

**STUDI LITERATUR KETERKAITAN GEMPA BUMI
BERDASAR KAN ILMU FISIKA DAN PERSPEKTIF
AL-QUR'AN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi
Syarat-syarat Guna Mendapatkan Gelar Sarjana (S.Pd)
dalam Ilmu Fisika

Oleh :

**WINDA ENIZAR
NPM. 1711090048**

Jurusan : Pendidikan Fisika



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1444 H/2023 M**

**STUDI LITERATUR KETERKAITAN GEMPA BUMI
BERDASAR KAN ILMU FISIKA DAN PERSPEKTIF
AL-QUR'AN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi
Syarat-syarat Guna Mendapatkan Gelar Sarjana (S.Pd)
dalam Ilmu Fisika

Oleh :

**WINDA ENIZAR
NPM. 1711090048**

Jurusan : Pendidikan Fisika

**Pembimbing I : Dra. Uswatun Hasanah, M.Pd. I
Pembimbing II : Welly Anggraini, M.Si**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1444 H/2023 M**

ABSTRAK

Indonesia menjadi salah satu daerah paling sering terjadi bencana alam yaitu gempa bumi, tsunami disebabkan karena terletak di tengah-tengah daerah Cincin Api Pasifik, jalur gempa Sabuk Alpide, serta di atas beberapa lempeng tektonik. Indonesia menjadi rawan terjadinya gempa bumi karena Indonesia sendiri tempat zona gempa bumi atau bisa dikatakan *ring of fire*. Sehingga menyebabkan fenomena banjir, gempa, dan tsunami sering sekali terjadi. Semua ini berdasarkan dilihat dari posisi dan geografisnya Indonesia itu sendiri yang merupakan negara yang termasuk bagian dari *Lintasan The Pasific Ring of Fire* (Cincin Api Pasifik), yaitu suatu lintasan di mana terdapat deretan gunung api. Indonesia terdapat 81 % berada di lintasan cincin api, hal ini menyebabkan Indonesia pertahunnya memiliki rentetan terjadinya bencana alam yakni hal yang sederhana adalah angin puting beliung, banjir, longsor, gempa bumi sampai tsunami. Dalam ilmu fisika dan dalam Al-quran dijelaskan kaitan getaran dan gelombang yang sangat berkaitan sehingga percepatan tanah terjadi.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Metode penelitian deskriptif dan pendekatan kualitatif akan diamati dan dijelaskan secara rinci tentang hal-hal yang akan diketahui oleh peneliti terkait dengan judul yang telah ditentukan, sehingga gambaran-gambaran yang telah dirumuskan akan di dapatkan dengan data yang dihasilkan. Dalam penelitian ini penulis hanya menggunakan data sekunder. Dalam penelitian ini penulis menggunakan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari BKMKG Kotabumi histori gempa bumi tahun 2018-2022.

Cincin api pada gempa bumi sangat berkaitan erat baik dalam ilmu fisika dan perspektif Al-Qur'an, derajat kerusakan akibat gempa bumi pada suatu daerah dan dilihat dari efek akibat getaran gempa. Semakin besar magnitudo gempa yang terjadi maka derajat kerusakan akan dirasakan oleh banyak orang. Percepatan tanah menjadi salah satu faktor penyebab gempa bumi dan gelombang air yang muncul akibat tsunami sebab percepatan gelombang yang sampai ke permukaan bumi.

Kata kunci : *Ring of Fire*, Gempa Bumi, Tsunami.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : WINDA ENIZAR
NPM : 1711090048
Jurusan : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “STUDI LITERATUR KETERKAITAN GEMPA BUMI BERDASARKAN ILMU FISIKA DAN PERSPEKTIF AL-QUR’AN” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila dilain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, Januari 2023

Penulis



WINDA ENIZAR
1711090048



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 783260

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi : STUDI LITERATUR KETERKAITAN GEMPA
BUMI BERDASARKAN ILMU FISIKA DAN
PERSPEKTIF AL-QUR'AN**

**Nama : WINDA ENIZAR
NPM : 1711090048
Jurusan : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan**

MENYETUJUI

Akan dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Pembimbing II


Dra. Uswatun Hasanah, M.Pd. I
NIP. 196812051994032001


Welly Anggraini, M.Si

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika**


Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin, Sukarame, Bandar Lampung 35131 Telp. (0721) 783260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul? **Studi Literatur Keterkaitan Gempa Bumi Berdasarkan Ilmu Fisika Dan Perspektif Al-Qur'an**, Disusun oleh **Winda Enizar, NPM.1711090048**, Jurusan Pendidikan Fisika, telah diujikan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, pada hari/tanggal, Kamis, 23 Februari 2023.

TIM MUNAQOSYAH

Ketua

: Sri Latifah, M.Sc

Sekretaris

: Hendri Noperi, M.Pd., M.Sc

Penguji Utama

: Rahma Diani, M.Pd

Penguji Pendamping I

: Dra. Uswatun Hasanah, M.Pd.I

Penguji Pendamping II : Welly Angraini, M.Si

Mengetahui

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd
NIP. 196408281988032002

MOTTO

يَوْمَ تَرَجُفُ الْأَرْضُ وَالْجِبَالُ وَكَانَتِ الْجِبَالُ كَثِيبًا مَّهِيلًا ﴿١٠٤﴾

“(Ingatlah) pada hari (ketika) bumi dan gunung-gunung bergoncangan, dan menjadilah gunung-gunung itu tumpukan-tumpukan pasir yang berterbangan.”¹



¹ Departemen Agama RI. AL-Qur'an dan terjemahan: juz 1-30 jakarta : PT. Kumudasmoro

PERSEMBAHAN²

Terucap do'a dan ucapan rasa syukur *Alhamdulillahirobbil'Alamin*, senantiasa tidak ada kata yang lebih pantas hanya untuk *Rabb* semesta alam yang senantiasa tiada memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga skripsi peneliti ini Allah izinkan selesai pada waktunya, skripsi ini peneliti persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Amzar dan Ibu Enita yang tiada hentinya selalu memberikan dukungan terbaik, yang tulus mendoakan kesuksesan dunia dan akhirat, memprioritaskan dan mengasihi di setiap hela nafasnya. Ucapan ini tidak akan terucap untuk membalas segala sesuatu yang telah dikorbankan bapak dan emak berikan. Peneliti percaya segala sesuatunya akan dipertanggung jawabkan dan diberi balasan dihadap-Nya. Semoga semua ini menjadi wasilah menuju Surga-Nya Kelak. *Aamiin*
2. Untuk adik saya tercinta Akbar Juli Afnizar
3. Terimakasih kepada Almamaterku Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung sebagai wadah dan tempat dalam mengembangkan potensi diri dan menjembatani dalam menuntut ilmu pengetahuan. Semoga hasil dari perjuangan peneliti dan bantuan dari berbagai pihak selama ini menjadi wasilah kebaikan dan mendapat hasil terbaik di masa mendatang. *Aamiin*.

RIWAYAT HIDUP

Winda Enizar dilahirkan pada tanggal 22 Oktober 1998 di desa Gunung Megang. Peneliti merupakan putri pertama dari 2 bersaudara pasangan dari Bapak Amzar dan Ibu Enita yang selalu memberikan semangat, cinta, dan kasih sayangnya tiada henti sampai saat ini dan nanti. Pendidikan selama menimba ilmu yakni pendidikan formal yang telah dilalui peneliti dimulai dari Sekolah Dasar Negeri 01 Gunung Megang yang lulus pada tahun 2011. Peneliti melanjutkan pendidikan di MTsN PEMNU Talang Padang pada tahun 2011 dan dinyatakan lulus tahun 2014, kemudian melanjutkan pendidikan di jenjang MAN 1 Negeri 1 Pringsewu pada tahun 2014 dan dinyatakan lulus pada tahun 2017. Setelah lulus peneliti mendaftar dan melanjutkan pendidikan di salah satu universitas di Lampung yakni UIN Raden Intan Lampung, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Jurusan Pendidikan Fisika. Selama masa menjadi mahasiswa peneliti aktif diberbagai organisasi. Pada Agustus 2020 peneliti melakukan kuliah kerja nyata dari rumah (KKN-DR) di desa Suka Raja Kec, Gunung Alip Kab. Tanggamus, setelah itu dilanjutkan dengan PPL di SMP 36 Bandar Lampung, dan saat ini menyelesaikan amanah orang tua yakni berupa skripsi sebagai tugas akhir sebagai mahasiswa.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Alhamdulillah, terucap syukur atas nikmat yang Allah senantiasa berikan kepada penulis sampai saat ini, yakni nikmat sehat, dan karunianya, shalawat serta salam selalu tersanjung agungkan kepada manusia terbaik sepanjang masa kita Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabatnya, dan seluruh pengikutnya. Atas nikmat dan kesempatan yang tiada hentinya Allah berikan, sehingga penulis dapat melakukan penulisan tugas akhir yang salah satunya menyelesaikan proposal dengan berjudul “**Studi Literatur Keterkaitan Cincin Api Pada Gempa Bumi Berdasarkan Ilmu Sains dan Perspektif Al-qur’an**” salah satu tugas akhir dalam memenuhi studi untuk program Strata Satu (S1) di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Program Studi Pendidikan Fisika.

Atas semua bantuan pihak dalam proses penyelesaian skripsi ini, tak lupa di ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Sri Latifah, M.Sc selaku Ketua Jurusan dan Rahma Diani, M.Pd Sekretaris Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
3. Dra. Uswatun Hasanah, M.Pd. I, selaku Pembimbing I yang selama ini telah membimbing dan mengarahkan serta menyediakan waktunya untuk memberikan dan mengajarkan ilmunya dengan ikhlas dan sabar, sehingga dapat terselesaikan skripsi ini.
4. Welly Anggraini, M.Si selaku Pembimbing II terimakasih atas kesabaran, kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi, sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.

5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah mendidik, memberikan waktu dan layanannya dengan tulus dan ikhlas kepada penulis selama menuntut ilmu di Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

6. Kepada teman-teman Angkatan 2017 jurusan Pendidikan Fisika yang selalu memberikan motivasi. Terimakasih atas kebersamaannya, mudah-mudahan tetap selalu terjaga pertemanan ini sampai Syurga-Nya. Dan mendapatkan keberkahan dunia akhirat.

7. Kepada seluruh pegawai Stasiun Klimatologi BMKG Provinsi Lampung yang telah memberikan masukan, motivasi, keikhlasan dan ketelitian dalam membimbing saya dalam penelitian skripsi ini.

Kehidupan tidak terlepas dari beragam problema dan tantangan dengan perjuangan menjadikan sebuah pelajaran dalam kehidupan. Tugas akhir ini menjadikan banyak hal yang didapat penulis, baik semangat, motivasi orang-orang yang mendukung menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya, atas dukungan seluruh pihak yang terlibat semoga bernilai pahala di sisi Allah SWT.

Walaikumussalam Warohmatullahi Wabarokatuh

Bandar Lampung, Januari 2023
Penulis,

WINDA ENIZAR
1711090048

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul	1
B. Latar Belakang Masalah.....	3
C. Fokus dan Sub Fokus Masalah.....	12
D. Rumusan Masalah.....	12
E. Tujuan Penelitian	12
F. Manfaat Penelitian	13
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	13
H. Metode Penelitian	15
I. Sistematika Pembahasan	20

BAB II LANDASAN TEORI

A. Struktur Bumi	21
1. Tektonika Lempeng.....	24
2. Cincin Api (Ring Of Fire).....	30
3. Gunung Berapi	32
B. Gempa Bumi.....	45
1. Gempa Bumi Vulkanik	54
2. Alat Pencatat Gempa Bumi (Seismograf).....	56
3. Huungan Gempa Bumi Dalam Ilmu Sains.....	57

C. Tsunami	59
1. Huungan Cincin Api, Gempa Bumi, Gempa Bumi Dalam Ilmu Sains	60
2. Gempa Bumi Dalam Al-Qur'an.....	63

BAB III DESKRIPSI OBJEK PENELITIAN

A. Gambaran Objek Umum	
1. Sejarah BMKG Kota Bumi.....	67
2. Profil BMKG Kota Bumi.....	69
B. Penyajian Fakta dan Data Penelitian	71

BAB IV ANALISIS PENELITIAN

A. Analisis Data Penelitian	
1. Hasil Pencarian Awal Metadata Publikasi.....	73
2. Makna Gempa Bumi Menurut Sains	76
B. Temuan Penelitian	
1. Makna Gempa Bumi Menurut Perspektif Al-Qur'an	80
2. Pembahasan	84

BAB V PENUTUP

A. Simpulan	87
B. Rekomendasi	87

DAFTAR RUJUKAN.....	89
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	93
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Gempa Bumi tahun 2018-2022.....	7
Tabel 2. Definisi OPERasional.....	18
Tabel 3. Lempeng yang Membentuk Litosfer.....	23
Tabel 4. Nama Gunung Berapi.....	33
Tabel 5. Deskripsi Ukuran Skala Richter	51
Tabel 6. Ukuran Skala Modified Mercalli Intensity (MMI)	53
Tabel 7. Intensitas Gempa Bumi	61



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bola bumi dipotong dari permukaan hingga bagian inti ..	21
Gambar 2.2 Lapisan Bumi.....	22
Gambar 2.3 Ring of Fire (Zona Gempa Bumi).....	31
Gambar 2.4 Persebaran Gunung Berapi Indonesia	32
Gambar 2.5 Peta Provinsi Lampung.....	37
Gambar 2.6 Seismisitas Indonesia.....	50
Gambar 2.7 Pencatat Gempa Bumi (Seismograf).....	56
Gambar 2.8 Seismometer	57



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Validasi Instrumen	93
Lampiran 2. Pedoman Wawancara	117
Lampiran 3. Hasil Validasi Instrumen	123
Lampiran 4. Dokumentasi	127





BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Dalam penelitian diperlukan penjelasan lebih rinci terkait judul penelitian, sehingga tidak terjadi kesalahan dalam memahami judul dari penelitian, maka penulis terlebih dahulu menjelaskan maksud dan tujuan judul dari judul skripsi ini adalah "Studi Literatur Keterkaitan Gempa Bumi Berdasarkan Ilmu Fisika dan Perspektif Al-Qur'an". Penulis akan menjelaskan hal-hal yang berkaitan dari judul di atas :

1. Definisi Analisis

Analisis adalah kegiatan berpikir untuk menguraikan suatu keseluruhan menjadi komponen sehingga dapat mengenal tanda-tanda komponen, hubungannya satu sama lain dan fungsi masing-masing dalam satu keseluruhan terpadu.¹¹ Dalam penelitian dilakukan dalam mendeskripsikan keterkaitan cincin api pada gempa bumi berdasarkan ilmu Sains dan Perspektif Al-Qur'an.

2. Cincin Api

Cincin Api atau bisa dikatakan *ring of fire* adalah zona gempa bumi dan letusan gunung berapi. Cincin Api merupakan akibat dari pergerakan lempeng tektonik dan benturan antar kerak lempeng.² Terjadi bencana alam gempa bumi karena terletak di tengah-tengah daerah Cincin Api Pasifik, jalur gempa Sabuk Alpide, serta di atas beberapa lempeng tektonik³ Cincin api menjadi dampak kerusakan yang bisa menyebabkan gempa bumi bahkan sampai tsunami.

3. Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan salah satu fenomena alam yang sewaktu-waktu dapat terjadi. Gempa bumi menjadi bagian getaran

¹Achmadjunaidi. Analisis Program Siaran Berita Berjaringan di Program 1 Rri Samarinda dalam Menyampaikan Berita dari Kawasan Perbatasan. *Journal Ilmu Komunikasi*, 2015, 3 (2) : 278–292.

²Pratiwi, Angel. 2011. *Peramalan Terjadinya Gempa Bumi Tektonik Untuk Wilayah Sumatera Utara Menggunakan Metode Distribusi Weibull, Gumbel dan Eksponensial*. Medan: Universitas Sumatera Utara

³Arief Mustofa Nur. 2010. *Gempabumi, Tsunami dan Mitigasinya*. Volume 7 No. 1. *Jurnal Geografi*

atau guncangan bumi yang terjadi secara cepat dan tiba-tiba yang disebabkan oleh patahan dan pergeseran lapisan batuan di bawah permukaan bumi. Gempa bumi bisa menimbulkan dampak, diantaranya dampak yang paling besar adalah tsunami. Gempa bumi bila disertai tsunami dapat menjadi bencana yang besar dan mematikan.⁴ Gempa bumi (*earthquake*) menjadi peristiwa bergetar atau bergoncangnya bumi karena pergerakan/pergeseran lapisan batuan pada kulit bumi secara tiba-tiba akibat pergerakan lempeng-lempeng tektonik.⁵ Dalam hal ini akan membahas gempa bumi yang berkaitan dengan tsunami dari getaran yang disebabkan oleh gempa bumi

4. Ilmu Fisika dan Perspektif Al-Qur'an

Pada hakikatnya, ilmu Sains merupakan kumpulan ilmu pengetahuan atau fenomena jalan berpikir dan cara untuk menyelidiki.⁶ Fisika merupakan bagian ilmu yang mempelajari tentang kejadian-kejadian fenomena alam. Pembelajaran fisika yang baik adalah berdasarkan hakikat sains.⁷ Sebab Fisika adalah salah satu ilmu dasar memegang peranan penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.⁸ Segala sesuatu yang terjadi di dunia ini banyak telah terdapat dalam Al-Qur'an termasuk kejadian gempa bumi. Dalam penelitian ini keterkaitan cincin api sebagai zona gempa bumi, dan terjadinya gempa bumi merupakan adanya gerakan dan percepatan tanah dalam ilmu sains dikaitkan adanya gelombang dan getaran yang telah dijelaskan dalam Al-Qur'an.

⁴ Prasetya, Tiar. *Gempa Bumi(Ciri dan Cara Menanggulangnya)*. Yogyakarta : Gita Nagari, 2006.

⁵ Suryo Atmojo Isnaini Muhandis. Sistem Informasi Geografis bencana Gempa Bumi dengan Pendekatan pga untuk Mitigasi Bencana. *Jurnal Ilmiah Edutic* /Vol.6, No.1, November 2019

⁶ Arkundanto, A.2007. *Pembaharuan dalam Pembelajaran Fisika*. Jakarta: Universitas Terbuka .

⁷ Sutarto.2014. Media Video Kejadian Fisika Dalam Pembelajaran Fisika Di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*

⁸ Games, Donard, dan Dessy Kurnia Sari. 2020. "International Journal of Disaster Risk Reduction Earthquakes , fear of failure , and wellbeing : An insight from Minangkabau entrepreneurship." *International Journal of Disaster Risk Reduction* doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101815.

5. Percepatan tanah Maksimum

Percepatan tanah Maksimum merupakan nilai percepatan getaran tanah terbesar yang pernah terjadi di suatu tempat yang diakibatkan oleh gelombang gempa bumi. Nilai percepatan tanah maksimum dihitung berdasarkan magnitudo.⁹

6. Intensitas Gempa Bumi

Intensitas gempa bumi merupakan derajat kerusakan akibat gempa bumi pada suatu daerah dan dilihat dari efek akibat getaran gempa. Besarnya intensitas sangat tergantung dari besarnya magnitudo, jarak dari sumber gempa, kondisi geologi, dan struktur bangunannya. Intensitas tinggi biasanya terjadi pada daerah yang dekat sumber gempa dibandingkan tempat yang jauh dari sumber gempa. Sistem yang digunakan untuk melukiskan intensitas gempa bumi adalah skala Intensitas Gempa Bumi.¹⁰

B. Latar Belakang Masalah

Indonesia menjadi salah satu daerah paling sering terjadi bencana alam yaitu gempa bumi, tsunami disebabkan karena terletak di tengah-tengah daerah Cincin Api Pasifik, jalur gempa Sabuk Alpide, serta di atas beberapa lempeng tektonik, gempa bumi dapat dikategorikan dalam dua jenis yaitu gempa bumi vulkanik dan gempa bumi tektonik.¹¹ Indonesia menjadi rawan terjadinya gempa bumi karena Indonesia sendiri tempat zona gempa bumi atau bisa dikatakan *ring of fire*.

Fenomena banjir, gempa, dan tsunami sering sekali terjadi. Semuanya saling mempengaruhi yang bertumpu dan tentunya kembali kepada Allah. Apabila ada satu yang rusak, maka yang lainnya juga rusak yang bisa saja akibatnya akan berdampak negatif. Inilah yang

⁹ Edwisa, 2008. Analisis Terhadap Intensitas dan Percepatan Tanah Maksimum Gempa Sumbar. *Jurnal Geofisika. Vol 1, No.29 h,112*

¹⁰ Calvi, and R. Pinho.2006. Development of Seismic Vulnerability Assessment Methodologies Over The Past 30 Years.*ISET Journal of Earthquake Technology, Paper No.472 Vol.43 No.3*

¹¹ Adhitama Rachman, Amien Widodo, Juan Pandu GNR. Penentuan Magnitudo Gempa Bumi dengan Menganalisis Amplitudo Anomali Manetik Prekursor Gempa Bumi Dan Jarak Hypocenter. *Jurnal Teknik ITS Vol 6, No. 2 (2017)*.

dinamakan sebagai hukum alam. Gempa, tsunami, banjir, air bah dan bencana lainnya adalah sebuah tanda-tanda yang diberi Allah untuk memperingatkan manusia agar kembali kepada jalan yang semestinya.¹²

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya :

*“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (kejalan yang benar)”*¹³
(Q.S.Ar-Ruum:41).

Di antara sekian banyak masalah yang digambarkan Al-Qur’an sejak masa awal Islam adalah bencana, dengan segala jenisnya (gempa bumi, tsunami, banjir dan lainnya). Bencana dalam Al-Qur’an mempunyai makna yang beragam.¹⁴

Bencana dalam Al-Qur’an telah disebutkan dengan berbagai macam makna, antara lain musibah, bala’/ujian, fitnah/cobaan. Karenanya, sebagai manusia yang hanya diciptakan Tuhan hendaknya senantiasa sadar dan mawas diri untuk selalu bersangka baik terhadap Tuhan dan juga sesama manusia. Hal ini dimaksudkan untuk selalu berpikir secara bijaksana dalam menyikapi bentuk-bentuk bencana yang ada. Manusia hanya mampu bersandar kepada Tuhan melalui agama. Indonesia merupakan salah satu negara yang wilayahnya dilalui jalur *ring of fire* (Cincin Api) dunia. Akibatnya Indonesia

¹² Hakim, Abdul. 2013. “Makna Bencana Menurut Al-Qur’an:Kajian Fenomena Terhadap Bencana di Indonesia. *Jurnal Hermeunetik* 7 (2): 279–96

¹³ Q.S.Ar-Ruum : 41

¹⁴ Hakim, Abdul.2013. “Makna Bencana Menurut Al-Qur’an:Kajian Fenomena Terhadap Bencana di Indonesia.” *Jurnal Hermeunetik* 7 (2): 279–96

menjadi negara yang rawan terhadap bencana gempa bumi dan erupsi gunung api.¹⁵

Bencana alam menjadikan pengingat manusia untuk selalu antusias menjaga lingkungan dan menyesuaikan dalam kehidupan, sebab bencana alam sudah digariskan akan terjadi dan akan cepat terjadi ketika manusia tidak menjaganya. Indonesia disebut sebagai Negara kaya bencana gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung berapi. Di antara semua bencana alam, gempa bumi biasanya dianggap sebagai bencana yang paling menakutkan, menimbulkan kerusakan.¹⁶

Semua ini berdasarkan dilihat dari posisi dan geografisnya Indonesia itu sendiri yang merupakan negara yang termasuk bagian dari *Lintasan The Pasific Ring of Fire* (Cincin Api Pasifik), yaitu suatu lintasan di mana terdapat deretan gunung api sehingga tidak mengherankan kalau negara yang dilewati cincin api ini sering terjadi gempa, baik gempa tektonik maupun vulkanik. Berdasarkan catatan para ahli, sebanyak 81% gempa bumi besar terjadi di lintasan Cincin Api Pasifik ini.¹⁷

Indonesia terdapat 81 % berada di lintasan cincin api , hal ini menyebabkan indonesai pertahunnya memiliki rentetan terjadinya bencana alam yakni hal yang sederhana adalah angin puting beliung, banjir, longsor, gempa bumi sampai tsunami. Selain itu indonesia kaya akan gunung api yang menyumbang kontribusi letusan gunung berapi yang menjadi ancaman penduduk indonesia.

Secara geografis, posisi Kepulauan Indonesia juga strategis yaitu terletak diantara dua benua yaitu Benua Asia dan Benua Australia serta dua samudra yaitu Samudra Hindia dan Samudra

¹⁵Poli, Grinaldi Schneider Andre Dame Hanny, dan Raymond Ch.Tarore. 2019.“Analisis Kerentanan Bahaya Erupsi Gunung Api Karangetang Terhadap Kawasan Perbukitan Di Pulau Siau.” *Jurnal Spasial* 6 (2): 410–19.

¹⁶Sudarsana, et al.2013. “Model Matematika Untuk Sistem Evakuasi Tsunami Kota Palu (Set-Kp) Berbasis Jalur Terpendek Dan Waktu Evakuasi Minimum.” *Online Jurnal of Natural Science* 2 (3): 39–53.

¹⁷Prasetya,Tiar. *Gempa Bumi (Ciri dan Cara Menanggulangnya)*. Yogyakarta : Gita Nagari, 2006.

Pasifik. Secara geologis Kepulauan Indonesia berada pada jalur penunjaman lempeng bumi, seperti penunjaman Lempeng Samudra Indo-Australia dengan Lempeng Benua Eurasia yang memanjang dari pantai barat Sumatera hingga pantai selatan Jawa terus ke timur sampai Nusa Tenggara. Indonesia mempunyai letak strategis dari posisinya menjadikan Indonesia kaya akan gempa bumi yang menjadi salah satu fenomena alam yang sewaktu-waktu dapat terjadi. Gempa bumi merupakan sebuah ancaman besar bagi penduduk pantai di kawasan Pasifik dan lautan-lautan lainnya di dunia. Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang mempunyai tingkat gempa yang sangat tinggi. Jalur penunjaman lempeng bumi di wilayah Kepulauan Indonesia merupakan jalur penyebab gempa tektonik yang mana bersifat regional dan umumnya kerusakan yang ditimbulkan sangat parah. Jalur gempa tersebut secara geologis berdampingan dengan jalur gempa bumi. Sebagian jalur gempa bumi tersebut berada di laut, sehingga sangat berpotensi menimbulkan bencana tsunami.¹⁸

Ketika kejadian-kejadian gempa atau tsunami besar pada masa lalu di suatu daerah dipelajari secara seksama, maka data-data tersebut dapat dipergunakan untuk meraka-reka atau meramalkan kejadian serupa yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Sehingga dapat dimanfaatkan untuk mitigasi bencana gempa bumi pada masa yang akan datang.¹⁹ Data-data gempa bumi di masa lalu dapat menjadikan pembelajaran bagi penduduk Indonesia untuk menyiapkan diri ketika akan terjadi dan mengurangi kejadian gempa yang akan datang, dan dapat dijadikan bahan penelitian guna pembaharuan mengurangi pencegahan gempa bumi yang akan datang.

Bencana menjadi fenomena yang terjadi karena terdapatnya komponen-komponen ancaman dan kerentanan yang bekerja bersama secara sistematis, sehingga menyebabkan terjadinya resiko pada komunitas sekitarnya. Dilihat dari waktu terjadinya bencana, ancaman dapat muncul secara tiba-tiba dan tidak terduga, ancaman berangsur,

¹⁸ Nur, A.M, 2010. *Gempa Bumi, Tsunami, dan Mitigasinya*. Kebumen:LIPI

¹⁹Malau, Nya Daniaty, 2012. *Peramalan Terjadinya Gempa Bumi Tektonik Untuk Wilayah Pulau Nias Menggunakan Metode Distribusi Weibull, Gumbel dan Eksponensial*. Medan: Universitas Sumatera Utara

terduga dan dapat dicermati, serta ancaman musiman yang datang setiap periode waktu tertentu.²⁰ Hal ini yang perlu diwaspadai oleh penduduk Indonesia untuk lebih bijak lagi dalam berpikir, bertindak dalam menjaga dan mengeksplor lingkungan kehidupan

Fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala alam melalui serangkaian proses ilmu yang di bangun atas dasar sikap ilmiah.²¹ Segala sesuatu yang terjadi di dunia ini banyak telah terdapat dalam Al-Qur'an termasuk kejadian gempa bumi. Dalam penelitian ini keterkaitan cincin api sebagai zona gempa bumi, dan terjadinya gempa bumi merupakan adanya gerakan dan percepatan tanah dalam ilmu sains dikaitkan adanya gelombang dan getaran yang telah dijelaskan dalam Al-Qur'an. Pemahaman konsep sangat perlu dalam fisika²². Pada tahap analisis di lakukan penelitian pendahuluan dengan menggunakan metode pemelitan wawancara, observasi²³.

Fisika (serapan dari bahasa Belanda: *fysica*) adalah sains atau ilmu alam²⁴ yang mempelajari materi beserta gerak dan perilakunya dalam lingkup ruang dan waktu, bersamaan dengan konsep yang berkaitan seperti energi dan gaya. Sebagai salah satu ilmu sains paling dasar, tujuan utama fisika adalah memahami bagaimana alam semesta bekerja²⁵. Orang atau ilmuwan yang ahli dalam bidang fisika disebut sebagai ahli fisika atau fisikawan.

²⁰Poli, Grinaldi Schneider Andre Dame Hanny, dan Raymond Ch.Tarore. 2019. "Analisis Kerentanan Bahaya Erupsi Gunung Api Karangetang Terhadap Kawasan Permukiman Di Pulau Siau." *Jurnal Spasial* 6 (2): 410–19.

²¹Games, Donard, dan Dessy Kurnia Sari. 2020. "International Journal of Disaster Risk Reduction Earthquakes , fear of failure , and wellbeing: An insight from Minangkabau entrepreneurship." *International Journal of Disaster Risk Reduction* doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101815.

²² Rahma Diani, Sri Latifah et all. 2018. "Pembelajaran Fisika Berbasis Virtual Laboratory untuk remediasi Kesalahpahaman dalam materi Fluida". *Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*. doi.org/10.24042/tadris.v3i2.3321.

²³ Ashari, Ardian, Rahma Diani.2017."Pembelajaran Fisika Berbasis WEB Enchaced : Mengembangkan Web-Wg Pembelajaran Fisika Dasar 1." *Jurnal Ilmiah Inovasi Teknologi Pendidikan*.

²⁴ Diani, Rahma. Niken Sri Hartati. 2018."Flopbook Berbasis Literasi Islam : Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Dengan 3D Fageflip Professional." *Jurnal Inovasi Pendidikan Ipa*. 234-244

Fisika merupakan bagian dari materi pembelajaran ipa atau sains, fisika merupakan salah satu cabang ilmu yang dalamnya menjelaskan fisis phenomena alam yang terjadi²⁶ salah satu disiplin akademik paling tua, mungkin yang tertua melalui astronomi yang juga termasuk di dalamnya. Lebih dari dua milenia, fisika menjadi bagian dari Ilmu Alam bersama dengan kimia, biologi, dan cabang tertentu matematika, tetapi ketika munculnya revolusi ilmiah pada abad ke-17, ilmu alam berkembang sebagai program penelitian sendiri. Fisika berkembang dengan banyak spesialisasi bidang ilmu lain, seperti biofisika dan kimia kuantum, dan batasan fisiknya tidak didefinisikan dengan jelas. Ilmu baru dalam fisika terkadang digunakan untuk menjelaskan mekanisme dasar sains lainnya serta membuka jalan area penelitian lainnya seperti matematika dan filsafat.

Berdasarkan data gempa bumi selama lima tahun terakhir sering kali terjadi gempa bumi dengan mengakibatkan gempa bumi sampai tsunami. Berikut data gempa bumi periode lima tahun terakhir di Indonesia.

Tabel 1.1 Gempa Bumi tahun 2018-2022

No	Tahun	Tanggal	Waktu	Kedalaman	Magnitudo	Daerah
1	2015	27/02	13:45:04	547 KM	6.8	Flores
2	2015	03/03	10:37:32	47 KM	6.1	Southern Sumatra
3	2015	03/17	22:12:30	64 KM	6.2	Northern Molucca
4	2015	07/27	21:41:21	61 KM	6.9	Talau Islands
5	2016	01/11	16:38:11	61 KM	6.4	Talau Island
6	2016	08/23	19:39:44	529 KM	6.0	Flores
7	2016	10/19	00:26:00	614 KM	6.3	Java
8	2016	11/16	02:11:13	163 KM	6.4	Banda

²⁶ Diani Rahma.2015."Upaya Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Fisika Siswa Dengan Menggunakan Strategi Pembelajaran Aktif Tipe Inguiring Minds Want O Know Di Smp Negri 17 Kota Jambi." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al- Biruni*

9	2016	12/05	01:13:04	527 KM	6.3	Banda
10	2016	12/29	22:30:20	100 KM	6.5	Sumbawa
11	2016	12/21	00:17:17	183 KM	6.5	Banda
12	2017	08/13	03:08:13	58 KM	6.4	Southern Sumatra
13	2017	10/24	10:47:46	552 KM	6.7	Banda
14	2017	12/15	16:47:58	115 KM	6.5	Java
15	2018	01/23	06:34:54	46 KM	6.1	Java
16	2018	02/14	06:56:38	218 KM	6.1	Southwest of Sumatra
17	2018	03/02	02:20:12	149 KM	6.0	Banda
18	2018	03/25	20:14:47	172 KM	6.8	Banda
19	2018	08/17	15:35:02	541 KM	6.4	Flores
20	2018	08/05	11:46:37	32 KM	6.8	Sumbawa
21	2018	12/16	09:42:37	74 KM	6.1	Irian Jaya
22	2018	12/01	13:27:22.	159 KM	6.5	Banda
23	2019	01/06	17:27:20	56 KM	6.6	Northern Molucca
24	2019	01/21	23:59:25	46 KM	6.0	Sumba
25	2019	03/24	04:37:35	47 KM	6.1	Northern Molucca
26	2019	04/06	21:55:01	547 KM	6.3	Banda
27	2019	06/24	02:53:40	219 KM	7.3	Banda
28	2019	06/24	01:05:29	38 KM	6.1	Irian Jaya
29	2019	07/07	15:08:42	47 KM	7.0	Northern Molucca
30	2019	08/02	12:03:26	55 KM	6.9	Southwest of Sumatra
31	2019	09/19	07:06:33	621 KM	6.1	Java
32	2019	09/29	02:02:53	93 KM	6.3	Mindanao
33	2019	11/14	21:12:58	40 KM	6.0	Northern Molucca
34	2019	11/14	16:17:43	62 KM	7.1	Northern Molucca
35	2020	01/19	16:58:20	129 KM	6.2	Minahassa Peninsul
36	2020	01/18	16:38:13	51 KM	6.0	Irian Jaya
37	2020	02/06	13:40:08	36 KM	6.1	Mindanao
38	2020	02/05	18:12:35	641 KM	6.2	Java
39	2020	03/26	15:38:04	63 KM	6.1	Mindanao

40	2020	05/06	13:53:57	132 KM	6.9	Banda
41	2020	06/04	08:49:40	117 KM	6.4	Halmahera
42	2020	06/23	07:43:29	106 KM	6.1	Minahassa Peninsula
43	2020	07/06	22:54:46	537 KM	6.1	Java
44	2020	08/18	22:23:59	102 KM	6.7	Banda
45	2020	08/21	04:09:50	663 KM	6.7	Banda
46	2020	09/08	00:45:21	200 KM	6.1	Banda
47	2020	11/26	05:35:44	192 KM	6.0	Banda
49	2020	11/26	05:10:09	610 KM	6.1	Minahassa Peninsula
50	2020	12/15	23:22:02	46 KM	6.2	Mindanao

Sumber : BMKG.go.id

Data di atas merupakan data gempa magnitudo dengan kekuatan 6 Skala *Richter* sampai Skala *Richter*. Dengan kekuatan gempa bumi tersebut menyebabkan kerusakan bangunan sampai tsunami. Indonesia sendiri berada di *Ring of Fire*” atau zona gempa bumi yang berpotensi menyebabkan terjadinya gempa bumi bahkan sampai tsunami.²⁷

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan wilayah yang rawan gempa, hanya sebagian kecil saja wilayah di Indonesia yang aman dari ancaman gempa bumi. Badan Nasional Penanggulangan Bencana mencatat bahwa sebanyak 148,4 juta warga tinggal di daerah rawan gempa bumi.²⁸ Negara Indonesia yang terletak sepanjang *Pacific Ring of Fire* menjadikan Indonesia rentan terhadap terjadinya gempa bumi dan dampak lanjutannya seperti tsunami. Tingginya peluang gempa bumi melanda negara, karena lokasinya dan manifestasi bencana yang tidak dapat diprediksi.

²⁷ Games, Donard, dan Dessy Kurnia Sari. 2020. “International Journal of Disaster Risk Reduction Earthquakes, fear of failure and wellbeing : An insight from Minangkabau entrepreneurship.” *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101815>

²⁸ Hartuti, E. R. 2009. *Buku Pintar Gempa*. Yogyakarta: Diva Perss

Percepatan tanah maksimum adalah percepatan gelombang yang sampai ke permukaan bumi dengan satuan (cm/s^2).²⁹, sehingganya gempa bumi yang terjadi di Indonesia disebabkan adanya faktor Indonesia termasuk dalam zona gempa bumi atau disebut *Ring of Fire*. Getaran-getaran yang sama dengan getaran tanah yang terjadi akibat gempa. Gempa bumi akan melepaskan energi gelombang yang dapat menjalar di permukaan tanah. Gelombang gempa mempunyai spektrum yang lebar hingga hanya gelombang gempa yang sama dengan periode dominan tanah dari lapisan sedimen yang diperkuat.³⁰

Dalam ilmu fisika dan dalam Al-qur'an dijelaskan kaitkan getaran dan gelombang yang sangat berkaitan, sehingga percepatan tanah terjadinya diakibatkan oleh getaran yang terjadi pada gempa bumi yang melepaskan energi gelombang yang muncul dan terjadi keatas permukaan dan dalam Al-Qur'an dijelaskan dalam surat Al-Zalzalah ayat 1 :

إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زُلْزَالَهَا

Artinya: Apabila bumi diguncangkan dengan guncangannya (yang dahsyat). (QS. Al-Zalzalah : 1)

Hal ini dipelajari dalam ilmu fisika yang termasuk berkaitan dengan fenomena kejadian di alam semesta ini. Mengingat di Indonesia sering sekali terjadi gempa bumi dan paling berbahaya adalah tsunami, secara garis besar tingkat kerusakan yang terjadi akibat kekuatan guncangan-guncangan dari gempa bumi dan disebabkan kualitas bangunan, kondisi geologi dan geotektonik serta percepatan tanah maksimum di lokasi gempa bumi terjadi.³¹

Maka hal ini yang melatar belakangi penelitian ini untuk perlu dilakukan Studi Literatur Keterkaitan Gempa Bumi Berdasarkan Ilmu Fisika Dan Perspektif Al-Qur'an, ditinjau dari kekuatan/magnitudo

²⁹ Fauzi. 2010. *Aplikasi Sistem Informasi Geografi untuk Peta Bencana Alam Indonesia*. Jakarta: Pusat Gempa Nasional BMKG, h 7.

³⁰ Edwisa,Daz.2008. Analisis Terhadap Intensitas dan Percepatan Tanah MaksimumGempa Sumbar. *Jurnal Geologi Indonesia, No.29 Vol.1* 200

³¹ Edwisa,Daz.2008. Analisis Terhadap Intensitas dan Percepatan Tanah MaksimumGempa Sumbar. *Jurnal Geologi Indonesia, No.29 Vol.1* 200 : 111

gempa bumi, magnitudo 6-8 Skala Richter yang terjadi di Indonesia tahun 2018-2022.

C. Fokus Dan Sub-Fokus Masalah

1. Fokus Penelitian

Berdasar pada latar belakang yang telah diuraikan fokus penelitian pada penelitian ini ialah “Studi Literatur Keterkaitan Gempa Bumi Berdasarkan Ilmu Fisika Dan Perspektif Al-Qur’an”.

2. Sub-Fokus Penelitian

Sub-fokus penelitian dari penelitian ini ialah intensitas gempa bumi dan percepatan gempa bumi dalam fisika dan perspektif Al-qur’an.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang akan diselesaikan, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana keterkaitan cincin api pada gempa bumi dalam ilmu fisika dan perspektif Al-Qur’an berdasarkan nilai intensitas gempa bumi di Indonesia?
2. Bagaimana keterkaitan gempa bumi penyebab tsunami berdasarkan percepatan tanah maksimum dalam ilmu fisika dan perspektif Al-Qur’an di Indonesia.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk Mengetahui keterkaitan gempa bumi dalam ilmu fisika dan perspektif al-Qur’an berdasarkan nilai intensitas gempa bumi di Indonesia Dalam Ilmu Fisika.
2. Untuk Mengetahui keterkaitan gempa bumi penyebab tsunami berdasarkan percepatan tanah maksimum dalam ilmu sains dan perspektif Al-Qur’an di Indonesia.

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis.

Sebagai khazanah keilmuan terkait dengan gempa bumi yang mampu diterapkan dalam pembelajaran fisika serta kaitannya dalam Al-qur'an.

2. Manfaat Praktis.

a. Bagi peneliti

Memberikan pengetahuan dan wawasan dalam mengetahui intensitas gempa bumi dan percepatan tanah maksimum yang memiliki keterkaitan gempa bumi dan dapat menemukan inovasi perhitungan penelitian dalam melakukan penelitian di masa mendatang.

b. Bagi Pendidik

Penelitian ini dapat di jadikan salah satu masukan untuk mengetahui intensitas gempa bumi dan upaya mewujudkan pembelajaran menjaga lingkungan untuk menjaga alam dan menjadi salah satu upaya membantu pemerintah dan masyarakat dalam mempersiapkan diri untuk menghadapi gempa. Dan membantu masyarakat umum untuk memahami intensitas penyebab dan akibat yang ditimbulkan oleh gempa.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan telah banyak dilakukan menunjukkan dampak gempa gempa bumi di Indonesia :

1. Nur dalam Penelitiannya menyimpulkan bahwa Kepulauan Indonesia merupakan jalur penyebab gempa tektonik yang mana bersifat regional dan umumnya kerusakan yang ditimbulkan sangat parah. Jalur gempa tersebut secara geologis berdampingan dengan jalur gempa bumi. Sebagian

jalur gempa bumi tersebut berada di laut sehingga sangat berpotensi menimbulkan bencana tsunami.³²

2. Adhitama Rachman dalam penelitiannya, secara tidak langsung dengan mengetahui anomali magnetik, magnitudo suatu gempa bumi dapat diketahui, yang mana amplitudo inilah yang akan menjadi salah satu variabel dalam penentuan magnitudo suatu gempa bumi.³³
3. Arief Mustofa Nur dalam penelitiannya, Gempa bumi dan tsunami dapat meluluh lantakan sendi-sendi kehidupan manusia. Upaya meminimalkan resiko akibat gempa bumi dan tsunami dengan melakukan mitigasi yang meliputi memprediksi gempa bumi, tindakan sebelum kejadian, tindakan saat kejadian dan tindakan setelah kejadian.³⁴
4. Donard Games, dalam penelitiannya menyatakan bahwa *Ring of fire* yang berpotensi menyebabkan terjadinya gempa bumi, penelitian terkait gempa bumi masa lalu dan bencana yang terus mengancam mempengaruhi kegiatan kewirausahaan di Padang.³⁵
5. Carpio dalam penelitiannya menyatakan, bahwa Negara yang terletak di sepanjang *Pacific Ring of Fire*, sehingga rentan terhadap terjadinya Gempa Bumi dan dampak lanjutannya seperti tsunami. Tingginya probabilitas gempa bumi melanda negara karena lokasinya dan manifestasi bencana yang tidak dapat diprediksi.³⁶

³²Nur, A.M, 2010.*Gempa Bumi, Tsunami, Dan Mitigasinya*. Kebumen: LIPI.

³³Adhitama Rachman, Amien Widodo, Juan Pandu GNR. 2017. Penentuan Magnitudo Gempa Bumi Dengan Menganalisis Amplitudo Anomali Manetik Prekursor Gempa Bumi dan Jarak Hypocenter. *JURNAL TEKNIK ITS Vol 6, No. 2* .

³⁴Arief Mustofa Nur. Gempabumi, Tsunami Dan Mitigasinya. *Jurnal Geografi*. 2020. Volume 7 No. 1

³⁵Games, Donard, dan Dessy Kurnia Sari. 2020. "International Journal of Disaster Risk Reduction Earthquakes , fear of failure and wellbeing : An insight from Minangkabau entrepreneurship." *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101815>.

³⁶Carpio, Joy N, Febus Reidj G Cruz, dan Wen-yaw Chung. 2016. "An Earthquake Activated Power Interrupting Device Using A Triaxis Accelerometer." *Proceedings of the International Conference*, 2414–17.

6. Lira, Bumi diguncangkan dengan guncangan dari bawah, dimana akan terjadinya guncangan dahsyat. Seperti dalam ilmu fisika gempa akan terjadi guncangan dahsyat yaitu bergetarnya bumi akibat pergeseran lempeng tektonik dan Indonesia berada dalam zona gempa bumi atau sering disebut cincin api (*Ring of Fire*).³⁷

Dengan demikian dalam membedakan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu yang relevan terletak pada pemilihan kekuatan/ magnitudo gempa bumi yang diambil yaitu 5-8 Skala Richter, objek daerah yang diukur, serta perbandingan nilai intensitas gempa bumi yang terjadi di daerah *Lintasan Ring of Fire* sehingga perlu dilakukan penelitian yang berjudul "Studi Literatur Keterkaitan Cincin Api Pada Gempa Bumi Berdasarkan Ilmu Sains Dan Perspektif Al-Qur'an"

H. Metode Penelitian

1. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif.³⁸ Metode deskriptif dalam penelitian ini digunakan untuk mendeskripsikan arah penelitian. Pendekatan kualitatif digunakan karena data yang dijabarkan secara rinci dan detail.³⁹

Metode deskriptif adalah pencarian fakta dengan interpretasi tepat. Penelitian deskriptif mempelajari masalah-masalah dalam masyarakat serta situasi tertentu, termasuk tentang hubungan, kegiatan-kegiatan, sikap-sikap, pandangan-pandangan, serta proses-proses yang sedang berlangsung dan pengaruh-pengaruh dari suatu fenomena. Jadi penelitian deskriptif dilihat

³⁷Lira, N. *Analisis Parameter Seismik Gempabumi Wikayah Lengan Timur Sulawesi dengan Metode Empiris*. Makassar : Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. 2017

³⁸Hakim, L. (2020) "Analisis Bibliometrik Penelitian Inkubator Bisnis Pada Publikasi Ilmiah Terindeks Scopus," *Jurnal Ilmiah Manajemen*, 8(2), h. 178

³⁹Dluha, N., Saryono, D. dan Darmono (2018) "Pemetaan Penelitian Mahasiswa Pasca Sarjana Manajemen Pendidikan Universitas Negeri Malang Tahun 2012-2016 Menggunakan Kajian Bibliometrika," *Jurnal Kajian Perpustakaan Dan Informasi*, 2, h. 97

dari tujuannya hanya untuk menggambarkan pada metode penelitian deskriptif ini hanya bersifat terbatas untuk menggambarkan dan melukiskan apa yang ada sekarang.⁴⁰

Dengan metode penelitian deskriptif dan pendekatan kualitatif akan diamati dan dijelaskan secara rinci tentang hal-hal yang akan diketahui oleh peneliti terkait dengan judul yang telah ditentukan, sehingga gambaran-gambaran yang telah dirumuskan akan di dapatkan dengan data yang dihasilkan.⁴¹ Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui intensitas gempa bumi dan percepatan tanah gempa bumi periode tahun 2018-2022.

2. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan langkah awal dalam melakukan sebuah penelitian, karena tujuan dari sebuah penelitian adalah dalam hal mendapatkan data-data dari sumber data.⁴² Metode pengumpulan data menjadi langkah yang paling penting untuk menemukan jawaban yang pasti, peneliti harus mengumpulkan berbagai informasi atau data yang diperoleh dari berbagai sumber yang dapat dipercaya dan dipertanggung jawabkan kebenarannya.⁴³

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode pengumpulan data langkah yang perlu diperhatikan agar data yang didapatkan menjadi layak digunakan dalam konteks teruji kebenarannya. Dalam penelitian ini penulis hanya menggunakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung yakni dengan cara membaca, mempelajari dan memahami melalui media lain yang bersumber dari literatur, buku-buku, serta dokumen.⁴⁴

⁴⁰Moh. Nazir, *Metode Penelitian*, (Jakarta:Ghalia Indonesia, 2003), h. 54-55

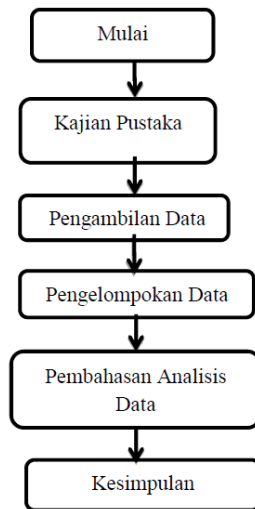
⁴¹Sulistyo-Basuki. (2002). *Bibliometrika, Sains metrika dan informetrika*. In *Makalah Kursus Bibliometrika (p. 3)*. Depok: Pusat Studi Jepang UI

⁴² Sugiono. *Metode Penelitian Pendidikan, Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif*, (Alfabeth : Bandung, 2008), h.308

⁴³ Titomus, *Pengantar Metodologi Penelitian*, h.50

⁴⁴ Sugiyono. *Memahami Penelitian Kualitatif*. (Bandung: Alfabet, 2012), h.141

Dalam penelitian ini penulis menggunakan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari BKMG Kotabumi histori gempa bumi tahun 2018-2022. Penelitian ini bertujuan menghitung percepatan tanah maksimum dan intensitas gempa bumi. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu :



3. Definisi Operasional

Dalam penelitian analisis cincin api pada gempa bumi dalam ilmu fisika dengan rincian tahun 2018-2022 bahasan magnitudo atau kekuatan gempa bumi yang dijadikan objek penelitian untuk menemukan solusi dan pengetahuan dalam meminimalisir dampak gempa bumi. Analisis dengan pendekatan kualitatif merupakan penelitian kepustakaan karena data data yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian tersebut berupa angka-angka.

Tabel 1.2 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi
1	Analisis	Analisis adalah kegiatan berpikir untuk menguraikan suatu keseluruhan menjadi komponen sehingga dapat mengenal tanda-tanda komponen, hubungannya satu sama lain dan fungsi masing-masing dalam satu keseluruhan terpadu. ⁴⁵
2	Cincin Api	Cincin Api adalah zona gempa bumi dan letusan gunung berapi. Cincin Api merupakan akibat dari pergerakan lempeng tektonik dan benturan antar kerak lempeng. ⁴⁶
3	Gempa Bumi	Gempa bumi bisa menimbulkan dampak, diantaranya dampak yang paling besar adalah tsunami. Gempa bumi bila disertai tsunami dapat menjadi bencana yang besar dan mematikan. ⁴⁷
4	Ilmu Fisika	Fisika merupakan bagian ilmu yang mempelajari tentang kejadian-kejadian fenomena alam. Pembelajaran fisika yang baik adalah berdasarkan hakikat fisika. ⁴⁸ Sebab Fisika adalah salah satu ilmu dasar memegang peranan penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. ⁴⁹

⁴⁵ Achmadjunaidi. Analisis Program Siaran Berita Berjaringan Di Programa 1 Rri Samarinda Dalam Menyampaikan Berita Dari Kawasan Perbatasan. *Journal Ilmu Komunikasi*, 2015, 3 (2), h.278–292.

⁴⁶ Pratiwi, Angel. 2011. Peramalan Terjadinya Gempa Bumi Tektonik Untuk Wilayah Sumatera Utara Menggunakan Metode Distribusi Weibull, Gumbel Dan Ekspensial Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara

⁴⁷ Prasetya, Tiar. Gempa Bumi (Ciri dan Cara Menanggulangnya). Yogyakarta : Gita Nagari, 2006

⁴⁸ Sutarto. Media Video Kejadian Fisika Dalam Pembelajaran Fisika Di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 2014

⁴⁹ Games, Donard, dan Dessy Kurnia Sari. 2020. "International Journal of Disaster Risk Reduction Earthquakes, fear of failure, and wellbeing : An insight from Minangkabau entrepreneurship." *International Journal of Disaster Risk Reduction* doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101815.

5	Percepatan tanah Maksimum	Percepatan tanah Maksimum merupakan nilai percepatan getara tanah terbesar yang pernah terjadi di suatu tempat yang diakibatkan oleh gelombang gempa bumi. Nilai percepatan tanah maksimum dihitung berdasarkan magnitudo. ⁵⁰
6	Intensitas Gempa Bumi	Intensitas gempa bumi adalah derajat kerusakan akibat gempa bumi pada suatu daerah dan dilihat dari efek akibat getaran gempa. Besarnya intensitas sangat tergantung dari besarnya magnitudo, jarak dari sumber gempa, kondisi geologi, dan struktur bangunanya.. Sistem yang digunakan untuk melukiskan intensitas gempa bumi adalah skala Intensitas Gempa Bumi. ⁵¹

4. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan salah satu alat bantu yang digunakan untuk mencari dan mengumpulkan data penelitian⁵² Penelitian dalam pelaksanaannya akan memerlukan sebuah data yang akan diteliti. Dalam penelitian ini penulis menggunakan instrumen berupa observasi dan histori dokumentasi dalam mengumpulkan data penelitian. Dokumentasi berupa gambar dan dokumen yang berupa tulisan untuk memperkuat hasil penelitian, dokumen yang didapatkan dari BMKG Kotabumi Lampung Utara.

5. Metode Analisis Data

Data-data yang sudah diperoleh kemudian dianalisis dengan metode analisis deskriptif. Analisis deskriptif adalah suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau

⁵⁰Edwisa, Daz. 2008. Analisis Terhadap Intensitas dan Percepatan Tanah Maksimum Gempa Sumbar. *Jurnal Geologi Indonesia*, No.29 Vol.1, h.112

⁵¹ Calvi, G.M and R. Pinho.2006. *Development of Seismic Vulnerability Assessment Methodologies Over The Past 30 Years*. ISET Journal of Earthquake Technology, Paper No.472 Vol.43 No.3, h. 75-104

⁵² Yuberti, Antomi. "Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika & Sains", (Bandar Lampung : AURA, 2017), h.119

sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum.⁵³

Metode analisis deskriptif dilakukan dengan cara mendeskripsikan fakta-fakta yang kemudian disusul dengan analisis, tidak semata-mata menguraikan, melainkan juga memberikan pemahaman dan penjelasan secukupnya.⁵⁴

I. Sistematika Pembahasan

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman pada proposal ini, maka penulis membuat sistematika pembahasan yang disusun dalam tiga bab yaitu sebagai berikut :

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi gambaran umum mengenai penelitian yang beraal dari latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Bab ini menjelaskan berkenaan dengan teori-teori yang menjadi pondasi dalam penelitian.

BAB III Deskripsi Objek Penelitian

Merupakan rancangan penelitian yang berisikan waktu, tempat penelitian, diagram alir penelitian dan cara mengumpulkan data penelitian.

BAB IV Analisis Penelitian

Bab ini berisi tentang hasil analisis penelitian yang telah dilakukan serta temuan penelitian mengenai hasil penelitian.

BAB V Penutup

Bab ini terdiri dari simpulan dari hasil penelitian dan rekomendasi yang dapat dilakukan selanjutnya.

⁵³ Jamil, F., Mukhaiyar, R. dan Husnaini, I. (2020) "Kajian Literatur Rekonstruksi Mata Kuliah (Studi Kasus Mata Kuliah Pengolahan Sinyal Teknik Elektro Unp)," *Jurnal Teknik Elektro Danvokasional*, 6(2), h. 200

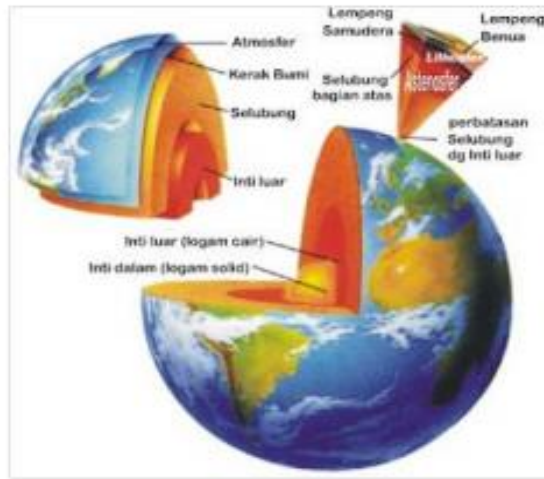
⁵⁴Ibid

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Struktur Bumi



Gambar 2.1 Bola bumi dipotong dari permukaan hingga bagian inti.

a. Kerak Bumi (*crust*)

Merupakan kulit bumi bagian luar (permukaan bumi) dengan massa 0,3% dari massa keseluruhan bumi. Tebal lapisan kerak bumi mencapai 70 km dan merupakan lapisan batuan yang terdiri dari batu-batuan basa dan masam. Lapisan ini menjadi tempat tinggal bagi seluruh makhluk hidup. Suhu di bagian bawah kerak bumi mencapai 1.100°C . Lapisan kerak bumi yang paling atas disebut litosfer.⁵⁵

b. Selimut atau Selubung (*mantle*)

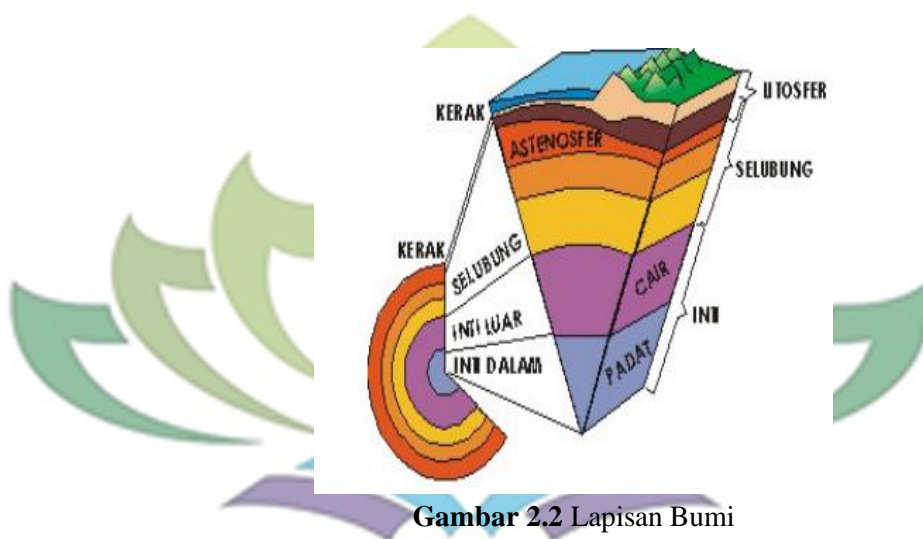
Merupakan lapisan yang terletak di bawah lapisan kerak bumi atau lapisan yang terdapat di atas lapisan nife. Selimut/selubung (mantle) disebut juga lapisan

⁵⁵ Wahyuningsih, D. 2012. *Struktur Lapisan Bumi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret

pengantara atau astenosfer dan merupakan bahan cair bersuhu tinggi dan berpijar. Tebal selimut bumi mencapai 2.900 km dan berat jenisnya rata-rata 5 gr/cm.⁵⁶

c. Inti Bumi (barisfer atau *core*)

Merupakan bahan padat yang tersusun dari lapisan nife (niccolum ikel dan ferrum = besi). Disebut barisfer karena inti bumi mempunyai massa jenis yang besar yaitu 10,7 gram/cc dibandingkan dengan kulit bumi (litosfer). Jari-jari \pm 3.470 km dan batas luarnya \pm 2.900 km di bawah permukaan bumi. Bumi dapat dibagi menjadi lapisan-lapisan sebagai berikut :



Gambar 2.2 Lapisan Bumi

a. Litosfer

Lapisan ini pada kedalaman 50-200 km, tebalnya sekitar 50-100 km, dengan masa jenis rata-rata 2,9 gram/cc. Lapisan ini merupakan lapisan bebatuan yang mengapung diatas astenosfer. Litosfer terpecah menjadi beberapa lempeng besar dan beberapa lempeng kecil. Masing-masing nama lempeng ditampilkan pada tabel 1.3 sebagai berikut :

⁵⁶ Ibid

Tabel 2.1 Lempeng yang Membentuk Litosfer.

No	Nama Lempeng	Keterangan
1	Lempeng Antartik	Lempeng Besar
2	Lempeng Pasifik	Lempeng Besar
3	Lempeng Indo-Australia	Lempeng Besar
4	Lempeng Eurasia	Lempeng Besar
5	Lempeng Afrika	Lempeng Besar
6	Lempeng Amerika Selatan	Lempeng Besar
7	Lempeng Amerika Utara	Lempeng Besar
8	Lempeng Filipina	Lempeng Kecil
9	Lempeng India	Lempeng Kecil
10	Lempeng Narca	Lempeng Kecil
11	Lempeng Cocos	Lempeng Kecil
12	Lempeng Arab	Lempeng Kecil

Daerah pertemuan lempeng yang satu dengan lempeng yang lain merupakan daerah yang aktif secara tektonik. Pada daerah tersebut lebih sering terjadi gempa dibandingkan dengan daerah lain di dunia.⁵⁷

b. Astenosfer

Astenosfer merupakan lapisan di bawah lempeng tektonik, yang menjadi tempat bergeraknya lempeng benua. Lapisan ini di kedalaman 700 km, wujudnya agak kental tebalnya 100-400 km.

c. Mesosfer

⁵⁷ Malau, Nya Daniaty, 2012. *Peramalan Terjadinya Gempa Bumi Tektonik Untuk Wilayah Pulau Nias Menggunakan Metode Distribusi Weibull, Gumbel dan Eksponensial*. Medan: Universitas Sumatera Utara

Lapisan ini di kedalaman sekitar 2900 km, wujudnya padat, terletak di bawah astenosfer dengan ketebalan 2400-2750 km.⁵⁸

1) Tektonika Lempeng

Teori tektonika lempeng adalah teori dalam bidang geologi yang dikembangkan untuk memberi penjelasan terhadap adanya bukti-bukti pergerakan skala besar yang dilakukan oleh litosfer bumi. Teori ini telah mencakup dan juga menggantikan Teori Pergeseran Benua yang lebih dahulu dikemukakan pada paruh pertama abad ke-20 dan konsep seafloor spreading yang dikembangkan pada tahun 1960. Bagian terluar dari interior bumi terbentuk dari dua lapisan. Di bagian atas terdapat litosfer yang terdiri atas kerak dan bagian teratas mantel bumi yang kaku dan padat.

Di bawah lapisan litosfer terdapat astenosfer yang berbentuk padat tetapi bisa mengalir seperti cairan dengan sangat lambat dan dalam skala waktu geologis yang sangat lama karena viskositas dan kekuatan geser (shear strength) yang rendah. Lebih dalam lagi, bagian mantel di bawah astenosfer sifatnya menjadi lebih kaku lagi. Penyebabnya bukanlah suhu yang lebih dingin, melainkan tekanan yang tinggi.

Lapisan litosfer dibagi menjadi lempeng-lempeng tektonik (tectonic plates). Di bumi, terdapat tujuh lempeng utama dan banyak lempeng-lempeng yang lebih kecil. Lempeng-lempeng litosfer ini menumpang di atas astenosfer. Mereka bergerak relatif satu dengan yang lainnya di batas-batas lempeng, baik divergen (menjauh), konvergen (bertumbukan), ataupun transform (*menyamping*). Gempa bumi, aktivitas vulkanik, pembentukan gunung, dan pembentukan pulung samudera semuanya umumnya terjadi di daerah sepanjang batas lempeng. Pergerakan lateral lempeng lazimnya berkecepatan 50-100 mm/a.

⁵⁸ Wahyuningsih, D.2012.*Struktur Lapisan Bumi*.Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Terdapat anggapan lama pada abad-abad yang lampau, bahwa bumi adalah sesuatu yang rigid atau kaku sementara benua-benua berada pada kedudukannya yang tetap tidak berpindah-pindah. Setelah ditemukannya benua Amerika dan dilakukan pemetaan pantai di Amerika dan Eropa ternyata terdapat kesesuaian morfologi dari pantai-pantai yang dipisahkan oleh samudera atlantik. Hal ini menjadi titik tolak dari konsep-konsep yang menerangkan bahwa benua-benua tidak tetap akan tetapi selalu bergerak. Konsep-konsep ini dibagi menjadi tiga menurut perkembangannya van krevelen⁵⁹

1. Konsep yang menerangkan bahwa terpisahnya benua disebabkan oleh peristiwa yang katastrofik dalam sejarah bumi.
2. Konsep apungan benua atau continental drift yang mengemukakan bahwa benua-benua bergerak secara lambat melalui dasar samudera. Akan tetapi teori ini tidak bisa menerangkan adanya dua sabuk gunung api di bumi.
3. Konsep paling mutakhir yang dianut oleh para ilmuwan sekarang, yaitu Teori Tektonik Lempeng. Teori ini lahir pada pertengahan tahun 1960. Teori ini terutama didukung oleh adanya Pemekaran Tengah Samudera (Sea Floor Spreading) dan bermula di Pematang Tengah Samudera (Mid Oceanic Ridge : MOR).

Pada awalnya ada dua benua besar di bumi ini yaitu Laurasia dan Gondwana kemudian kedua benua ini bersatu sehingga hanya ada satu benua besar (supercontinent) yang disebut Pangaea dan satu samudera luas atau yang disebut Panthalassa (270 jt th yll). Dari supercontinent ini kemudian terpecah lagi menjadi Gondwana dan Laurasia (150 jt th yll) dan akhirnya terbagi-bagi menjadi lima benua seperti yang dikenal dan ditempati oleh manusia sekarang. Terpecah-pecahnya benua ini menghasilkan dua sabuk gunung api yaitu Sirkum Pasifik dan *Sirkum Mediteranean* yang keduanya

melewati Indonesia. Mekanisme penyebab terpecahnya benua ini bisa diterangkan oleh Teori Tektonik Lempeng sebagai berikut :

1. Penyebab dari pergerakan benua-benua dimulai oleh adanya arus konveksi (convection current) dari mantel (lapisan di bawah kulit bumi yang berupa lelehan). Arah arus ini tidak teratur, bisa dibayangkan seperti pergerakan udara/awan atau pergerakan dari air yang direbus. Terjadinya arus konveksi terutama disebabkan oleh aktivitas radioaktif yang menimbulkan panas.
2. Dalam kondisi tertentu dua arah arus yang saling bertemu bisa menghasilkan arus interferensi yang arahnya ke atas. Arus interferensi ini akan menembus kulit bumi yang berada di atasnya. Magma yang menembus ke atas karena adanya arus konveksi ini akan membentuk gugusan pegunungan yang sangat panjang dan bercabang-cabang di bawah permukaan laut yang dapat diikuti sepanjang samudera-samudera yang saling berhubungan di muka bumi.
3. Kerak (kulit) samudera yang baru, terbentuk di pematang-pematang ini karena aliran material dari mantel.
4. Keberadaan busur kepulauan dan juga busur gunung api serta palung Samudera yang memanjang di tepi-tepi benua merupakan fenomena yang dapat dijelaskan oleh Teori Tektonik Lempeng yaitu dengan adanya proses penujaman (subduksi).
5. Kerak bumi tersusun atas beberapa lempeng tektonik besar. Lempeng tektonik adalah litosfer bumi yang terdiri dari mantel dan kerak bumi yang mengapung di atas astenosfer yang cair dan panas. Adanya gaya tektonik yang timbul akibat arus konveksi di dalam mantel bumi, maka lempeng tektonik akan saling bergerak, bertumbukan, serta bergeser satu sama lain. Oleh karena itu timbul tekanan yang menyebabkan lempeng tersebut terpecah-pecah atau patah menjadi lempeng tektonik yang lebih kecil.

a. Lempeng-lempeng Utama

Lempeng-lempeng tektonik utama yaitu :

- 1) Lempeng Afrika, meliputi Afrika - Lempeng benua.
- 2) Lempeng Antarktika, meliputi Antarktika - Lempeng benua.
- 3) Lempeng Australia, meliputi Australia (tergabung dengan Lempeng India antara 50 sampai 55 juta tahun yang lalu) Lempeng benua.
- 4) Lempeng Eurasia, meliputi Asia dan Eropa - Lempeng benua.
- 5) Lempeng Amerika Utara, meliputi Amerika Utara dan Siberia timur laut - Lempeng benua.
- 6) Lempeng Amerika Selatan, meliputi Amerika Selatan Lempeng benua.
- 7) Lempeng Pasifik, meliputi Samudera Pasifik-Lempeng samudera

Lempeng-lempeng penting lain yang lebih kecil mencakup Lempeng India, Lempeng Arabia, Lempeng Karibia, Lempeng Juan de Fuca, Lempeng Cocos, Lempeng Nazca, Lempeng Filipina, dan Lempeng Scotia. Pergerakan lempeng telah menyebabkan pembentukan dan pemecahan benua seiring berjalannya waktu, termasuk juga pembentukan superkontinen yang mencakup hampir semua atau semua benua. Superkontinen Rodinia diperkirakan terbentuk 1 miliar tahun yang lalu dan mencakup hampir semua atau semua benua di Bumi dan terpecah menjadi delapan benua sekitar 600 juta tahun yang lalu. Delapan benua ini selanjutnya tersusun kembali menjadi superkontinen lain yang disebut Pangaea yang pada akhirnya juga terpecah menjadi Laurasia (yang menjadi Amerika Utara dan Eurasia), dan Gondwana (yang menjadi benua sisanya).

Kepulauan Indonesia terbentuk karena proses pengangkatan sebagai akibat dari penujaman (subduksi). Lempeng (kerak) yang saling berinteraksi adalah Kerak Samudera Pasifik dan Hindia yang bergerak sekitar 2-5 cm per tahun terhadap Kerak Benua Eurasia. Jadi Indonesia merupakan tempat pertemuan 3 lempeng besar sehingga

Indonesia merupakan salah satu daerah yang memiliki aktivitas kegempaan yang tertinggi di dunia. Terdapat dua sabuk gunung api yang melewati Indonesia yaitu Sirkum Mediteranean sebagai akibat penunjaman Kerak Samudera Hindia ke dalam Kerak Benua Eurasia, dan Sirkum Pasifik sebagai akibat penunjaman Kerak Samudera Pasifik ke dalam Kerak Benua Eurasia. Dari uraian di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai pelajaran bagi kita:

1. Gunung api selalu bergerak.

Dalam skala waktu geologi mengikuti pergerakan benua-benua karena adanya dinamisme mantel bumi (arus konveksi). Fenomena ini sebagaimana yang telah disebutkan dalam Al-Qur'an,

وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنِعَ اللَّهُ الَّذِي
أَتَقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ

Artinya :

“Dan kamu lihat gunung-gunung itu, kamu sangka dia tetap di tempatnya, padahal ia berjalan sebagai jalannya awan. (Begitulah) perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh tiap-tiap sesuatu; sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.” (QS.An-Naml :88)

2. Gunung api muncul karena tekanan yang tinggi pada magma hasil mixing sehingga akan menerobos ke atas. Andaikan saja magma ini tidak bisa menerobos ke atas membentuk gunung-gunung api maka tentulah akan tersimpan tekanan pada dapur magma yang sangat besar dan akan terus bertambah karena penunjaman masih terus berlangsung. Dengan demikian pada kondisi seperti itu apabila batuan sekitar yang menampung magma tersebut terlampaui batas elastisitasnya maka akan terjadi bencana gempa bumi vulkanik yang teramat sangat hebatnya. Fenomena ini pun telah tersurat dalam Al-Qur'an.

تَهْتَدُونَ لَعَلَّكُمْ وَسُبُلًا وَأَنْهَارًا بِكُمْ تَمِيدَ أَنْ رَوَّاسِيَ الْأَرْضِ فِي وَأَلْقَى

Artinya :

“Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi supaya bumi itu tidak goncang bersama kamu, (dan Dia menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk.” (QS. An-Nahl :15).

Bumi itu dinamis, tidak statis, didalam perut bumi inti bumi cair (*liquid outer core*) yang sangat panas terus berputar mengelilingi inti bumi padat (*solid inner core*) yang merupakan metal. Pengaruhnya terhadap magnet bumi membuat bumi mempunyai 2 kutub magnet bumi. Dibawah lithosfer adalah asthnosfer, dimana terdapat dapur magma yang sangat panas dan dinamis berputar dengan siklusnya sendiri. Ini mendorong lithosfer dimana terdapat plate diatasnya untuk bergerak. Gerakan awal tempat naiknya magma yang mendorong lapisan diatasnya untuk bergerak (*magma yang keluar setelah dingin dan membeku ikut membentuk lapisan itu sendiri*).

Daerah itu disebut *Divergent margin* (atau biasa dikenal dengan *spreading center*) bisa juga disebut daerah bukaan. Karena lempeng-lempeng bergerak, maka ada yang saling bertumbukan atau bertabrakan yang disebut *Convergent Margin*. *Convergent margin* sendiri ada dua jenis, yaitu *subduction* (dimana terjadi penunjaman) dan *collision* (terjadi pengangkatan seperti Himalaya).

Terdapat tiga jenis batas lempeng yang berbeda, dari cara lempengan tersebut bergerak relatif terhadap satu sama lain. Tiga jenis ini masing-masing berhubungan dengan fenomena yang berbeda di permukaan. Tiga jenis batas lempeng tersebut adalah :

1. Batas transform (*transform boundaries*) terjadi jika lempeng bergerak dan mengalami gesekan satu sama lain secara menyamping di sepanjang sesar transform (transform fault). Gerakan relatif kedua lempeng bisa sinistral (ke kiri di sisi yang berlawanan dengan pengamat) ataupun dekstral (ke kanan di sisi yang

berlawanan dengan pengamat), atau batas dua lempeng tektonik yang bergerak saling bergeser, yaitu bergerak sejajar dan berlawanan arah. Keduanya tidak saling memberi maupun saling menumpuk.

2. Batas divergen/konstruktif (*divergent/constructive boundaries*), terjadi ketika dua lempeng bergerak menjauh. Magma panas menembus di antara dua lempeng tersebut dan membentuk batuan baru. Pada proses ini membentuk Punggung Samudera (*Oceanic Ridge*).
3. Batas konvergen/destruktif (*convergent/destructive boundaries*) terjadi jika dua lempeng bergesekan mendekati satu sama lain dan menyebabkan salah satu lempeng menyusup di bawah lempeng yang lain, sehingga membentuk zona subduksi, atau tabrakan benua, jika kedua lempeng mengandung kerak benua. Palung laut yang dalam biasanya berada di zona subduksi, di mana potongan lempeng yang terhujam mengandung banyak bersifat hidrat (mengandung air), sehingga kandungan air ini dilepaskan saat pemanasan terjadi bercampur dengan mantel dan menyebabkan pencairan sehingga menyebabkan aktivitas vulkanik.

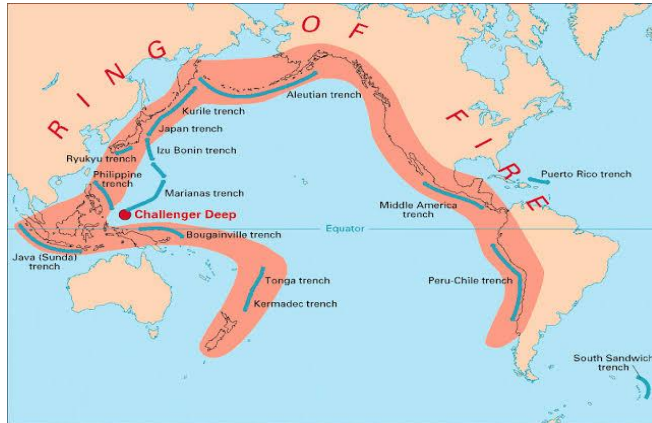
2) Cincin Api (Ring of Fire)

Cincin Api adalah zona gempa bumi dan letusan gunung berapi yang mengelilingi cekungan Samudra Pasifik. Hal ini berbentuk seperti tapal kuda dan panjangnya mencapai 40.000 km. Serangkaian palung samudera, busur pulau, dan pegunungan vulkanik dan/atau pergerakan lempeng, terkadang disebut sabuk sirkum Pasifik atau sabuk gempa sirkum Pasifik.⁶⁰

Indonesia menjadi salah satu daerah paling seismik dan sering terjadi bencana alam gempa bumi karena terletak di tengah-tengah daerah Cincin Api Pasifik, jalur gempa Sabuk Alpide, serta di atas beberapa lempeng tektonik, gempa bumi

⁶⁰Pratiwi, Angel. 2011. Peramalan Terjadinya Gempa Bumi Tektonik Untuk Wilayah Sumatera Utara Menggunakan Metode Distribusi Weibull, Gumbel Dan Eksponensial Skripsi. Medan : Universitas Sumatera Utara

dapat dikategorikan dalam dua jenis yaitu gempa bumi vulkanik dan gempa bumi tektonik. Gempa bumi yang terjadi di Indonesia banyak menimbulkan kerusakan fatal pada bangunan dan seringkali memakan korban jiwa.⁶¹



Gambar. 2.3 Ring of Fire (Zona Gempa Bumi)

Sumber : wikipedia.org

Sekitar 90% gempa bumi di dunia dan 81% dari gempa bumi terbesar di dunia terjadi di sepanjang Cincin Api (*Ring Of Fire*). Cincin Api merupakan akibat dari pergerakan lempeng tektonik dan benturan antar kerak lempeng. Bagian timur dari cincin api adalah hasil subduksi Lempeng Nazca dan Lempeng Cocos di bawah Lempeng Amerika Selatan yang bergerak ke arah barat.

Indonesia terletak di antara Cincin Api sepanjang pulau-pulau timur laut termasuk New Guinea dan sabuk Alpide sepanjang selatan dan barat dari Sumatera, Jawa, Bali, Flores, dan Timor. Desember 2004, gempa bumi di lepas pantai Sumatera sebenarnya adalah bagian dari sabuk Alpide. Gerakan fault menghasilkan banyak gempa kecil, beberapa kali sehari, yang kebanyakan terlalu kecil untuk dirasakan.⁶²

⁶¹ Muhamad Gigih Realdy, Rika Nuraini. Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Gedung Bertingkat Menggunakan Pushover Analysis dengan Metode Fema 356 dan Fema 440 (Studi Kasus: Gedung Rawat Inap Rumah Sakit Umum Daerah Tidar, Kabupaten Magelang). *Jurnal Teknologi, Volume 12 Nomor 1*

⁶² Ibid

3. Gunung Berapi

a. Definisi Gunung Berapi

Gunung Api merupakan bentuk yang dihasilkan oleh magma yang muncul ke permukaan bumi. Gunung api tidak dijumpai di semua tempat. Gunung api hanya terdapat pada tempat-tempat tertentu, yaitu pada jalur punggungan tengah samudera, pada jalur pertemuan dua buah lempeng kerak bumi, dan pada titiktitik panas di muka bumi tempat keluarnya magma, di benua maupun di samudera (*hot spot*). Sebagian besar gunung api yang aktif di dunia berada di pertemuan lempeng tektonik dan muncul di daerah-daerah yang berada di dalam di Lautan Pasifik yang disebut "cincin gunung api" (*ring of fire*). Gunung api juga terbentuk di kedalaman laut di punggungan tengah samudera.⁶³

Indonesia masuk ke dalam Sabuk Gempa Pasifik sehingga sering terjadi gempa bumi dan letusan gunung berapi. Seringnya Indonesia dilanda gempa bumi menyebabkan resiko terjadinya tsunami akan semakin besar pula.⁶⁴



Gambar. 2.4. Persebaran Gunung Berapi Indonesia

Sumber : <https://magma.esdm.go.id>

⁶³ Poli, Grinaldi Schneider Andre Dame Hanny, dan Raymond Ch.Tarore. 2019. "Analisis Kerentanan Bahaya Erupsi Gunung Api Karagetang Terhadap Kawasan Permukiman Di Pulau Siau." *Jurnal Spasial* 6 (2): 410–19.

⁶⁴ Sudarsana, et al. 2013. "Model Matematika Untuk Sistem Evakuasi Tsunami Kota Palu (Set-Kp) Berbasis Jalur Terpendek Dan Waktu Evakuasi Minimum." *Online Journal of Natural Science* 2 (3): 39–53.

Tabel 2.2 Nama Gunung Berapi

No	Nama Gunung Berapi	Asal Daerah	Ketinggian
1.	Gunung Bandahara.	Aceh	3.030 m
2.	Gunung Bumi Telong	Aceh	2.600 m
3.	Gunung Geureudong	Aceh	2.885 m
4.	Gunung Leuser	Aceh	3.404 m
5.	Gunung Perkison	Aceh	2.828 m
6.	Gunung Sibayak	Sumatra Utara	2.212 m
7.	Gunung Sibuatan	Sumatra Utara	2.457 m
8.	Gunung Sinabung	Sumatra Utara	2.475 m
9.	Gunung Sorik Marapi	Sumatra Utara	2.145 m
10.	Gunung Kelabu	Sumatra Barat	2.179 m
11.	Gunung Mande Rabiah	Sumatra Barat	2.430 m
12.	Gunung Marapi	Sumatra Barat	2.891 m
13.	Gunung Pasaman	Sumatra Barat	2.190 m
14.	Gunung Rasan	Sumatra Barat	2.039 m
15.	Gunung Sago	Sumatra Barat	2.261 m
16.	Gunung Singgalang	Sumatra Barat	2.877 m
17.	Gunung Talamau	Sumatra Barat	2.913 m
18.	Gunung Talang	Sumatra Barat	2.572 m
19.	Gunung Tambin	Sumatra Barat	2.271 m
20.	Gunung Tandikat	Sumatra Barat	2.438 m
21.	Gunung Djadi	Riau	1.100 m
22.	Gunung Daik	Riau	1.165 m
23.	Gunung Kerinci	Jambi	3.805 m
24.	Gunung Kuyit	Jambi	2.151 m
25.	Gunung Masurai	Jambi	2.980 m
26.	Gunung Seblat	Bengkulu	2.383 m
27.	Gunung Pesagi	Lampung	2.262 m
28.	Gunung Rajabasa	Lampung	1.281 m
29.	Gunung Seminung	Lampung	1.881 m
30.	Gunung Tanggamus	Lampung	2.102 m
31.	Gunung Agung	Bali	3.142 m
32.	Gunung Abang	Bali	2.151 m
33.	Gunung Batur	Bali	1.717 m
34.	Gunung Batukaru	Bali	2.276 m
35.	Gunung Catur	Bali	2.096 m
36.	Gunung Sangyang	Bali	2.087 m
37.	Gunung Pohen	Bali	2.063 m

38.	Gunung Tapak	Bali	1.909 m
39.	Gunung Lesung	Bali	1.865 m
40.	Gunung Adeng	Bali	1.826 m
41.	Gunung Ebulolobo	Bali	2.123 m
42.	Gunung Kondo	Bali	2.947 m
43.	Gunung Nangi	Bali	2.330 m
44.	Gunung Barujari	Lombok	2.376 m
45.	Gunung Rinjani	Lombok	3.726 m
46.	Gunung Inerie	Nusa Tenggara Barat	2.230 m
47.	Gunung Sangeang	Nusa Tenggara Barat	1.949 m
48.	Gunung Anak Ranakah	Nusa Tenggara Barat	1.949 m
49.	Gunung Ebulabo	Nusa Tenggara Barat	2.123 m
50.	Gunung Iliboleng	Nusa Tenggara Barat	1.659 m
51.	Gunung Lewotobi Perempuan	Nusa Tenggara Barat	1.703 m
52.	Gunung Lewotobi	Nusa Tenggara Barat	1.584 m
53.	Gunung Egon	Nusa Tenggara Timur	1.703 m
54.	Gunung Kegnemo	Nusa Tenggara Timur	2.070 m
55.	Gunung Kelimutu	Nusa Tenggara Timur	1.385 m
56.	Gunung Inielika	Nusa Tenggara Timur	1.559 m
57.	Gunung Iliwerung	Nusa Tenggara Timur	1.486 m
58.	Gunung Lewotolo	Nusa Tenggara Timur	1.319 m
59.	Gunung Loreboleng	Nusa Tenggara Timur	1.117 m
60.	Gunung Rokatenda	Nusa Tenggara Timur	875 m
61.	Gunung Karang	Jawa	1.778 m
62.	Gunung Salak	Jawa	2.211 m
63.	Gunung Gede	Jawa	2.958 m
64.	Gunung Patuha	Jawa	2.434 m
65.	Gunung Wayang-Windu	Jawa	2.182 m
66.	Gunung Malabar	Jawa	2.343 m
67.	Gunung Tangkuban Perahu	Jawa	2.084 m
68.	Gunung Papandayan	Jawa	2.665 m
69.	Gunung Kendang	Jawa	2.608 m
70.	Gunung Kamojang	Jawa	1.730 m
71.	Gunung Guntur	Jawa	2.249 m
72.	Gunung Tampomas	Jawa	1.684 m
73.	Gunung Galunggung	Jawa	2.168 m
74.	Gunung Talagabodas	Jawa	2.201 m
75.	Gunung Ciremai	Jawa	3.078 m

76.	Gunung Slamet	Jawa	3.432 m
77.	Gunung Dieng	Jawa	2.565 m
78.	Gunung Sindoro	Jawa	3.136 m
79.	Gunung Sumbing	Jawa	3.371 m
80.	Gunung Ungaran	Jawa	2.050 m
81.	Gunung Telomoyo	Jawa	1.894 m
82.	Gunung Merbabu	Jawa	3.145 m
83.	Gunung Merapi	Jawa	2.968 m
84.	Gunung Lawu	Jawa	3.265 m
85.	Gunung Wilis	Jawa	2.563 m
86.	Gunung Kelud	Jawa	1.731 m
87.	Gunung Kawi-Butak	Jawa	2.651 m
88.	Gunung Arjuno-Welirang	Jawa	3.339 m
89.	Gunung Penanggungan	Jawa	1.653 m
90.	Gunung Bromo	Jawa	2.329 m
91.	Gunung Semeru	Jawa	3.676 m
92.	Gunung Lamongan	Jawa	1.651 m
93.	Gunung Iyang-Argapura	Jawa	3.088 m
94.	Gunung Raung	Jawa	3.332 m
95.	Gunung Ijen	Jawa	2.799 m
96.	Gunung Ibu	Maluku Utara	600 m
97.	Gunung Latua	Maluku Utara	797 m
98.	Gunung Kapalatmada	Maluku Utara	2.700 m
99.	Gunung Aar	Maluku Tenggara	600 m
100.	Gunung Daab	Maluku Tenggara	736 m
101.	Gunung Fakoi	Maluku Tenggara	417 m
102.	Gunung Kaar	Maluku Tenggara	726 m
103.	Gunung Binaiya	Maluku Tengah	3.027 m
104.	Gunung Banda Api	Maluku Tengah	641 m
105.	Gunung Kerbau	Maluku Barat Daya	498 m
106.	Gunung Lalaitu	Maluku	1.421 m
107.	Gunung Kaku Sera	Maluku	797 m
108.	Gunung Sahuwai	Maluku	1.050 m
109.	Gunung Waloolon	Maluku	1.350 m
110.	Gunung Wurlali	Maluku	865 m
111.	Gunung Sela	Maluku	825 m
112.	Gunung Lalaitu	Maluku	1.421 m
113.	Gunung Manusela	Maluku	1.690 m
114.	Gunung Kaku sera	Maluku	797 m

115.	Gunung Kapalatmada	Maluku	2.700 m
116.	Gunung Colo	Sulawesi	507 m
117.	Gunung Ambang	Sulawesi	1.795 m
118.	Gunung Sempu	Sulawesi	1.549 m
119.	Gunung Tondano	Sulawesi	1.202 m
120.	Gunung Lakon-Empung	Sulawesi	1.580 m
121.	Gunung Soputan	Sulawesi	1.784 m
122.	Gunung Mahawu	Sulawesi	1.324 m
123.	Gunung Submarine	Sulawesi	1.922 – 5.000 m
124.	Gunung Tangkoko	Sulawesi	1.149 m
125.	Gunung Klabat	Sulawesi	1.995 m
126.	Gunung Ruang	Sulawesi	725 m
127.	Gunung Karangetang	Sulawesi	1.784 m
128.	Gunung Banua Wuhu	Sulawesi	-5 m
129.	Gunung Awu	Sulawes	1.320 meter

Sumber : Wikipedia.id

Fakta membuktikan besarnya potensi kerawanan gunung berapi di Indonesia dapat diidentifikasi dari letak wilayah dan posisi geografis, dimana keberadaannya berada pada jalur pertemuan lempeng tektonik dengan barisan gunung api aktif atau dikenal sebagai *the ring of fire* (cincin api). Indonesia memiliki 13% dari jumlah gunung api di dunia, yaitu: 129 gunung api berstatus aktif dan 500 gunung api berstatus tidak aktif, selain itu 60% dari jumlah gunung api tersebar memiliki potensi letusan yang cukup besar.⁶⁵

Berdasarkan letak astronomis tersebut meletakkan Indonesia berada pada 3 lempengan utama dunia yaitu Lempengan Eurasia, Lempengan Indoaustralia dan Lempengan Pasifik posisi letak Indonesia ini dikenal dengan wilayah *Ring of Fire* (Cincin Api Pasifik) terbentang sejauh 40.000 Km yang menyebabkan sangat sering terjadi potensi gempa bumi di wilayah Indonesia serta letusan-letusan gunung berapi di wilayah cekungan Samudra Pasifik. Gempa bumi merupakan ketakutan terbesar bagi penduduk Indonesia, dalam setahun rata-rata terjadi gempa bumi sebanyak 6000 kali dengan segala bentuk dampak yang diakibatkan. Salah satu dampak

⁶⁵Lisa Christie Gosal. Analisis Spasial Tingkat Kerentanan Bencana Gunung Api Lokon di Kota Tomohon . Jurnal Spasial Vol 5. No. 2, 2018

akibat yang ditimbulkan oleh gempa bumi tersebut adalah Tsunami, sering kali Tsunami menyebabkan kerusakan diwilayah Indonesia.⁶⁶



Gambar 2.5 Peta Provinsi Lampung

b. Jenis-jenis Gunung Berapi.

1). Stratovolcano

Gunung berapi jenis ini umumnya tinggi dan terdiri atas lapisan lava mengeras serta abu vulkanik. Gunung berapi ini tersusun dari batuan hasil letusan dengan tipe letusan berubah-ubah. Sehingga dapat menghasilkan susunan yang berlapis-lapis dari berbagai jenis batuan. Susunan yang berlapis membentuk suatu kerucut besar, kadang-kadang bentuknya tidak beraturan karena letusan sudah terjadi beberapa ratus kali. Gunung Merapi merupakan jenis ini.

2). Shield Volcano (perisai)

Gunung berapi ini berbentuk landai dan sedikit menggelembung. Tersusun dari batuan aliran endapan lava yang masih cair, sehingga tidak membentuk suatu kerucut

⁶⁶ Dito Putro Utomo, Bister Purba Penerapan Datamining pada Data Gempa Bumi Terhadap Potensi Tsunami di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS) 2019 h,846-853

yang tinggi (curam). Susunannya terdiri dari batuan yang bersifat basaltik. Contoh gunung berapi ini terdapat di Hawaii.

3). *Cinder Cone Volcano*

Merupakan gunung api yang abu dan pecahan kecil batuan vulkaniknya menyebar di sekeliling gunung. Sebagian gunung jenis ini membentuk mangkuk di puncaknya. Jarang yang tingginya di atas 500 meter dari tanah di sekitarnya.

4). *Kaldera Volcano*

Gunung api jenis ini terbentuk akibat ledakan yang sangat kuat yang melempar ujung atas gunung sehingga membentuk cekungan. Gunung Bromo adalah contoh gunung jenis kaldera volcano.⁶⁷

c. Tipe Letusan (Erupsi) Gunung Berapi

Berdasarkan tinggi rendahnya derajat fragmentasi dan luasnya, juga kuat lemahnya letusan serta tinggi tiang asap, maka gunung api dibagi menjadi beberapa tipe erupsi:

1). Tipe Hawaiian

Yaitu erupsi eksplosif dari magma basaltic atau mendekati basalt. Pada umumnya berupa semburan lava pijar, dan sering diikuti leleran lava secara simultan, terjadi pada celah atau kepundan sederhana.

2). Tipe Strombolian

Erupsinya hampir sama dengan Hawaiian berupa semburan lava pijar dari magma yang dangkal. Umumnya terjadi pada gunung api sering aktif di tepi benua atau di tengah benua.

3). Tipe Plinian

Merupakan erupsi yang sangat eksplorisif dari magma berviskositas tinggi atau magma asam. Komposisi magma bersifat andesitik sampai riolitik. Material yang di erupsikan berupa batu apung dalam jumlah besar.

⁶⁷ (<http://zonapositive.wordpress.com/2010/11/03/jenis-gunung-berapi-berdasarkan-bentuknya/>)

4). Tipe Sub Plinian

Erupsi eksplosif dari magma asam/riolitik dari gunung api strato, tahap erupsi efusifnya menghasilkan kubah lava riolitik. Erupsi subplinian dapat menghasilkan pembentukan ignimbrit.

5). Tipe Ultra Plinian

Erupsi sangat eksplosif menghasilkan endapan batu apung lebih banyak dan luas dari Plinian biasa.

6). Tipe Vulkanian

Erupsi magmatis berkomposisi andesit basaltik sampai dasit. Pada umumnya melontarkan bom-bom vulkanik atau bongkahan di sekitar kawah dan seringdisertai bom kerak-roti atau permukaannya retak-retak. Material yang erupsi tidak melulu berasal dari magma tetapi bercampur dengan batuan samping berupa litik.

7). Tipe Surtseyan dan Tipe Freatoplinian

Kedua tipe tersebut merupakan erupsi yang terjadi pada pulau Gunung api, gunung api bawah laut atau gunung api yang berdanau kawah. Surtseyan merupakan erupsi interaksi antara magma basaltik dengan air permukaan atau bawah permukaan. Letusannya disebut freatomagmatik. Freatoplinian kejadiannya sama dengan Surtseyan, tetapi magma yang berinteraksi dengan air berkomposisi riolitik.⁶⁸

d. Material Hasil Letusan Gunung Berapi

Pada waktu gunung api meletus, bahan-bahan yang dikeluarkan terdiri dari tiga jenis, yaitu material padat, material cair (lava cair) dan gas. Material padat yang disebut piroklastika, dan dibedakan menjadi sebagai berikut : batu-batu besar (bom), batu-batu kecil (lapili), kerikil dan pasir, debu atau abu vulkanis. Gas-gas yang dikeluarkan oleh gunung api (ekshalasi). Gas-gas tersebut dapat berwujud asam sulfida (H₂S), asam sulfat (H₂SO₄), carbon dioksida (CO₂), klorida (CL), uap air (H₂O) dan sulfida (HCL). Selain aliran lava,

⁶⁸

(<http://zonapositive.wordpress.com/2010/11/03/jenis-gunung-berapiberdasarkan-bentuknya/>)

kehancuran oleh gunung berapi disebabkan melalui berbagai cara seperti berikut : Aliran lava, Aliran lumpur, Abu vulkanik, Kebakaran hutan, Gas beracun, Gelombang tsunami, Gempa bumi.⁶⁹

e. Sebaran Gunung Berapi

Jumlah gunung api baik yang aktif maupun yang tidak aktif banyak tersebar di dunia, terutama di Indonesia, hampir seluruh daratan atau pulau di Indonesia ada satu atau lebih gunung yang menempatnya, gunung api di Indonesia dibedakan menjadi lima, yaitu :

1) Gunung api kumpulan sunda;

Memanjang dari ujung Sumatera Utara melalui Jawa, Bali, Sumbawa, Flores sampai Alor. Dalam kumpulan ini terdapat kurang lebih 300 buah gunung api yang masih aktif atau yang sedang padam. Kelompok gunung api ini biasanya terdapat bertumpuk-tumpuk, misalnya gunung api di Priangan, Flores, dan sekitar danau Toba. Gunung api yang berdiri sendiri atau gunung api soliter juga ada, misalnya Gunung api Gede di Cianjur, Jawa Barat. Gunung api yang telah padam misalnya gunung Muria di pantai utara Jawa Tengah.

2) Gunung api kumpulan banda;

Muncul dari dasar laut cekungan Banda yang sangat dalam. Secara keseluruhan tingginya dari dasar laut hingga 5.000 meter, tetapi yang muncul di atas muka laut tidak lebih dari 1.000 meter. Contoh gunung api yang terkenal adalah gunung api laut Emperor di Laut Cina.

3) Gunung api kumpulan Minahasa dan Sangihe;

Merupakan gunung api yang sangat aktif dan dapat diikuti ke arah utara sampai Mindanao. Contoh gunung api yang masuk kelompok ini adalah gunung api Soputan dan Lokon.

4) Gunung api kumpulan Halmahera;

Terdapat di bagian tengah daerah Halmahera antara makian dan Tobello. Di bagian lain daerah ini tidak terdapat aktivitas vulkanik sejak zaman Neogen Tua. Dalam kelompok

⁶⁹ (<http://www.esdm.go.id/>)

ini gunung api yang terkenal adalah gunung api Tidore dan Maitara. Gunung api di Halmahera jelas terletak pada satu garis lurus yang menunjukkan daerah lemah dan patahan geologi dalam kerak bumi.

5) Gunung api kumpulan Sulawesi Selatan dan Bonthain

Terhitung suatu kompleks yang besar, akan tetapi sekarang tidak aktif lagi.⁷⁰

f. Bahaya Letusan Gunung Berapi

Indonesia merupakan Negara yang kaya akan gunung api, hampir seluruh pulau di Indonesia banyak di temui gunung api baik yang aktif maupun yang tidak aktif. keadaan ini juga menjadikan tanah yang ada di Indonesia sebagian besar termasuk pada jenis tanah vulkanik, tanah ini merupakan tanah yang kaya akan unsur hara yang cocok bagi tumbuhan jenis ini tentunya menguntungkan bagi para petani khususnya. makanya tidak salah jika musisi terkenal seperti Koes Ploes pernah menuliskan dalam lirik lagunya "...tongkat dan kayu jadi tanaman" mungkin ini penggambaran betapa suburnya negeri ini. Karena banyak gunung api yang menempati di sebagian pulau Indonesia, keadaan seperti ini disamping banyak keuntungan dalam hal kesuburan tanahnya, keadaan ini juga menjadi ancaman bagi parapenghuninya. Diantara jenis bahaya gunung api yang paling pasti adalah bahaya erupsi gunung api.

Bahaya yang mungkin timbul dapat merupakan bahaya primer atau bahaya sekunder. Bahaya tersebut berasal dari hal-hal berikut:

1) Awan panas;

Daerah yang dilewati aliran awan panas merupakan daerah yang menderita paling parah. Arah mengalirnya awan panas dipengaruhi oleh bentuk kawah/kepundan. Awan panas yang dikeluarkan oleh gunung Merapi pada tahun 1994 telah

⁷⁰ Sukandarrumidi, Bencana alam dan Bencana Anthropogene, (Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2010), h. 67-68

menghancurkan desa Turgo di lereng Merapi bagian selatan. Puluhan rumah terbakar. (peristiwa; pada saat itu akan berlangsung acara pernikahan. Sepasang pengantin, keluarga, dan rumah ikut hangus terbakar).

2) Kebakaran Hutan;

Biasanya terjadi di sepanjang alur sungai yang dilalui oleh awan panas. Tanaman kayu mengering sedangkan semak-semak dan rerumputan terbakar, namun dalam waktu singkat akan segera tumbuh kembali.

3) Eksplosif (letusan);

Memnuntahkan material vulkanik dari ukuran bom hingga debu, bangunan rumah terutama atap tidak mampu menahan timbunan material vulkanik ini, hingga akhirnya roboh. Tanaman akan tertutup, terpanggang oleh panas material vulkanik, dan akhirnya mati. Apabila tanaman tersebut merupakan tanaman perkebunan atau tanaman semusim, tentunya petani akan mengalami kerugian.

4) Banjir lahar dingin;

Akan melewati sungai yang berhulu di puncak biasanya hal ini terjadi pada musim hujan dan membanjiri daerah hilir, memperdalam alur sungai, serta menimbulkan longsoran tebing.

5) Keluar dan menyebarnya uap belerang;

Arah aliran uap belerang tergantung pada arah angin, uap belerang dapat menyebabkan sesak napas dan apabila berkelanjutan dapat mengakibatkan keracunan pada paru-paru, yang mengakibatkan kematian..⁷¹

4. Vulkanologi

Vulkanologi merupakan studi tentang gunung berapi, lava, magma, dan fenomena geologi yang berhubungan. Seorang ahli vulkanologi adalah orang yang melakukan studi pada bidang ini. Istilah vulkanologi berasal dari Bahasa Latin Vulcan, dewa api Romawi. Para ahli vulkanologi sering mengunjungi gunung

⁷¹ Sukandarrumidi, Bencana alam dan Bencana Anthropogene, (Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2010), h. 73-75

berapi, terutama yang masih aktif, untuk mengamati letusan gunung berapi, mengumpulkan produk letusan termasuk contoh tephra (seperti abu, ash atau batu apung, pumice), batuan, dan lava.

Tujuan utama dari penyelidikan adalah perkiraan letusan; pada saat ini belum ada cara yang akurat untuk melakukan hal ini, tetapi memperkirakan letusan, seperti halnya memperkirakan gempa bumi, dapat menyelamatkan banyak jiwa. Seorang ahli vulkanologi mempelajari pembentukan gunung berapi dan letusannya saat ini serta sejarah letusannya.

Perkembangan vulkanologi abad 20 dirintis oleh Thomas A. Jaggar, seorang profesor geologi dari Massachusetts Institute of Technology (MIT), dan Frank A. Perret, seorang insinyur listrik sahabat T. A. Jaggar.⁷² Dan sejarah perkembangan ilmu vulkanologi tidak terpisah dari kegiatan pengamatan gunung berapi. Pusat pengamatan pun didirikan dimana-mana, seperti di Hawaii (Hawaiian Volcano Observatory) tahun 1911 yang merekam aktifitas vulkanik di daerah tersebut secara kontinyu. Pada 1912 Pemerintah Hindia Belanda mendirikan Volcanological Survey untuk mengamati gunung berapi di Indonesia, khususnya yang berada di Pulau Jawa. Setiap gunung berapi memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan gunung berapi lainnya.

Sehingga penelitian di bidang vulkanologi terus berkembang secara dinamis sesuai dengan kondisi kekinian. Dalam mempelajari gejala vulkanisme gunung berapi, dibedakan dalam 2 garis besar kegiatan; yakni kegiatan penelitian dan kegiatan pengamatan.

Kegiatan penelitian biasanya dilakukan dengan mengunjungi langsung lokasi gunung berapi (in situ) secara temporer, untuk mempelajari deformasi bentuk permukaan tanah, kondisi geologi dan kandungan zat yang dikeluarkan oleh letusan gunung berapi, dan kegiatan lain yang berhubungan. Sedangkan kegiatan pengamatan dilakukan dari jarak jauh (remote) secara kontinyu

⁷² Alzwar, Muzil. dkk. 1988. Pengantar Dasar Ilmu Gunung Api. Bandung: Penerbit Nova.

untuk mengamati aktifitas seismik (kegempaan) gunung berapi yang menunjukkan gejala vulkanisme, serta mengamati kondisi visual gunung berapi. Dalam kegiatan pengamatan ini, data kegempaan gunung berapi adalah bahan yang sangat penting untuk mempelajari aktifitas gunung berapi.

Gunung sebagai obyek penelitian empiris tidak dapat dilepaskan dari kajian integasi sains islami. Al-Qur'an sebagai pedoman hidup ummat islam banyak memuat ayat-ayat yang berhubungan dengan gunung berapi sebagai obyek yang harus diperhatikan oleh manusia. Gunung berapi menjadi sebuah fenomena alam yang menunjukkan kebesaran Allah SWT sebagai pencipta alam semesta.

Setidaknya gunung berapi disebutkan dalam al-Qur'an dengan berbagai hikmah, diantaranya adalah sebagai penjaga stabilitas kesetimbangan alam semesta dan sebagai peringatan untuk manusia agar bertaqwa kepada Allah Gunung berapi bukanlah entitas obyek yang berdiri sendiri, namun ia adalah salah satu obyek yang diciptakan melalui proses alamiah pergeseran lempeng bumi dengan fungsi yang sangat vital dalam menjaga kesetimbangan alam. Allah SWT berfirman dalam surat an-Nahl ayat 15:

تَهْتَدُونَ لَعَلَّكُمْ وَسُبُلًا وَأَنْهَرًا بِكُمْ تَمَيِّدَ أَنْ رَوَاسِيَ الْأَرْضِ فِي وَالْفَى

Artinya:

“Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi supaya itu tidak goncang bersama kamu, (dan Dia menciptakan) sangat-sangat dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk.” (QS. an-Nahl 16:15)

Nahl al-Qur'an pada surat an-Nahl di atas sangat bersesuaian dengan fakta ilmiah yang dikaji oleh para pakar vulkanologi. Bumi bukanlah materi padatan solid yang bersifat statis seperti seongkah batu yang melayang di luar angkasa. Namun bumi terdiri dari banyak lapisan astenosfer dari inti bumi hingga kerak bumi. Kerak bumi sendiri terdiri dari lempeng-lempeng benua dan lempeng-lempeng samudera yang saling bertindihan dan terus bergerak secara dinamis .

B. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah suatu peristiwa pelepasan energi gelombang seismic yang terjadi secara tiba-tiba. Pelepasan energi ini diakibatkan karena adanya deformasi lempeng tektonik yang terjadi pada kerak bumi.⁷³ Gempa bumi bisa menimbulkan dampak, diantaranya dampak yang paling besar adalah tsunami. Gempa bumi menjadi getaran asli dari dalam bumi, bersumber di dalam bumi yang kemudian merambat ke permukaan bumi akibat rekahan bumi pecah dan bergeser dengan keras. Gempa bumi menjadi peristiwa pelepasan energi secara tiba-tiba didalam kerak bumi yang mengakibatkan getaran di permukaan tanah. Getaran tersebut menjalar ke segala arah sebagai gelombang seismic yang merambat dari pusat gempa melalui bagian dalam hingga ke permukaan bumi. Perambatan gelombang seismic dari pusat gempa ke stasiun pengamatan ditangkap pada sebuah alat yang dinamakan seismometer.⁷⁴

Gelombang seismic merupakan getaran gempa yang menjalar di dalam dan di permukaan bumi dengan cara longitudinal dan transversal. Gempa bumi dapat diklasifikasikan menurut Gempa bumi (*earthquake*) adalah peristiwa bergetar atau bergoncangnya bumi karena pergerakan/pergeseran lapisan batuan pada kulit bumi secara tiba-tiba akibat pergerakan lempeng-lempeng tektonik.⁷⁵

Gempa bumi merupakan bagian dari objek penelitian ilmu seismologi. Seismologi dapat dipandang dalam dua defenisi. Defenisi yang pertama berkaitan dengan ilmu yang mempelajari gempa bumi dan fenomena fisika yang berhubungan dengan bagian dalam bumi. Pada saat terjadinya gempa tektonik, ada

⁷³Hartuti, E. R. 2009. Buku Pintar Gempa. Yogyakarta: Diva Perss

⁷⁴Deassy Siska. 2015. "Kaitan Antara Teori Gelombang dan Jalur Rekahan Gempa Bumi Melalui *Array Response Functione*chsi". *Jurnal Techsi* Vol. 6 No.1.

⁷⁵Poli, Grinaldi Schneider Andre Dame Hanny, dan Raymond Ch.Tarore. 2019. "Analisis Kerentanan Bahaya Erupsi Gunung Api Karangetang Terhadap Kawasan Permukiman Di Pulau Siau." *Jurnal Spasial* 6 (2): 410–19.

suatu hentakan pada hiposenter yang mengalirkan gelombang seismik secara sirkular yang menyebar ke segala arah.⁷⁶

Sifat gempa bumi selalu datang secara mendadak dan mengejutkan sehingga menimbulkan kepanikan umum yang luar biasa karena sama sekali tidak terduga sehingga tidak ada seorang pun yang sempat mempersiapkan diri. Berdasarkan kejadian gempa bumi yang terjadi di Indonesia maka perlunya peta analisis risiko bencana dalam skala detail untuk keperluan perencanaan wilayah dan pembangunan infrastruktur yang berbasis informasi potensi bencana yang memadai.

Pentingnya peningkatan kesadaran masyarakat untuk membangun bangunan dengan kaidah rekayasa yang baik. Terutama bagi masyarakat yang tinggal di daerah perkotaan dengan potensi bencana tinggi seperti Jakarta, Bandung, Surabaya, Padang, Bali. Untuk pembangunan infrastruktur strategis (jembatan bentang panjang, bendungan, kereta cepat, dll) diperlukan kajian kebencanaan khusus dengan mempertimbangan kondisi site yang spesifik.⁷⁷

a. Proses Terjadinya Gempa Bumi

Proses terjadinya gempa bumi ada 5, yaitu:

1. Gempa bumi yang biasanya disebabkan pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak. Tekanan tersebut semakin lama semakin membesar hingga mencapai keadaan dimana tekanan tersebut sudah tidak dapat ditahan lagi oleh pinggiran lempengan sehingga mengakibatkan terjadinya gempa bumi dimana gempa bumi biasanya terjadi pada perbatasan lempengan-lempengan tersebut. Gempa bumi paling parah adalah gempa bumi yang biasanya terjadi pada perbatasan lempengan kompresional dan translasional.

⁷⁶Deassy Siska. 2015. "Kaitan Antara Teori Gelombang dan Jalur Rekahan Gempa Bumi Melalui *Array Response Function*echsi". *Jurnal Techsi* Vol. 6 No.1

⁷⁷Atmojo, Suryo, dan Isnaini Muhandis. 2019. "Sistem informasi geografis bencana gempa bumi dengan pendekatan pga untuk mitigasi bencana." *Jurnal Ilmiah Educic* 6 (1): 10–14.

2. Gempa bumi juga dapat terjadi akibat pergerakan magma di dalam gunung berapi yang dapat menjadi tanda-tanda terjadinya letusan gunung berapi dimana jika gunung berapi mulai aktif maka akan terjadi getaran-getaran di permukaan bumi dan salah satunya gempa vulkanik.
3. Gempa bumi yang terjadi akibat menumpuknya massa air yang sangat besar di bendungan, seperti Dam Karibia di Zambia, Afrika walaupun gempa bumi ini jarang terjadi.
4. Gempa bumi yang terjadi karena injeksi atau ekstraksi cairan dari/ke dalam bumi dimana gempa bumi ini juga jarang terjadi. Contoh gempa bumi ini adalah pada beberapa pembangkit listrik tenaga panas bumi dan di Rocky Mountain Arsenal.
5. Gempa bumi yang terjadi akibat ulah manusia yang disebut juga seismisitas terinduksi. Gempa bumi ini terjadi karena peledakan bahan peledak. Hal ini membuat ilmuwan-ilmuwan mengawasi dan melakukan tes rahasia senjata nuklir yang dilakukan oleh pemerintah.⁷⁸

b. Jenis-jenis gempa berdasarkan penyebabnya.

a. Gempa Tektonik

Adalah gempa yang disebabkan oleh pergeseran lempeng tektonik. Lempeng tektonik bumi kita ini terus bergerak, ada yang saling mendekat saling menjauh, atau saling menggeser secara horizontal. Karena tepian lempeng yang tidak rata, jika terjadi gesekan, maka timbullah friksi. Friksi ini kemudian mengakumulasi energi yang kemudian dapat melepaskan energi guncangan menjadi sebuah gempa.

b. Gempa Vulkanik

Adalah gempa yang disebabkan oleh kegiatan gunung api. Magma yang berada pada kantong di bawah gunung tersebut mendapat tekanan dan melepaskan energinya secara tiba-tiba sehingga menimbulkan getaran tanah. Gempa ini disebabkan oleh kegiatan vulkanik (gunung api). Magma yang

⁷⁸ Suharjanto. 2012. *Rekayasa Gempa*. Yogyakarta: Kepel Press

berada pada kantong di bawah gunung tersebut mendapat tekanan dan melepaskan energinya secara tiba-tiba sehingga menimbulkan getaran tanah. Gempa vulkanik dapat menjadi gejala/petunjuk akan terjadinya letusan gunung berapi. Namungempa vulkanik ini biasanya tidak merusak karena kekuatannya cukup kecil, sehingga hanya dirasakan oleh orang-orang yang berada dalam radius yang kecil saja dari sebuah gunung api.

c. Gempa Runtuhan

Adalah gempa lokal yang terjadi apabila suatu gua di daerah topografi karst atau di daerah pertambangan runtuh atau massa batuan yang cukup besar di sebuah lereng bukit runtuh/longsor. Kekuatan gempa akibat runtuhannya massa batuan ini juga kecil sehingga tidak berbahaya.

d. Gempa Buatan

Adalah gempa bumi yang disebabkan oleh aktivitas manusia, misalnya dalam kegiatan eksplorasi bahan tambang atau untuk keperluan teknik sipil dalam rangka mencari batuan dasar (bedrock) sebagai dasar fondasi bangunan. Kekuatannya juga kecil sehingga tidak menimbulkan bahaya bagi manusia dan bangunan. Sebenarnya mekanisme gempa tektonik dan vulkanik sama. Naiknya magma ke permukaan juga dipicu oleh pergeseran lempeng tektonik pada sesar bumi.

e. Gempa jatuhan (jarang terjadi) yaitu gempa bumi yang terjadi akibat adanya benda langit seperti meteor yang jatuh ke bumi. Meteor yang mempunyai massa yang cukup besar akan menimbulkan getaran ketika jatuh ke permukaan bumi.⁷⁹

c. Pengelompokan Berdasarkan Kedalaman Gempa

Gempa bumi dapat diklasifikasikan menjadi 3 yang berdasarkan kedalaman hiposentrum gempa bumi tersebut. Klasifikasi gempa bumi sebagai berikut :

⁷⁹ Hartuti, E. R. 2009. Buku Pintar Gempa. Yogyakarta: Diva Perss

- a. Gempa bumi dalam yaitu gempa bumi yang terjadi dengan kedalaman hiposentrum >300 km di bawah permukaan bumi.
- b. Gempa bumi menengah yaitu gempa bumi yang terjadi dengan kedalaman hiposentrum berkisar antara 60 km sampai 300 km di bawah permukaan bumi.
- c. Gempa bumi dangkal yaitu gempa bumi yang terjadi dengan kedalaman hiposentrum <60 km di bawah permukaan bumi.⁸⁰

d. Pengelompokan Berdasarkan Kekuatan Gempa

Kekuatan sebuah gempa bumi disebut juga magnitudo, adalah besarnya energi yang dilepaskan oleh **sumber** gempa, diukur dengan satuan skala Richter. Skala magnitudo ini dihitung menggunakan angka arab dari 0 sampai 10, dan dapat menggunakan koma. Berdasarkan magnitudo gempa, maka gempa dapat pula digolongkan ke dalam 4 (empat) kelompok, yakni:

- Gempa lemah : Magnitudo < 3,5 SR
- Gempa sedang : Magnitudo antara 3,5 sampai 5,5 SR
- Gempa kuat : Magnitudo 5,5 sampai 7 SR
- Gempa sangat kuat : Magnitudo > 7 SR

Berdasarkan parameter di atas, maka yang paling membahayakan kehidupan manusia adalah apabila terjadi gempa kuat/sangat kuat dengan fokus gempa yang sangat dangkal. Satu lagi parameter gempa yang penting, yang lebih penting untuk diketahui oleh masyarakat umum adalah intensitas gempa. Intensitas gempa adalah parameter yang bersifat relatif, yakni berdasarkan apa yang dirasakan oleh manusia dan kerusakan yang terjadi. Skala intensitas diukur melalui MMI (*Modified Mercally Intensity*) dengan skala I sampai XII menggunakan angka Romawi.⁸¹

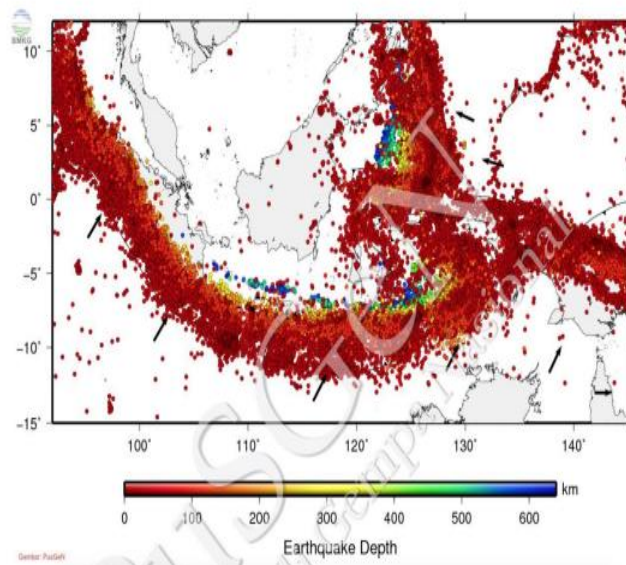
Percepatan tanah maksimum merupakan nilai percepatan getaran tanah terbesar yang terjadi di suatu tempat yang diakibatkan oleh gelombang gempabumi. Sumber gempa bumi

⁸⁰ Ibid

⁸¹ Prasetya, Tiar. Gempa Bumi (Ciri dan Cara Menanggulangnya). Yogyakarta : Gita Nagari, 2006.

yang digunakan untuk menentukan nilai percepatan tanah maksimum diambil berdasarkan data dari BMKG dan USGS. Sumber gempa bumi yang diambil merupakan gempa bumi dalam waktu 10 tahun terakhir dengan magnitudo 5 SR atau lebih.⁸²

Percepatan adalah parameter yang menyatakan perubahan kecepatan mulai dari keadaan diam sampai pada kecepatan tertentu. Percepatan getaran tanah merupakan gangguan yang perlu dikaji untuk setiap gempa bumi, kemudian dipilih percepatan getaran tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) untuk dipetakan agar bisa memberikan pengertian tentang efek paling parah yang pernah dialami suatu lokasi.



Gambar 2.6. Seismisitas di Indonesia terletak pada Jalur Cincin Api (BMKG, 2019a)

⁸² Rahmad Hafid et.al. Rahmad Hafid H et al / Unnes Physics Journal 6 (1) (2017). Percepatan Tanah Berdasarkan Data Mikroseismik WisataBantir Sumowono Semarang

e. Jenis Gempa menurut Lokasi Episentrum

Gempa bumi berdasarkan lokasi episentrumnya dapat diklasifikasikan menjadi 2 sebagai berikut :

- 1). Gempa daratan, yaitu gempa yang terjadi yang lokasi episentrumnya berada di daratan.
- 2). Gempa lautan, yaitu gempa yang terjadi yang lokasi episentrumnya berada di dasar laut dimana gempa ini berpotensi menimbulkan tsunami.⁸³

f. Skala Kekuatan Gempa

Kuat atau lemahnya gempa dapat dapat diketahui dengan melihat tingkat kerusakan yang dihasilkan akibat gempa bumi tersebut. Kuat atau lemahnya gempa dapat diukur dengan menggunakan 3 jenis skala yaitu sebagai berikut :⁸⁴

1. Skala Richter

Skala Richter atau biasa disebut dengan SR adalah skala ukuran kekuatan gempa yang diusulkan oleh fisikawan Charles Richter berdasarkan skala amplitudo maksimum yang diukur dalam satuan mikrometer (μm) dari rekaman gempa oleh alat pengukur gempa (seismometer) Wood-Anderson, pada jarak 100 km dari pusat gempa. Adapun ukuran kekuatan SR dan efeknya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Deskripsi Ukuran Skala Richter

No	Skala Richter	Efek Gempa
1	< 2	Gempa kecil, tidak terasa.
2	2 – 2.9	Tidak terasa, namun terekam oleh alat
3	3 – 3.9	Seringkali terasa, namun jarang menimbulkan kerusakan.
4	4 – 4.9	Dapat diketahui dari bergetarnya perabot dalam ruangan, suara gaduh bergetar. Kerusakan tidak terlalu signifikan.

⁸³Hartuti, E. R. 2009. Buku Pintar Gempa. Yogyakarta: Diva Perss

⁸⁴Suharjanto. 2012. Rekeyasa Gempa. Yogyakarta: Kepel Press

5	5 – 5.9	Dapat menyebabkan kerusakan besar pada bangunan pada area yang kecil. Umumnya kerusakan kecil pada bangunan yang didesain dengan baik.
6	6 – 6.9	Dapat merusak area hingga jarak sekitar 160 km.
8	7 – 7.9	Dapat menyebabkan kerusakan seriusa dalam area lebih luas
9	8 – 8.9	Dapat menyebabkan kerusakan serius hinngga dalam area ratusan mil.
10	9 – 9.9	Menghancurkan area ribuan mil.
11	> 10	Belum pernah terekam

Pengukuran SR ini cocok dipakai untuk gempa yang terjadi yang dekat dengan magnitudo gempa yang dibawah 6, karena jika gempa yang terjadi mempunyai skala besar tetapi lokasi pusat gempunya jauh dan dalam maka gempa ini tidak akan terasa dan tidak menimbulkan kerusakan ataupun bahaya.

2. Skala Modified Mercalli Intensity (MMI)

Skala Mercalli ini mengklasifikasikan intensitas gempa bumi dan pengaruh-pengaruhnya terhadap manusia, tanah dan bangunan dan kerusakan akibat gempa bumi. Pada tahun 1931, skala Mercalli ini dimodifikasi oleh seorang ilmuwan Amerika yang diberi nama *Modified Mercalli Intensity* (MMI) yang banyak digunakan sampai sekarang. Adapun Klasifikasi intensitas gempa dengan Skala Mercalli dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Deskripsi Ukuran Skala Modified Mercalli Intensity (MMI)

Skala SIG BMKG	Warna	Deskripsi Sederhana	Deskripsi Rinci	Skala MMI	PGA (gal)
I	Putih	Tidak Dirasakan	Tidak dirasakan, dirasakan hanya oleh beberapa orang tetapi terekam oleh alat	I-II	<2,9
II	Hijau	Dirasakan	Dirasakan oleh orang Banyak tetapi tidak menimbulkan kerusakan. Benda-benda ringan yang digantung bergoyang dan jendela kaca bergetar	III-V	2,9-88
III	Kuning	Kerusakan Ringan	Bagian non struktur bangunan mengalami kerusakan ringan, seperti retak rambut pada dinding, genteng bergeser ke bawah dan sebagian berjayuhan.	VI	89-167
IV	Jingga	Kerusakan Sedang	Banyak retakan terjadi pada dinding bangunan sederhana, sebagian roboh, kaca pecah. Sebagian plester dinding lepas. Hampir sebagian besar genteng bergeser ke bawah atau jatuh. Struktur bangunan mengalami kerusakan ringan sampai sedang.	VII-VIII	168-564
V	Merah	Kerusakan Berat	Sebagian besar dinding bangunan permanen roboh. Struktur bangunan mengalami kerusakan berat.	IX-XII	

Sumber: (BMKG) <https://www.bmkg.go.id/gempabumi/skala-mmi.bmkg>

1. Gempa Bumi Vulkanik

Gempa bumi vulkanik (volcano seismic) adalah gempa yang disebabkan oleh gejala kegiatan gunungapi. Misalnya karena kegiatan magma atau gas, pembentukan retakan/rekahan, letusan gunungapi atau kegiatan hidrotermal. Biasanya gempa bumi vulkanik tidak terasa oleh manusia karena berukuran mikro, sehingga hanya bisa dicatat oleh Seismogra⁸⁵ Berdasarkan kedalaman dan sifat-sifat gelombangnya, mengelompokkan gempa vulkanik menjadi :

a). Gempa Vulkanik Dalam (Tipe A)

Gempa yang mempunyai frekuensi sekitar 4-7 Hz, durasi yang pendek. Berdasarkan penyebabnya gempa tipe A dibagi menjadi dua macam, pertama gempa yang disebabkan oleh tekanan dari bawah ke atas saat sebelum terjadi letusan, kedua gempa yang terjadi karena adanya penurunan tekanan sesudah letusan berlangsung. Kedua gempa tersebut dibedakan dari gerakan awalnya.

b). Gempa Vulkanik Dangkal (Tipe B)

Gempa tipe B sering ditemukan pada gunungapi yang mempunyai tipe letusan Volcano.

c). Gempa Fase-Banyak (tipe C)

Gempa yang sumbernya dangkal yang terdiri dari banyak fase gelombang dan kedalaman sumbernya.

d). Gempa Letusan

Gempa yang berasosiasi atau terjadi karena letusan/erupsi gunungapi yang umumnya berlangsung di kawah. Dari hasil pengamatan seismik, gerakan pertama gempa letusan adalah push atau up, dengan kata lain gempa letusan ditimbulkan oleh mekanisme sebuah sumber tunggal yang positif.

⁸⁵ Kristanto dan Budianto, Agus. 2008. Buletin Vulkanologi dan Bencana Geologi: Evaluasi Seismik dan Visual Kegiatan Vulkanik G. Egon, April 2008. Bandung: PVMBG, Volume 3 Nomor 2, Agustus 2008: 9-17.

e). Gempa Hembusan

Jenis gempa ini mekanismenya hampir sama dengan gempa letusan, namun dengan kekuatan gempa yang lebih kecil dan material vulkanik yang terlempar menyertainya lebih ringan. Hal ini tercermin dari besaran amplitudo dan waktu (durasi) kejadian gempanya. Gempa Hembusan pada umumnya melontarkan materi gas uap air.

f). Tremor Vulkanik

Getaran yang terjadi secara terus-menerus dalam beberapa menit atau beberapa jam. Gerakan awal dan akhirnya tidak jelas. Terjadi karena kegiatan vulkanik berupa gerakan gas dan leleran lava. Berdasarkan bentuk gelombangnya, tremor vulkanik dibagi menjadi dua jenis :

1. Tremor Harmonik, bentuknya menerus serta simetris.
2. Tremor Spasmodik, bentuknya menerus tidak beraturan.

g). Gempa Guguran

Getaran yang diakibatkan oleh guguran atau longsoran material dari tubuh Gunung Api, tergolong gelombang permukaan. Untuk mengetahui jenis gempa ini tidak cukup hanya dengan menggunakan rekaman seismogram namun harus diikuti dengan pengamatan secara visual.

h). Getaran Banjir

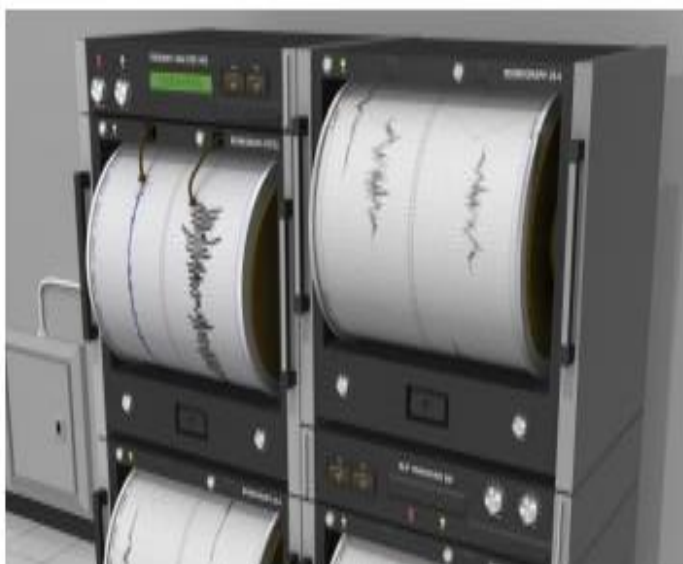
Diakibatkan oleh banjir air atau lahar dingin, tergolong jenis gempa gelombang permukaan (ground roll).

i). Rentetan Gempa (swarm)

Jenis gempa ini ditandai oleh rentetan gempa (sejenis) tanpa berlangsung gempa utama. Terjadi dalam jumlah relatif banyak dalam jangka waktu dan daerah tertentu. Beberapa jenis gempa di atas sebagian tidak dapat dianalisis hanya dengan mengandalkan data seismik, karena juga membutuhkan data visual untuk membedakan antara gempa yang satu dengan gempa yang lain. Seperti misalnya rentetan gempa (swarm) sangat mirip dengan gempa guguran. Namun secara visual, pada gempa guguran akan terlihat perpindahan massa berupa longsoran pada muka gunung berapi.

2. Alat Pencatat Gempa Bumi (Seismograf).

Seismograf merupakan alat yang yang digunakan untuk merekam dan mengukur gerakan tanah akibat gempa bumi, ledakan nuklir dan gempa-gempa lainnya.⁸⁶ Pada prinsipnya, seismograf ini terdiri dari gantungan pemberat dan ujung lancip seperti pencil dimana ujungnya ini yang akan menggambarkan getaran getaran yang terjadi di dalam lempeng bumi. Hasil rekaman dari seismograf ini disebut seismogram yang berbentuk garis-garis bergelombang. Dari seismogram inilah nantinya akan diukur garis-garisnya dan dihitung besarnya gempa oleh seismologist.⁸⁷

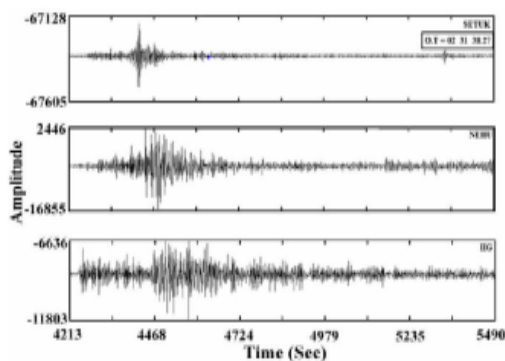


Gambar 2.7. Pencatat Gempa Bumi (Seismograf).

www.reference.com

⁸⁶ Suharjanto. 2012. *Rekayasa Gempa*. Yogyakarta: Kepel Press.

⁸⁷ Hartuti, E. R. 2009. *Buku Pintar Gempa*. Yogyakarta: Diva Perss.



Gambar 2.8 Seismometer

www.researchgate.net

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan wilayah yang rawan gempa, hanya sebagian kecil saja wilayah di Indonesia yang aman dari ancaman gempa bumi. Badan Nasional Penanggulangan Bencana mencatat bahwa sebanyak 148,4 juta warga tinggal di daerah rawan gempa bumi.⁸⁸

3. Hubungan Gempa Bumi dalam Ilmu Sains.

a. Gelombang Seismik (*Seismic Wave*).

Gerakan batuan yang tiba-tiba di sepanjang celah pada sesar bumi dapat menimbulkan getaran (*vibration*) yang mentransmisikan energi dalam bentuk gelombang (*wave*). Gelombang yang merambat di sela-sela bebatuan di bawah permukaan bumi disebut dengan "gelombang badan" (*body wave*). Sedangkan gelombang yang merambat dari episenter ke sepanjang permukaan bumi disebut dengan "gelombang permukaan" (*surface wave*).⁸⁹

b. Gelombang Badan (*Body Wave*)

Gelombang badan terdiri dari gelombang primer atau gelombang P (*primary wave*) dan gelombang sekunder atau gelombang S (*secondary wave*). Gelombang P atau

⁸⁸ Riyandi, R. 2017. BNPB: Jutaan Penduduk Tinggal di Kawasan Rawan Bencana.

⁸⁹ Hartuti, E. R. 2009. Buku Pintar Gempa. Yogyakarta: Diva Perss

gelombang mampatan (*compression wave*) adalah gelombang longitudinal dengan arah gerakan yang sejajar dengan arah perambatan gelombang. Gelombang P merupakan gelombang seismik tercepat yang dapat merambat di sela-sela bebatuan dengan kecepatan berkisar antara 6-7 km/detik.

Gelombang S atau gelombang rincih (*shear wave*) merupakan gelombang transversal yang mempunyai arah gerakan yang tegak lurus dengan arah perambatan gelombang. Gelombang seismik ini merambat di sela-sela bebatuan dengan kecepatan sekitar 3,5 km/detik. Gelombang P dan gelombang S dapat digunakan untuk mencari letak hiposenter dan episenter suatu gempa. Saat kedua gelombang ini berjalan di dalam dan permukaan bumi, keduanya mengalami pemantulan (*reflection*) dan pembiasan (*refraction*) atau membelok. Pembelokan ini digunakan oleh ahli seismologi untuk menentukan sumber gempa.⁹⁰

c. Gelombang Permukaan (*Surface Wave*)

Gelombang permukaan terdiri dari gelombang Rayleigh dan gelombang *Love*. Kedua nama gelombang ini diambil dari nama fisikawan Inggris, Lord Rayleigh dan nama geofisikawan Inggris, A.E.H. *Love*. Gelombang Rayleigh menimbulkan efek gerakan tanah yang sirkular yang dapat mengakibatkan tanah bergerak naik dan turun seperti ombak di laut. Sedangkan gelombang *Love* dapat menimbulkan efek gerakan tanah yang horizontal dan tidak menghasilkan perpindahan vertikal. Kedua gelombang ini mempunyai kecepatan merambat yang lebih kecil dari gelombang P dan umumnya kecepatannya lebih lambat daripada gelombang.⁹¹

⁹⁰ Ibid

⁹¹ Hartuti, E. R. 2009. Buku Pintar Gempa. Yogyakarta: Diva Perss

C. Tsunami

Tsunami kata ini berasal dari Jepang, tsu berarti pelabuhan, nami berarti gelombang. Tsunami dipergunakan untuk gelombang pasang yang memasuki pelabuhan. Pada laut lepas misal terjadi gelombang pasang sebesar 8 m tetapi begitu memasuki daerah pelabuhan yang menyempit tinggi gelombang pasang menjadi 30 m. Tsunami biasa terjadi jika gempa bumi berada di dasar laut dengan pergerakan vertikal yang cukup besar. Tsunami juga bisa terjadi jika terjadi letusan gunungapi di laut atau terjadi longsoran di laut. Tsunami adalah serangkaian gelombang laut yang umumnya paling sering diakibatkan oleh gerakan-gerakan dahsyat di dasar laut. Gempa bumi bila disertai tsunami dapat menjadi bencana yang besar dan mematikan.⁹²

Tsunami adalah gelombang air sangat besar yang dibangkitkan oleh macam-macam gangguan di dasar samudra. Gangguan ini dapat berupa gempa bumi, pergeseran lempeng atau gunung meletus. Sistem peringatan dini tsunami Indonesia (*Indonesian Tsunami Early Warning System-InaTEWS*) telah dikembangkan oleh pemerintah Indonesia dengan bantuan negara donor. Sistem ini dikontrol langsung oleh Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di Jakarta. Menggunakan InaTews ini, BMKG dapat mengirimkan peringatan tsunami jika terjadi gempa yang berpotensi tsunami.

Sistem peringatan tsunami hanya memberikan waktu cukup singkat untuk para penduduk mencari dan mencapai tempat evakuasi.⁹³ Tsunami berasal dari bahasa Jepang, Tsu berarti pelabuhan, dan nami artinya gelombang, dengan demikian, tsunami dapat diartikan sebagai gelombang pelabuhan. Tsunami adalah gelombang air sangat besar yang dibangkitkan oleh macam-macam gangguan di dasar samudra. Gangguan ini dapat berupa gempa bumi, pergeseran lempeng atau gunung meletus.⁹⁴

⁹² Prasetya, Tiar. Gempa Bumi (Ciri dan Cara Menanggulangnya). Yogyakarta : Gita Nagari, 2006.

⁹³ Sudarsana, et al. 2013. "Model Matematika Untuk Sistem Evakuasi Tsunami Kota Palu (Set-Kp) Berbasis Jalur Terpendek dan Waktu Evakuasi Minimum." *Online Journal of Natural Science* 2 (3): 39-53.

⁹⁴ Ibid

1). Hubungan Cincin Api, Gempa Bumi dalam Ilmu Fisika

Pada hakikatnya, ilmu fisika merupakan sebuah kumpulan pengetahuan atau jalan berfikir dan cara untuk penyelidikan.⁹⁵ Sains merupakan bagian ilmu yang mempelajari tentang kejadian-kejadian fenomena alam. Pembelajaran fisika yang baik adalah berdasarkan hakikat sains.⁹⁶ Sebab Sains adalah salah satu ilmu dasar memegang peranan penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.⁹⁷

a. Intensitas Gempa Bumi

Intensitas gempa bumi adalah derajat kerusakan akibat gempa bumi pada suatu daerah dan dilihat dari efek akibat getaran gempa. Besarnya intensitas sangat tergantung dari besarnya magnitudo, jarak dari sumber gempa, kondisi geologi, dan struktur bangunannya. Intensitas tinggi biasanya terjadi pada daerah yang dekat sumber gempa dibandingkan tempat yang jauh dari sumber gempa. Sistem yang digunakan untuk melukiskan intensitas gempa bumi adalah skala Intensitas Gempa Bumi.⁹⁸

Untuk membahas kekuatan gempa bumi maka diperlukan data kekuatan gempa bumi. Magnitudo adalah ukuran untuk menyatakan kekuatan gempa bumi berdasarkan energi yang dipancarkan pada saat terjadinya gempa bumi dan dinyatakan dalam Skala Richter. Magnitudo pertama kali dihitung oleh Richter pada tahun 1935 untuk gempa lokal di California dengan alat Standart Wood Anderson yang

⁹⁵ Arkundanto, A.2007. *Pembaharuan dalam Pembelajaran Fisika*. Jakarta: Universitas Terbuka .

⁹⁶ Sutarto.2014. *Media Video Kejadian Fisika Dalam Pembelajaran Fisika Di SMA*. *Jurnal Pembelajaran Fisika*

⁹⁷ Games, Donard, dan Dessy Kurnia Sari. 2020. "International Journal of Disaster Risk Reduction Earthquakes "fear of failure , and wellbeing : An insight from Minangkabau entrepreneurship." *International Journal of Disaster Risk Reduct.* <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101815>.

⁹⁸ Calvi, G.M and R. Pinho.2006. *Development of Seismic Vulnerability Assessment Methodologies Over The Past 30 Years*. ISET Journal of Earthquake Technology, Paper No.472 Vol.43 No.3,pp.75-104

memperhitungkan nilai pergerakan tanah yang terletak pada jarak.⁹⁹

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk perhitungan Intensitas adalah metode *Gutterberg Richter*. Metode *Gutterberg Richter* bersifat menyeluruh (*universal*) dan dapat digunakan diseluruh dunia. Dari beberapa metode itu, metode *Gutterberg Richter* merupakan metode yang tepat untuk menghitung nilai intensitas.¹⁰⁰ Skala *Intensitas Modified Mercalli* (MMI). Tingkat skala intensitas ini mampu melukiskan kerusakan yang terjadi pada berbagai tingkat intensitas gempasecara akurat.

$$I_0 = 1,5 (M - 0,5)$$

Keterangan :

I_0 : Intensitas Gempa pada Sumber (MMI)

M : Magnitudo gempa bumi (SR)

Tabel 2.5 Intensitas gempa bumi

No	Magnitudo (SR)	Efek karakteristik Goncangan	Jumlah pertahun	Skala MMI
1	< 3,4	Hanya terekam oleh seismograf	800.000	I
2	3,5 – 4,2	Dirasakan oleh beberapa orang	30.000	I dan II
3	4,3 – 4,8	Dirasakan oleh banyak orang	4.800	IV
4	4,9 – 5,4	Dirasakan oleh setiap orang	1.400	V
5	5,5 – 6,1	Kerusakan bangunan kecil	500	VI dan VII
6	6,2 – 6,9	Kerusakan banyak bangunan	100	VIII dan IX

⁹⁹ Edwisa, Daz. 2008. *Analisis Terhadap Intensitas dan Percepatan Tanah Maksimum Gempa Sumbar*. *Jurnal Geologi Indonesia*, No.29 Vol.1 Tahun XV, ISSN:0854-8471.

¹⁰⁰Fauzi. 2010. *Aplikasi Sistem Informasi Geografi untuk Peta Bencana Alam Indonesia*. Jakarta: Pusat Gempa Nasional BMG.

7	7,0 – 7,3	Kerusakan serius, jembatan Terpuntir tembok retak	15	X
8	7,4 – 7,9	Kerusakan besar bangunan- bangunan Ambruk	4	XI

b. Percepatan Tanah Maksimum

Percepatan tanah maksimum adalah percepatan gelombang yang sampai ke permukaan bumi dengan satuan (cm/s^2) dan diukur dengan alat yang disebut *accelerograf*. Namun alat ini belum tersedia di BMKG Kotabumi Lampung Utara, maka percepatan tanah di hitung dengan cara empiris. Dalam penelitian ini menggunakan metode *Gutterberg Richter*. Metode ini dapat digunakan bersifat menyeluruh (*universal*) dan dapat digunakan diseluruh dunia. metode *Gutterberg Richter* memiliki persamaan :

¹⁰¹

$$\alpha = 10 \frac{I_0}{2} 0,5$$

Keterangan :

α : Percepatan Tanah (cm/s^2)

I_0 : Intensitas Gempa pada Sumber (MMI)

Percepatan gelombang yang sampai permukaan bumi disebut juga percepatan tanah, merupakan gangguan yang perlu dikaji untuk setiap gempa bumi, kemudian dipilih percepatan tanah maksimum atau *Peak Ground Acceleration* (PGA) untuk dipetakan agar bisa memberikan pengertian tentang efek paling parah yang pernah dialami suatu lokasi. Secara garis besar, tingkat kerusakan tanah yang mungkin terjadi tergantung dari kekuatan dan kualitas bangunan, kondisi geologi dan geotektonik lokasi bangunan, dan percepatan tanah akibat getaran suatu gempa

¹⁰¹Fauzi. 2010. *Aplikasi Sistem Informasi Geografi untuk Peta Bencana Alam Indonesia*. Jakarta: Pusat Gempa Nasional BMKG, h 7.

bumi.¹⁰² Getaran-getaran yang sama dengan getaran tanah yang terjadi akibat gempa. Gempa bumi akan melepaskan energi gelombang yang dapat menjalar dipermukaan tanah. Gelombang gempa mempunyai spektrum yang lebar hingga hanya gelombang gempa yang sama dengan periode dominan tanah dari lapisan sedimen yang diperkuat.¹⁰³

Metode *Gutterberg Richter* tepat digunakan untuk menghitung nilai intensitas dan percepatan tanah di wilayah Kotabumi Lampung Utara dengan mengetahui nilai kekuatan gempa (magnitudo) yang tercatat oleh alat seismograf dalam periode 2018-2022.

2). Gempa bumi dalam Al-Qur'an.

Segala sesuatu yang terjadi alam semesta ini sudah dibahas dalam al-Qur'an, termasuk kejadian gempa bumi. Ayat-ayat dalam al-Qur'an yang menjelaskan gempa bumi beberapa yaitu pada QS. Al-A'raf :91, lalu di dijelaskan kembali pada QS. al-Ankabut : 37, dan QS al-Zalzalah : 1-3.

جَائِمِينَ دَارِهِمْ فِي فَأَصْبَحُوا الرَّجْفَةَ فَأَخَذَتْهُمْ

Artinya: Kemudian mereka ditimpa gempa, maka jadilah mereka mayit-mayit yang bergelimpangan di dalam rumah-rumah mereka. (QS. Al-A'raf : 91)

إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زِلْزَالَهَا

Artinya: Apabila bumi diguncangkan dengan guncangannya (yang dahsyat). (QS. Al-Zalzalah : 1)

Gempa bumi dalam bahasa arab diistilahkan dengan Al-Zalzalah kata Al-zalzalah dan *Altazalzul* dengan makna *Al-idlthiraab* yang artinya adalah gelombang besar, goncangan besar dan pergerakan yang besar, goncangan, goyangan atau gerakan dan gelombang

¹⁰²Calvi, G.M and R. Pinho.2006. *Development of Seismic Vulnerability Assessment Methodologies Over The Past 30 Years*. ISET Journal of Earthquake Technology, Paper No.472 Vol.43 No.3, h..75-104

¹⁰³Edwisa, Daz. 2008. Analisis Terhadap Intensitas dan Percepatan Tanah Maksimum Gempa Sumbar. *Jurnal Geologi Indonesia, No.29 Vol.1*, h. 200

besar yang terjadi di dalam bumi gempa bumi adalah adanya guncangan bumi yang besar dan cepat yang bisa menyebabkan terpecah-pecahnya kerak-kerak bumi sebagai akibat dari pergerakan lempeng bumi. Makna ini terkandung dalam QS. Al-Zalzalah ayat 1. [1]

Maksud ayat diatas yaitu dimana bumi diguncangkan dengan guncangan dari bawah, dimana akan terjadinya guncangan dahsyat. Seperti dalam ilmu fisika gempa akan terjadi guncangan dahsyat yaitu bergetarnya bumi akibat pergeseran lempeng tektonik dan indonesia berada dalam zona gempa bumi atau sering disebut cincin api (*Ring of Fire*).¹⁰⁴

وَعِنْدَهُ مَفَاتِحُ الْغَيْبِ لَا يَعْلَمُهَا إِلَّا هُوَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَمَا تَسْقُطُ مِنْ وَرَقَةٍ إِلَّا يَعْلَمُهَا وَلَا حَبَّةٍ فِي ظُلْمَتِ الْأَرْضِ وَلَا رَطْبٍ وَلَا يَابِسٍ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُبِينٍ ﴿١٠٤﴾

Artinya: dan pada sisi Allah-lah kunci-kunci semua yang ghaib; tidak ada yang mengetahuinya kecuali Dia sendiri, dan Dia mengetahui apa yang di daratan dan di lautan, dan tiada sehelai daun pun yang gugur melainkan Dia mengetahuinya (pula), dan tidak jatuh sebutir biji-pun dalam kegelapan bumi, dan tidak sesuatu yang basah atau yang kering, melainkan tertulis dalam kitab yang nyata (Lauh Mahfudz.)"

Pengetahuan Allah bukan hanya menyangkut siapa yang zalim seperti pada ayat sebelumnya, namun juga lebih dari itu. Dan kunci-kunci semua yang gaib ada pada-Nya; tidak ada yang mengetahui secara detail dan jelas selain Dia. Dia juga mengetahui segala apa yang ada di darat dan apa yang ada di laut. Bahkan, tidak ada sehelai daun pun yang gugur atau yang lebih dari itu yang tidak

¹⁰⁴Lira, N. *Analisis Parameter Seismik Gempabumi Wikayah Lengan Timur Sulawesi dengan Metode Empiris*. Makassar : Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. 2017

diketahui-Nya. Mungkin ada yang menduga pengetahuan Allah hanya menyangkut apa yang di permukaan bumi saja, itu salah, karena tidak ada sebutir biji pun dalam kegelapan bumi dan tidak pula sesuatu yang basah atau yang kering, baik yang telah, sedang, atau akan terwujud, melainkan diketahui-Nya dan tertulis dalam Kitab yang nyata. Oleh karena itu sebagai seorang mukmin kita harus meyakini bahwa setiap bencana dan musibah gempa dan tsunami adalah kehendak Allah yang maha mengetahui dan maha bijaksana.

Artinya: pada saat gempa datang sehingga menggerakkan gelombang hingga terjadi tsunami merupakan atas kehendak Allah dan hanya Allah SWT yang mengetahui segala kejadian yang ada di bumi.

فَكَذَّبُوهُ فَأَخَذَتْهُمُ الرَّجْفَةُ فَأَصْبَحُوا فِي دَارِهِمْ جِثْمِينَ ﴿٣٧﴾

Artinya : *"Maka mereka mendustakan Syuaib, lalu mereka ditimpa gempa yang dahsyat, dan jadilah mereka mayit-mayit yang bergelimpangan di tempat-tempat tinggal mereka."* (QS.Al-Ankabut : 37)

Dampak yang muncul dari terjadinya gempa bumi bagi manusia tidak lain adalah banyaknya korban jiwa yang meninggal dunia atau menderita banyak kesakitan. Hal ini sangatlah logis karena gempa bumi menyisakan banyak korban yang berjatuh di arena bencana. Belum lagi jika dikaitkan dengan beberapa kisah gempa bumi yang menimpa umat-umat sebelum umat Nabi Muhammad SAW -sebut saja misalnya umat Nabi Syu'aib- yang memang tujuan dari gempa bumi tersebut adalah untuk menghancurkan mereka yang mendustakan ajaran Allah SWT. [2]

DAFTAR RUJUKAN

- Adhitama Rachman, Amien Widodo, Juan Pandu. 2017. Penentuan Magnitudo Gempa Bumi dengan Menganalisis Amplitudo Anomali Manetik Prekursor Gempa Bumi dan Jarak Hypocenter. *Jurnal Teknik*
- Alzwar, Muzil. dkk. 1988. Pengantar Dasar Ilmu Gunung Api. Bandung: Penerbit Nova..
- Arief Mustofa Nur. 2010. Gempabumi, Tsunami dan Mitigasinya. *Jurnal Geografi Volume 7 No. 1.*
- Arkundanto, A. 2007. Pembaharuan dalam Pembelajaran Fisika. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Atmojo, Suryo, dan Isnaini Muhandis. 2019. "Sistem informasi geografis bencana gempa bumi dengan pendekatan PGA untuk mitigasi bencana." *Jurnal Ilmiah Edutic* 6 (1): 10–14
- Ashari, Ardian, Rahma Diani. 2017. "Pembelajaran Fisika Berbasis WEB Enchaced : Mengembangkan Web-Wg Pembelajaran Fisika Dasar 1." *Jurnal Ilmiah Inovasi Teknologi Pendidikan.*
- Calvi, Pinho. 2006. Development of Seismic Vulnerability Assessment Methodologies Over The Past 30 Years. *ISET Journal of Earthquake Technology.*
- Diani, Rahma. Sri Latifa et al. 2018. "Pembelajaran Fisika Berbasis Virtual Laboratory Untuk Remediasi Kesalahpahaman dalam Materi Fluida" *Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*".
- Diani Rahma. 2015. "Upaya Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Fisika Siswa Dengan Menggunakan Strategi Pembelajaran Aktif Tipe Inguiring Minds Want O Know Di Smp Negeri 17 Kota Jambi." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al- Biruni*
- Dluha, N., Saryono, dan Darmono (2018) "Pemetaan Penelitian Mahasiswa Pasca Sarjana Manajemen Pendidikan Universitas Negeri Malang Tahun 2012-2016 Menggunakan Kajian Bibliometrika," *Jurnal Kajian Perpustakaan dan Informasi.*

- Edwisa, Daz. 2008. Analisis Terhadap Intensitas dan Percepatan Tanah Maksimum Gempa Sumbar. *Jurnal Geologi Indonesia*, No.29 Vol.1
- Fauzi. 2010. *Aplikasi Sistem Informasi Geografi untuk Peta Bencana Alam Indonesia*. Jakarta: Pusat Gempa Nasional BMKG.
- Ferad Puturuh. 2015. *Mitigasi Bencana dan Penginderaan Jauh*, (Yogyakarta: Graha Ilmu)
- Games, Donard, dan Dessy Kurnia Sari. 2020. Disaster of Risk Reduction Earthquakes, fear of failure, and wellbeing :Aninsightfrom Minangkabau entrepreneurship.” *International Journal*.
- Hakim, Abdul. 2013. “Makna Bencana Menurut Al-Qur’an :Kajian Fenomena terhadap Bencana di Indonesia.” *Hermeunetik* 7 (2): 279–96
- Hakim, (2020) “Analisis Bibliometrik Penelitian Inkubator Bisnis pada Publikasi Ilmiah Terindeks Scopus,” *Jurnal Ilmiah Manajemen*, 8(2)
- Jamil, F. Mukhaiyar, R. Dan Husnaini. (2020) “Kajian Literatur Rekonstruksi Mata Kuliah (Studi Kasus Mata Kuliah Pengolahan Sinyal Teknik Elektro URIP),” *Jurnal Teknik Elektro Danvokasional*, 6(2).
- Kristanto dan Budianto, Agus. 2008. *Buletin Vulkanologi dan Bencana Geologi: Evaluasi Seismik dan Visual Kegiatan Vulkanik G. Egon*. Bandung: PVMBG, Volume 3 Nomor 2.
- Lira, N.2017. *Analisis Parameter Seismik Gempabumi Wikayah Lengan Timur Sulawesi dengan Metode Empiris*. Makassar : Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- Malau, Nya Daniaty, 2012. *Peramalan Terjadinya Gempa Bumi Tektonik untuk Wilayah Pulau Nias Menggunakan Metode Distribusi Weibull, Gumbel dan Eksponensial*. Medan: Universitas Sumatera Utara

- Martono Nanang. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Analisis Isi dan Analisis Data Sekunder Edisi Revisi*, (Depok: Rajagrafindo Persada)
- Nur, A.M, 2010. *Gempa Bumi, Tsunami, Dan Mitigasinya*. Kebumen: LIPI
- Osman Bakar. 2014. *Tauhid dan Sains: Esai-esai tentang Sejarah dan Filsafat Sains Islam* (Bandung: Pustaka Hidayah).
- Poli, Grinaldi, Andre Dame, dan Raymond Tarore.2019. “Analisis Kerentanan Bahaya Erupsi Gunung Api Karangetang terhadap Kawasan Permukiman di Pulau Siau. *Jurnal Spasial* 6 (2):
- Prasetya, Tiar.2006. *Gempa Bumi (Ciri dan Cara Menanggulangnya)*.Yogyakarta Gita Nagari.
- Pratiwi, Angel. 2011. *Peramalan Terjadinya Gempa Bumi Tektonik untuk Wilayah Sumatera Utara Menggunakan Metode Distribusi*.
- Diani, rahma. Niken sri Hartati. 2018.”Flopbook berbasis literasi islam : pengembangan media pembelajaran fisika dengan 3D fageflip professional.” *Jurnal inovasi pendidikan ipa*. 234-244
- Sandu Siyoto, M. Ali Sodik. 2015. *Dasar Metodologi Penelitian*,(Yogyakarta:Literasi Media Publishing).
- Sudarsana,et al.2013. “Model Matematika Untuk Sistem Evakuasi Tsunami Kota Palu (Set-KP) Berbasis Jalur Terpendek dan Waktu Evakuasi Minimum.”*Online Jurnal of Natural Science*
- Sugiono.2015. “*Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, (Bandung: Alfabeta),.
- Sukandar Rumidi. 2010. *Bencana alam dan Bencana Anthropologene*, (Yogyakarta: Penerbit Kanisius,)
- Sugiyono. 2012. *Memahami Penelitian Kualitatif*. (Bandung: Alfabet).

Suryo Atmojo Isnaini M .2019. Sistem Informasi Geografis bencana Gempa Bumidengan Pendekatan PGA untuk Mitigasi Bencana. *Jurnal Ilmiah Edutic/Vol.6, No.1.*

Sutarto. 2014. Media Video Kejadian Fisika dalam Pembelajaran Fisika SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*

Sulistyo-Basuki. 2002.*Bibliometrika, Sains metrika dan Informetrik Makalah Kursus Bibliometrika.* Depok: Pusat Studi Jepang UI

Wahyuningsih, D. 2012. Struktur Lapisan Bumi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Weibull, Gumbel dan Ekspensial. Medan: Universitas Sumatera Utara *International Journal of Disaster Risk Reduction.*

Yuberti, Antomi. 2017. “*Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika & Sains*”, (Bandar Lampung : AURA)

International Journal of Disaster Risk Reduction.

Yuberti, Antomi. 2017. “*Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika & Sains*”, (Bandar Lampung : AURA)

