api bengkok bahkan terputus.	SEGERA KELUAR BANGUNAN/BERLINDUNG
XII SANGAT KUAT	Setiap bangunan hancur. Permukaan tanah terlihat bergelombang seperti ombak. Penglihatan gelap. Debu, pasir dan benda terlempar berterbangan keudara. Bunyi gemuruh sangat membahana dari segala penjuru.	SEGERA KELUAR BANGUNAN/BERLINDUNG

Moment Magnitude	Typical Maximum Modified Mercalli Intensity
1.0 – 3.0	I
3.0 – 3.9	II – III
4.0 – 4.9	IV – V
5.0 – 5.9	VI – VII
6.0 – 6.9	VII – VIII
7.0+	IX or higher

I. Instrumental	Generally not felt by people unless in favorable conditions.
II. Weak	Felt only by a few people at best, especially on the upper floors of buildings. Delicately suspended objects may swing.
III. Slight	Felt quite noticeably by people indoors, especially on the upper floors of buildings. Many do not recognize it as an earthquake. Standing motor cars may rock slightly. Vibration similar to the passing of a truck. Duration estimated.
IV. Moderate	Felt indoors by many people, outdoors by few people during the day. At night, some awaken. Dishes, windows, doors disturbed; walls make cracking sound. Sensation like heavy truck striking building. Standing motor cars rock noticeably. Dishes and windows rattle alarmingly.
V. Rather Strong	Felt inside by most, may not be felt by some outside in non-favorable conditions. Dishes and windows may break and large bells will ring. Vibrations like large train passing close to house.
VI. Strong	Felt by all; many frightened and run outdoors, walk unsteadily. Windows, dishes, glassware broken; books fall off shelves; some heavy furniture moved or overturned; a few instances of fallen plaster. Damage slight.

VII. Very Strong	Difficult to stand; furniture broken; damage negligible in building of good design and construction; slight to moderate in well-built ordinary structures; considerable damage in poorly built or badly designed structures; some chimneys broken. Noticed by people driving motor cars.
VIII. Destructive	Damage slight in specially designed structures; considerable in ordinary substantial buildings with partial collapse. Damage great in poorly built structures. Fall of chimneys, factory stacks, columns, monuments, walls. Heavy furniture moved.
IX. Violent	General panic; damage considerable in specially designed structures, well designed frame structures thrown out of plumb. Damage great in substantial buildings, with partial collapse. Buildings shifted off foundations.
X. Intense	Some well built wooden structures destroyed; most masonry and frame structures destroyed with foundation. Rails bent.
XI. Extreme	Few, if any masonry structures remain standing. Bridges destroyed. Rails bent greatly.
XII. Cataclysmic	Total destruction – Everything is destroyed. Lines of sight and level distorted. Objects thrown into the air. The ground moves in waves or ripples. Large amounts of rock move position. Landscape altered, or levelled by several meters. In some cases, even the routes of rivers are changed.