

RELOKASI GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BARAT TAHUN 2017-2020
MENGGUNAKAN METODE MJHD
(MODIFIED JOINT HYPOCENTER DETERMINATION)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



Disusun Oleh :
ANNISA FARADILLA FERDYANTI
NIM. 08021281722027

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021

LEMBAR PENGESAHAN

**RELOKASI GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BARAT TAHUN 2017-2020
MENGUNAKAN METODE MJHD
(MODIFIED JOINT HYPOCENTER DETERMINATION)**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika**

Oleh:

**ANNISA FARADILLA FERDYANTI
08021281722027**

Indralaya, September 2021

Pembimbing I



Sutopo, S.Si., M.Si

NIP. 197111171998021001

Pembimbing II



Dr. Azhar Kholiq Affandi, M. S

NIP. 196109151989031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



FMIPA Universitas Sriwijaya
JURUSAN FISIKA
Dr. Erinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Relokasi Gempabumi Wilayah Sumatera Barat Tahun 2017-2020 Menggunakan Metode MJHD (*Modified Joint Hypocenter Determination*)”** dengan lancar. Tak lupa shalawat beserta salam dihaturkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang selalu dinantikan syafa'atnya di akhirat kelak. Adapun kegiatan skripsi yang dilaksanakan di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Tidak hanya itu, tugas akhir ini dibuat dengan tujuan untuk memperluas wawasan penulis dalam hal relokasi yang terjadi di wilayah penelitian.

Secara khusus penulis memberikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam memberi nikmat hidup yang tak terhitung nilainya.
2. Papa M. Nardi dan Mama Asyiah yang selalu mendo'akan di setiap langkah perjuangan dalam menuntut ilmu, yang menjadi sumber motivasi dan selalu memenuhi segala kebutuhan hidup.
3. Nofri Andri, S.E. dan Syafrival, S.E., selaku saudara kandung yang selalu menjadi *support system* dan selalu menjadi panutan dalam menempuh pendidikan, serta Nila Dewita, selaku kakak ipar yang juga selalu menjadi *support system* dalam segala keadaan.
4. Bapak Dr. Frinskyah Virgo, S.Si., M.T., selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
5. Bapak Sutopo, S.Si., M.Si., dan Bapak Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.S., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, ilmu, dan masukan terkait penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik yang selalu menuntun, memberi saran dan mengarahkan dengan baik.
7. Bapak M. Yusup Nur Khakim, S. Si., M. Si., Ph. D. Eng., Ibu Erni, S. Si., M. Si., dan Bapak Dr. Akhmad Aminuddin Bama, M. Si., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan saran, ilmu, dan kritikan yang membangun terkait penyusunan skripsi ini.

8. Kak Mahdi Kokab Z, S.T., selaku pembimbing penelitian di Stasiun Geofisika BMKG Kepahiang yang selalu memberikan arahan, motivasi, saran, dan kritikan dari awal penelitian skripsi hingga selesai.
9. Seluruh dosen dan pegawai administrasi di Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya Indralaya.
10. Pihak Stasiun Geofisika Klas III Kepahiang yang sudah menerima permohonan untuk melaksanakan penelitian tugas akhir dan memberikan penginapan selama penelitian tugas akhir berlangsung.
11. Keluarga dan teman-teman terdekat di Padang yang selalu memberikan selamat dan semangat untuk setiap pencapaian dalam dunia pendidikan.
12. Aniendita Ningtyas, Dzafira Utami, Siti Lailaturofi'ah, dan Putri Oktari selaku teman seperjuangan sedari mahasiswa baru sampai sekarang yang selalu menjadi *support system* dalam segala keadaan dan juga tempat berbagi cerita suka duka diperantauan.
13. Dinda Siti Nurnalia, Emi Purmasari, dan Nur Revsi selaku teman seperjuangan tugas akhir di BMKG Kepahiang, Bengkulu.
14. Teman seperjuangan Fisika angkatan 2017 terkhususnya teman-teman KBI Geofisika yang selalu *support each other*.
15. Sanak saudara perantauan mahasiswa kedaerahan Sumatera Barat di Sumatera Selatan “PERMATO (Persatuan Mahasiswa Tuah Sakato)” khususnya angkatan 2017 (MARAWA).
16. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung terlaksana hingga terselesaikannya skripsi ini yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun skripsi masih terdapat kekeliruan dan jauh dari kata sempurna. Karena itu penulis memohon maaf dan menerima segala kritik dan saran yang bersifat membantu dan membangun dalam menyelesaikan skripsi. Akhir kata penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam menyelesaikan skripsi. Semoga skripsi ini dapat diterima dan bermanfaat bagi seluruh pihak.

Indralaya, September 2021



Annisa Faradilla Ferdyanti

08021281722027

**RELOKASI GEMPABUMI WILAYAH SUMATERA BARAT TAHUN 2017-2020
MENGUNAKAN METODE MJHD**

(MODIFIED JOINT HYPOCENTER DETERMINATION)

ANNISA FARADILLA FERDYANTI

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir

ABSTRAK

Wilayah Sumatera Barat merupakan wilayah aktif kegempaan akibat adanya penunjaman Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia. Untuk memahami kondisi tektonik yang tepat seperti pola zona subduksi diperlukan analisis hiposenter di daerah tersebut. Agar menghasilkan hiposenter yang lebih akurat maka dilakukanlah relokasi hiposenter untuk menentukan hiposenter ulang gempabumi dengan menggunakan metode MJHD (*Modified Joint Hypocenter Determination*). Metode ini dapat menambahkan koreksi stasiun berupa batasan pada kedalaman dan episenter yang mampu merelokasi posisi gempabumi secara akurat walaupun struktur dalam bumi sangat heterogen. Pada penelitian ini data yang digunakan berupa data *travel time* dari katalog BMKG dengan rentang tahun 2017-2020 pada koordinat 1° LU - 3.5° LS dan 96° - 102° BT. Hasil dari relokasi menunjukkan adanya perubahan lokasi hiposenter yang lebih akurat dibuktikan dengan nilai residual dan nilai RMS yang kecil serta adanya keterkaitan hasil relokasi dengan kondisi tektonik di wilayah penelitian.

Kata kunci: gempabumi, relokasi hiposenter, MJHD, Sumatera Barat, zona subduksi

**RELOCATION OF THE WEST SUMATERA EARTHQUAKE IN 2017-2020 USING
MJHD METHOD (*MODIFIED JOINT HYPOCENTER DETERMINATION*)**

ANNISA FARADILLA FERDYANTI

Departement of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Science

Sriwijaya University

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir

ABSTRACT

The West Sumatra region is an active area of earthquake which is the result of the subduction of the Indo-Australian Plate with the Eurasian Plate. Precise hypocenter analysis is needed to understand about the accurate tectonic setting such as subduction zone in the area. To produce a more accurate hypocenter this hypocenter relocation is used to recalculate earthquake hypocenter by using the method of MJHD (Modified Joint Hypocenter Determination). This method adds a corrections station in the form of limitation on the depth and the epicenter so that it remains capable to relocate earthquakes position accurately even if the structure of the earth is very heterogeneous. The data used is the *travel time* data from the BMKG catalog in the period 2017-2020 with coordinates 1° LU - 3.5° LS and 96° - 102° BT. The results of the relocation showed a change of the earthquake hypocenter that is more accurate as evidenced by the small residual value and RMS value and the association between the relocation results and tectonic conditions in the study area.

Keywords: earthquake, hypocenter relocation, MJHD, West Sumatra, subduction zone

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
LAMPIRAN	x
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tektonik Sumatera Barat.....	4
2.2. Gempabumi.....	5
2.3. Gelombang Seismik.....	6
2.3.1. Gelombang Bodi (<i>Body Wave</i>).....	7
2.3.2. Gelombang Permukaan (<i>Surface Wave</i>).....	8
2.4. Episenter dan Hiposenter.....	8
2.5. Metode Relokasi Hiposenter Gempabumi.....	9
2.5.1. Relokasi Metode <i>Single Event Determination</i> (SED).....	9
2.5.2. Relokasi Metode <i>Joint Hypocenter Determination</i> (JHD).....	9
2.5.3. Relokasi Metode <i>Modified Joint Hypocenter Determination</i> (MJHD).....	10
BAB III	11

METODE PENELITIAN.....	11
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.2. Data Penelitian dan Wilayah Penelitian	11
3.3. Perangkat yang Digunakan	12
3.4. Prosedur Penelitian	12
3.4.1. Pengumpulan Data dan Pengubahan Format Data.....	12
3.4.2. Pengolahan Data.....	14
3.5. Diagram Alir.....	18
BAB IV.....	19
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1. Relokasi Hiposenter Gempabumi.....	19
4.2. Diagram Kompas dan <i>Rose</i>	27
4.2.1. Diagram Kompas	27
4.2.2. Diagram <i>Rose</i>	28
4.3. Pola Distribusi Hiposenter.....	29
4.3.1. Segmen Irisan Vertikal A-A'	30
4.3.2. Segmen Irisan Vertikal B-B'	32
4.3.3. Segmen Irisan Vertikal C-C'	33
4.4. Sudut Penunjaman	35
BAB V.....	37
PENUTUP.....	37
5.1. Kesimpulan.....	37
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Segmentasi <i>megathrust</i> di Indonesia.....	5
Gambar 2. 2. Jenis pergerakan lempeng.	6
Gambar 2. 3. Gelombang P, S, Love dan Reyleigh.	8
Gambar 3. 1. Peta wilayah penelitian Sumatera Barat.....	11
Gambar 3. 2. Distribusi stasiun pencatat (segitiga biru) yang digunakan dalam penelitian. ...	12
Gambar 3. 3. Data dari katalog BMKG.	13
Gambar 3. 4. Data dalam format MJHD.....	14
Gambar 3. 5. Tampilan input program <i>station</i>	15
Gambar 3. 6. Tampilan parameter iterasi yang digunakan.	16
Gambar 4. 1. Peta seismisitas sebelum relokasi.	20
Gambar 4. 2. Peta seismisitas setelah relokasi.....	21
Gambar 4. 3. Peta perbandingan posisi episenter sebelum dan sesudah relokasi.....	22
Gambar 4. 4. Peta seismisitas dalam 3-D sebelum dan sesudah relokasi.	23
Gambar 4. 5. Grafik perbandingan nilai residual sebelum relokasi.....	24
Gambar 4. 6. Grafik perbandingan nilai residual sesudah relokasi.	25
Gambar 4. 7. Grafik perbandingan nilai RMS sebelum dan sesudah relokasi.	26
Gambar 4. 8. Grafik perubahan kedalaman sesudah direlokasi.....	27
Gambar 4. 9. Diagram kompas hasil relokasi MJHD.	28
Gambar 4. 10. Diagram <i>rose</i> hasil relokasi MJHD.....	29
Gambar 4. 11. Peta seismisitas hasil relokasi dan pembagian segmen irisan vertikal.....	30
Gambar 4. 12. (a) Gambar irisan vertikal A-A' sebelum relokasi dan (b) Gambar irisan vertikal A-A' sesudah relokasi.	31
Gambar 4. 13. (a) Gambar irisan vertikal B-B' sebelum relokasi dan (b) Gambar irisan vertikal B-B' sesudah relokasi.	33
Gambar 4. 14. (a) Gambar irisan vertikal C-C' sebelum relokasi dan (b) Gambar irisan vertikal C-C' sesudah relokasi.	34
Gambar 4. 15. Kurva kelengkungan slab segmen A-A'.	40
Gambar 4. 16. Kurva kelengkungan slab segmen B-B'.	40
Gambar 4. 17. Kurva kelengkungan slab segmen C-C'.	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter gempa subduksi di Indonesia yang melewati wilayah Sumatera Barat. 5

Tabel 4. 1. Nilai besar sudut penunjaman setiap segmen.36

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bentuk sudut penunjaman setiap segmen.....	40
Lampiran 2. Nama-nama stasiun yang mencatat aktivitas kegempaan wilayah Sumatera Barat pada relokasi hiposenter gempabumi menggunakan metode MJHD.....	42
Lampiran 3. Daftar istilah yang digunakan.....	45
Lampiran 4. <i>Script</i> GMT.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia secara geografis terdapat diantara tiga lempeng tektonik yang terdiri dari lempeng Benua Eurasia, lempeng Samudera Indo-Australia dan lempeng Samudera Pasifik. Indonesia memiliki banyak sesar yang aktif, sesar-sesar tersebut terletak di dekat zona subduksi (*subduction zone*) yang membuat Indonesia menjadi salah satu terjadinya gempabumi. Hal ini disebabkan aktivitas tektonik yang tinggi sehingga memberikan efek rawan terhadap bencana. Terbentuknya jalur gempa di laut Sumatera diakibatkan lempeng menunjam ke bawah, mengakibatkan Pulau Sumatera menjadi salah satu pulau yang aktif terjadinya gempabumi.

Provinsi Sumatera Barat ialah wilayah yang rawan terjadinya gempabumi di Pulau Sumatera. Beberapa historis kegempaan yang pernah terjadi di wilayah Sumatera Barat dengan rata-rata kekuatan magnitudo gempabuminya sebesar $>6,0$ SR yang menyebabkan kerusakan cukup parah dan adanya korban jiwa serta menyebabkan kerugian materi yang sangat besar diantaranya gempabumi yang pernah terjadi; Gempabumi Padang (1835, 2007, dan 2009), Gempabumi Padang Panjang (1926), Gempabumi dataran tinggi Padang (1943), Gempabumi Pasaman (1977), Gempabumi Pulau Siberut (1983 dan 2001) dan Gempabumi Painan (1981, 2004, dan 2016) serta Gempabumi Kepulauan Mentawai (2005 dan 2010). Selain terjadinya gempabumi yang menyebabkan kerusakan, pada sesar Sumatera wilayah Sumatera Barat terdapat 7 segmen patahan yang terdiri dari segmen Siulak, segmen Suliti, segmen Sumani, segmen Sianok, segmen Sumpur, segmen Barumon dan segmen Angkola dan secara historis segmen-segmen di wilayah Sumatera dapat menghasilkan gempabumi dengan kekuatan ≥ 7 SR (Sieh & Natawidjaja, 2000).

Pada zaman sekarang, kecanggihan teknologi dapat mempermudah dalam penentuan parameter hiposenter. Begitu juga halnya, dalam sistem peringatan dini gempabumi yang terjadi di Indonesia (BMKG) dan di dunia ketika dalam penentuan hiposenter gempabumi sudah bagus dan sudah cepat diinformasikan kepada masyarakat dengan waktu kurang dari tiga menit. Namun, masih ada sedikit kekurangan dalam menghasilkan parameter hiposenter di mana dianggap masih kurang akurat, karena bersifat global dan satu dimensi. Untuk mendapatkan parameter hiposenter yang akurat tersebut memerlukan waktu yang lama pada saat proses *picking* tetapi tidak memungkinkan diberikan kepada masyarakat. Maka dari itu,

untuk mengatasi persoalan dari data parameter hiposenter yang dihasilkan sebelumnya dapat diperbaiki dengan melakukan relokasi hiposenter gempabumi.

Penentuan parameter hiposenter biasanya ditentukan melalui *arrival time* gelombang P dan S dari stasiun dengan metode *Single Event Determination* (SED). Di mana metode SED ini menghasilkan *origin time* dari setiap *event* gempabumi yang hanya menggunakan 1-D yang belum termodelkan dan informasinya belum akurat. Untuk meningkatkan kualitas informasi gempabumi perlu dilakukan tinjauan terhadap parameter hiposenter pada metode *Modified Joint Hypocenter Determination* (MJHD). Model kecepatan IASP91 ini bisa merekam banyaknya data gelombang P dan S yang direkam oleh banyaknya seismometer yang ada. Penulis memilih metode MJHD untuk relokasi gempabumi daripada metode lainnya, dikarenakan metode MJHD memiliki beberapa kelebihan yang layak digunakan dalam penelitian ini seperti; terdapat penambahan koreksi stasiun ketika melakukan proses penentuan hiposenter ulang gempabumi, penambahan batasan kedalaman dan episenter.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana relokasi hiposenter gempabumi di Provinsi Sumatera Barat menggunakan metode MJHD (*Modified Joint Hypocenter Determination*)?
2. Bagaimana perubahan hiposenter gempabumi sebelum dan sesudah direlokasi di Provinsi Sumatera Barat?
3. Bagaimana irisan vertikal (*cross section*) di Provinsi Sumatera Barat sebelum dan sesudah relokasi MJHD?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merelokasi hiposenter gempabumi di Provinsi Sumatera Barat menggunakan metode MJHD (*Modified Joint Hypocenter Determination*).
2. Menganalisis perubahan hiposenter gempabumi sebelum dan sesudah direlokasi di Provinsi Sumatera Barat.
3. Mengetahui bentuk irisan vertikal (*cross section*) di Provinsi Sumatera Barat sebelum dan sesudah relokasi MJHD.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Dalam penelitian ini menggunakan metode relokasi hiposenter relatif *Modified Joint Hypocenter Determination* (MJHD).

2. Parameter episenter dan hiposenter gempabumi (lintang, bujur dan kedalaman,), dan data lokasi stasiun di wilayah penelitian.
3. Model kecepatan yang digunakan IASP91 yang dihasilkan oleh *International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior* (IASPEI).

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini yaitu dapat merelokasi data hiposenter gempabumi BMKG untuk wilayah Sumatera Barat pada periode 2017 - 2020 dengan menggunakan metode MJHD (*Modified Joint Hypocenter Determination*) untuk mempelajari dan menganalisa pola zona subduksi di wilayah Sumatera Barat berdasarkan distribusi hiposenter hasil relokasi, dapat mengetahui keakuratan penentuan hiposenter, dan bisa sebagai informasi bagi masyarakat serta pemerintah daerah untuk melakukan mitigasi bencana khususnya di wilayah Sumatera Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, G., Kahar, S., Awaluddin, M., & Meilano, I. (2012). Kajian Regangan Selat Bali Berdasarkan Data Gns Kkontinu Tahun 2009-2011. *Jurnal Geodesi Undip*, 1(1), 82121.
- Bulo, D., Djayus, Supriyanto, & Hendrawanto, B. (2020). Penentuan Titik Epicenter dan Hypocenter Serta Parameter Magnitude Gempa Bumi Berdasarkan Data Seismogram. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 3(1), 1–8.
- Hudayat, N. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Meteorologi Dan Geofisika Dengan Menggunakan Bahasa Pemrograman MATLAB dan GMT. *Megasains*, 12(1), 17–25.
- Idat, C., & Harmoko, U. (2016). Relokasi Hiposenter Gempa Mikro Dengan Metode Sed Dan Jhd Sebagai Analisis Reservoir Area Panas Bumi-X. *Youngster Physics Journal*, 5(3), 97–104.
- Isroi, A. R., Singarimbun, A., & Herdiansyah, T. (2015). Relokasi Hiposenter Gempa Mikro Menggunakan Metode SED (Single Event Determination) di Area Geothermal Kamojang. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains, 2015*(November), 57–60.
- Pane, R. S., & Elsera, E. M. (2020). *Aplikasi Metode Modified Joint Hypocenter Determination (MJHD) dan Hypocenter Double Difference (HYPODD) untuk Relokasi Gempabumi Swarm di Wilayah Mamasa*. 2(November 2018).
- Pustlitbang PUPR. (2017). *Buku Peta Gempa 2017*.
- Rahmasari, A., Fisika, J., Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., & Negeri Surabaya Asnawi, U. (2014). RELOKASI HIPOSENTER GEMPA BUMI UTAMA DAN GEMPA BUMI SUSULAN MENGGUNAKAN METODE MODIFIED JOINT HYPOCENTER DETERMINATION DI BALI Asnawi, Madlazim. *Jurnal Fisika*, 03, 100–106.
- Sari, D., Khairina, F., & Daniarsyad, G. (2020). Relokasi Hiposenter Gempabumi Menggunakan Metode Modified Joint Hypocenter Determination (Mjhd) Untuk Analisis Zona Subduksi Sumatera Bagian Selatan. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, 4(1), 49–63. <https://doi.org/10.23960/jge.v4i1.9>
- Sieh, K., & Natawidjaja, D. (2000). Neotectonics of the Sumatran fault, Indonesia. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 105(B12), 28295–28326.
- Sunarjo, Gunawan, M. T., & Pribadi, S. (2012). *Gempabumi Edisi Populer*.
- Syafitri, Y., Bahtiar, B., & Didik, L. A. (2020). Analisis Pergeseran Lempeng Bumi Yang Meningkatkan Potensi Terjadinya Gempa Bumi Di Pulau Lombok. *Konstan - Jurnal*

Fisika Dan Pendidikan Fisika, 4(2), 139–146. <https://doi.org/10.20414/konstan.v4i2.43>

Wahyuni, A., Ahmad, N. F., Astuti, S., & Fisika, J. (2017). Analisis Besar Kecepatan Gelombang Primer. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 4(2), 169–173.