

## ANALISIS RISIKO BENCANA GEMPABUMI DI WILAYAH NUSA TENGGARA BARAT

Melki Adi Kurniawan<sup>1</sup>, Komang Ngurah Suarbawa<sup>1</sup>, Ardhianto Septiadhi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.

<sup>2</sup>. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Badung Bali

Email : [ngurah.suarbawa@unud.ac.id](mailto:ngurah.suarbawa@unud.ac.id)

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian identifikasi risiko bencana gempabumi di wilayah Nusa Tenggara Barat berdasarkan 3 faktor: faktor bahaya gempabumi yaitu percepatan getaran tanah maksimum (Peak Ground Acceleration = PGA), faktor kerentanan yaitu kepadatan penduduk perkecamatan, serta faktor ketahanan yaitu IPM (Indeks Pembangunan Manusia) perkecamatan di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Perhitungan nilai PGA dilakukan menggunakan fungsi atenuasi Fukushima dan Tanaka dengan data parameter gempabumi dari tahun 1970 – 2014 dengan kriteria magnitude  $\geq 4.5$  MB, kedalaman  $\leq 60$  km dan episenter pada rentang  $7.5^\circ - 12.5^\circ$  LS dan  $115^\circ - 120^\circ$  BT sedangkan untuk perhitungan indeks risiko bencana gempabumi menggunakan metode AHP (Analytical Hierarchy Process). Dari hasil perhitungan maka diperoleh daerah dengan tingkat risiko bencana gempabumi yang paling tinggi adalah Kabupaten Dompu bagian selatan, Kota Mataram, Kota Bima, Kab Bima bagian utara sedangkan yang paling rendah adalah Kab Sumbawa Barat dan Kabupaten Sumbawa bagian selatan.

**Kata Kunci:** PGA, kepadatan penduduk, IPM, bahaya, kerentanan, ketahanan, risiko bencana gempabumi.

### Abstract

*An investigation of risk identification earthquake disaster in Nusa Tenggara Barat by three factors: the danger factor of earthquakes is Peak Ground Acceleration (PGA), vulnerability factor is population density by district, as well as the capacity factors are HDI (Human Development Index) by district in the province of West Nusa Tenggara has been done. PGA value calculation was performed using the attenuation function Fukushima and Tanaka with earthquake parameter data from 1970 - 2014 with the criteria of magnitude  $\geq 4.5$  MB, depth  $\leq 60$  km and the epicenter in the range of  $7.5^\circ - 12^\circ$  and  $115^\circ - 120^\circ$  BT and for disaster risk index calculation earthquake using AHP (Analytical Hierarchy Process). From the calculation of the obtained regions with earthquake disaster risk levels are highest are southern Dompu, Mataram, Bima, northern Bima Regency while the lowest West Sumbawa regency and southern Sumbawa regency.*

**Keywords :** PGA, population density, HDI, hazard, vulnerability, resilience, earthquake disaster risk.

### I. PENDAHULUAN

Potensi bencana gempabumi yang mempengaruhi Pulau Nusa Tenggara Barat terdiri atas 2 bagian, yaitu zona subduksi

Indo-Australia di selatan Nusa Tenggara Barat dan patahan naik busur belakang (*back arc thrust*) di utara Nusa Tenggara Barat. Hal inilah yang menyebabkan frekuensi

kejadian gempabumi di Nusa Tenggara Barat tinggi. Berdasarkan data BMKG terdapat beberapa gempabumi yang cukup besar dan menimbulkan bencana di kepulauan Sumbawa.

Setiap kejadian gempabumi menghasilkan guncangan tanah yang dapat diidentifikasi melalui nilai percepatan getaran tanah pada suatu tempat. Semakin besar nilai percepatan getaran tanah yang terjadi disuatu tempat, semakin besar bahaya gempabumi yang mungkin terjadi. Besar kecilnya nilai percepatan getaran tanah tersebut menjadi salah satu faktor yang dapat menunjukkan tingkat risiko gempabumi.

Secara demografi, wilayah Nusa Tenggara Barat merupakan daerah yang mempunyai jumlah penduduk 4.773.795 jiwa. Kondisi tersebut merupakan salah satu faktor kerentanan berisiko tinggi yang sewaktu-waktu dapat menimbulkan kerugian besar jika terjadi bencana alam.

Semakin tinggi nilai IPM (Indeks Pembangunan Masyarakat) semakin tinggi kemampuan masyarakat untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi bencana (Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, 2008), berdasarkan faktor bahaya, kerentanan dan kapasitas tersebut digunakan untuk menentukan tingkat risiko bencana gempabumi di wilayah Nusa Tenggara Barat.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Magnitude bodi (mB)

Magnitude ini didefinisikan berdasarkan catatan amplitudoterbesardari gelombang P yang menjalar melalui bagian dalam bumi (Lay. T and Wallace.T.C. 1995). Secara umum perumusan magnitude body adalah:

$$mB = \log ( A / T ) + Q ( h, \Delta ) \quad (2.1)$$

dimana :

A = amplitudo maksimum

T = periode

$Q ( h, \Delta )$  = koreksi kedalaman dan jarak

### 2.2 Magnitude permukaan (Ms)

Magnitude tipe ini didapatkan sebagai hasil pengukuran terhadap amplitudo maksimum gelombang permukaan (*surface waves*). Perumusan *magnitude surface* sama dengan *magnitude body* namun amplitudo yang digunakan adalah gelombang permukaan.

Dengan menggunakan data- data historis gempabumi, konversi Ms dan mB dapat dinyatakan dalam persamaan (Ibrahim, 2005):

$$mB = 2.5 + 0.63 Ms \quad (2.2)$$

atau

$$Ms = 1.59 mB - 3.97 \quad (2.3)$$

### 2.3. Percepatan Getaran Tanah Maksimum

Pada bangunan yang berdiri di atas tanah memerlukan kestabilan tanah agar bangunan tetap stabil. Percepatan gelombang gempa yang sampai di permukaan bumi disebut juga *Peak Ground Acceleration* (PGA) merupakan gangguan yang perlu dikaji untuk setiap kejadian gempabumi. Rumus empiris atenuasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumus Fukushima dan Tanaka (1990) dengan bentuk rumusnya adalah:

$$\begin{aligned} \log_{10} (PGA) &= 0.41Ms \\ &- \log_{10} (R + 0.032 * 10^{0.41Ms}) \\ &- 0.0034R + 1.30 \end{aligned} \quad (2.4)$$

dimana: PGA= Percepatan Tanah,  
R=Jarak dari hiposenter ke titik pengukuran

### 2.4. Kepadatan Penduduk

Semakin padat penduduk di suatu daerah maka akan semakin rentan daerah tersebut terhadap bencana. Tingginya kepadatan penduduk mampu mengurangi tingkat pelayanan sosial wilayahnya misalnya kurangnya akses masyarakat untuk mendapatkan pelayanan sosial seperti kesehatan dan pendidikan sehingga hal ini mampu mengurangi kesiapan fisik dan pemahaman penduduk dalam menghadapi

kejadian bencana. Kepadatan penduduk juga dapat mempersulit proses evakuasi.

### 2.5 Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

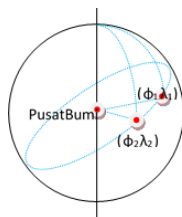
IPM adalah suatu indeks sosial ekonomi yang bergantung pada 3 (tiga) faktor yaitu faktor kesehatan, pendidikan dan penghasilan. IPM memberikan suatu ukuran gabungan tiga komponen utama pembangunan manusia, yaitu Indeks panjang umur (*longevity*), Indeks pendidikan dan Indeks standar kehidupan. Semakin tinggi nilai IPM semakin tinggi kemampuan masyarakat untuk mempersiapkan diri dalam menghadapi bencana. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, 2008)

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1. Perhitungan nilai dan kontur percepatan tanah

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menghitung nilai dan kontur percepatan getaran tanah maksimum adalah sebagai berikut:.

1. Memilih data katalog gempabumi di wilayah Nusa Tenggara Barat (7.5° - 12.5°LS dan 115° - 120°BT) dengan magnitude (M) ≥ 4.5mB. kemudian dilakukan konversimagnitude *body* ke *magnitude surface* menggunakan rumus Gutenberg dan C.F. Richter seperti pada Persamaan 2.6.
2. Menghitung jarak episenter dari titik pengamatan dengan Persamaan 3.1.



**Gambar 3.1** Garis hubung pusat bumi dengan episenter dan titik pengamatan pada bidang bola

$$\Delta = \text{arc}(\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos(\lambda_1 - \lambda_2)).r \quad (3.1)$$

di mana :

$\Delta$  = jarak episenter

$\lambda_1$  = bujur posisi episenter

$\varphi_1$  = lintang posisi episenter,  $\lambda_2$  = bujur stasiun pengamat

$\varphi_2$  = lintang stasiun pengamat  $r$  = jari-jaribumi = 6.371 km.

3. Menghitung jarak hiposenter ke titik pengamatan dengan rumus *pythagoras* seperti pada Persamaan 3.2.

$$R = \sqrt{\Delta^2 + h^2} \quad (3.2)$$

dimana h = kedalaman sumber gempa (km).

4. Pembuatan peta PGA maksimum diawali dengan membuat grid dengan interval 0,15° x 0,15° pada rentang koordinat 7.5°– 9.5° LS dan 115.5– 120 BT.
5. Menghitung nilai *PGA* maksimum menggunakan rumus atenuasi Fukushima dan Tanaka (1990) sesuai persamaan (2.4).
6. Pembuatan kontur PGA maksimum.

### 3.2. Analisis Tingkat Risiko Bencana Gempabumi

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis tingkat risiko bencana gempabumi adalah sebagai berikut:

1. Menentukan faktor dan indikator tingkat risiko bencana gempabumi. Identifikasi risiko bencana gempabumi di lokasi penelitian yaitu wilayah Nusa Tenggara Barat dilakukan berdasarkan pada 3 (tiga) faktor, yaitu faktor bahaya (*hazard*), dengan indikator PGA, faktor kerentanan (*vulnerability*) dengan indikator kepadatan penduduk, faktor ketahanan/kapasitas (*capacity*) dengan indikator rasio Indeks Pembangunan Manusia (IPM).
2. Menghitung standarisasi nilai indikator untuk menghasilkan nilai baku dengan Persamaan 3.3 dan Persamaan 3.4 (Davidson *et al*, 1997).

Untuk suatu indikator faktor bahaya dan kerentanan:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - (\bar{X}_i - 2S_i)}{S_i} \quad (3.3)$$

Untuk suatu indikator faktor ketahanan:

$$X'_{ij} = \frac{-X_{ij} + (\bar{X}_i + 2S_i)}{S_i} \quad (3.4)$$

dimana:

$X'_{ij}$  = nilai yang sudah dibakukan untuk indikator i (*hazard, vulnerability, capacity*) di kecamatan j

$X_{ij}$  = nilai yang belum dibakukan untuk indikator i di kecamatan j

$\bar{X}_i$  = nilai rata-rata untuk indicator i

$S_i$  = standar deviasi

### 3. Pembobotan faktor dan indikator tingkat risiko bencana gempa bumi.

Dalam penelitian ini nilai pembobotan merujuk pada penelitian yang sudah ada sebelumnya. Nilai pembobotan factor risiko bencana gempa bumi (Firmansyah, 2009), yaitu:

$$IRB_j = W_h.XH_j + W_v.Xv_j + W_c.Xc_j = 0.350 XH_j + 0.340 Xv_j + 0.310 Xc_j \quad (3.5)$$

dimana :

$IRB$  = Indeks Risiko Bencana

$W_h, W_v, W_c$  = bobot untuk setiap faktor bencana

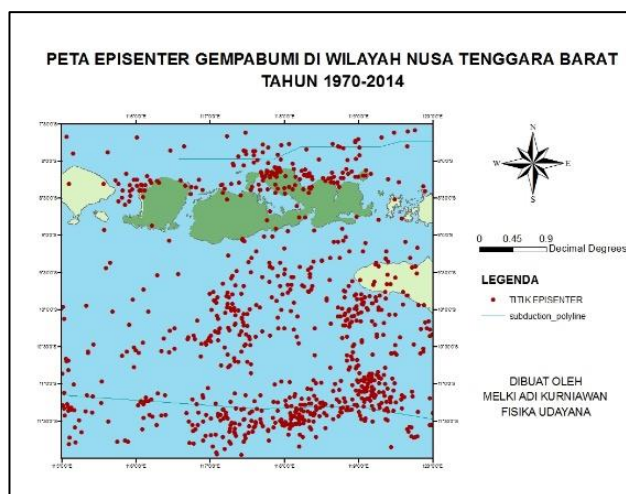
$XH, Xv, Xc$  = nilai yang sudah dibakukan setiap faktor bencana

- Menghitung tingkat risiko bencana gempa bumi dari faktor-faktor yang mempengaruhinya (faktor bahaya, faktor kerentanan dan faktor ketahanan). Kemudian membaginya menjadi beberapa kelas menurut tingkatannya. Dalam penelitian ini penetapan banyak kelas dibagi menjadi 5, yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Pembagian kelas menggunakan fitur *data classification* dalam Arc GIS 9.1 dengan metode *natural breaks*.
- Membuat peta risiko bencana gempa bumi.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Identifikasi Tingkat Bahaya Gempabumi

Untuk mendapatkan gambaran tingkat bahaya bencana gempa bumi di wilayah Nusa Tenggara Barat, maka dalam penelitian ini digunakan data historis gempa bumi di wilayah Nusa Tenggara Barat dan sekitarnya tahun 1970 – 2014. Dengan memilih gempa dengan magnitudo  $\geq 4,5$  Mb dan kedalaman dibawah 60 km didapat sebanyak 869 kejadian gempa. Peta sebaran gempa bumi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Peta distribusi pusat gempa bumi di Nusa Tenggara Barat dan sekitarnya (sumber : IRIS, 2015)

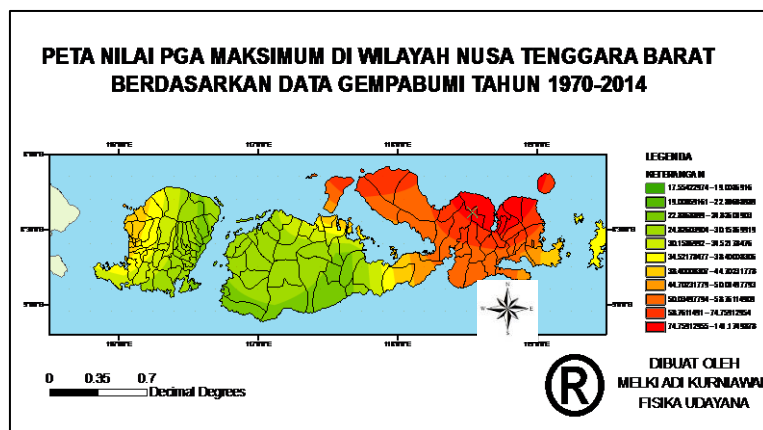
Data gempabumi yang dipilih selanjutnya dihitung nilai *PGA* (*Peak Ground Acceleration*) maksimum di titik – titik pengamatan. Contoh perhitungan di satu titik perhitungan dengan 1 data gempabumi. Contoh perhitungannya digunakan kejadian gempabumi pada 9 Januari 1970, episenter: 9.27 LS, 117.25 BT, kedalaman (h): 58 km, magnitudo: 5.7 mB dan koordinat titik perhitungan : 9.2 LS, 119.4 BT mendapatkan nilai  $PGA = 2.38$  gal. Perhitungan ini dilanjutkan untuk seluruh

data hingga tahun 2014 sehingga didapat nilai *PGA* maksimum untuk titik pengamatan -9.2 LS, 119,4 BT adalah 40.42 gal, dengan cara yang sama dilakukan untuk titik – titik pengamatan lainnya.

Nilai *PGA* maksimum yang diperoleh di tiap titik dibuat peta kontur *PGA* maksimum untuk wilayah Nusa Tenggara Barat menggunakan Software ArcGIS 9.1 dengan interpolasi krigging. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Tabel 4.1 Perhitungan *PGA* Maksimum pada titik 9.2 LS 119.4 BT

PARAMETER GEMPABUMI					R (km)	log <i>PGA</i>	<i>PGA</i> (gal)
TANGGAL (GMT)	LINTANG (°)	BUJUR (°)	H (km)	Ms			
9-Jan-70	-9.27	117.25	58	5.09	243.11	0.38	2.38
22-Jan-70	-7.88	115.62	35	3.66	119.13	0.32	2.07
20-Apr-70	-9.91	119.19	40	4.78	420.59	-0.80	0.16
22-Apr-70	-11.39	120	33	4.93	564.31	-1.35	0.04
....	....	....	....	....	....	....	....
19-Dec-73	-9.52	119.39	42.10	5.57	33.95	1.61	40.42
....	....	....	....	....	....	....	....
5-Dec-14	-9.3	118.75	10	3.66	359.40	-0.98	0.11
12-Dec-14	-8.23	118.6	17	3.50	348.81	-0.99	0.10
27-Dec-14	-8.94	118.05	12	3.66	280.12	-0.60	0.25



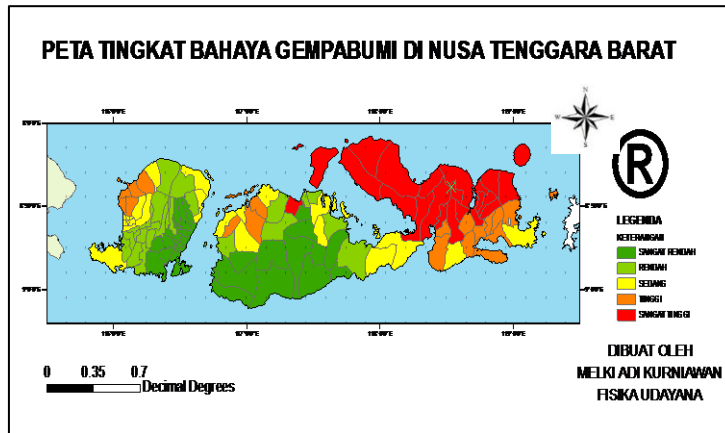
Gambar 4.2 Peta *Peak Ground Acceleration* Wilayah Nusa Tenggara Barat

Dari peta kontur diatas dapat ditentukan nilai *PGA* maksimum perkecamatan. Nilai *PGA* perkecamatan selanjutnya dihitung nilai bakunya, nilai baku tersebut kemudian diklasifikasikan

menjadi 5 kelas untuk mengetahui tingkat bahaya gempabumi di wilayah Nusa Tenggara Barat. Perhitungan nilai baku. Perhitungan Nilai Baku *PGA* untuk titik (-9.2, 119.4) mendapatkan nilai 2.01.

Nilai baku PGA per kecamatan diklasifikasikan menjadi 5 kelas dan dipetakan berdasarkan kategori tingkat bahayanya. Pada peta bahaya bencana

gempabumi (gambar 4.3) dapat diketahui wilayah yang memiliki tingkat bahaya sangat tinggi berada di wilayah Kabupaten Dompu dan Kota Bima.

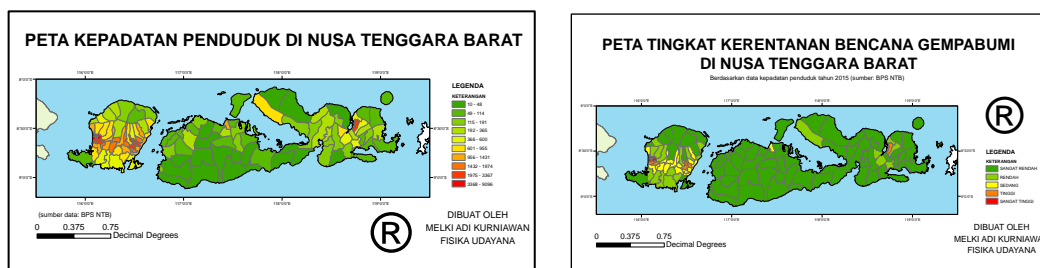


Gambar 4.3 Peta tingkat bahaya bencana gempabumi wilayah Nusa Tenggara Barat

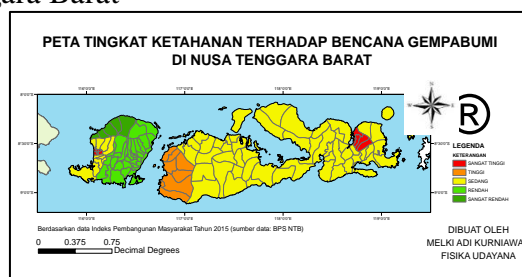
#### 4.2 Identifikasi tingkat kerentanan dan ketahanan bencana gempabumi

Untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan digunakan data kepadatan penduduk perkecamatan, sedangkan untuk mengidentifikasi tingkat ketahanan menghadapi bencana gempabumi digunakan data IPM. Data kepadatan penduduk dan IPM yang didapat selanjutnya dihitung nilai bakunya

untuk menentukan indeks kerentanan dan ketahanan wilayah tersebut apabila terjadi kejadian gempabumi. Kemudian ditentukan kelas tingkatan kerentanan dan ketahanan di setiap kecamatan untuk dapat diketahui daerah mana saja yang memiliki tingkat kerentanan dan ketahanan sangat rendah sampai sangat tinggi.



Gambar 4.4 Peta kepadatan penduduk dan tingkat kerentanan perkecamatan di Nusa Tenggara Barat



Gambar 4.5 Peta tingkat ketahanan menghadapi bencana gempabumi wilayah Nusa Tenggara Barat

### 4.3 Analisis Tingkat Risiko Bencana Gempabumi di Wilayah Nusa Tenggara Barat

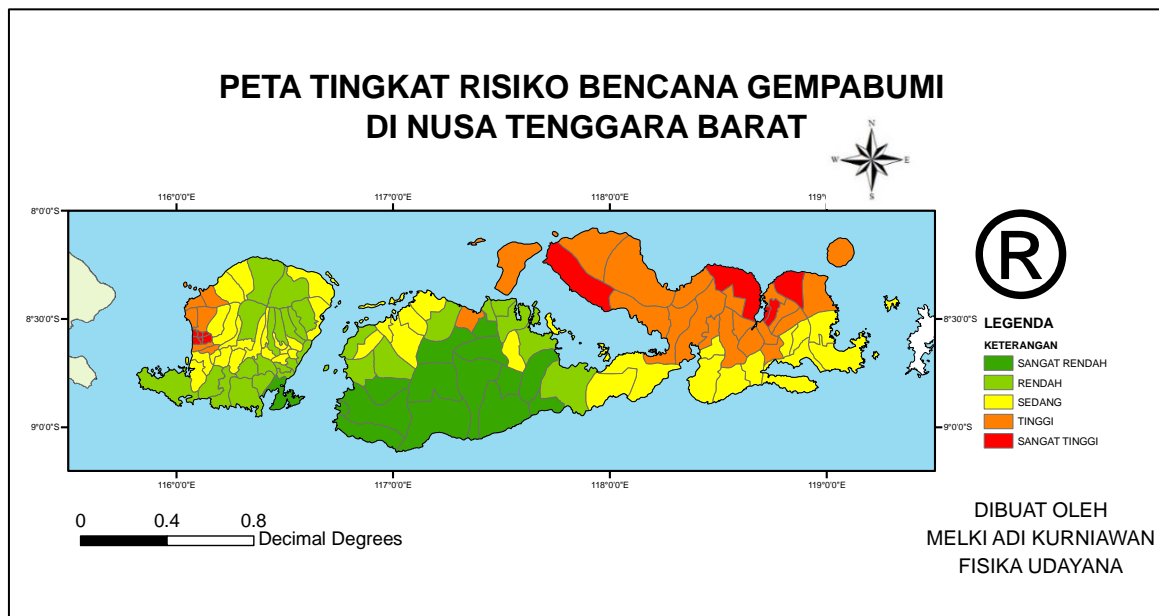
Tingkat risiko bencana gempabumi dihitung berdasarkan nilai baku dari PGA, kepadatan penduduk dan IPM dengan persamaan 3.5. Hasil perhitungan IRB untuk Kota Mataram dapat dilihat pada tabel 4.2. Dengan cara yang sama dilakukan untuk kabupaten dan

kota yang lain kemudian disajikan dalam bentuk peta dapat dilihat pada gambar 4.6.

Wilayah dengan tingkat risiko bencana gempabumi sangat tinggi terdapat di Kabupaten Dompu, Kabupaten Bima, Kota Bima dan Kota Mataram. Wilayah dengan tingkat risiko bencana gempabumi yang sangat rendah berada di Sumbawa Barat bagian selatan dan Sumbawa bagian selatan.

Tabel 4.2 Tabel hasil perhitungan Indeks Risiko Bencana di salah satu kota di wilayah penelitian

KOTA	KECAMATAN	KEPADATAN PENDUDUK	IPM	PGA	NILAI BAKU PENDUDUK	NILAI BAKU IPM	NILAI BAKU PGA	IRB	TINGKAT
Kota Mataram	Ampenan	9096.00	75.93	47.79	6.92	1.45	2.04	3.52	Sangat Tinggi
Kota Mataram	Cakranegara	6879.00	75.93	43.62	5.58	1.45	1.85	2.99	Sangat Tinggi
Kota Mataram	mataram	7570.00	75.93	42.31	5.99	1.45	1.79	3.11	Sangat Tinggi
Kota Mataram	Sandubaya	6785.00	75.93	42.09	5.52	1.45	1.78	2.95	Sangat Tinggi
Kota Mataram	Sekarbela	6057.00	75.93	44.46	5.08	1.45	1.89	2.84	Sangat Tinggi
Kota Mataram	Selaparang	6919.00	75.93	42.06	5.60	1.45	1.78	2.98	Sangat Tinggi



Gambar 4.6 Peta tingkat risiko bencana gempabumi wilayah Nusa Tenggara Barat

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari uraian diatas dapat disimpulkan daerah dengan tingkat risiko bencana gempabumi yang paling tinggi adalah Kabupaten Dompu bagian selatan, Kota Mataram, Kota Bima, Kab Bima bagian

utara sedangkan yang paling rendah adalah Kab Sumbawa Barat dan Sumbawa bagian selatan.

### 5.2 Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penambahan faktor - faktor lain yang

mempengaruhi tingkat risiko bencana gempabumi di wilayah Nusa Tenggara Barat

Hasil kalsinasi selanjutnya digerus di dalam mortar dengan pastel selama 4 jam sehingga diperoleh campuran yang sangat halus. Sampel selanjutnya dicetak menjadi pelet berdiameter 1,5 cm dengan menggunakan press hidrolik ~400 kPa. Pelet *disintering* di dalam tungku pada suhu 910°C selama 30 jam di dalam atmosfer udara di dalam tungku. Pendinginan dilakukan sesuai dengan pendinginan didalam tungku.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afnimar, 2009, *Seismologi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 95 – 103
- Desmonda, N.I dan Pamungkas Adjie, 2014, *Penentuan Zona Kerentanan Bencana Gempabumi Tektonik di Kabupaten Malang Wilayah Selatan*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya,
- Darsono,Rudi, 2014, *Analisis Tingkat Resiko Gempabumi Wilayah Bali*, Universitas Udayana, Denpasar
- Pemetaan Tingkat Risiko Bencana Alam Gempa Berbasis Sistem Informasi Geografis untuk Kepulauan Indonesia*, Vol. 1, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, 2008, 109 - 179
- Edwiza, Daz dan S. Novita, 2008, *Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum Dan Intensitas Seismik Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Kanai*, Universitas Andalas, Padang, 2
- Firmansyah, Oki dan Erwin T., 2009, *Identifikasi Tingkat Risiko Bencana Gempa Bumi dan Tsunami Serta Arah Tindakan Mitigasi Bencana Di Wilayah Pesisir Kabupaten Sukabumi*, Universitas Pasundan, Bandung
- Firmansyah, 2011, *Identifikasi Tingkat Resiko bencana Gunung Api Gamalama di Kota Ternate*, Universitas Pasundan, Bandung, 2-5
- Gempabumi*, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, [http://www.bmkg.go.id/BMKG\\_Pusat/Geofisika/Gempabumi.bmkg](http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Geofisika/Gempabumi.bmkg), Diakses pada tanggal 25 Agustus 2015
- Ibrahim, Gunawan, 2005, *Pengetahuan Seismologi*, BMKG <https://ds.iris.edu/SeismiQuery/sq-eventsmag.htm>, diakses pada 20 agustus 2015
- Peraturan Badan nasional Penanggulangan Bencana No 2 tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Bencana Indonesia
- Mueck,Matthias, 2013,*Peta-Peta Bahaya Tsunami Untuk Lombok*, Publikasi bersama oleh GIZ dan DLR, Lombok 4-7.