

TEORI DASAR FISIKA BUMI

Buku ini membahas tentang teori-teori dasar yang dipelajari di Bidang Ilmu Fisika Bumi. Pembahasan tersebut meliputi teori tentang Struktur Lapisan Bumi, Batuan dan Mineral, Lempeng Tektonik, Seismologi, Pembentukan Pegunungan dan Teori Gunung Api. Buku ini juga memberikan informasi tentang beberapa fenomena dan perilaku bumi seperti pergerakan lempengan bumi yang menimbulkan gempa bumi, serta letusan gunung api. Seperti diketahui bahwa perilaku-prilaku bumi tersebut seringkali memberikan dampak langsung pada aktivitas manusia di muka bumi. Oleh sebab itu buku ini ditulis untuk memberikan pengetahuan dasar kepada masyarakat awam maupun mahasiswa/akademisi yang berkecimpung di Bidang Ilmu Fisika Bumi sehingga teori dasar ini nantinya bisa menjadi referensi dalam memahami sifat dan karakteristik bumi secara lebih mendalam.



PT Cahaya Rahmat Rahmani
Jalan Kemuning Baru Komplek Ar Rahman
CahayarahmatRahmani@gmail.com

ISBN 978-623-88417-3-8



TEORI DASAR FISIKA BUMI

LAILATUL HUSNA LUBIS, M.Sc

TEORI DASAR

FISIKA BUMI

LAILATUL HUSNA LUBIS, M.Sc

Teori Dasar Fisika Bumi

Teori Dasar Fisika Bumi

Lailatul Husna Lubis, M.Sc



**PT. Cahaya Rahmat
Rahmani**

Teori Dasar Fisika Bumi

Penulis :

Lailatul Husna Lubis, M.Sc

ISBN : 978-623-88417-3-8

IKAPI : 064/SUT/2022

Penyunting :

Miftahul Husnah, M.Si

Desain Sampul:

Yudha Hanova, M.Eng

Redaksi :

Jl. Kemuning Baru, Blok B, No. 38

Percut Sei Tuan 20371

Tel +6282164198713

Email : cahayarahmatrahmani@gmail.com

Penerbit :

PT Cahaya Rahmat Rahmani

Jl. Kemuning Baru, Blok B, No. 38

Percut Sei Tuan 20371

Tel +6282164198713

Email : cahayarahmatrahmani@gmail.com

Web : <https://www.cahayarahmatrahmani.store>

Cetakan Pertama, Maret 2023

Hakcipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa ijin dari penerbit

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji bagi Allah yang telah memberikan rahmat dan kasih sayangnya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku teori dasar fisika bumi. Bumi yang menjadi tempat tinggal makhluk Allah ternyata banyak mengandung pembelajaran untuk umat manusia. Buku ini dipersembahkan untuk menjadi referensi keilmuan dalam keilmuan fisika, buku ini juga menjelaskan keterkaitan antara ayat suci Al-Qur'an dengan keilmuan sains tentang bumi.

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan buku ini, serta pihak penerbit yang sudah membantu dan menerbitkan buku ini. Semoga buku ini bisa menjadi rujukan bagi masyarakat dan terutama akademisi dalam mempelajari ilmu tentang bumi.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan serta kandungan isi buku. Karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun untuk terciptanya buku yang lebih baik lagi pada. Akhir kata penulis mengharapkan semoga kelak buku ini dapat bermanfaat dan menjadi amal jariyah sebagai nilai pahala sampai hari kiamat kelak. Aminn Ya Rabbal A'lamin

SINOPSIS

Buku ini membahas tentang teori-teori dasar yang dipelajari di bidang ilmu fisika bumi. Pembahasan tersebut meliputi teori tentang struktur lapisan bumi, batuan dan mineral, lempeng tektonik dan seismologi, pembentukan pegunungan dan teori gunung api. Buku ini juga memberikan informasi tentang beberapa fenomena dan perilaku bumi seperti pergerakan lempengan bumi yang menimbulkan gempa bumi, serta letusan gunung api. Seperti diketahui bahwa perilaku-perilaku bumi tersebut seringkali memberikan dampak langsung pada aktivitas manusia di muka bumi. Oleh sebab itu buku ini ditulis untuk memberikan pengetahuan dasar kepada masyarakat awam maupun mahasiswa/akademisi yang berkecimpung di bidang ilmu fisika bumi sehingga teori dasar ini nantinya bisa menjadi referensi dalam memahami sifat dan karakteristik bumi secara lebih mendalam.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I	1
STRUKTUR DAN LAPISAN BUMI	1
1.1 Bumi	1
1.2 Struktur dan Lapisan Bumi	3
1.2.1 Kerak Bumi (<i>crust</i>) atau Litosfer	3
1.2.2 Mantel Bumi (mantle) atau Astenofer.....	8
1.2.3 Inti Bumi (<i>Core</i>) atau Barisfer	9
1.2.4 Atmosfer.....	12
1.2.5 Hidrosfer	16
BAB II	20
BATUAN DAN MINERAL	20
2.1 Definisi Batuan.....	20
2.2 Proses Terbentuknya Batuan	20
2.3 Jenis dan Karakteristik Batuan	22
2.3.1 Batuan Beku	22
2.3.2 Batuan Sedimen	26
2.3.3 Batuan Metamorf	28
2.4 Sifat Kemagnetan Batuan.....	32
2.5 Definisi Mineral	33
2.7 Sifat-Sifat Mineral.....	33
2.7.1 Sifat Fisik Mineral.....	34

2.7.2 Sifat Kimia Mineral.....	37
2.8 Jenis-Jenis Mineral.....	38
BAB III.....	42
LEMPENG TEKTONIK.....	42
3.1 Teori Pergeseran Benua	43
3.1.1 Teori Konstraksi.....	43
3.1.2 Teori Laurasia-Gondwana.....	44
3.1.3 Teori Pergeseran Benua (<i>Continental Drift Theory</i>).....	45
3.1.4 Teori Konveksi (<i>Convection Theory</i>).....	45
3.1.5 Teori Pergeseran Dasar Laut.....	45
3.1.6 Teori Lempeng Tektonik.....	46
3.2 Lempeng-Lempeng Utama Bumi.....	47
3.3 Lempeng Tektonik	49
3.4 Pergerakan Lempeng.....	49
3.5 Batas Lempeng Divergen	52
3.5.1 <i>Oceanic Ridges</i> / Punggungan Samudera	53
3.5.2 Retakan Kontinen (<i>Continental Rifting</i>)	55
3.6 Batas Lempeng Konvergen	57
3.6.1 Konvergen Kontinen Samudera	59
3.6.2 Konvergen Samudera – Samudera.....	61
3.6.3 Konvergen Kontinen – Kontinen	63
3.7 Batas Transform	64
3.8 Tatanan Tektonik (<i>Tectonic Setting</i>).....	65
BAB IV	71

SEISMOLOGI.....	71
4.1 Pengertian Seismologi.....	71
4.2 Gempa Bumi dan Proses Terjadinya.....	71
4.3 Jenis-Jenis Gempa Bumi.....	73
4.4 Gelombang Seismik.....	75
4.5 Parameter Kekuatan Gempa Bumi.....	79
4.6 Lokasi Terjadinya Gempa Bumi.....	83
BAB V.....	86
PEMBENTUKAN PEGUNUNGAN.....	86
5.1 Gunung dalam perspektif Al-Quran.....	86
5.2 Gunung Dalam Pengertian Sains.....	88
5.3 Pembentukan Pegunungan.....	90
BAB VI.....	102
GUNUNG API.....	102
6.1 Pengertian Gunung Api.....	102
6.2 Komponen-komponen Gunung Api.....	103
6.3 Persebaran Gunung Api.....	104
6.4 Cincin Api Pasifik (<i>Ring Of Fire</i>).....	108
6.5 Persebaran Gunung Api Di Dunia.....	109
6.6 Persebaran Gunung Api Di Indonesia.....	110
6.7 Tipe Gunung Api.....	111
6.7.1 Tipe Perisai.....	111
6.7.2 Tipe Maar.....	112
6.7.3 Tipe Strato.....	113

6.8 Material Gunung Api.....	114
6.8.1 Material Hasil Letusan	114
6.8.2 Dampak Negatif Material Letusan	116
6.8.3 Dampak Positif Material Letusan.....	118
6.8.4 Gunung Teraktif di Dunia	119
6.8.3 Ledakan Terbesar Sepanjang Peradaban.....	127
DAFTAR PUSTAKA.....	139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur Utama Bumi	3
Gambar 1. 2 Kerak benua dan kerak samudera	5
Gambar 1. 3 Diskontinitas Gutenberg dan Lehman.....	10
Gambar 1. 4 Bagian lapisan atmosfer	14
Gambar 1. 5 Daur air	17
Gambar 2. 1 Daur batuan	20
Gambar 2. 2 Jenis batuan beku	23
Gambar 2. 3 Contoh batuan sedimen.....	25
Gambar 2. 4 Contoh batuan sedimen.....	27
Gambar 2. 5 Batu marmer.....	29
Gambar 2. 6 Batuan milonit.....	30
Gambar 2. 7 Batu sabak atau <i>Slate</i>	30
Gambar 2. 8 Batu kuarsit	32
Gambar 2. 9 Contoh mineral silikat.....	39
Gambar 3. 1 Lempeng Utama Bumi	48
Gambar 3. 2 Lempeng Divergen, Konvergen dan Transform	52
Gambar 3. 3 Perluasan Dasar Laut	54
Gambar 3. 4 Retakan Kontinen (<i>Continental Rifting</i>)	56
Gambar 3. 5 Lembah Rift Afrika Timur.....	56
Gambar 3. 6 Jenis-Jenis Batas Konvergen.....	60
Gambar 3. 7 Konvergen Kontinen Samudera	61
Gambar 3. 8 Kepulauan Aluentian.....	62

Gambar 3.9 Tabrakan Kontinen-Kontinen India-Eurasia	
Membentuk Himalaya	64
Gambar 3.10 Batas Lempeng Transform Patahan SanAnderas.....	65
Gambar 3.11 Komponen komponen Zona Subduksi.....	66
Gambar 3.12 Batas Lempeng Konvergen	67
Gambar 3.13 Tatanan Tektonik Pulau Sumatra.....	68
Gambar 3.14 Zona <i>Suture</i> sebagai batas lempeng konvergen	69
Gambar 3.15 Pembentukan rift di benua Afrika Timur Bagian	
Utara	70
Gambar 4. 1 Perambatan Gelombang P	76
Gambar 4. 2 Perambatan Gelombang S	77
Gambar 4. 3 Perambatan Gelombang <i>Rayleigh</i>	78
Gambar 4. 4 Perambatan Gelombang <i>Love</i>	79
Gambar 4. 5 Ilustrasi Lokasi Gempa Bumi	84
Gambar 5. 1 Hasil pergerakan Sesar San Andreas di Amerika	
Serikat.....	89
Gambar 5. 2 (a) Pegunungan Himalaya yang tertutup salju. (b)	
Pegunungan Jayawijaya di Papua.....	90
Gambar 5. 3 (a) Endapan kipas aluvial pada tekuk lereng dan (b)	
Endapan kipas aluvial di pantai yang menggambarkan	
penghamparan endapan sedimen.....	94
Gambar 5. 4 Proses pengendapan sedimen di dasar laut untuk	
membentuk lapisan sedimen horizontal.....	95
Gambar 5. 5 Lapisan batu kapur	96

Gambar 5. 6 Sejumlah fosil yang berbentuk cangkang binatang laut yang berumur Devon atau sekitar 345–395 jtl.....	96
Gambar 5. 7 Proses Pembentukan Gunung.....	98
Gambar 5. 8 Batas Divergen	99
Gambar 5. 9 Batas Konvergen (a) Sebelum terbentuk <i>fold</i> <i>mountain</i> , (b) Setelah terbentuk <i>fold mountain</i>	100
Gambar 5.10 Batas Transform	101
Gambar 6. 1 Bagian-bagian Gunung	104
Gambar 6. 2 Pergeseran Benua	105
Gambar 6. 3 Pergeseran Benua	108
Gambar 6. 4 <i>Ring of Fire</i>	109
Gambar 6. 5 Sebaran Gunung di Dunia	110
Gambar 6.6 Sebaran Gunung di Indonesia sekitar Sabuk Alpide	111
Gambar 6. 7 Gunung Mauna Loa, Hawaii	112
Gambar 6.8 Danau kelimutu atau Gunung Kelimutu, Indonesia....	113
Gambar 6. 9 Gunung Fuji, Jepang	114
Gambar 6.10 Lava sebagai material hasil letusan Gunung.....	115
Gambar 6.11 Abu Vulkanik mengubur pemukiman penduduk.....	118
Gambar 6.12 Mineral Hasil Letusan Gunung	119
Gambar 6.13 Gunung Vesuvius di Italia.....	122
Gambar 6.14 Gunung Sakurajima di Jepang	123
Gambar 6.15 Magma Gunung Maona Loa di Hawaii.....	124
Gambar 6.16 Ledakan Gunung Etna, Italia	125

Gambar 6.17 Gunung Merapi	127
Gambar 6.18 Danau Toba sebagai Kaldera Gunung Toba	130
Gambar 6.19 Skema Letak Kaldera Yellowstone hasil ledakan Creek Lava	132
Gambar 6.20 Kaldera Tambora hasil ledakan Gunung Tambora	135
Gambar 6.21 Pulau Santorini hasil ledakan Gunung Thera.....	136
Gambar 6.22 Erupsi Gunung Pinatubo Mei 1991.....	138

BAB I

STRUKTUR DAN LAPISAN BUMI

1.1 Bumi

Lowrie (2007), menjelaskan Salah satu planet yang dapat bergerak dan mengalami perkembangan baik eksternal maupun internal adalah bumi. Vulkanisme dan tektonisme merupakan penyebab dari proses endogenik. Erosi dan pengendapan adalah proses eksogenik yang mengakibatkan permukaan bumi terus mengalami perubahan. Bentang alam di sekitar bumi dapat berubah karena letusan gunung api. Selain itu, gempa bumi juga dapat menyebabkan perubahan keadaan bumi dan terjadinya patahan dengan perpindahan beberapa meter dalam hitungan sekon. Peristiwa erosi dapat menyebabkan pelapukan pada permukaan bumi, biasanya terjadi dengan kecepatan yang ekstrem, contohnya saat terjadi tanah longsor ataupun sungai meluap.

Ilmu geologi menjelaskan proses terbentuknya bumi, baik relief, morfologi serta karakteristiknya. Pada ilmu geologi juga membahas tentang bagaimana kejadian, struktur serta komposisi batuan pada kulit bumi. Usia bumi kurang lebih 4,6 milyar tahun, mengalami pembentukan mulai dari proses pendinginan hingga pembekuan. Air dan samudera menutupi permukaan bumi dua pertiga bagian. Sedangkan batuan terdiri dari satu pertiga bagian yang membentuk

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Bāqiy, M. F. (1943). *al-Mu‘jam al-Mufahras li Alfāẓ al-Qur’ān al-Karīm*. Dār al-Ĥadīṣ.
- Al-Qur’an, L. P. M. (2013). Samudra dalam Perspektif al-Qur’an dan Sains. *Jakarta: LPMA*.
- Al-Qur’an, L. P. M. (2012). Penciptaan Jagat Raya dalam Perspektif Al-Qur’an dan Sains (Tafsir Ilmi). *Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur’an*.
- Amin, M. M. (2014). *Batuan*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Ansosry. (2016). Paket Keahlian Geologi Pertambangan. Medan: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Arifin, Y. I. (2019). *Kemagnetan Batuan (Anisotropi Batuan Beku)*. Gorontalo: UNG Press.
- Arsyad, M. (2017). *Modul Geologi dan Hidrogeologi*. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- Bronto, S. (2010). *Geologi Gunung Api Purba*. Badan Geologi.
- Condi, K. C. (2016). *The Crust, In Earth as an Evolving Planetary System (3rd Edition)*. Science Direct: Academic Press.
- Dahren, B., Troll, V. R., Andersson, U. B., Chadwick, J. P., Gardner, M. F., Jaxybulatov, K., & Koulakov, I. (2012).

- Magma plumbing beneath Anak Krakatau volcano, Indonesia: evidence for multiple magma storage regions. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 163(4), 631–651.
- DellaSala, D. A. (2018). Freshwater and Global Change: Wellspring of Life, *Encyclopedia of the Anthropocene*, Vol.2, pp. 21-24.
- Demange, M. (2012). *Mineralogy for Petrologists*, CRC Press Taylor & Francis Group. Broken Sound Parkway NW.
- Djauhari, N. (2009). *Pengantar Geologi*. Bogor: CV. Graha Ilmu.
- Earle, S. (2019). *The Temperature of Earth's Interior, Physical Geology, 2nd Edition*. Victoria, B.C: BC Campus.
- Fitriani, R. S. (2021). *Macam dan Jenis Gempa: Seri Ensiklopedi Bencana Gempa Bumi*. Yogyakarta: Hikam Pustaka.
- Hardiyanti, R. M. (2018). Analisis Jenis Patahan Gempa Menggunakan Metode Inversi Waveform (Kasus Gempa Banten 2018). *Seminar Nasional Fisika*, 1-6.
- Harjono, H., Diament, M., Nouaili, L., & Dubois, J. (1989). Detection of magma bodies beneath Krakatau volcano (Indonesia) from anomalous shear waves. *Journal of*

Volcanology and Geothermal Research, 39(4).
[https://doi.org/10.1016/0377-0273\(89\)90097-8](https://doi.org/10.1016/0377-0273(89)90097-8)

- Islami, N. (2017). *Fisika Bumi*. Riau: Universitas Riau Press.
- Jaxybulatov, K., Shapiro, N. M., Koulakov, I., Mordret, A., Landès, M., & Sens-Schönfelder, C. (2014a). A large magmatic sill complex beneath the Toba caldera. *Science*, 346(6209).
- Jaxybulatov, K., Shapiro, N. M., Koulakov, I., Mordret, A., Landès, M., & Sens-Schönfelder, C. (2014b). Supplementary materials for: A large magmatic sill complex beneath the Toba caldera. *Science (New York, N.Y.)*, 346(6209).
- Kaharuddin, R. M. (2011). *Perkembangan Tektonik dan Implikasinya Terhadap Potensi Gempa dan Tsunami Di Kawasan Pulau Sulawesi*. Makasar: Proceedings JCM Makassar 2011 The 36th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition Makassar, Indonesia.
- Kim, P. (1982). *Megalithic cultures in Asia* (Vol. 2). Hanyang University.
- Kiswiranti, D. (2019). *SEISMOLOGI (Dasar-dasar Seismologi dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Institus Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

- Munadi, S. (2000). *Aspek Fisis Seismologi Eksplorasi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Muzani. (2017). *Buku Panduan Identifikasi Batuan*. Jakarta: Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta.
- Noor, D. (2009). *Pengantar Geologi*. Bogor: CV. Graha Ilmu.
- Noor, D. (2012). *Pengantar Geologi Edisi kedua*. Bogor: Pakuan University Press.
- Noor, D. (2014). *Pengantar Geologi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Pawirodikromo, W. (2012). *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Ramadhani, S. P. (2018). *Bumi dan Antariksa*. Depok: Yiesa Media Karya.
- Reardon, A. C. (2011). *Metallurgy for the Non-metallurgist*. Asm International.
- Rusman, M. K. (2016). *Geologi Dasar (Basic of Geology)*. Kendari.
- Soejono, R. P., & Leirissa, R. Z. (1984). *Sejarah Nasional Indonesia I*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Suroyo, H. (2019). *Modul Geologi Dasar 2 (Pelatihan Teknologi Geolistrik 2 Dimensi untuk Perencanaan Pemanfaatan Potensi Air Tanah)*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi.
- Syukri, M. (2020). *Pengantar Geofisika*. Aceh: Syiah Kuala University Press.

- Tilling, R. I., Heliker, C., & Swanson, D. A. (2010). *Eruptions of Hawaiian volcanoes-Past, present, and future*. US Geological Survey.
- Wahidah, Lepong, P., & Hamdani, D. (2021). *Pengantar Geofisika (Modul)*. Samarinda: Program Studi Geofisika Universitas Mulawarman.
- Wahidah, Lepong, P., & Hamdani, D. (2021). *Pengantar Geofisika*. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Yusuf, Y. (2017). *Kimia Lingkungan Berbasis Masalah Kekinian*. Jakarta: EduCenter Indonesia.
- Zikri, K. (2018). *Geologi Dasar*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Zuhdi, M. (2019). *Buku Ajar Pengantar Geologi*. Mataram: Duta Pustaka Ilmu.
- Zuhdi, M., Taufik, M., Ayub, S., Wahyudi, & Makhrus, M. (2021). *Pengantar Geofisika*. Mataram: Einstein College.