

**RELOKASI HIPOSENTER GEMPA BUMI MENGGUNAKAN METODE DOUBLE-
DIFFERENCE (HYPODD) UNTUK WILAYAH BANTUL YOGYAKARTA 30 JUNI
2023**

SKRIPSI

**Oleh:
FALIS AL FANSURI
NIM. 18640048**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

**RELOKASI HIPOSENTER GEMPA BUMI MENGGUNAKAN METODE
DOUBLE-DIFFERENCE (HYPODD) UNTUK WILAYAH BANTUL
YOGYAKARTA 30 JUNI 2023**

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
FALIS AL FANSURI
NIM. 18640048**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

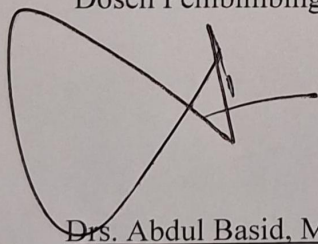
RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI MENGGUNAKAN METODE
DOUBLE-DIFFERENCE (HYPODD) UNTUK WILAYAH BANTUL
YOGYAKARTA 30 JUNI 2023

SKRIPSI

Oleh:
FALIS AL FANSURI
NIM. 18640048

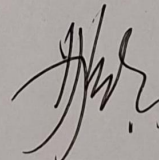
Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Pada tanggal, 12 Desember 2024

Dosen Pembimbing I



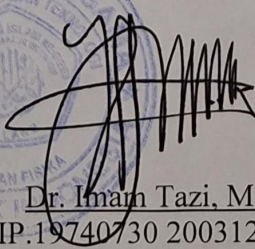
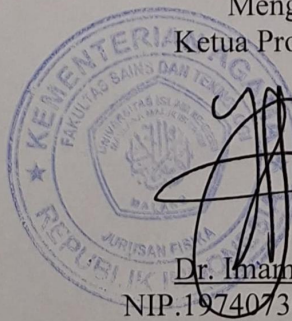
Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650804 199003 1 003

Dosen Pembimbing II



Naqiibatin Nadliriyah, S.Si. M.Si
NIP.19920221 201903 2 020

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Dr. Imarn Tazi, M.Si
NIP.19740730 200312 1 002

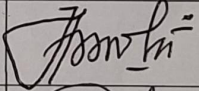
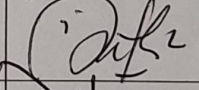
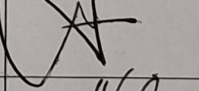
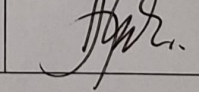
HALAMAN PENGESAHAN

RELOKASI HIPOSENTER GEMPA BUMI MENGGUNAKAN METODE
DOUBLE-DIFFERENCE (HYPODD) UNTUK WILAYAH BANTUL
YOGYAKARTA 30 JUNI 2023

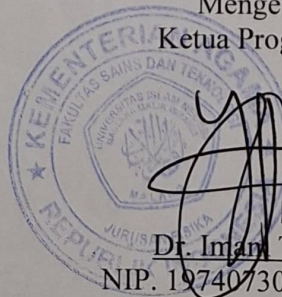
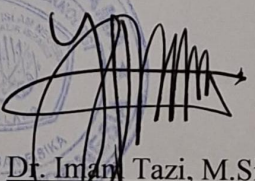
SKRIPSI

Oleh:
FALIS AL FANSURI
NIM. 18640048

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 23 Desember 2024

Penguji Utama	:	<u>Ahmad Luthfin, S.Si., M.Si</u> NIP.19860504 201903 1 009	
Ketua Penguji	:	<u>Muthmainnah, M.Si</u> NIP. 19860325 201903 2 009	
Sekretratis Penguji	:	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota Penguji	:	<u>Naqiibatin Nadliriyah, S.Si. M.Si</u> NIP. 19920221 201903 2 020	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si.
NIP. 19740730 200312 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Falis Al Fansuri

NIM : 18640048

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Judul Penelitian : Relokasi Hiposenter Gempabumi Menggunakan Metode
Double-Difference (Hypodd) Untuk Wilayah Jawa Timur

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 3 Desember 2024
Yang Membuat Pernyataan



Falis Al Fansuri
NIM. 18640048

MOTTO

*“Jangan patah semangat, tetap berbuat baik, niat baik dan dikonsep dengan
sebaik mungkin, meski hasil sering membuat hati ini kecewa dan ingin menyerah,
ingatlah TUHANmu (Letakan aku didalam hatimu, maka akupun akan
meletakanmu didalam hatiku).”*

*“Maka ingatlah kepada-Ku aku pun akan mengingatmu. Bersyukurlah kepada-Ku
dan janganlah kamu ingkar kepada-Ku. (QS. Al-Baqarah: 152)”*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya sebagai bentuk usaha saya untuk menjadi anak yang berbakti dan membanggakan serta sebagai tanda terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala perjuangan, kasih sayang, dan cinta yang telah dicurahkan kepada saya selama ini. Dan juga kepada seluruh keluarga saya yang selalu memberi bantuan semangat dan doa sehingga saya bisa sampai pada tahapan ini.

Tak lupa saya ucapkan terimakasih kepada diri saya sendiri yang sudah mampu berusaha untuk menjadi individu yang lebih baik lagi dan melawan segala bentuk kemalasan sehingga dapat melewati seluruh proses hingga saat ini dengan penuh semangat dan pantang menyerah.

Kemudian kepada seluruh dosen-dosen Fisika UIN Malang yang telah mengajarkan berbagai ilmu dan pengalamannya selama ini. Semoga ilmu-ilmu tersebut dapat bermanfaat bagi saya di kemudian hari.

Tak terlupa saya ucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu saya dalam menyusun skripsi ini.

Selanjutnya kepada seluruh teman-teman yang senantiasa menemani saya dalam melewati seluruh proses perkuliahan baik dalam keadaan senang maupun susah. Terimakasih sudah banyak membantu saya dan selalu memberi semangat untuk terus melanjutkan perjuangan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb Segala puji kehadiran Tuhan alam semesta yakni Allah SWT Sang Maha Pemaaf dan Penolong, Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan pertolongan, rahmat, hidayah serta kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal ini dengan penuh syukur. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah SAW yang telah menuntun umat manusia kepada Tuhan yang penuh kasih dan sayang. Proposal skripsi yang telah penulis susun berjudul ***“Relokasi Hiposenter Gempabumi Menggunakan Metode Double-Difference (HYPODD) Untuk Wilayah Bantul Yogyakarta 30 Juni 2023”***

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya dukungan dan bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini dengan baik. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si. selaku Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membantu

dan membimbing dengan baik dalam proses memahami keilmuan di bidang ilmu fisika terkait atau yang tidak terkait dengan penyelesaian skripsi ini.

5. Naqiibatin Nadliriyah, S.Si. M.Si. selaku dosen pembimbing integrasi yang telah meluangkan waktunya dan senantiasa memberikan masukan yang sangat membantu dalam penelitian ini.
6. Ahmad Luthfin, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji utama yang telah menguji dan meluangkan waktunya untuk berbagi keilmuan terkait penelitian ini maupun tidak terkait dengan penelitian ini.
7. Muthmainnah, M.Si. selaku dosen ketua penguji yang sudah meluangkan waktunya untuk menguji dan memberi arahan penulisan yang baik dan benar.
8. Seluruh dosen Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mendidik dan membimbing dengan baik.
9. Teristimewa kedua orang tua saya yang selalu percaya dan telah mendukung sepenuhnya, serta limpahan kasih sayang yang tak terhingga, meski saya belum bisa menjadi anak yang membanggakan saya akan tetap berusaha.
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua bantuan dengan kebaikan yang berlimpah baik di dunia maupun di akhirat. Penulis berharap semoga skripsi ini sedikit banyak memberi manfaat bagi pembaca dan penulis terutama dibidang

geofisika. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif agar tulisan ini menjadi lebih baik lagi.

Malang, 3 Desember 2024
Yang Membuat Pernyataan



Falis Al Fansuri
NIM. 18640048

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1 Lempeng Tektonik	6
2.2 Gempa Bumi	9
2.3 Gelombang	13
2.3.1 Gelombang Badan	14
2.3.2 Gelombang Permukaan	16
2.4 Fenomena dan Metode Gempa Bumi	16
2.4.1 Parameter	18
2.4.2 Metode Relokasi Hiposenter	22
2.4.3 Duple-Difference	23
2.5 Perspektif Islam	30
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	34
3.2 Alat dan Penelitian	34
3.3 Pengolahan data	35

3.4 Diagram Alir Penelitian	40
BAB IV PEMBAHASAN.....	40
4.1 Sebelum dilakukan Relokasi Hiposenter	40
4.2 Hasil Proses Ph2dt dan HypoDD.....	43
4.3 Koreksi Residual Waktu	46
4.4 Hasil Relokasi.....	48
4.5 Perbandingan sebaran hiposenter gempa bumi.....	50
4.6 Analisa Sebaran Hiposenter	55
4.7 Gempa bumi dalam prepektif Al quran	64
BAB V Kesimpulan.....	71
5.1 Kesimpulan.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lempeng Tektonik (Anonim, 2006).....	7
Gambar 2. 2 Pertemuan Lempeng Divergen (Yudi, 2010).....	7
Gambar 2. 3 Pertemuan Lempeng Transform (Yudi, 2010).....	8
Gambar 2. 4 Pertemuan Lempeng Konvergen (Yudi, 2010),.....	9
Gambar 2. 5 Peta Tektonik Negara Indonesia (Anonim, 2008).....	10
Gambar 2. 6 Ilustrasi Pergerakan Medium Gelombang P (Shearer, 2009).....	15
Gambar 2. 7 Ilustrasi Pergerakan Medium Untuk Gelombang S (Shearer,2009)..	16
Gambar 2. 8 Model Elastic Rebound (Subardjo dan Ibrahim, 2004).....	17
Gambar 2. 9 Diagram Wadati (Hurukawa, 2008).....	18
Gambar 2. 10 Episentrum (Susanto, 2011).....	19
Gambar 2. 11 Jarak Hiposenter (Hurukawa, 2008).....	19
Gambar 2. 12 Ilustrasi dari metode double difference (Waldhauser dan Ellsworth,2000).....	24
Gambar 3. 1 Data Gempa bumi dari Katalog BMKG.....	36
Gambar 3. 2 Input Prameter.....	37
Gambar 3. 3 Input Data Kedalam Program HypoDD.....	37
Gambar 3. 4 Input Data Differensial Dan Data Absolut.....	38
Gambar 3. 5 Contoh Plotting Menggunakan GMT6 Seris.....	39
Gambar 3. 6 Diagram Alir penelitian.....	40
Gambar 4. 1 Sebaran Episenter sebelum direlokasi.....	41
Gambar 4. 2 episenter sesudah difokuskan.....	42
Gambar 4. 3 hiposenter sebelum direlokasi.....	42
Gambar 4. 4 informasi proses ph2dt.....	43
Gambar 4. 5 informasi proses hypoDD.....	45
Gambar 4. 6 Histogram residual sebelum relokasi.....	46
Gambar 4. 7 Histogram residual sesudah relokasi.....	47
Gambar 4. 8 sebaran episenter sesudah direlokasi.....	48
Gambar 4. 9 sebaran hiposenter sesudah direlokasi.....	49

Gambar 4. 10 gambar tabel sebelum direlokasi.....	51
Gambar 4. 11 gambar tabel sesudah direlokasi.....	51
Gambar 4. 12 episenter sesudah dan sebelum direlokasi.....	52
Gambar 4. 13 hiposenter sebelum direlokasi.....	53
Gambar 4. 14 hiposenter sesudah direlokasi.....	53
Gambar 4. 15 perubahan jarak dan sudut event sesudah dan sebelum direlokasi. 55	

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Sampel event sebelum direlokasi.....	50
Tabel 4. 2 Sampel event sesudah direlokasi	51
Tabel 4. 3 Event sesudah dan sebelum direlokasi.....	56
Tabel 4. 4 Sudut dan jarak setelah direlokasi	60

ABSTRAK

Al Fansuri, Falis. 2024. **Relokasi Hiposenter Gempa Bumi Menggunakan Metode Double-Difference (HYPODD) untuk Wilayah Bantul Yogyakarta 30 Juni 2023**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Naqiibatin Nadliriyah, S.Si. M.Si

Kata Kunci: Double-Difference, *Ph2dt*, Hypodd, Relokasi

Hiposenter Gempa Bumi dapat dilakukan menggunakan beberapa pendekatan teori atau metode seperti metode Double-Difference. Hiposenter dapat dipindah dari metode satu ke metode yang lain atau dapat dikatakan direlokasi menggunakan pendekatan kecepatan seperti yang digunakan oleh metode Double-Difference, sehingga dapat dikatakan secara teori bahwa koordinat hiposenter semakin berpindah menuju posisi yang sebenarnya. Menggunakan algoritma yang dikembangkan oleh Waldhauser yang dapat dijalankan menggunakan software *Ph2dt* dan software Hypodd. koordinat hiposenter yang terrelokasi didapat setelah melakukan uji parameter di software *Ph2dt* dan pembobotan damping didalam software Hypodd. hasil dari relokasi menggunakan metode Double-Difference bisa dikatakan mendekati koordinat titik gempa yang sebenarnya jika nilai dari kecepatan residual mendekati nol. Kualitas dari penelitian menggunakan metode ini dikatakan semakin baik jika nilai dari residual semakin mendekati nilai nol. Penelitian ini menggunakan data gempa bumi terjadi di wilayah Bantul Yogyakarta pada tanggal 30 juni 2023 yang mengakibatkan bencana alam yang memiliki dampak yang besar hingga memakan 1 korban jiwa. Data awal 134 koordinat hiposenter gempa menjadi 127 koordinat hiposenter gempa dan juga kebanyakan gempa berpindah dari koordinat awal ke koordinat sesudah direlokasi. Hal ini dikarenakan medium perambatan gelombang yakni struktur tanah yang tidak homogen menyebabkan perubahan kecepatan gelombang gempa atau membuat alat stasiun penangkap gempa menjadi kurang akurasi.

ABSTRACT

Al Fansuri, Falis. 2024. **Earthquake Hypocenter Relocation Using the Double-Difference Method (HYPODD) for Bantul Yogyakarta Region on June 30, 2023**. Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si (II) Naqiibatin Nadliriyah, S.Si. M.Si

Keywords: Double-Difference, Ph2dt, Hypodd, Relocation

Earthquake Hypocenter can be done using several theoretical approaches or methods such as the Double-Difference method. The hypocenter can be moved from one method to another or can be said to be relocated using a velocity approach as used by the Double-Difference method, so that it can be said in theory that the hypocenter coordinates are increasingly moving towards their actual position. Using an algorithm developed by Waldhauser which can be run using Ph2dt software and Hypodd software. The relocated hypocenter coordinates are obtained after conducting parameter tests in Ph2dt software and damping weighting in Hypodd software. The results of relocation using the Double-Difference method can be said to be close to the actual earthquake point coordinates if the residual velocity value is close to zero. The quality of research using this method is said to be getting better if the residual value is getting closer to zero. This study uses earthquake data that occurred in the Bantul Yogyakarta area on June 30, 2023, which resulted in a natural disaster that had a major impact and claimed 1 life. The initial data of 134 earthquake hypocenter coordinates became 127 earthquake hypocenter coordinates and most earthquakes also moved from the initial coordinates to the coordinates after being relocated. This is because the wave propagation medium, namely the inhomogeneous soil structure, causes changes in the speed of earthquake waves or makes the earthquake capture station equipment less accurate.

مستخلص البحث

الافندسوري، فليس2024. نقل مركز الزلازل باستخدام طريقة الفارق المزدوج
يوجد ياكارتا 03 يونيو 3202. لوتنابققطنمل (HYPODD). بحث جامعي. قسم الفيزياء،
كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف (I): الدكتور
عبد الباسط، الماجستير، والمشرفة يري لدن ت اب ي قن ل (II)، ليسانس، الماجستير.
الكلمة الرئيسية: لقن ل، Hypodd، Ph2dt الفرق المزدوج،

يمكن إنشاء مراكز الزلازل السلفية باستخدام العديد من الأساليب أو الأساليب النظرية مثل طريقة الفرق المزدوج. يمكن نقل المركز السلفي من طريقة أخرى أو يمكن القول أنه تم نقله باستخدام نهج السرعة كما هو مستخدم في طريقة الفرق حيث يمكن القول نظرياً أن إحداثيات المركز السفلي تتحرك بشكل متزايد نحو الموقع الفعلي. المزدوج، بح استخدام خوارزمية طورها resuahdlaW والتي يمكن تشغيلها باستخدام برنامج td2hP وبرنامج ddopyH. تم الحصول على إحداثيات مركز الانفجار المنقول بعد إجراء ج td2hP ووزن التخمين في برنامج ddopyH. يمكن القول باختبارات المعلمات في برنامج أن نتائج النقل باستخدام طريقة الفرق المزدوج قريبة من إحداثيات نقطة الزلزال الفعلية إذا كانت قيمة السرعة المتبقية قريبة من الصفر. ويقل إن جودة البحث قرب إلى الصفر. باستخدام هذه الطريقة تكون أفضل إذا كانت القيمة المتبقية أيسر تخدم هذا البحث بيانات من الزلزال الذي وقع في منطقة بانك تول في يوجياكارتا في 03 يونيو 3202 والذي أدى إلى كارثة طبعية كان لها تأثير كبير، مما أدى إلى وفاة شخص واحد. أصدحت البيانات الأولية لـ 431 إحداثيات مركز الزلزال هي 721 لزال وأيضاً انتقلت معظم الزلازل من الإحداثيات الأولية إلى الإحداثيات بعد نقلها. إحداثيات مركز الزلزال لأن وسيلة انتشار الموجة، وهي بذية التربة، ليست متجانسة، مما يسبب تغيرات في سرعة موجات الزلزال أو جعل معدات محطة التقاط الزلازل أقل دقة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia berada pada zona tektonik yang sangat aktif karena terletak di daerah dengan tingkat aktifitas gempa bumi tinggi, hal tersebut akibat dari bertemunya tiga lempeng besar dunia yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia dan Lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia bertabrakan dengan Lempeng Eurasia di lepas pantai Sumatera, Jawa dan Nusa Tenggara. Sedangkan Lempeng Pasifik di utara Irian dan Maluku.

Keberadaan interaksi lempeng-lempeng ini menempatkan wilayah Indonesia sebagai wilayah yang sangat rawan terhadap gempa bumi. Aktivitas dari pergerakan lempeng-lempeng tersebut tentunya akan menimbulkan perubahan struktur geologi pada batas-batas pertemuan lempeng tersebut tergantung dari jenis pertemuan antar lempengnya, bisa berupa gempa bumi, gunung api, pembentukan pegunungan, lipatan dan patahan. Sistem subduksi Pulau Jawa dibentuk oleh subduksi lempeng samudra di bawah lempeng benua. Tektonik di Jawa berarah barat laut di depan Sumatera dan berarah timur kepulauan Sunda Lesser. Hal ini menyebabkan daerah Jawa Timur dan sekitarnya merupakan salah satu wilayah rawan terhadap gempa bumi karena posisinya pada jalur subduksi yang berada di sebelah barat yaitu pertemuan antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia mengalami deformasi.

Besarnya guncangan bumi beragam mulai dari yang sangat kecil sehingga sulit dirasakan sampai kepada guncangan yang dahsyat, sehingga mampu meruntuhkan bangunan yang kokoh Sebagaimana firman Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman:

Artinya: Apabila bumi diguncangkan sedahsyat-dahsyatnya. (QS. Al Waqiah ayat 4)

Gempa bumi adalah suatu guncangan atau sentakan tanah yang disebabkan oleh pelepasan energi dari kerak bumi secara tiba-tiba. Energi yang dihasilkan ini dapat terbentuk dari berbagai sumber yang berbeda-beda seperti pergerakan dari lempeng bumi, dari erupsi gunung api dan dapat juga dapat terbentuk dari akibat aktivitas yang dilakukan oleh manusia atau dapat terjadi karena ada runtuhnya sebuah goa bawah tanah. Kejadian gempa bumi, dalam hal ini gempa tektonik, dapat dijelaskan dengan sebuah teori pergerakan lempeng tektonik dalam skala yang luas. Teori lempeng tektonik menunjukkan bahwa terjadinya gempa bumi merupakan gejala atau tanda dari pergeseran tektonik yang aktif, hal ini dapat dikatakan bahwa sebagian besar aktivitas seismik yang hebat terjadi di batas lempeng.

Hasil dari Forum Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (MKG) di Provinsi Jawa Timur Memahami Potensi Gempa Jawa Timur, Jawa Timur memiliki potensi Gempa Bumi, baik dari sesar-sesar aktif maupun dari zona subduksi di selatan Jawa Timur (Lempeng Eurasia dan Indo Australia). Sesar Aktif di Jawa Timur adalah sesar Rembang, Madura, Kangean, Sakala dibagian utara dan Sesar Kendeng, Pasuruan dan Probolinggo bagian tengah hingga saat ini gempa bumi belum bisa diprediksi secara pasti kapan akan terjadi dan berapa kekuatannya, namun potensi Gempa Bumi di Jawa Timur tetap ada. Gempa Bumi di Lombok kemungkinan kecil berpengaruh/memicu empat gempa bumi di Jawa Timur karena karakter tektonik yang berbeda memahami Potensi Gempa

Jawa Timur.

Salah satu parameter gempa bumi yang dapat dihitung yaitu hiposenter gempa bumi. Penentuan hiposenter gempa bumi sangatlah penting didalam dunia seismologi. Hal ini sangat diperlukan dalam analisis struktur tektonik secara detail, misalnya untuk identifikasi zona patahan maupun pola zona subduksi. Namun, parameter hiposenter yang dihasilkan masih kurang optimal karena hanya untuk memberikan informasi sesegera mungkin kepada masyarakat tentang bahaya gempa bumi. Sehingga, perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk merelokasi parameter hiposenter gempa bumi yang telah dihasilkan sebelumnya.

Umumnya metode yang dapat dipakai untuk menentukan hiposenter suatu gempa bumi adalah metode penentu hiposenter tunggal seperti GAD (Geiger Adaptive Damping). Namun metode yang seperti ini diyakini masih dapat mengandung kesalahan yang disebabkan oleh struktur kecepatan yang belum termodelkan. Kesalahan yang terjadi akibat adanya struktur kecepatan yang belum termodelkan dapat diatasi dengan metode-metode relokasi hiposenter alternatif (Poupinet dkk 1984).

HypoDD atau double-difference dikenalkan oleh Waldhauser pada tahun 2000an sebagai relokasi hiposenter relatif (Waldhauser, 2000). Algoritma hypoDD ini diujikan pada patahan Hayward utara California dengan hasil hiposenter gempanya menjadi lebih fokus namun berbeda pada struktur patahan jika dibandingkan dengan metode lainnya. Metode ini didasarkan dengan jarak pisah hiposenter antar dua gempa terhadap stasiun dan jika dua gempa bumi dengan hiposenternya memiliki jarak yang lebih kecil, maka keduanya memiliki

pola sinar gelombang yang dianggap identik. Pada tanggal 30 juni 2023 di bantul yogyakarta terjadi peristiwa fenomena gempa bumi yang memakan korban jiwa, gempa tersebut terindikasi persebaran hiposenternya didaerah laut, Hiposenter yang lebih akurat membantu memperbaiki sistem peringatan dini tsunami, terutama jika gempa terjadi di dekat atau di bawah laut, namun masih dianggap perlu dilakukan relokasi karena relokasi juga digunakan untuk memvalidasi dan mengkalibrasi jaringan seismik serta metode analisis yang digunakan oleh pusat pemantauan gempa.

Penelitian ini berfokus mengaplikasikan metode double-difference atau hypoDD untuk melakukan relokasi gempa bumi. Metode ini dipilih karena dapat merelokasikan gempa meskipun dengan jumlah data yang banyak serta model kecepatan yang digunakan dapat disesuaikan. Sehingga dapat diharapkan dengan mengaplikasikan metode ini bisa diperoleh posisi hiposenter gempa bumi dengan lebih baik dan akurat sehingga bermanfaat dalam studi kegempaan lebih lanjut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara melakukan relokasi atau perubahan hiposenter di wilayah Bantul Yogyakarta 30 Juni sampai 6 Juli pada tahun 2023 dengan menggunakan metode double difference (HYPODD)?
2. Bagaimana perbandingan sebaran hiposenter sebelum dan sesudah direlokasi?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui relokasi dari hiposenter gempa menggunakan metode double-difference (hypoDD).
2. Untuk dapat menganalisis perbedaan sebaran hiposenter gempa sebelum dan sesudah relokasi.

1.4 Manfaat

Manfaat dalam penelitian ini yaitu:

1. Dapat Merelokasi hiposenter gempa bumi
2. Dapat membantu upaya mitigasi bencana
3. Dapat dijadikan informasi umum untuk mengetahui hiposenter gempa bumi di Yogyakarta 30 Juni 2023.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan berupa data katalong gempa bumi BMKG yang terjadi di Bantul Yogyakarta pada 30 Juni sampai 6 Juli pada tahun 2023
2. Batas penelitian pada koordinat lintang bujur 109.5232 hingga -9.5748 dan 111.694 hingga 7.10838
3. Batas penelitian pada kedalaman gempa antara 0 – 70 KM

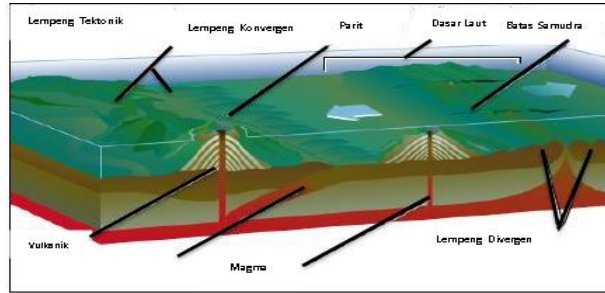
BAB II

DASAR TEORI

2.1 Lempeng Tektonik

Teori lempeng tektonik oleh banyak ahli diartikan sebagai teori yang menjelaskan proses dinamika bumi, antara lain pembentukan jalur pegunungan dan gempa bumi. Menurut Robbet Parker (1967) kulit atau kerak bumi yang disebut sebagai litosfer adalah lempeng yang mengambang diatas lapisan astenosfer yang memiliki kepadatan lebih tinggi. Pada astenosfer di bawah lempeng yang bergerak dan pada zona mantel yang lebih dalam akan terjadi aliran konveksi (Ginanjari, 2007). Kerak bumi menutupi seluruh permukaan bumi, terdapat dua jenis kerak bumi yaitu kerak benua dan kerak samudra. Di dalam astenosfer terdapat aliran panas menyengakbitkan kerak bumi pecah menjadi bagian-bagian yang disebut lempeng kerak atau lempeng tektonik. Lempeng tektonik merupakan dasar dari terbangunnya sistem kejadian gempa bumi, peristiwa gunung berapi, pemunculan gunung api bawah laut dan peristiwa geologi lainnya.

Lempeng tektonik dibawah permukaan bumi dapat bergerak atau berkeaktifitas saling bertabrakan sehingga memicu terbentuknya gempa bumi pada batasa-batasan lempeng, batasan lempeng atau patahan bisanya terjadi dari beberapa inci atau sampai beribu kilometer dan dekat dari permukaan atau pada kedalaman yang cukup dalam (Trueit, 2003).

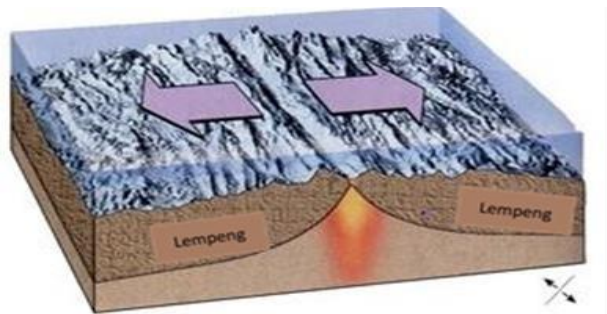


Gambar 2. 1 Lempeng Tektonik (Anonim, 2006)

Pergerakan lempeng tektonik berdasarkan pergerakannya dibedakan menjadi tiga yaitu:

1. Pergerakan Lempeng yang Saling Menjauh (divergen)

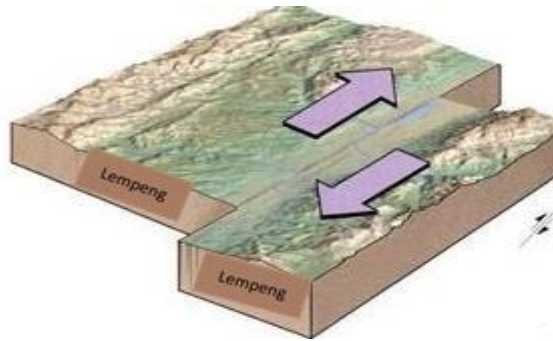
Pergerakan lempeng yang saling menjahu disebut dengan divergen, pergerakan atau aktifitas ini dapat memuat keluarnya material baru berupa vulkanisme.



Gambar 2. 2 Pertemuan Lempeng Divergen (Yudi, 2010)

Dapat dilihat dari gambar 2.2 diatas bahwa lepeng yang saling menjahu tidak berpisah dan membuat ruang kosong di antara lempeng namun membentuk aktifitas tertentu dan membentuk kerak lempeng baru. Proses ini dapat berlangsung secara kontinu. Batas antar lempeng dapat juga menyebabkan terbentuknya ekspansi gunung samudra, pergerakan lempeng yang saling menjauh dinamakan juga batas lempeng konstruktif.

2. Pergerakan Lempeng yang Saling Bersinggungan

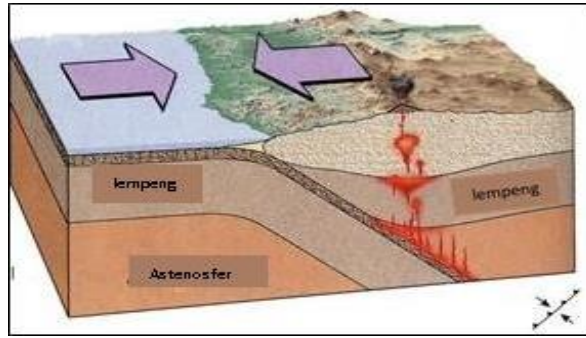


Gambar 2. 3 Pertemuan Lempeng Transform (Yudi, 2010)

Daerah singgungan antar dua lempeng disebut dengan transform, lempeng yang sejajar dan bergerak dengan arah yang berlawanan sepanjang perbatasan antar lempeng. Aktivitas lempeng ini sering menimbulkan gempa dangkal dan bersifat merusak. Ketika aktivitas ini terjadi gempakan akan terjadi di sepanjang patahan dimana kekuatannya tergantung Panjang patahan dan potongan lempeng (Plummer, 2013).

3. Pergerakan yang Saling Mendekat

Pergerakan dua lempeng yang saling mendekat disebut dengan konvergen, ketika lempeng samudra bertemu dengan lempeng benua, lempeng Samudra akan menunjam atau subduksi dan Ketika kedua lempeng benua bertemu maka akan terbentuk sistem rangkaian pegunungan (Lutgens, 2021). Dari dua lempeng yang saling bertabrakan salah satu akan melipat kebawah, daerah yang melipat kebawah akan membentuk palung yang dalam dan merupakan jalur gempa bumi yang sangat kuat, sementara dibagian yang melipat keatas akan terjadi aktivitas vulkanisme.



Gambar 2. 4 Pertemuan Lempeng Konvergen (Yudi, 2010)

2.2 Gempa Bumi

Gempa bumi disebabkan oleh gelombang getar yang terjadi dalam bumi yang memiliki energi sangat besar sehingga dapat merusak lingkungan hidup yang terdampak oleh gelombang tersebut. gempa bumi termasuk kedalam bencana alam yang sangat besar dampaknya bagi kehidupan manusia sehingga sangat menarik jika kita mengkaji gempa bumi untuk keilmuan dan memiliki manfaat yang sangat besar. Manusia yang mempelajari gempa bumi atau pun disebut para ahli gempa bumi menemukan bahwa 80% gempa bumi diseluruh terjadi pada jalur sempit palung samudra, sehingga terbentuk rangkaian vulkanik busur. Gerak yang lambat namun konstan penunjam kerak samudra menuju ke bawah kerak benua di jalur subduksi menyebabkan tegangan oleh gesekan sehingga timbulah gempa bumi (Choung-Ying, 2006).

Letak Indonesia secara geografis berada pada pertemuan lempeng kerak bumi yaitu Indo-Australia, lempeng tektonik Pasifik dan Eurasia (Naryanto dan Wisyanto, 2005). Indonesia memiliki potensi gempa bumi yang sangat besar dikarenakan juga terdapat banyak gunung berapi aktif, Indonesia juga terletak pada pertemuan dua jalur gempa yaitu gempa Sirkum Pasifik dan jalur gempa *Alpide Transasiatic*.



Gambar 2. 5 Peta Tektonik Negara Indonesia (Anonim, 2008)

Gempa bumi peristiwa alam yang diakibatkan oleh getaran yang dapat dirasakan di permukaan bumi bersumber dari gelombang-gelombang seismik dari sumber gempa di lapisan kulit bumi fenomena ini tidak asing lagi terjadi di Indonesia, karena hampir setiap tahun terjadi peristiwa gempa bumi. Gempa bumi merupakan peristiwa bumi bergetar diakibatkan oleh pelepasan energi di bawah permukaan bumi yang ditandai patahnya lapisan batuan kerak bumi. Pergerakan lempeng-lempeng tektonik membuat akumulasi energi sehingga menghasilkan gelombang seismik akibat pelepasan energi yang merambat dan membuat guncangan pada permukaan bumi (Supartoyo dan Surono, 2008).

Gempa bumi adalah peristiwa yang memiliki dampak besar bagi kehidupan dan peristiwa manusia, gempa bumi merupakan fenomena yang sangat kompleks dan karakter, untuk memahami gempa bumi dapat diklasifikasikan dengan faktor penyebab, kekuatan gempa bumi, jenis pola, kedalaman dan jarak dari stasiun yaitu:

A. Penyebab

Menurut Howell (1959), gempa bumi berdasarkan penyebabnya diklasifikasikan menjadi tiga macam, yaitu:

1) Gempa bumi tektonik. Gempa bumi tektonik adalah gempa bumi yang terjadi akibat aktifitas tektonik, pergeseran lempeng-lempeng tektonik yang memiliki kekuatan yang besar sampai yang kecil terjadi karena dua lempeng aktif yang bertemu.

2) Gempa bumi benturan. Sebuah gelombang yang terjadi karena pelepasan energi oleh ledakan yang memiliki energi besar. Ledakan ini bersumber dari meteor jatuh dan ditandai juga oleh runtuhnya gua-gua, serta terjadinya longsor.

3) Gempa bumi vulkanik. Gempa bumi vulkanik adalah gempa bumi yang diakibatkan oleh besarnya tekanan energi yang ada dibawah tanah yang memiliki energi besar sampai-sampai dapat menyebabkan suatu letusan. Gunung api Meletus memiliki proses kristalisasi, *tension cracking*, intrusi magma, *stopping* dan *stopping flow*. Ketika keaktifannya semakin tinggi akan menyebabkan ledakan. Gempa bumi ini terjadi sebelum gunung api Meletus.

B. Kekuatan

Klasifikasi gempa bumi berdasarkan kekuatan, Hagiwara (Subardjo dan Ibrahim, 2004) mengklasifikasikan gempa bumi menjadi:

1. sangat besar : $M > 8,0$
2. besar : $7,0 < M < 8,0$
3. sedang : $4,5 < M < 7,0$
4. mikro : $1,0 < M < 4,5$

5. ultra mikro ; $M < 1,0$

C. Jenis Pola

Gempa bumi memiliki pola umum, pola umum gempa bumi dapat dibagi menjadi 3 Mogi (1967):

1) Tipe I

Kejadian gempa bumi utama yang tanpa adanya gempa permulaan atau gempa bumi awal(*foreshock*), tetapi memiliki banyak gempa susulan. Gempa bumi ini terjadi di daerah yang memiliki struktur tanah yang homogen dengan tegangan yang berkerja merata, Sebagian besar gempa bumi tektonik terjadi di jenis pola ini.

2) Tipe II

Sebelum terjadinya gempa bumi utama tipe ini memiliki pola adanya kedatangan gempa-gempa pendahuluan kemudian diikuti gempa bumi susulan yang banyak, pola ini terjadi di struktur batuan yang tidak seragam sehingga distribusi tegangan tidak merata atau seragam.

3) Tipe III

Tipe pola yang terakhir ini secara khusus memiliki ciri tidak memiliki gempa bumi utama, pola ini terjadi di zona terbatas, biasanya terjadi di zona gunung api. Gempa bumi tipe ini terjadi pada daerah yang struktur mediumnya tidak seragam dengan tegangan yang bekerja terkonsentrasi pada area yang terbatas.

D. Kedalaman

Sumber gempa bumi memiliki kedalaman yang dapat dikelompokkan, Menurut Fowler (2005), berdasarkan hiposenternya gempa bumi dibagi

menjadi tiga tipe, yaitu :

1. Dangkal (Kedalaman 0 – 70 km)

Gempa bumi dangkal memiliki daya rusak konstruksi yang tinggi hal ini disebabkan getaran gempa terasa sangat kuat di permukaan karena posisi hiposenter gempa relatif dekat meskipun ketika skala gempanya kecil hanya 4 – 5 skala richter namun dapat mengganggu kehidupan di permukaan bumi sampai dapat merusak bangunan dan akan menyebabkan tsunami Ketika gempa bumi dangkal terjadi di laut dengan kekuatan gempa ≥ 6 skala richter.

2. Menengah (Kedalaman 70 – 300 km)

Listosfer adalah lapisan bumi yang paling terluar dengan ketebalan lapisan 100 km. litosfer terdiri dari kerak bumi dan bagian atas selubung. Gempa bumi dengan kedalaman menengah terjadi di kedalaman dibawah kerak bumi sehingga gempa – gempah menengah mungkin tidak berasosiasi dengan penampakan patahan di permukaan namun juga gempa menang masih dapat di perkirakan mekanismenya.

3. Dalam (Kedalaman >300 km)

Gempa bumi dalam ini tidak menimbulkan kerusakan lingkungan hidup yang ada di permukaan karena terjadi di kedalam bawah lebih dari 300km. gempa bumi dalam ini meski tidak berdampak di permukaan bumi namun relative sering terjadi yang diakibatkan oleh pergerakan kerak benua.

2.3 Gelombang

Fenomena gempa bumi meiliki gelombang yang merambat melewati

media berupa padatan. Dalam fenomena ini Ketika gelombang melewati padatan yang berupabatuan, batuan akan menunjukkan sifat padatan elastic yang menjalarkan fase gelombang yang membuat adanya pergerakan permukaan tanah setelah gempaterjadi. Gelombang gempa bumi atau gelombang seismik dibagi menjadi dua yaitu gelombang badan dan gelombang permukaan

2.3.1 Gelombang Badan

Gelombang badan adalah gelombang yang merambat rata-rata berasal jauh di bawah permukaan bumi. Gelombang badan yang merambat ke seluruh bagian badan dan permukaan bumi mempengaruhi pergerakan partik pada medium yang di lewati, berdasarkan pergerakan partikel gelombang badan dibedakan menjadi gelombang P dan gelombang S (Susilawati, 2008).

A. Gelombang P

Gelombang p atau gelombang primer memiliki kecepatan rambat yang lebih cepat dari pada gelombang seismik lainnya, oleh karena itu gelombang P akan terdeteksi lebih awal oleh alat perekam gelombang seismik yang bernama seismometer. Gelombang P atau gelombang primer memiliki bentuk penjalaran berupa gelombang longitudinal dengan arah gelombang sejajar dengan arah penjalarannya. Gelombang P dapat merambat di berbagai medium seperti medium padat, cair, dan gas. persamaan dari kecepatan gelombang dapat dilihat pada persamaan di bawah ini (Afnimar, 2009).

$$V_p = \alpha = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \quad (2.1)$$

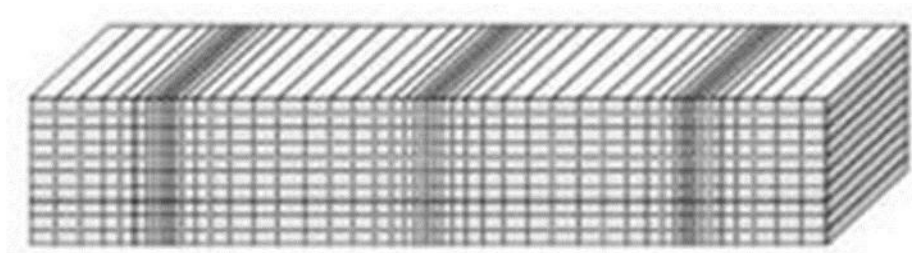
Dimana:

v_p : Kecepatan gelombang P

λ : Konstanta Lamé

μ : Modulus geser

ρ : Densitas batuan



Gambar 2. 6 Ilustrasi Pergerakan Medium Gelombang P (Shearer, 2009)

B. Gelombang S

Gelombang s atau gelombang sekunder adalah gelombang yang hanya merambat dipermukaan bumi berbentuk transversal dan memiliki arah tegak lurus dengan arah penjalarannya, dibandingkan dengan gelombang p kecepatan dari gelombang s lebih lambat sehingga akan tercatat setelah gelombang p pada alat seismometer. Berbeda dengan gelombang p yang bisa merambat di medium cair, gelombang s tidak dapat merambat melewati medium cair. Percepatan gelombang s sebagai berikut:

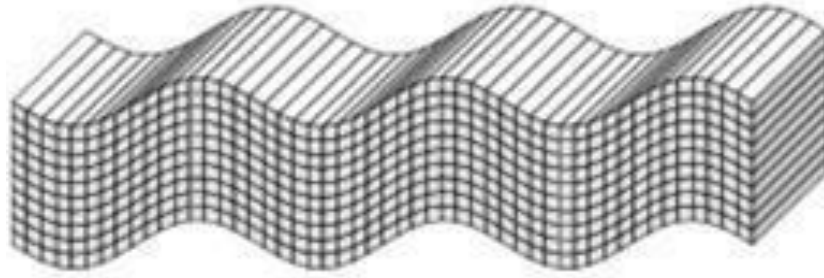
$$V_s = \beta = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (2.2)$$

Dimana:

v_s : Kecepatan gelombang S

μ : Modulus geser

ρ : Densitas batuan



Gambar 2. 7 Ilustrasi Pergerakan Medium Untuk Gelombang S (Shearer,2009)

2.3.2 Gelombang Permukaan

Gelombang seismik permukaan adalah Jenis gelombang yang medium perambatannya di permukaan bumi. Semakin kedalam bumi maka amplitude gelombang ini akan semakin mengecil atau melemah. Untuk kecaepatan pada jenis gelombang ini tergantung pada frekuensinya. Dari keterangan tersebut maka semakin besar kecepatan gelombangnya berarti semakin mengecil frekuinsinya, penetrasi kedalman semakin dangkal dan juga sebaliknya. Berdasarkan tipenya gelombang permukaan dibagi menjadi 2 tipe yaitu (Afnimar, 2009):

1. Gelombang Rayleigh

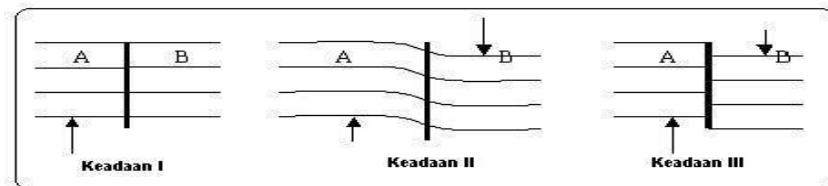
Gelombang rayleigh adalah gelombang yang hanya merambat di media padat yang hanya di beatas permukaan dan memiliki arah getaran yang berlawanan arah dengan arah rambatan.

2. Gelombang Love

Gelombang love adalah gelombang yang bergerak di bidang yang horizontal dan merambat pada batas lapisan saja.

2.4 Fenomena dan Metode Gempa Bumi

Gempa bumi adalah fenomena alam yang mempengaruhi aktifitas makhluk hidup dan juga struktur batuan yang ada didalam bumi. Teori bingkai elastis atau elastic rebound theory merupakan teori yang menjelaskan mekanisme prosenya suatu gempa bumi yang diakibatkan oleh adanya pensesaran. Teori bingkai elastis ini dikemukakan oleh reid seorang seismologist di Amerika (Bolt, 1976) dapat dilihat pada gambar Gambar 2.9 proses terjadinya sebuah gempa bumi.



Gambar 2. 8 Model Elastic Rebound (Subardjo dan Ibrahim, 2004)

Pada keadaan 1. Dapat dilihat adanya suatu lapisan yang belum berubah bentuk geologi.

Pada keadaan 2. Dikarenkan di dalam bumi ada sebuah gerakan yang terus-menerus sehingga akan ada stress atau tegangan yang kemudian berakumulasi dan sanggup merubah bentuk geologi suatu batuan. Pada gambar di keadaan yang ke-2 suatu lapisan batuan telah terakumulasi sebuah stress sehingga bentuk batuan geologinya berubah.

Pada keadaan 3. Ketika pada lapisan batuan tidak dapat menahan stress maka akan terjadi suatu perpindahan massa batuan secara tiba-tiba berupa patahan dan melepaskan gelombang seismik, seperti yang ditunjukkan pada gambar pada bagian 3 adanya lapisan batuan yang sudah patah.

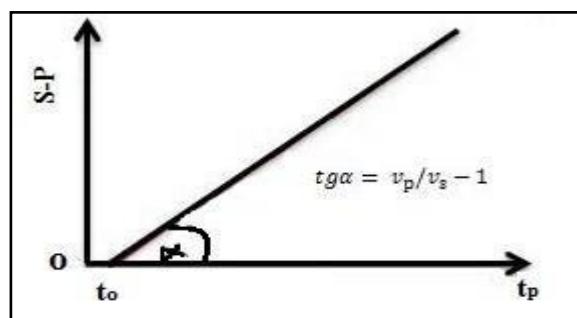
2.4.1 Parameter

Untuk mengenali atau menganalisis fenomena gempa bumi maka

diperlukan parameter untuk menganalisis suatu gempa bumi, Parameter-parameter ini saling terkait antara parameter satu dengan parameter yang lainnya untuk mendapatkan data yang akurat mengenai gempa bumi yang terjadi pada suatu wilayah.

1. Waktu Terjadinya Gempa Bumi

Yang dimaksud waktu terjadinya gempa bumi disini adalah akumulasi pelepasan energi pertama kali yang terjadi pada lempeng tektonik. Secara sederhana untuk memahami waktu terjadinya gempa dapat menggunakan diagram di bawah ini



Gambar 2. 9 Diagram Wadati (Hurukawa, 2008)

Dimana:

P = waktu tiba gelombang p

S = waktu tiba gelombang

t_0 = waktu terjadinya gempa

v_p = kecepatan gelombang p

v_s = kecepatan gelombang s

t_0 ditentukan dari perpotongan garis

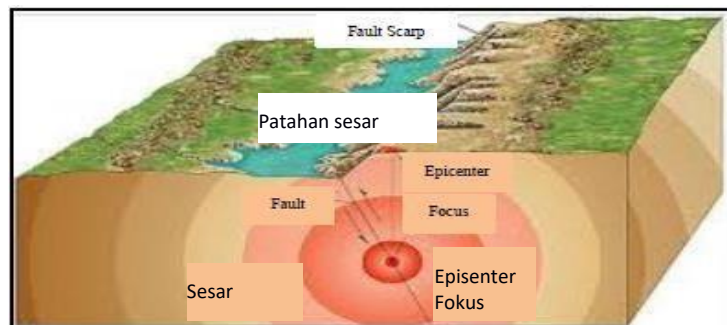
t_p Ketika $S - P$ sama dengan 0. Berdasarkan diagram di atas maka

$$t_0 = \rho - \frac{t_{sp}}{l} \quad (2.3)$$

Dimana t_{sp} adalah S – P dan l adalah $vp/vs - 1$

1. Episenter

Episenter merupakan sebuah titik dimana titik tersebut tegak lurus dengan atau refleksi dari hiposenter atau fokus gempa bumi. Zona episenter ini lah yang mengalami kerusakan atau terkena dampak

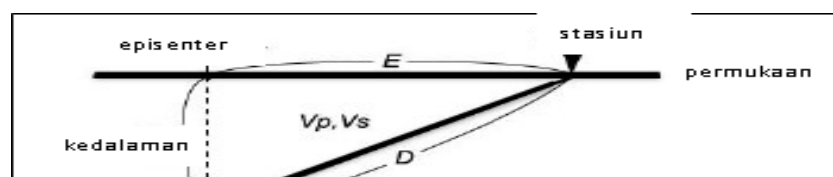


terbesar oelh gempa bumi. Jarak episenter gempa bumi menggunakan data gelombang P dan S, sedanagkan lokasi episenter dibuat dalam aturan koordinat bola bumi atau disebut dengan sisitem koordinat geografis yang dinyatakan dalam derajat bujur dan lintang.

Gambar 2. 10 Episentrum (Susanto, 2011)

2. Hiposenter

Hiposenter adalah kedalaman sumber gempa, dari permukaan hiposenter dapat ditentukan dari seismogram setengah amplitude maksimum dari gelombang P pada komponen vertikal. Dengan



Gambar 2. 11 Jarak Hiposenter (Hurukawa, 2008)

diasumsikan bahwa lapisan bumi adalah homogen hiposenter dapat ditentukan menggunakan diagram wadati dibawah ini (Hurukawa, 1995)

$$D = t_{p0} * V_p$$

$$\begin{aligned} D &= t_{s0} * V_s = (t_s - t_p * V_s) \\ &= \{(t_s - t_p) + (t_p - t_o)\} * v_s \\ &= (t_{sp} - t_{p0}) * v_s \end{aligned} \quad (2.4)$$

Dimana

t_s : waktu tiba gelombang S

t_p : waktu tiba gelombang P

v_p : kecepatan gelombang p

v_s : kecepatan gelombang S

D : jarak stasiun pencatat ke hiposenter

Dimana dengan mengetahui lokasi hiposenter gempa maka daerah yang rawan gempa akan diketahui sehingga dapat dilakukan antisipasi bencana untuk meminimalisir terjadinya korban jiwa maupun kerusakan akibat gempa. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi gempa bumi sebagai berikut:

- a. Melakukan pemetaan lokasi atau daerah rawan bencana
- b. Membuat konsep peta evakuasi
- c. Sosialisasi kepada masyarakat
- d. Penataan lingkungan

e. Pengembang sarana peringatan dini (Ismail, 1989).

3. Magnitudo

Magnitudo merupakan ukuran untuk menyatakan kekuatan gempa dan dinyatakan dengan satuan skala richter. Magnitudo dihitung pertamakali di tahun 1935 saat gempa lokal di California oleh richter dengan menggunakan alat standart wood Anderson dengan perhitungan nilai pergerakan tanah (Edwisa, 2008). Magnitudo dibagi menjadi magnitudo lokal, magnitudo body, magnitudo permukaan dan momen.

a. Magnitudo lokal

Magnitudo lokal sangat terbatas dengan jarak. Menurut richter dari jarak episenter ke seismograf kemudian mengukur amplitude maksimum dari sinyal yang tercatat maka dapat dilakukan kajian untuk menentukan besarnya gempa bumi yang terjadi (Fowler, 2005).

b. Magnitudo body

Berbeda dengan magnitudo lokal yang terbatas jarak dikembangkanlah gagasan magnitudo tipe yang bisa digunakan lebih luas. Salah satunya yaitu magnitudo body.

c. Magnitudo permukaan

Tipe magnitudo permukaan didapatkan sebagai hasil pengukuran gelombang permukaan.

d. Magnitudo momen

Magnitudo momen didapatkan dari momen seismik. Perhitungan dengan magnitudo momen lebih dapat dipercaya. Jika dibandingkan dengan magnitudo gelombang badan dan magnitudo gelombang

permukaan. Magnitudo momen dikembangkan karena magnitudo gelombang badan dan permukaan memberikan nilai yang lebih kecil dari nilai sebenarnya untuk gempa bumi yang sangat besar.

2.4.2 Metode Relokasi Hiposenter

Lokasi hiposenter ditentukan dari fenomena gempa bumi yang dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik namun memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Mulai dengan dari teknik linierisasi sampai teknik probabilistic, dari metode penentuan single event atau dapat di sebut kejadian tunggal sampai dengan kejadian multiple, dari lokasi relatif sampai dengan lokasi absolut (Husen, 2010). Dengan menggunakan referensi global seperti garis lintang, garis bujur dan kedalaman dapat menggambarkan lokasi gempa untuk penggunaan metode absolut. Namun pada lokasi absolut ini masi mengandung makna ketidak pastianatau dapat diartikan tingkat akurasi rendah. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh jarak antara sumber gempa dan stasiun, jumlah dari geometri dan stasiun, rasio signal-to-noise, dan akurasi dari model kecepatan yang digunakan dalam perhitungan waktu tiba. Lokasi relatif menghitung hiposenter dari banyaknya gempa bumi yang dikembangkan oleh douglas pada tahun 1967 dinamakan dengan metode joint hypocenter determination. Prinsipnya, lokasi relatif ini dihitung dengan mengdiferensiasikan dari lokasi absolt. Namun (pavlis,1992) menunjukan bahwa posisi relatif dihitung dengan cara diferensiasi dapat menyebabkan bias dikarenakan informasi yang tidak cukup tentang kecepatan struktur.

Kesalahan dari struktur kecepatan yang tidak diketahui dapat direduksi,

teknik lokasi relatif dikembangkan dengan cara perhitungan lokasi dihitung secara langsung dari waktu tempuh (Robinson, 2013). Waldhauser membuat algoritma untuk penentuan lokasi hiposenter gempa akan membuat struktur kecepatan yang tidak termodelkan dapat dihilangkan sehingga akurasi posisi pusat gempa bumi menjadi meningkat. Waldhauser dan Ellsworth telah menguji algoritma ini pada tahun 2000 menggunakan data gempa dibagian utara Hayward fault California, hasilnya bahwa terbentuk dua klauser gempa di wilayah tersebut yang sebelum dilakukan relokasi tidak terlihat dan adanya perubahan dari distribusi hiposenter gempa yang acak menjadikan sebaran fokus. Algoritma ini dinamakan dengan metode double-difference atau disebut dengan hypoDD.

Perspektif Islam

Bumi adalah tempat tinggal berbagai macam makhluk hidup yang sering terjadi di dalamnya berbagai macam fenomena alam sehingga dapat ditepati makhluk hidup dengan layak, namun tidak jarang kejadian fenomena alam yang dapat merubah atau sampai merugikan dan menghancurkan ekosistem kehidupan yang terdampak seperti fenomena alam gempa bumi. Ilmu geologi mendefinisikan gempa bumi sebagai sebuah fenomena getaran yang terjadi di kerak bumi, hal ini juga dikuatkan dengan fakta bahwa batuan di permukaan bumi tidaklah seluruhnya kaku sebagaimana bebatuan yang sering terlihat. Apabila tanah (bumi) mendapatkan tegangan di luar batas elastisitasnya maka akan menimbulkan perpecahan (*rupture*) hingga patahan geologi (*geological fault*) (Kayal, 2008). Gempa bumi adalah suatu fenomena yang luar biasa dari segi proses dan dampak yang akan diakibatkan, bahkan dalam al quran Allah

Subhanahu Wa Ta'ala berfirman:

رَبَّكُمْ اتَّقُوا النَّاسَ يَأْيُهَا

عَظِيمٌ شَيْءٌ السَّاعَةِ زُلْزَلَةٌ إِنَّ

Artinya: Hai manusia, bertakwalah kepada Rabbmu; sesungguhnya kegoncangan hari kiamat itu adalah suatu kejadian yang sangat besar (dahsyat)(Q.S Al Hajj 22:01)

Hari kiamat adalah waktu yang diyakini oleh umat muslim akan terjadi, pada ayat al hajj ayat 1 dapat kita pahami bahwa goncangan yang dimaksud adalah gempa bumi yang terjadi pada hari kiamat, dari gempa bumi kita diingatkan betapa dekatnya hari kiamat atau dekatnya kita dengan kematian. Kejadian gempa juga merupakan tanda-tanda hari kiamat yang masih terjadi dan akan terus berlanjut bahkan semakin kuat. Sebagaimana Hadits Nabi Muhammad SAW yang diriwayatkan oleh Abu Hurairah :

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ، قَالَ: قَالَ النَّبِيُّ
سَلَامَةً حَتَّى يَأْتِيَ الْيَوْمَ وَالسَّاعَةُ
وَيَتَقَارَبَ لَازِلٌ، يُقْبَضُ الْعِلْمُ، وَتَكْثُرُ الزُّلْزَلَةُ
وَالْهَرَجُ، وَهُوَ الزَّمَانُ، وَتُظْهَرُ الْفِتَنُ، وَيَكْثُرُ
الْقَتْلُ، وَحَتَّى يَفِضَ الْمَالُ.

Artinya: “ Dari Abu Hurairah, dia berkata, Nabi SAW bersabda, "Tidak akan terjadi hari kiamat kecuali setelah hilangnya ilmu, banyak terjadi gempa, waktu seakan berjalan dengan cepat, timbul berbagai macam fitnah, Al haraj - yaitu pembunuhan- dan harta melimpah ruah kepada kalian." (HR. Bukhari)

Dalam Kitab Fath Al-Bari, Ibnu Hajar Al-Asqalani (2000) menjelaskan banyaknya gempa bumi itu harus memenuhi dua syarat yaitu menyeluruh dan konsistensi atau terus menerus. bumi ini baik Utara, Timur, atau Barat, tetapi yang dimaksud banyak dalam hadits di atas adalah menyeluruh dan terus

menerus.

Meski gempa bumi fenomena yang sering kali menjadi musibah yang amat besar dan sering kali memakan korban jiwa seperti pada gempa di Bantul Yogyakarta 30 juni 2023 yang memakan 1 korban jiwa, namun gempa bumi atau musibah dalam al quran juga dapat kita ambil sebagai hikmah. Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman:

فِي إِلَّا أَنْفُسَكُمْ لَا فِيَّ وَالْأَرْضِ فِي مُصِيبَةٍ مِنْ مَا أَصَابَ
نَبَرًا هَآ أَن قَبْلَ مِنْ كِتَابٍ
22 يَسِيرُ اللَّهُ عَلَى ذَلِكَ إِنَّ
بِمَا تَفْرَحُونَ لَا وَفَاتَكُمْ مَا عَلَى تَأْسُوا لِكَيْلًا
23 فَخُورٍ لِمُخْتَدَّ كُلِّ يُحِبُّ لَا وَاللَّهُ ۖ أَتَكُمُ
بِالْبُخْلِ سَالِدٌ وَيَأْمُرُونَ يَبْخُلُونَ الَّذِينَ
24 الْحَمِيدُ الْغَزِي هُوَ اللَّهُ فَإِنَّ يَتَوَلَّ وَمَنْ

Artinya: "Tiada suatu bencana pun yang menimpa di bumi dan (tidak pula) pada dirimu sendiri, melainkan telah tertulis dalam kitab (Lauh Mahfuz) sebelum Kami menciptakannya. Sesungguhnya yang demikian itu adalah mudah bagi Allah. (Kami jelaskan yang demikian itu) supaya kamu jangan berduka cita terhadap apa yang luput dari kamu, dan supaya kamu jangan terlalu gembira terhadap apa yang diberikan-Nya kepadamu. Dan Allah tidak menyukai setiap orang yang sombong lagi membanggakan diri, (yaitu) orang-orang yang kikir dan menyuruh manusia berbuat kikir. Dan barang siapa yang berpaling (dari perintah-perintah Allah), maka sesungguhnya Allah Dialah Yang Mahakaya lagi Maha Terpuji." (QS Al-Hadid ayat 22-24)

Segala sesuatu kejadian termasuk gempa bumi semuanya atas kehendak Allah SWT sebagai muslim yang baik Ketika mendapat rahmat atau musibah pasti meyakini dan percaya bahwa pasti ada hikmah yang sangat luar biasa, Allah SWT tidak pernah menciptakan segala sesuatu apapun kapanpun dan dimanapun tanpa adanya hikmah yang dapat kita mambil. Sebagaimana firman Allah SWT di dalam QS. Al-Imran ayat 191 yang berbunyi:

قِيَا اللّٰهُ يَذْكُرُونَ الَّذِينَ
 اَلْخَلْقِ فِيْ فِكْرُوْنَ وَيَتَّجْنُوْهُمْ وَعَلٰى وَقْعُوْذًا مَّا
 سَمُوْتِ
 بَا طِلًا هٰذَا خَلَقْتَ مَا رَبَّنَا ۙ وَ ا لَا رُضِ 191
 النَّارِ عَذَابًا فَقِنَا سُبْحٰنَكَ

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka “(QS. Al-Imran: 191).

Sebagai umat muslim setiap adanya musibah sebesar apapun meski gempa bumi sekaligus kita tidak boleh patah semangat. Hal yang patut kita renungkan seringkali terjadi gempa bumi yang menyebabkan bencana sehingga menimbulkan kerugian yang sangat besar. namun gempa bumi dapat menimbulkan gelombang seismic yang memiliki manfaat besar, Gempa bumi menyebarkan gelombang seismik ke seluruh penjuru bumi dan pantul-memantul dari satu sisi ke sisi lain sehingga memberikan informasi tentang isi bumi, ketebalan lapisan bumi, komponen-komponen yang ada didalamnya. Sungguh tidak ada yang sia-sia dari ciptaan Allah, tergantung pada manusia bagaimana supaya dapat mengambil manfaat serta faedahnya (Guiderdoni, 2004).

Gempa bumi dapat diartikan bahwa bencana alam yang dapat dianggap menimbulkan kerugian karena dapat merusak kehidupan manusia dari tempat tinggal hingga ladang pencarian nafkah kehidupan, disisi lain gempa bumi dapat memberi manfaat pada segi iman kepada tuhan sehingga dapat memberi manfaat di bidang pembelayaran di bidang kegempaan, seismologi, bahkan menjadi sumber data bagi mitigas bencana. Salah satunya hasil riset yang

dilakukan oleh Jaxybulatov dkk (2014) dengan memanfaatkan sinyal gempa yang berhasil menggambarkan keadaan bawah permukaan di bawah danau Toba. Selain itu Waldhauser (2000) juga memanfaatkan data fase gelombang gempa bumi sebagai identifikasi zona patahan Hayward di California melalui proses relokasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan berbentuk penelitian studi literatur. Penelitian ini dilakukan sebagai usaha penerapan ilmu untuk mengetahui posisi hiposenter gempa bumi setelah relokasi dengan metode hypoDD.

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Jl. Zentana No. 33, RT 55/ RW 08 Desa Ngijo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur Indonesia yang terdiri dari studi literatur, kegiatan penelitian dan penulisan laporan.

3.2 Alat dan Penelitian

1. Data yang digunakan adalah data katalog gempa bumi (x, y, z, t) wilayah Bantul Yogyakarta 30 juni 2023 sampai pada 6 juli 2023 dengan batas koordinat lintang bujur 109.5232/111.694/-9.5748/-7.10838 dari BMKG.
2. System oprasi computer linux untuk menjalankan *Software* hypoDD
3. System oprasi computer windows untuk menjalankan Excel
4. *Software* hypoDD untuk pengolahan data relokasi gempa bumi dengan menggunakan metode hypoDD.
5. *Software* GMT (*The Generic Mapping Tools*) dan melakukan *plotting* petasebelum relokasi maupun hasil dari relokasi.
6. *Software* Microsoft Excel untuk membuat histogram data waktu tempuh sebelum dan sesudah relokasi.
7. Visual studio code untuk membantu menjalankan *Software* GMT

8. Notepad++ untuk source code atau teks editor

3.3 Pengolahan data

1. Menyiapkan data gempa bumi yang didapat dari katalog BMKG berupa data *arrival time* gelombang P dan S dengan format *.pha dan data stasiun dengan format. Pada data *arrival time*, parameter yang digunakan pada baris pertama adalah tahun, bulan, hari, menit, detik, lintang, bujur, kedalaman, magnitudo, eror horizontal, eror kedalaman, RMS waktu tempuh dan event ID, pada baris kedua adalah nama stasiun, waktu tempuh absolut, pembobotan, jenis fase (P atau S). Sedangkan padadata stasiun, parameter yang digunakan adalah nama stasiun, lintang dan bujur.

Origin Time							Koordinat Gempa			Error Lokasi			RMS	Event ID	
#	Year	Month	Day	Hour	Min	Sec	Lat	Long	Depth	Mag	Mag Error				
1	#	2009	04	28	01	10	23.0	-07.92	110.48	3.0	3.3	0.0	0.0	1.270	5
2	UGM						1.96	1.000	P						
3	PCJI						13.40	1.000	P						
4	BJI						16.40	1.000	P						
5	SMRI						18.00	1.000	P						
6	FWJI						22.50	1.000	P						
7	SWJI						24.00	1.000	P						
8	TGJI						28.10	1.000	P						
9	CLJI						28.70	1.000	P						
10	BJI						31.30	1.000	S						
11	KRK						35.60	1.000	P						
12	FWJI						41.30	1.000	S						
13	CISI						44.10	1.000	P						
14	KRK						60.00	1.000	S						
15	#	2009	05	13	18	31	10.0	-08.05	110.43	10.0	3.6	0.0	0.0	0.979	21
16	UGM						3.20	1.000	P						
17	YOGI						5.20	1.000	P						
18	UGM						5.90	1.000	S						
19	YOGI						8.60	1.000	S						
20	WOJI						9.80	1.000	P						
21	PCJI						15.10	1.000	P						
22	WOJI						16.20	1.000	S						
23	SMRI						19.30	1.000	P						
24	BJI						19.40	1.000	P						
25	FWJI						23.90	1.000	P						
26	SWJI						24.20	1.000	P						
27	PCJI						25.20	1.000	S						
28	CLJI						26.60	1.000	P						
29	TGJI						30.70	1.000	P						
30	BJI						32.90	1.000	S						
31	SMRI						35.20	1.000	S						
32	KRK						36.80	1.000	P						
33	CISI						43.10	1.000	P						
34	GMJI						50.00	1.000	P						
35	LEM						51.60	1.000	P						
36	KMMI						57.10	1.000	P						
37	CISI						77.30	1.000	S						

Magnitudo

Fase

Stasiun

Travelttime

Gambar 3. 1 Data Gempa bumi dari Katalog BMKG

2. Menjalankan input parameter kedalam program ph2dt dengan langkah mengganti nama file stasiun dan nama file PHA yang sesuai serta mengubah nilai parameter kontrol yaitu MINWGHT, MAXDIST,

MAXSEP, MAXNGH, MINLNK, MINOBS, dan MAXOBS. kontrol pada program ph2dt yang dapat diganti yaitu MINWGHT (minimum pembobotan picking), MAXDIST (jarak maksimum antara pasangan event dengan stasiun, MAXSEP (separasi hiposentral maksimum antar pasangan event dalam km), MAXNGH (jumlah maksimum tetangga per event), MINLNK (jumlah minimum hubungan/link yang disyaratkan untuk mendefinisikan satu tetangga), MINOBS (jumlah minimum hubungan/link tiap pasang tersimpan), dan MAXOBS (jumlah maksimum hubungan/link tiap pasang tersimpan tergantung pada jarak pasangan event).

```

1 * ph2dt.inp - input control file for program ph2dt
2 * Input station file:
3 station.dat
4 * Input phase file:
5 catalog2009-2020_opak.pha
6 *MINWGHT: min. pick weight allowed [0]
7 *MAXDIST: max. distance in km between event pair and stations [200]
8 *MAXSEP: max. hypocentral separation in km [10]
9 *MAXNGH: max. number of neighbors per event [10]
10 *MINLNK: min. number of links required to define a neighbor [8]
11 *MINOBS: min. number of links per pair saved [8]
12 *MAXOBS: max. number of links per pair saved [20]
13 *MINWGHT MAXDIST MAXSEP MAXNGH MINLNK MINOBS MAXOBS
14 0 220 10 10 8 8 20

```

Gambar 3. 2 Input Prameter

3. Menyiapkan data output dari hasil input dalam program ph2dt berupa data differensial (dt.ct) dan data absolut (event.dat; event.sel; station.sel) untuk kemudian melakukan input data tersebut kedalam program hypoDD.

1	#	21	1482		
2	UGM	5.900	6.700	1.0000	S
3	UGM	3.200	3.700	1.0000	P
4	PCJI	15.100	14.400	1.0000	P
5	PCJI	25.200	24.800	1.0000	S
6	SMRI	19.300	18.900	1.0000	P
7	BJI	32.900	33.100	1.0000	S
8	PWJI	23.900	24.000	1.0000	P
9	SWJI	24.200	24.300	1.0000	P
10	#	21	2551		
11	UGM	3.200	4.300	1.0000	P
12	YOGI	5.200	4.800	1.0000	P
13	YOGI	8.600	8.300	1.0000	S
14	WOJI	16.200	18.600	1.0000	S
15	WOJI	9.800	10.600	1.0000	P
16	PCJI	15.100	14.900	1.0000	P
17	PCJI	25.200	25.500	1.0000	S
18	SMRI	19.300	19.500	1.0000	P
19	SWJI	24.200	24.500	1.0000	P

Gambar 3. 3 Input Data Kedalam Program HypoDD

4. Menjalankan input data differensial dan data absolut ke dalam program hypoDD dengan cara melakukan iterasi untuk menghasilkan data yang baik agar menghasilkan faktor kualitas *conditional number of damping* (CND) sebesar 40-80 melalui pemilihan *damping* optimum.

IT	EV	CT	RMSCT		RMSST	DX	DY	DZ	DT	OS	AQ	CND	
	%	%	ms	%	ms	m	m	m	ms	m			
1	1	100	100	602	-33.0	1005	1389	1789	1667	271	334	0	48
2	2	100	100	496	-17.5	1015	478	783	585	112	371	0	48
3	3	95	87	502	1.2	1008	569	681	506	76	183	0	62
4	4	95	84	456	-9.3	1014	318	378	206	55	104	0	58
5	5	91	78	423	-7.2	922	284	242	206	39	363	0	56
6	6	91	76	402	-4.8	945	200	177	150	33	393	0	54
7	7	91	75	390	-3.1	944	141	156	124	26	431	0	52
8	8	89	74	379	-3.0	959	103	159	112	19	377	0	50

Gambar 3. 4 Input Data Differensial Dan Data Absolut

5. Membuat histogram residual waktu tempuh yang didapat dari output dalam program hypoDD sehingga dapat diketahui selisih terkecil antara waktu tempuh observasi dengan kalkulasi yang digambarkan dari nilai residual waktu tempuh setelah relokasi banyak mendekati nol.

6. Melakukan *plotting* titik hiposenter dengan *software* GMT untuk mengetahui sebaran hiposenter sebelum relokasi dan sesudah relokasi.

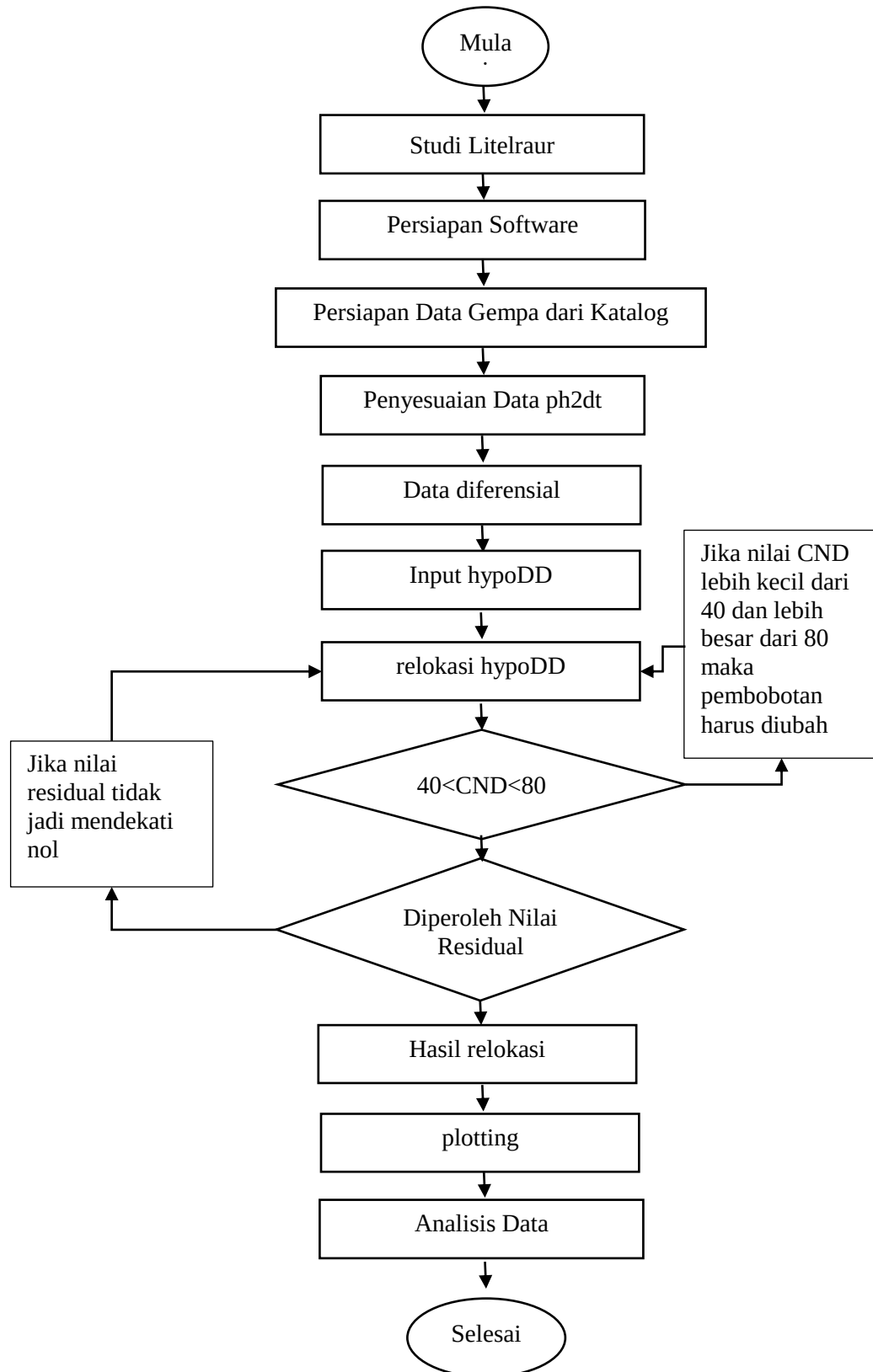
```

falis cobak.bat
1 set path=C:\programs\gmt6\bin;%PATH%
2 set GMT6_SHAREDIR=c:\programs\gmt6\share
3
4 set R=109.5235/111.694/-9.5748/-7.10838
5
6 gawk "{print $2, $1, $3, $4}" datagmt1.txt > asek.txt
7
8 gmt begin seismitas png
9     gmt makecpt -Cred,yellow,green -T0,60,300,1000 -N
10    gmt basemap -R%R% -JM15c -B3
11    gmt coast -Df -W0.3 -Slightblue -Gdarkgreen
12    gawk "$4<=3 {print $1, $2, $3, $4}" asek.txt | gmt plot -Sc0.2 -W0.1 -C
13    gawk "$4>3 && $4<=4 {print $1, $2, $3, $4}" asek.txt | gmt plot -Sc0.4 -W0.1 -C
14    gawk "$4>4 {print $1, $2, $3, $4}" asek.txt | gmt plot -Sc0.6 -W0.1 -C
15    echo 110 -9 A > A
16    echo 110 -8 A' >> A
17    gmt plot A -W1
18    gmt text A -F+f12 -D0.5/0
19 gmt end
20
21 gmt begin cross_section png
22    gmt makecpt -Cred,yellow,green -T0,60,300,1000 -N
23    gmt project asek.txt -C110/-11 -E110/-5 -Fpz -Q -W-500/500 -Lw > projected
24    gmt basemap -R0/667/-10/630 -JX10/-10 -Bx100+1"Jarak (km)" -By100+1"Kedalaman (km)" -BWeSn
25    gawk "$3<=3 {print $1, $2, $2, $3}" projected | gmt plot -Sc0.2 -W0.1 -C
26    gawk "$3>3 && $3<=4 {print $1, $2, $2, $3}" projected | gmt plot -Sc0.4 -W0.1 -C
27    gawk "$3>4 {print $1, $2, $2, $3}" projected | gmt plot -Sc0.6 -W0.1 -C
28    echo 0 -10 A > A
29    echo 667 -10 A' >> A
30    gmt text A -F+f12 -D0/0.5 -N
31 gmt end

```

Gambar 3. 5 Contoh Plotting Menggunakan GMT6 Seris

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 6 Diagram Alir penelitian

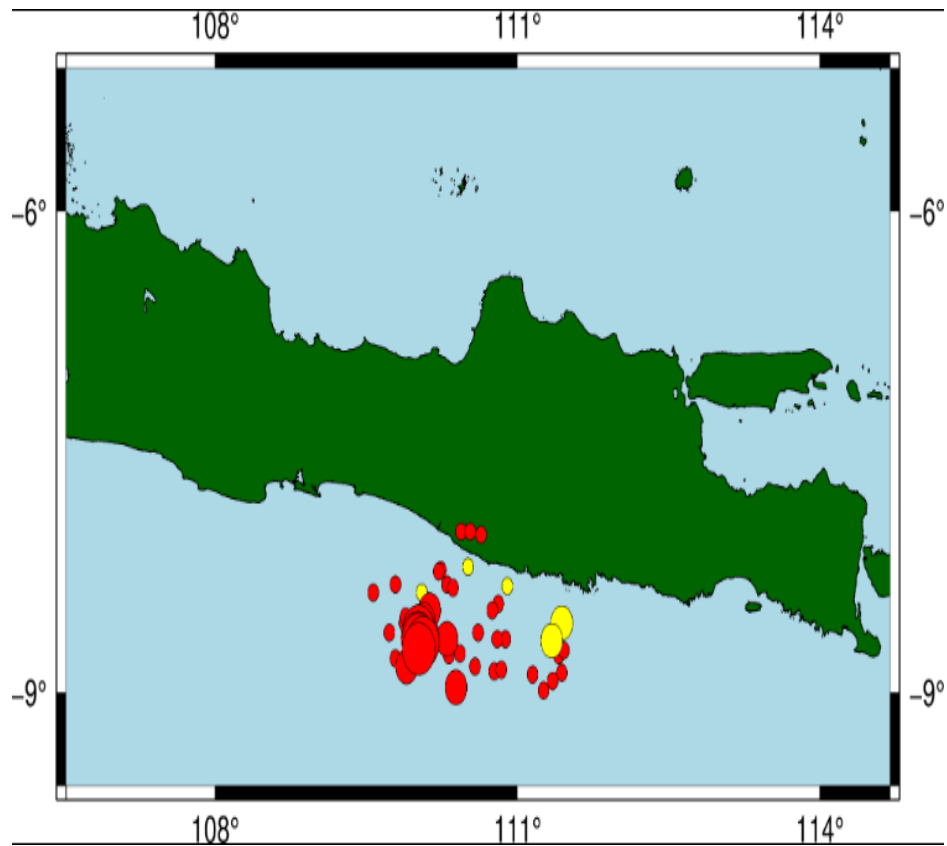
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sebelum dilakukan Relokasi Hiposenter

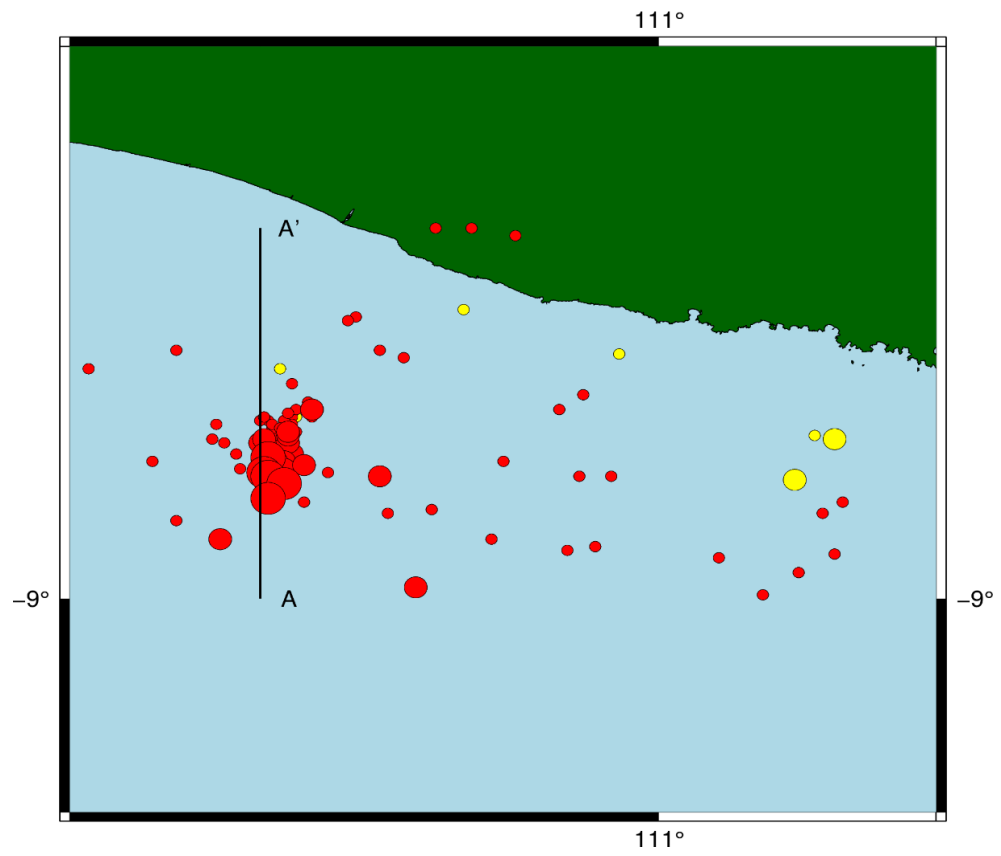
Proses pengolahan data dengan hypoDD digunakan prinsip trial and error dengan menggunakan seperangkat software yang digunakan dalam metode hypoDD. Untuk mendapatkan posisi hiposenter dilakukan inputan data gempa bumi pada program agar menghasilkan kriteria yang sesuai dengan parameter sehingga hasil yang didapatkan bisa sesuai. Penelitian ini menggunakan data dari kejadian gempa bumi Bantul Yogyakarta 30 juni 2023. Data kejadian gempa bumi yang digunakan sebanyak 3354 gelombang gempa P atau S yang diprediksi oleh pemodelan seismik yang tercatat stasiun dengan 134 titik gempa bumi. Data gempa tersebut kemudian diseleksi berdasarkan posisi koordinat gempa, magnitudo, serta kedalaman gempa.

Posisi gempa yang digunakan pada koordinat lintang bujur 109.5232/111.694/-9.5748/-7.10838 (109.5232° - 111.694° BT dan 9.5748° - 7.10838° LS) yang memiliki kedalaman 0 – 70km dibawah permukaan dan memiliki kekuatan magnitudo 1,6SR sampai dengan 6,5SR. Gempa bumi yang merusak memiliki kekuatan magnitudo yang besar sehingga berdampak pada kehidupan dipermukaan bumi. Selain itu menurut Daryo (2020). Gempabumi yang memiliki kekuatan lebih besar dari 5SR juga dapat menimbulkan kerusakan. Persebaran hiposenter gempa bumi sebelum direlokasi bisa kita lihat pada gambar 4.1

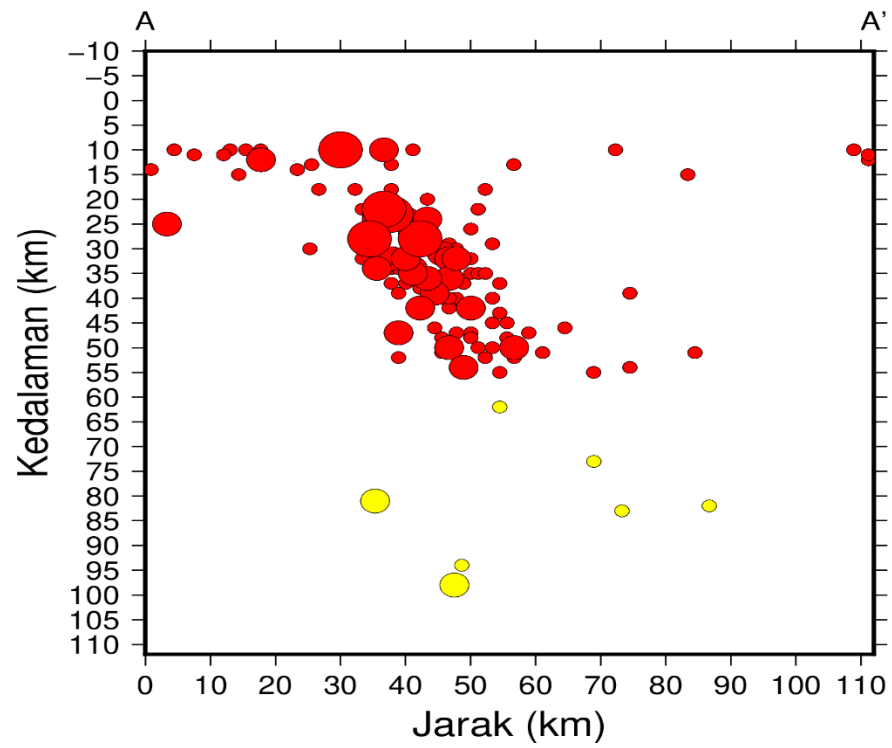


Gambar 4. 1 Sebaran Episenter sebelum direlokasi

Dapat kita amati pada gambar di atas persebaran hiposenter terletak dibagian Selatan pulau jawa dan jarak dari hiposenter satu dengan yang lain relative berdekatan, untuk memperjelas jarak persebaran dan kedalaman gempa maka plot gambar difokuskan dan diberi tambahan irisan untuk melihat kedalaman gempa seperti pada gambar 4.2 dan 4.3



Gambar 4. 2 episenter sesudah difokuskan



Gambar 4. 3 hiposenter sebelum direlokasi

4.2 Hasil Proses Ph2dt dan HypoDD

Pada proses relokasi dengan hypoDD harus melewati 2 tahapan yaitu tahap ph2dt dan tahap hypoDD. Ph2dt adalah proses untuk menganalisis data fase gelombang sehingga selisih waktu tempuh gelombang mengalami penurunan terhadap pasangan gelombang gempa dengan cara mengelompokkan gempa bumi yang terkait berdasarkan parameter. Parameter yaitu MINWIGHT (minimum pembobotan), MAXDIST (jarak maksimum antar pasang gempa dengan stasiun), MAXSEP (jarak pisah hiposenter maksimum antar pasangan gempa), MAXNGH (jumlah maksimum dari neighbors per gempa), MINLINK (jumlah minimum hubungan tetangga yang dapat dipisahkan), MINOBS (jumlah minimum link yang disimpan) MAXOBS (jumlah maksimum link yang disimpan) untuk hasil setelah proses bisa dikatakan benar jika tidak terjadi error dan pada penelitian kali ini dapat dilihat pada gambar 4.4 informasi proses ph2dt

Pada akhir proses pengolahan akan ada informasi outliers atau data yang

```

falls@falls-IdeaPad-Gaming-3-15ARH7:~/Desktop/cobak2 masuk/c12/HYP000/src/ph2dt$ ./ph2dt ph2dt.inp
starting ph2dt (v1.3 - 08/2010)...

reading data ...
> stations =          67
> events total =        134
> events selected =      134
> phases =          3220
forming dtimes...
> P-phase pairs total =        6548
> S-phase pairs total =        8419
> outliers =          258 (    1 %)
> phases at stations not in station list =          0
> phases at distances larger than MAXDIST =          0
> P-phase pairs selected =        6355 (    97 %)
> S-phase pairs selected =        8346 (    99 %)
> weakly linked events =          1 (    0 %)
> linked event pairs =        1094
> average links per pair =         13
> average offset (kn) betw. linked events =    19.8569469
> average offset (kn) betw. strongly linked events =    17.7458324
> maximum offset (kn) betw. strongly linked events =    99.2565613

Done.

Output files: dt.ct; event.dat; event.sel; ph2dt.log
ph2dt parameters were:
(minwght,maxdist,maxsep,maxngh,minlnk,minobs,maxobs)

```

Gambar 4. 4 informasi proses ph2dt

menyimpang jauh dari data lainnya dalam satu rangkaian data (mufiry. 2008). Untuk melanjutkan ke tahap pengolahan selanjutnya, dipastikan terlebih dahulu dan sebisa mungkin weakly linked events dan outliers bernilai kecil dikarenakan gempa yang dianggap outliers (gempa dengan waktu tunda yang lebih besar dari perkiraan waktu tunda untuk pasang gempa) akan dihapus. Hasil dari proses ph2dt yang dimasukkan kedalam hypoDD yaitu file even.dat (hasil output dari parameter gempa), dt.ct(data waktu tempuh yang berkaitan dan tercatat di stasiun yang sama) dan stasiun.dat(koordinat stasiun dll).

hypoDD melakukan relokasi hiposenter gempa dengan cara mendiferensiasikan data waktu tempuh yang diperoleh dari output ph2dt. Cara kerja hypoDD dengan prosedur iterasi, dimana pada setiap iterasi turunan persila, lokasi, pembobotan data akan diperbarui yang bergantung pada nilai misfit saat inversi, dengan tujuan meminimalkan nilai residual antara selisih waktu tempuh gelombang hasil observasi dengan hasil kalkulasi. Pada hasil pengolahan akan tampil keluaran berupa informasi kerja dari hypoDD seperti pada gambar 4.5

```

Terminal
falis@falis-ideaPad-Gaming-3-15ARH7: ~/D

-----
Reading data ... Mon Jun 3 15:20:35 2024
# events = 133
# stations < maxdist = 66
# catalog P dtimes = 6103
# catalog S dtimes = 7970
# dtimes total = 14073
# events after dtime match = 133
# stations = 41
Initial trial sources = 133

IT EV CT CC RMSCT RMSCC RMSST DX DY DZ DT OS AQ CND
1 1 100 89 0 413 -12.3 0 NaN 1085 508 431 2459 87 1225 0 60
2 100 81 0 321 -22.3 0 NaN 1085 304 223 1255 47 1225 2 54
3 2 98 78 0 297 -7.2 0 NaN 832 265 198 525 41 1351 0 53
4 3 98 74 0 263 -11.5 0 NaN 831 187 149 387 29 1343 0 50
5 4 98 71 0 239 -9.3 0 NaN 572 135 110 304 22 1312 0 49
6 5 98 69 0 220 -7.7 0 NaN 600 108 91 258 18 1267 0 47
7 6 98 67 0 206 -6.5 0 NaN 611 87 78 212 15 1233 0 46
8 98 65 0 196 -5.1 0 NaN 611 69 66 416 13 1233 1 45
9 7 98 64 0 191 -2.4 0 NaN 612 67 63 163 12 1349 0 45
10 8 98 63 0 183 -4.0 0 NaN 602 54 56 149 11 1333 0 43
11 9 98 62 0 176 -4.2 0 NaN 360 49 57 161 12 1310 0 48
12 10 98 60 0 169 -3.9 0 NaN 360 42 51 610 11 1728 0 46
13 11 97 59 0 164 -3.0 0 NaN 359 39 47 136 11 1257 0 46
14 12 97 58 0 156 -4.5 0 NaN 334 35 43 151 10 1209 0 44
15 13 97 56 0 150 -4.4 0 NaN 335 32 43 304 9 1394 0 44
16 14 97 54 0 144 -4.0 0 NaN 306 36 40 104 9 1375 0 44
17 15 97 52 0 135 -6.1 0 NaN 294 33 36 96 8 1352 0 43
18 16 97 50 0 126 -6.4 0 NaN 285 30 34***** 7***** 0 41
19 17 96 48 0 120 -5.0 0 NaN 266 34 40 107 8 1358 0 49
20 18 96 46 0 111 -7.3 0 NaN 264 32 36 94 7 1331 0 48
21 19 96 44 0 103 -7.7 0 NaN 212 29 32 83 6 1308 0 46
22 20 96 42 0 94 -8.8 0 NaN 208 27 28 73 6 1289 0 46
23 21 96 39 0 85 -9.5 0 NaN 205 24 25 64 5 1276 0 44
24 22 96 38 0 77 -8.9 0 NaN 189 21 23 59 5 1268 0 43
25 23 96 36 0 71 -8.2 0 NaN 171 19 20 56 5 1260 0 43
26 24 96 34 0 65 -8.1 0 NaN 171 17 18 53 4 1253 0 41
27 25 96 32 0 59 -8.9 0 NaN 162 23 28 82 6 1243 0 59
28 26 96 30 0 53 -11.2 0 NaN 133 22 25 79 5 1234 0 58
29 27 96 28 0 46 -12.8 0 NaN 128 21 22 75 4 1219 0 55
30 28 96 26 0 39 -15.9 0 NaN 125 20 19 111 4 1158 0 53
31 29 95 23 0 32 -16.6 0 NaN 110 17 15 43 3 1379 0 50
32 30 95 20 0 25 -21.1 0 NaN 68 14 12 33 3 1379 0 47
33 31 95 18 0 19 -24.2 0 NaN 66 11 10 22 2 1382 0 44
34 32 95 15 0 13 -30.3 0 NaN 49 13 13 32 3 1388 0 73
35 33 95 13 0 9 -36.1 0 NaN 25 8 8 21 2 1391 0 67
36 34 95 10 0 5 -46.4 0 NaN 18 5 5 13 1 1391 0 58
37 35 95 8 0 2 -54.4 0 NaN 8 3 2 7 1 1392 0 52
38 36 95 6 0 1 -64.0 0 NaN 5 2 1 3 0 1391 0 46
39 37 95 5 0 0 -67.5 0 NaN 1 1 0 1 0 1391 0 42

falis@falis-IdeaPad-Gaming-3-15ARH7: ~/Desktop/cobak2 nasukjc12/HYP0DD/src/hypo00$

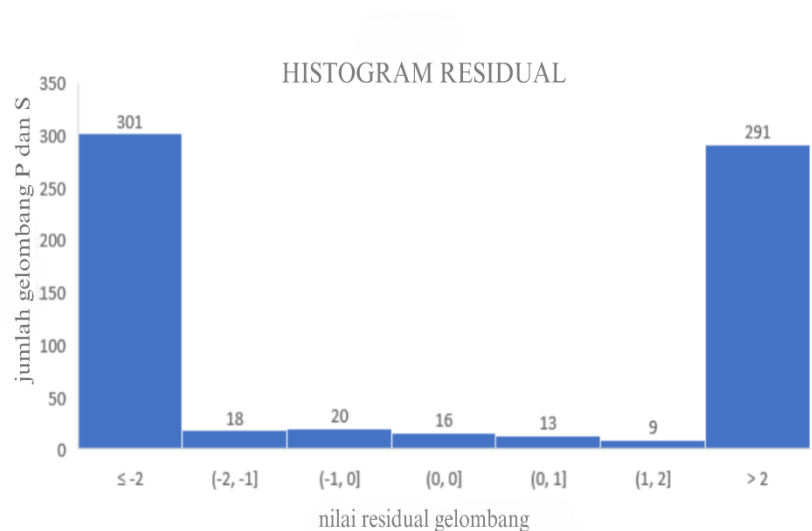
```

Gambar 4. 5 informasi proses hypoDD

Pada gambar 4.5 di atas yang perlu diperhatikan adalah nilai dari CND karena merupakan indikasi kondisi dari peramaan doouble difference. Waldhauser (2000) nilai CND yang kecil mengindikasikan damping yang terlalu besar sedangkan nilai CND yang besar mengindikasikan damping yang terlalu kecil. Nilai damping yang diberikan dikatakan tepat Ketika nilai CND diantara 40-80.

4.3 Koreksi Residual Waktu

Nilai residual dapat kita lihat setelah proses hypoDD pada outputan yang bernama hypoDD.res. nilai residual merupakan selisih waktu tempuh observasi dan kalkulasi yang telah diperoleh. Perangkat lunak double difference memiliki prinsip mengurangi nilai residual secara iterative dalam inversi yang dilakukan dalam proses relokasi hiposenter kemudian diperoleh perubahan lokasi dari event terkait. Oleh karena itu, nilai residual dapat digunakan sebagai validasi yang menguji tingkat keakuratan nilai relokasi hiposenter.



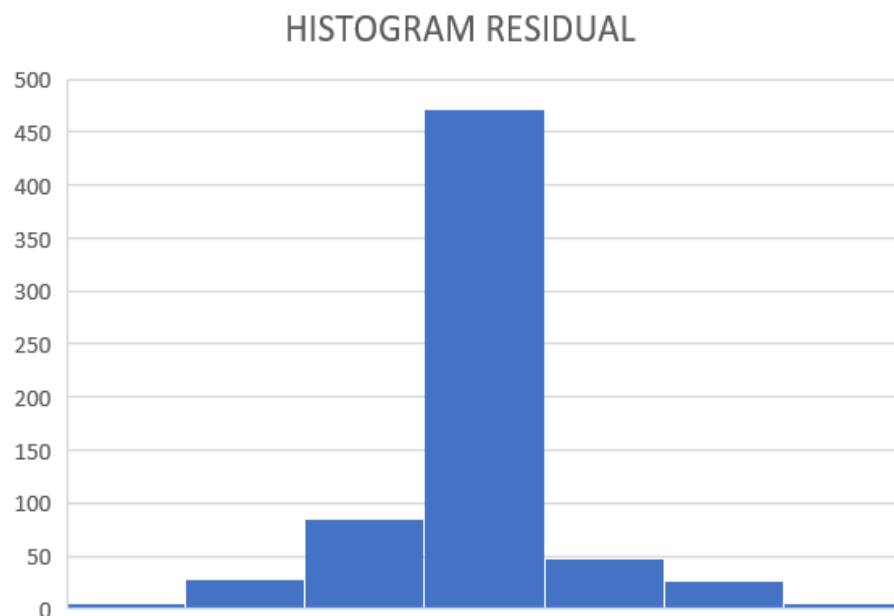
Gambar 4. 6 Histogram residual sebelum relokasi

Histogram nilai dari rms residual waktu tempuh dapat memperlihatkan akurasi relokasi metode hypoDD. Hal ini dianalisis dari frekuensi gempa yang memiliki nilai rms mendekati nilai nol. Jika nilai rms residual waktu tempuh dari gempa semakin mendekati nilai nol, maka waktu tempuh hasil kalkulasi semakin mendekati waktu tempuh observasi, sehingga dapat disimpulkan letak gempa akan

mendekati letak gempa sebenarnya, sementara nilai rms residual rata-rata setelah relokasi dapat diperoleh dari outputan proses hypoDD. sehingga histogram residual bertujuan untuk melakukan analisis terhadap kecocokan data lapangan dan metode parameter matmatis yang digunakan.

Gambar 4.6 adalah gambar histogram rms residual waktu tempuh sebelum direlokasi. Histogram sebelum dilakukan relokasi menunjukan nilai frekuensi yang tinggi pada nilai lebih kecil sama dengan -2 dan juga nilai frekuensi yang tinggi di lebih besar 2. Gempa bumi sebelum direlokasi dapat dikatakan masih kurang baik, hal ini dikarenakan adanya nilai yang sangat tinggi pada ≤ -2 dan juga >2

Nilai residual setelah relokasi dapat kita lihat pada gambar 4.7 nilai residual setelah direlokasi memiliki frekuensi 450 pada nilai -0.20 sampai 0.53 sedangkan untuk nilai yang < -0.20 dan >0.53 memiliki frekuensi rata tidak lebih dari 100. Dari nilai histogram gambar 4.7 dapat dikatakan bahwa nilai residual mendekati 0

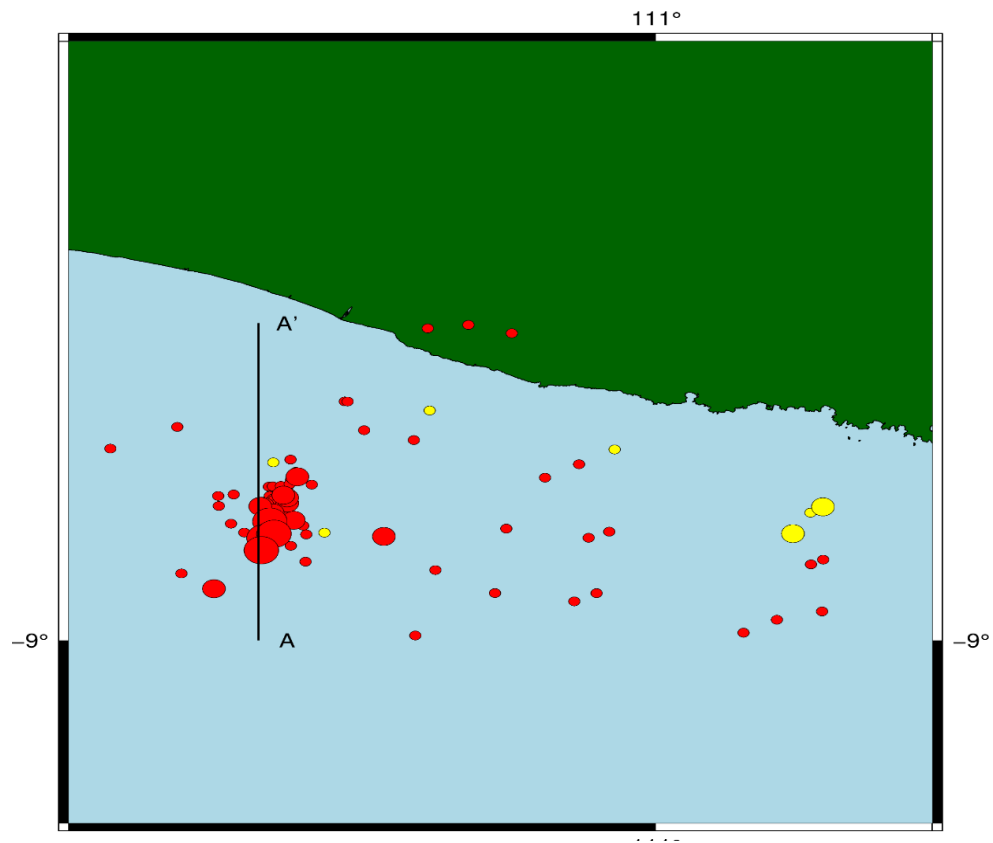


Gambar 4. 7 Histogram residual sesudah relokasi

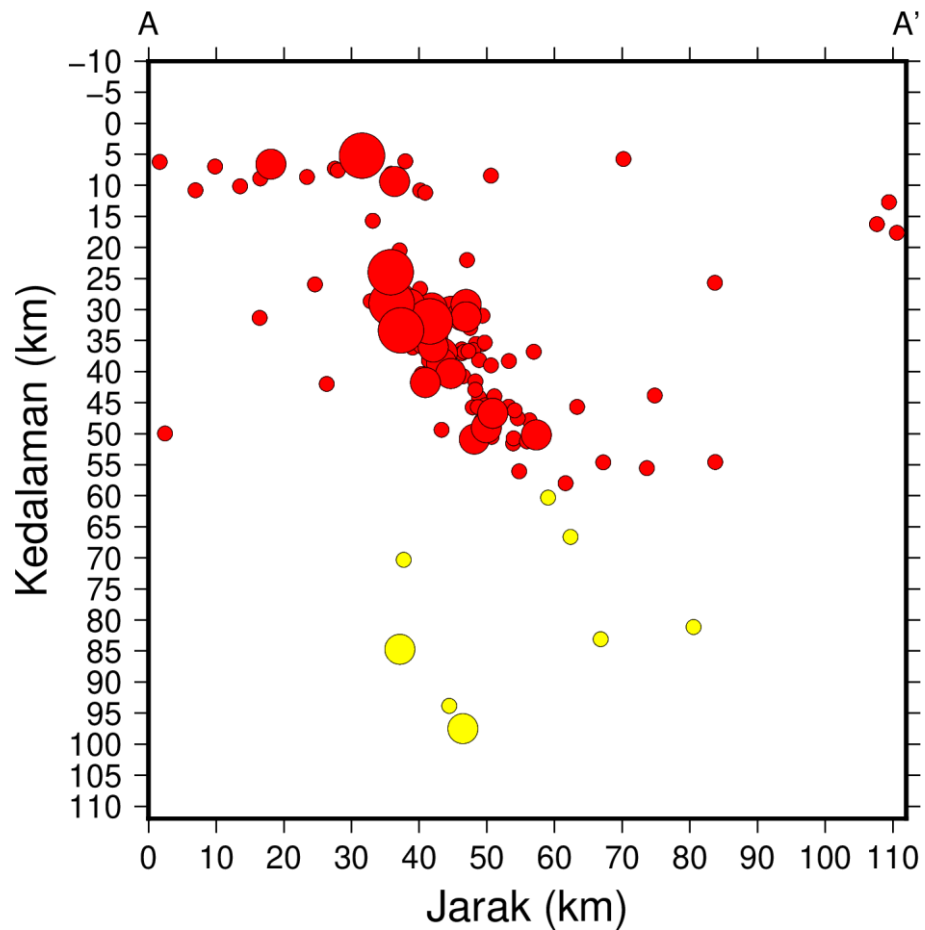
Berdasarkan kedua histogram diatas dapat disimpulkan bahwa nilai residual yang setelah direlokasi lebih mendekati nilai 0 karena rentan nilai -0.20 sampai 0.53 memiliki nilai frekuensi sangat tinggi Hal ini menunjukkan nilai rms residual mendekati nol pada gempa hasil relokasi menggunakan metode double difference memiliki frekuensi data yang lebih banyak dari pada gempa sebelum relokasi. Berdasarkan nilai rms residual yang didapatkan, maka gempa yang direlokasi menggunakan metode double difference pada penelitian ini menghasilkan perubahan posisi hiposenter yang lebih baik dan mendekati posisi hiposenter yang sebenarnya.

4.4 Hasil Relokasi

Persebaran hiposenter gempa bumi sesudah direlokasi dapat kita lihat pada gambar 4.8 dan 4.9



Gambar 4. 8 sebaran episenter sesudah direlokasi



Gambar 4. 9 sebaran hiposenter sesudah direlokasi

Dapat kita lihat gempa bumi yang terjadi di Bantul Yogyakarta pada 30 juni 2023 yang menimbulkan bencana bagi Masyarakat dan sampai memakan 1 korban jiwa sebaran hiposenter sesudah dilakukan relokasi menggunakan metode HypoDD terlihat pada gambar 4.8. Terdapat perbedaan antara jumlah gempa sesudah direlokasi dan sebelum direlokasi. Jika sebelum dilakukan relokasi data gempa yang awalnya berjumlah 133 sebelum direlokasi menjadi 127 data gempa sesudah direlokasi demikian dikarenakan saat proses pengolahan pada tahap ph2dt menghilangkan kejadian gempa yang dianggap outliers.

Begitu juga pada hypoDD yang menghilangkan data gempa yang airquakes

pada setiap iterasi. Airquakes merupakan hiposenter yang berbeda diatas permukaan. Hal ini terjadi Ketika pasangan gempa yang dekat permukaan memiliki control vertikal offset gempa yang buruk. Dengan jumlah data gempa yang mengecil setelah direlokasi dengan demikian hasil relokasi double difference memang sering kali memiliki jumlah data gempa lebih sedikit dibandingkan dengan sebelum direlokasi. Pada gambar yang suda kita plot dengan irisan dapat kita lihat perbandngan kedalaman sebelu dan sesudah, setelah dilakukan relokasi kedalaman hiposenter menjadi berubah dan kebanyakan hiposenter mendekatai permukaan.

4.5 Perbandingan sebaran hiposenter gempa bumi

Untuk melihat lebih detail persebaran hiposenter gempa bumi, kita bandingkan 7 sampel hiposenter gempa bumi dan pada setiap hiposenter diberi symbol huruf A, B, C, D, E, F dan G yang dapat kita lihat pada tabel 4.1 hiposenter sebelum direlokasi dan tabel 4.2 hiposenter sesudah direlokasi diberi symbol a',b',c',e',f' dan g'

Tabel 4. 1 Sampel event sebelum direlokasi

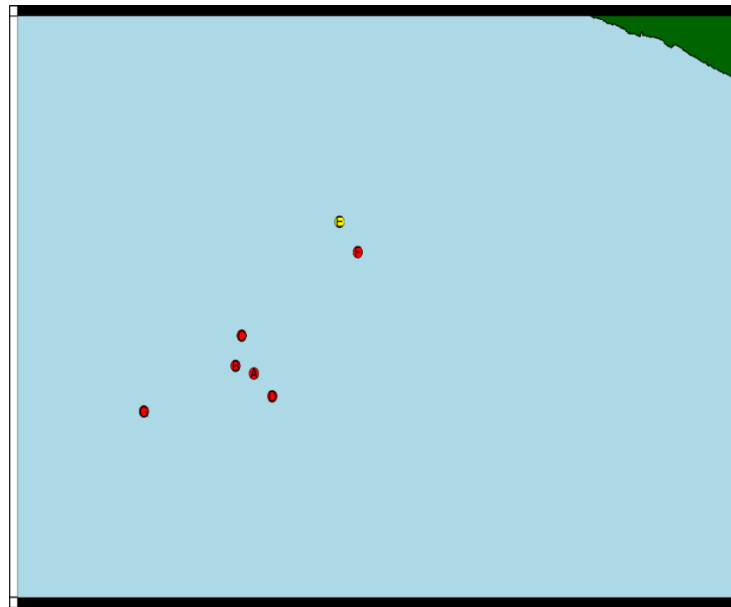
NAMA	HIPOSENTER			
A	-8.58	109.91	41	2.5
B	-8.57	109.88	30	2.8
C	-8.53	109.89	18	2.8
D	-8.61	109.94	20	2.9
E	-8.38	110.05	73	2.8
F	-8.42	110.08	46	2.5
G	-8.63	109.73	28	2.6

Tabel 4. 2 Sampel event sesudah direlokasi

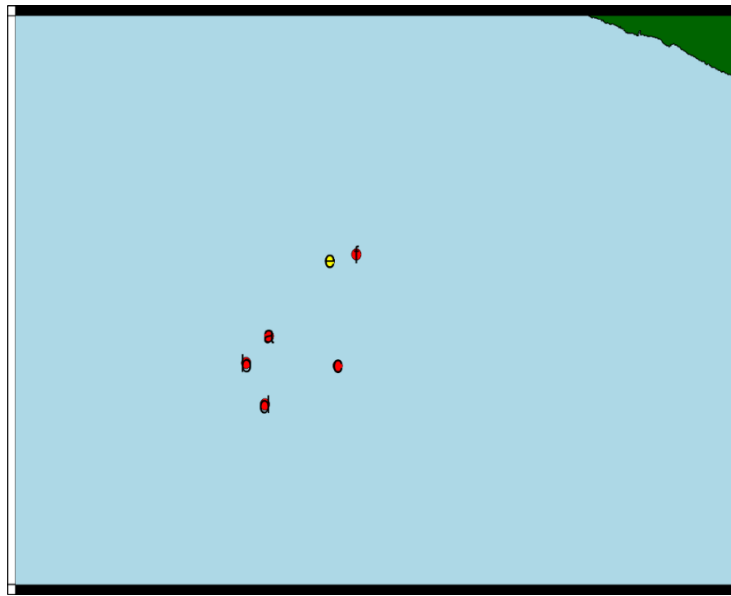
NAMA	HIPOSENTER			
------	------------	--	--	--

a	-8.54044	109.9379	43.989	2.5
b	-8.57651	109.9005	22.026	2.8
c	-8.58026	110.0504	36.804	2.7
d	-8.63232	109.9313	11.186	2.9
e	-8.43905	110.0375	66.623	2.8
f	-17.0105	110.081	45.683	2.5

Untuk gambar persebaran dari tabel 4.1 dan 4.2 dapat kita lihat pada gambar 4.10 sebelum direlokasi dan 4.11 sesudah direlokasi



Gambar 4. 10 gambar tabel sebelum direlokasi



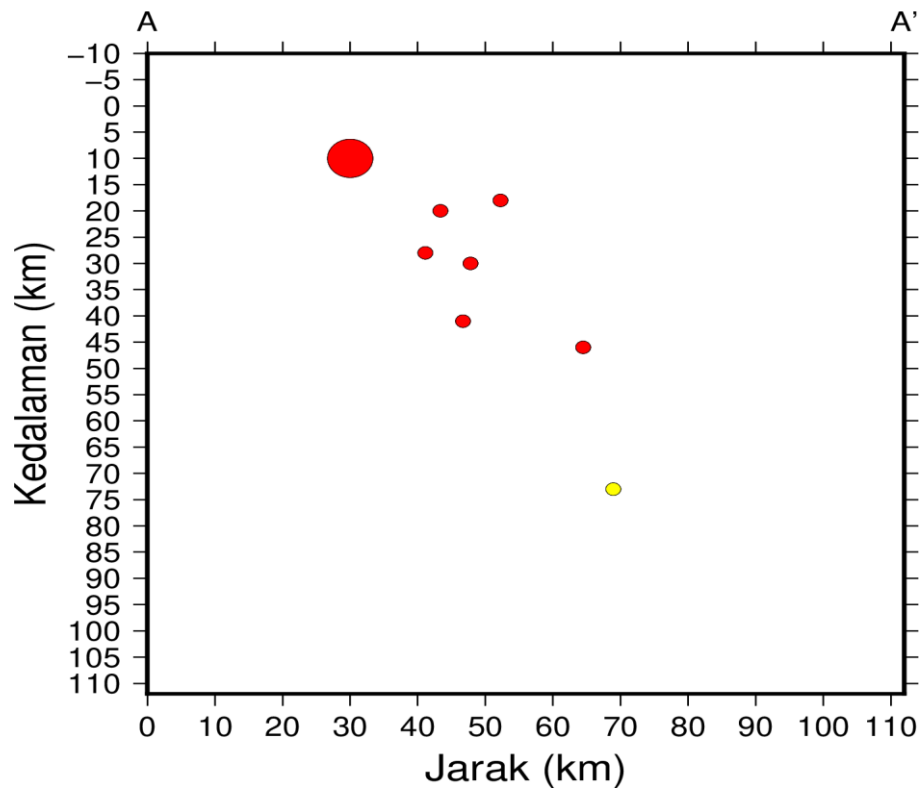
Gambar 4. 11 gambar tabel sesudah direlokasi

Digabungkan gambar 4.10 dan 4.11 untuk dapat melihat perpindahan episenter dengan lebih jelas menjadi gambar 4.12

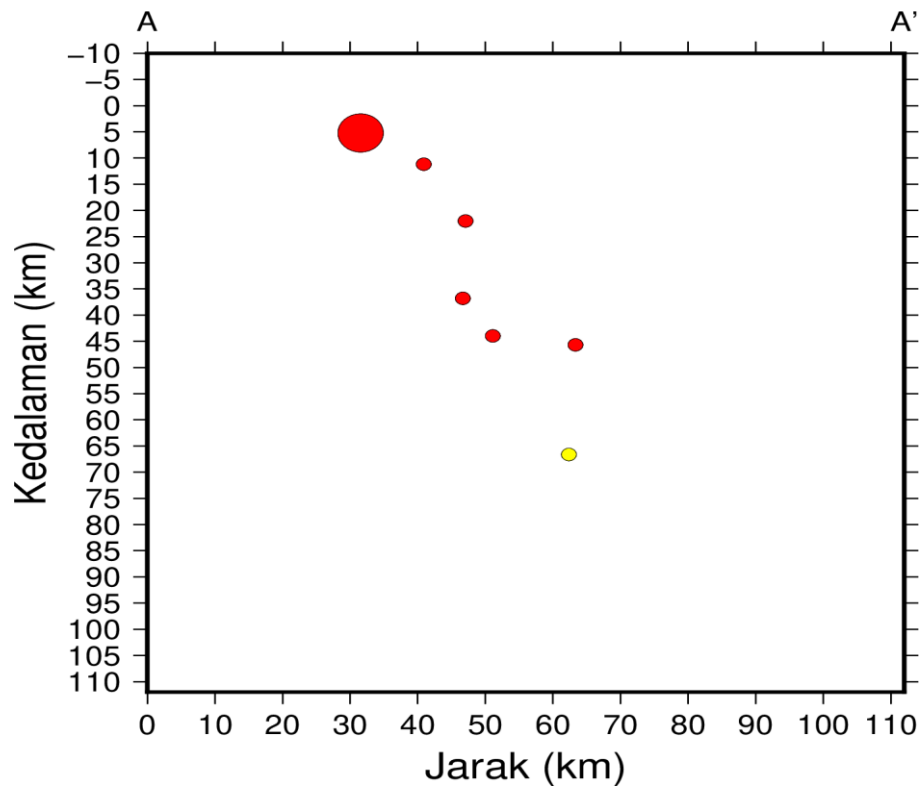


Gambar 4. 12 episenter sesudah dan sebelum direlokasi

Untuk lebih mudah melihat perbandingan dari perubahan hiposenter dapat dilihat pada plot gambar 4.13 sebelum direlokasi dan gambar 4.14 sesudah direlokasi

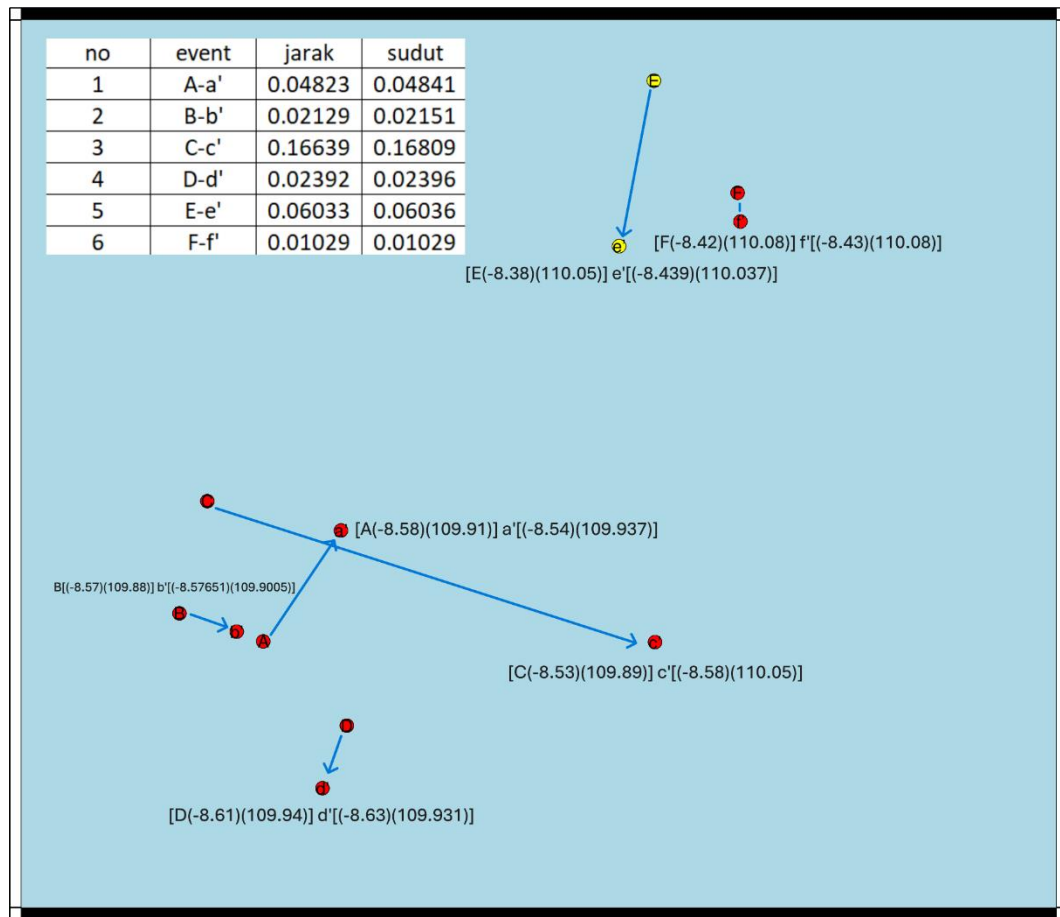


Gambar 4. 13 hiposenter sebelum direlokasi



Gambar 4. 14 hiposenter sesudah direlokasi

Dapat kita lihat dengan jelas data hasil sesudah direlokasi memiliki perbedaan dari koordinat gempa, kekuatan gempa, kedalaman gempa dan juga ada gempa yang hilang seperti pada hiposenter yang kita beri symbol huruf G setelah direlokasi menjadi tidak ada. Sedangkan jika kita amati pada titik hiposenter yang kita beri symbol f maka dapat kita ketahui perpindahan hiposenternya dari yang awal memiliki posisi dengan horizontal memiliki nilai koordinat $(-8.53)(109.89)$ garis lintang dan bujurnya dan juga nilai dari posisi vertikalnya (18) km dari permukaan tanah, kemudian setelah direlokasi posisinya berubah menjadi koordinat $(-8.58)(110.050)$ garis lintang dan bujurnya dan juga untuk nilai vertikalnya menjadi (36.8) km dari permukaan bumi sehingga bisa kita gunakan rumus 4.1 dan 4.2 untuk mencari tau pergeseran jarak dan sudutnya dapat kita lihat pada gambar 4.15



Gambar 4. 15 perubahan jarak dan sudut event sesudah dan sebelum direlokasi

Perubahan pada setiap hiposenter tidak seragam hal ini dikarenakan karena struktur bawah tanah yang tidak homogen sehingga mempengaruhi perambatan gelombang gempa bumi pada setiap titik hiposenter yang ada.

4.6 Analisa Sebaran Hiposenter

Untuk melihat lebih detail pergeseran gempah bumi setelah direlokasi dapat dilihat dari table 4.1 dan 4.2 ada 128 data gempa yang berisi mencatat waktu, koordinat lintang dan bujur sesudah direlokasi maupun sebelum direlokasi dan juga kedalaman gempa sesudah direlokasi dan sebelum direlokasi, dapat kita dapatkan adanya perpindaahn koordinat pada suatu event gempa namun banyak yang tidak terlalu besar

sehingga tidak terlalu terlihat Ketika kita plot menggunakan gmt, pada plot peta gmt gempa yang koordinatnya bergeser jauh akan terlihat jelas, pada penelitian kali ini tidak begitu banyak gempa yang perpindahan kooordinatnya begitu besar, pada kedalaman meski juga tidak terlalu besar perbedaanya namun akan sangat berpengaruh pada hasil penelitian sebuah event gempa dikarenakan semakin dangkal hiposenter gempa yang terjadi maka akan sangat berpengaruh kepada aktivitas makhluk hidup diatas apa lagi yang memiliki magnetudo lebih besar dari 5SR.

Tabel 4. 3 Event sesudah dan sebelum direlokasi

no	event				latitut		longitut		kedalaman	
	tahun	bulan	tanggal	jam	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
1	2023	7	6	22	-8.62	8.626077	110.019997	110.02896	28	31.933
2	2023	7	6	21	-8	8.015706	110.440002	110.42569	12	12.703
3	2023	7	6	17	-8.63	8.626693	110.040001	110.03167	34	35.19
4	2023	7	6	12	-8.67	8.657708	110.879997	110.88219	10	6.114
5	2023	7	6	7	-8.55	8.578733	110.029999	110.02998	35	29.695
6	2023	7	6	4	-8.76	8.778511	110.43	110.44513	18	25.961
7	2023	7	6	1	-8.22	8.275294	110.510002	110.43073	82	81.142
8	2023	7	5	23	-8.59	8.597844	110.040001	110.03638	31	30.307
9	2023	7	5	22	-8.96	8.984849	110.400002	110.39449	10	6.224
10	2023	7	5	19	-8	8.004941	110.529999	110.52825	11	17.636
11	2023	7	5	13	-8.33	8.337598	110.300003	110.26591	54	55.562
12	2023	7	5	11	-8.58	8.582662	110.050003	110.05047	32	31
13	2023	7	5	10	-8.54	8.573752	110.050003	110.0264	22	29.026
14	2023	7	5	5	-8.63	8.647797	110.610001	110.62336	30	34.544
15	2023	7	5	3	-8.55	8.555912	110.089996	110.06504	32	35.55
16	2023	7	5	2	-8.88	8.908864	111.440002	111.41733	10	6.984
17	2023	7	5	0	-8.74	-8.75217	110.110001	110.11847	10	7.323
18	2023	7	4	20	-8.58	8.577813	110	110.01161	36	29.187

19	2023	7	4	18	-8.57	-	8.579458	111.440002	111.41936	98	97.507
20	2023	7	4	17	-8.84	-	8.837295	109.900002	109.88835	12	6.584
21	2023	7	4	16	-8.56	-	8.597675	111.389999	111.38822	94	93.845
22	2023	7	4	15	-8.59	-	8.564783	110.07	110.06562	36	35.543
23	2023	7	4	15	-8.24	-	8.246718	110.239998	110.21736	51	54.558
24	2023	7	4	10	-8.58	-	8.54044	109.910004	109.9379	41	43.989
25	2023	7	4	5	-8.45	-	8.444874	110.809998	110.80618	51	57.966
26	2023	7	4	3	-8.57	-	8.583524	110.080002	110.06698	36	36.422
27	2023	7	3	23	-8.54	-	8.568353	110.029999	110.04156	35	36.543
28	2023	7	3	22	-8.42	-	8.430237	110.080002	110.081	46	45.683
29	2023	7	3	15	-8.62	-	8.607789	110.059998	110.07139	42	37.59
30	2023	7	3	12	-8.63	-	8.638794	110.089996	110.11279	10	10.832
31	2023	7	3	12	-8.99	-	8.976058	111.260002	111.21955	14	49.985
32	2023	7	3	9	-8.58	-	8.572593	110	110.00729	29	32.975
33	2023	7	3	4	-8.51	-	8.468905	110.089996	110.09378	62	60.309
34	2023	7	3	3	-8.38	-	8.395476	109.57	109.62791	55	54.615
35	2023	7	3	3	-8.68	-	8.663664	111.339996	111.34418	81	84.73
36	2023	7	3	2	-8.57	-	8.560732	110.059998	110.08029	47	44.172
37	2023	7	2	20	-8.79	-	8.789257	109.790001	109.80658	14	8.659
38	2023	7	2	20	-8.56	-	8.560611	110.019997	110.04213	37	38.151
39	2023	7	2	20	-8.55	-	8.5531	110.029999	110.0285	26	35.33
40	2023	7	2	17	-8.65	-	8.610378	110.010002	110.04465	52	49.373
41	2023	7	2	16	-8.58	-	8.581682	110.029999	110.04729	42	40.75
42	2023	7	2	15	-8.87	-	8.877486	110.769997	110.79415	15	10.162
43	2023	7	2	14	-8.6	-	8.603571	110.010002	110.02622	46	39.288
44	2023	7	2	13	-8.59	-	8.583203	110.059998	110.04933	37	37.046
45	2023	7	2	9	-8.57	-	8.576513	109.879997	109.90051	30	22.026
46	2023	7	2	8	-8.52	-	8.544905	110.019997	110.02848	29	39.004
47	2023	7	1	22	-8.67	-	8.676735	110.800003	110.83029	10	8.129
48	2023	7	1	21	-8.33	-	8.327179	109.790001	109.79622	39	43.852
49	2023	7	1	21	-8.84	-	8.851008	110.580002	110.59489	10	8.875

50	2023	7	1	21	-8.53	-	109.889999	109.89908	18	8.455
51	2023	7	1	16	-8.58	-	110.019997	110.02765	36	39.429
52	2023	7	1	15	-8.59	-	110.059998	110.05042	38	36.804
53	2023	7	1	15	-8.59	-	110.050003	110.06676	48	45.766
54	2023	7	1	12	-8.57	-	110.040001	110.03582	40	41.57
55	2023	7	1	11	-8.52	-	110	110.02632	50	51.584
56	2023	7	1	8	-8.5	-	110.080002	110.08215	45	47.865
57	2023	7	1	4	-8.35	-	110.360001	110.39087	10	5.759
58	2023	7	1	4	-8.61	-	110.040001	110.03966	35	39.399
59	2023	7	1	4	-8.64	-	110.059998	110.07425	37	40.387
60	2023	7	1	2	-8.86	-	110.839996	110.85039	10	31.352
61	2023	7	1	1	-8.93	-	111.349998	111.30368	11	10.796
62	2023	7	1	1	-8.6	-	110.029999	110.04259	39	37.031
63	2023	7	1	1	-8.65	-	110.040001	110.0546	34	36.138
64	2023	7	1	0	-8.77	-	111.410004	111.38938	30	41.994
65	2023	6	30	23	-8.51	-	110.080002	110.07192	37	38.307
66	2023	6	30	22	-8.61	-	109.940002	109.93127	20	11.186
67	2023	6	30	22	-8.52	-	110.059998	110.05933	45	45.656
68	2023	6	30	21	-8.58	-	110.050003	110.05236	36	36.687
69	2023	6	30	21	-8.64	-	110.029999	110.03245	24	30.422
70	2023	6	30	20	-8.64	-	110.040001	110.0464	23	26.68
71	2023	6	30	20	-8.68	-	110.040001	110.03621	24	28.177
72	2023	6	30	19	-8.51	-	110.010002	110.03615	55	50.754
73	2023	6	30	18	-8.51	-	110.129997	110.13412	43	47.517
74	2023	6	30	18	-8.34	-	110.900002	110.89573	83	83.111
75	2023	6	30	17	-8.61	-	110.029999	110.03333	24	29.751
76	2023	6	30	17	-8.58	-	110.019997	110.03754	40	42.919
77	2023	6	30	17	-8.61	-	110.040001	110.03729	37	32.714
78	2023	6	30	17	-8.53	-	110.080002	110.07282	52	47.01
79	2023	6	30	16	-8.61	-	110.080002	110.06758	36	38.639
80	2023	6	30	16	-8.38	-	110.050003	110.03754	73	66.623
81	2023	6	30	16	-8.63	-	110.029999	110.02722	35	38.231

82	2023	6	30	16	-8.55	-	8.552653	110.029999	110.03707	47	45.422
83	2023	6	30	16	-8.49	-	8.487167	110.75	110.72078	13	36.798
84	2023	6	30	16	-8.66	-	8.652415	110.029999	110.01658	32	29.165
85	2023	6	30	15	-8.58	-	8.567026	110.07	110.0727	50	50.864
86	2023	6	30	15	-8.52	-	8.513284	110.059998	110.05671	40	46.254
87	2023	6	30	15	-8.55	-	8.562265	110.080002	110.0818	48	45.707
88	2023	6	30	15	-8.49	-	8.497058	110.089996	110.08526	52	51.226
89	2023	6	30	15	-8.66	-	8.657651	110.040001	110.04233	18	31.908
90	2023	6	30	15	-8.65	-	8.645719	110.019997	110.03293	31	29.671
91	2023	6	30	15	-8.7	-	8.704622	110.029999	110.00929	22	28.66
92	2023	6	30	15	-8.71	-	8.702006	110.080002	110.0816	28	15.699
93	2023	6	30	14	-8.63	-	8.63521	110.059998	110.05667	27	32.865
94	2023	6	30	14	-8.66	-	8.652791	110.07	110.05318	37	28.153
95	2023	6	30	14	-8.64	-	8.666316	110.120003	110.1203	25	20.493
96	2023	6	30	14	-8.61	-	8.616036	110.040001	110.03988	35	31.678
97	2023	6	30	14	-8.66	-	8.664576	110.029999	110.01836	34	30.583
98	2023	6	30	14	-8.62	-	8.598286	110.029999	110.03453	38	40.691
99	2023	6	30	14	-8.5	-	8.507363	110.07	110.07884	48	56.076
100	2023	6	30	13	-8.63	-	8.631517	110.040001	110.04122	35	34.905
101	2023	6	30	13	-8.66	-	8.660708	110.169998	110.16611	13	70.33
102	2023	6	30	13	-8.65	-	8.633232	110.040001	110.03471	34	33.527
103	2023	6	30	13	-8.53	-	8.556204	110.029999	110.03926	35	30.98
104	2023	6	30	13	-8.64	-	8.643637	110.019997	110.04479	32	31.567
105	2023	6	30	13	-8.54	-	8.543936	110.050003	110.05477	50	50.502
106	2023	6	30	13	-8.66	-	8.676691	110.010002	110.01753	23	28.999
107	2023	6	30	13	-8.67	-	8.678064	110.019997	110.01429	22	23.993
108	2023	6	30	13	-8.62	-	8.598434	110.029999	110.03577	42	40.31
109	2023	6	30	13	-8.67	-	8.672729	110.300003	110.31566	10	9.377
110	2023	6	30	13	-8.65	-	8.632011	110.059998	110.05241	47	41.763
111	2023	6	30	13	-8.64	-	8.650655	110.029999	110.02301	31	29.657
112	2023	6	30	13	-8.65	-	8.650399	110.040001	110.02304	32	29.759

113	2023	6	30	13	-8.68	-	8.673174	110.059998	110.04697	34	33.343
114	2023	6	30	13	-8.69	-	8.664439	110.059998	110.03916	28	33.366
115	2023	6	30	13	-8.56	-	8.55106	110.07	110.0725	54	49.045
116	2023	6	30	13	-8.59	-	8.557628	110.080002	110.07124	51	47.944
117	2023	6	30	13	-8.6	-	8.61226	110.019997	110.03383	28	34.296
118	2023	6	30	13	-8.65	-	8.660396	109.949997	109.96443	39	27.146
119	2023	6	30	13	-8.47	-	8.485929	110.120003	110.09953	47	50.776
120	2023	6	30	13	-8.49	-	8.484372	110.129997	110.09823	50	50.213
121	2023	6	30	13	-8.64	-	8.621563	110.110001	110.08876	32	36.058
122	2023	6	30	13	-8.57	-	8.577784	110.010002	110.00457	32	31.164
123	2023	6	30	13	-8.55	-	8.542532	110.07	110.06289	42	46.722
124	2023	6	30	12	-8.73	-	8.716287	110.019997	110.00756	10	5.221
125	2023	6	30	9	-8.02	-	8.03142	110.639999	110.637	10	16.255
126	2023	6	30	8	-8.25	-	8.247035	110.220001	110.22438	15	25.692
127	2023	6	30	5	-8.74	-	8.74587	111.459999	111.42004	10	7.596

Untuk mencari sudut pergeseran dan jarak pergeseran dihitung menggunakan koordinat garis bujur dan lintang event sesudah dan sebelum direlokasi. Pada table ditampilkan pergeseran hiposenter berdasarkan perhitungan koordinat event sebelum dan sesudah direlokasi. Pada perhitungan pergeseran sudut digunakan rumus segitiga bola yaitu (Fauzi, 2017):

$$\Delta = \text{Arc Cos} (\sin (\text{Lat } 2) \times \sin (\text{Lat } 1) + \cos (\text{Lat } 2) \times \cos (\text{Lat } 1) \times \cos (\text{Long } 2 - \text{Long } 1)) \quad (4.1)$$

Untuk perhitungan jarak pergeseran menghitung menggunakan koordinat event sesudah dan sebelum direlokasi dengan rumus directional derivative:

$$D = \sqrt{((\text{Lat } 2 - \text{Lat } 1)^2 - (\text{Long } 2 - \text{Long } 1)^2)} \quad (4.2)$$

Tabel 4. 4 sudut dan jarak setelah direlokasi

no	event	sudut	Jarak (KM)
1	2023,7,6,22:46	1.35328075	0.00615725
2	2023,7,6,21:33	0.58339436	0.01591078
3	2023,7,6,17:1	1.36120358	0.00337649
4	2023,7,6,12:20	1.41345199	0.01229679
5	2023,7,6,7:51	1.26433603	0.028733
6	2023,7,6,4:30	1.56001283	0.01873977
7	2023,7,6,1:37	0.80454269	0.06157821
8	2023,7,5,23:5	1.30950576	0.00785713
9	2023,7,5,22:56	1.79039018	0.02487937
10	2023,7,5,19:50	0.58047507	0.00494407
11	2023,7,5,13:23	0.91911729	0.00876033
12	2023,7,5,11:25	1.29043807	0.00266222
13	2023,7,5,10:57	1.25279753	0.0343091
14	2023,7,5,5:2	1.37675014	0.01797557
15	2023,7,5,3:21	1.24715749	0.00653485
16	2023,7,5,2:26	1.71111326	0.0293782
17	2023,7,5,0:37	1.5291708	0.01224164
18	2023,7,4,20:20	1.28675433	0.00232186
19	2023,7,4,18:52	1.28037115	0.00988409
20	2023,7,4,17:34	1.64758722	0.00284086
21	2023,7,4,16:7	1.28617307	0.03767815
22	2023,7,4,15:58	1.28423865	0.02523621
23	2023,7,4,15:33	0.79964298	0.00723057
24	2023,7,4,10:50	1.25776753	0.04033813
25	2023,7,4,5:11	1.08571576	0.0051406
26	2023,7,4,3:19	1.28343331	0.01369368
27	2023,7,3,23:39	1.24877881	0.02848668
28	2023,7,3,22:44	1.05202947	0.01023799
29	2023,7,3,15:11	1.34692098	0.13875404
30	2023,7,3,12:23	1.36263937	0.02158131
31	2023,7,3,12:21	1.54613883	1.62194572
32	2023,7,3,9:26	1.49598458	1.98668934
33	2023,7,3,4:6	1.19980763	0.11989025

34	2023,7,3,3:59	1.09048989	0.32805209
35	2023,7,3,3:16	1.17633603	3.43138222
36	2023,7,3,2:52	1.3441145	1.70612721
37	2023,7,2,20:52	1.41697989	0.28347566
38	2023,7,2,20:12	1.40911136	0.29295854
39	2023,7,2,20:7	1.24501429	0.00310225
40	2023,7,2,17:57	1.36336313	0.04082214
41	2023,7,2,16:52	1.28969508	0.00198098
42	2023,7,2,15:8	1.68850715	0.00806932
43	2023,7,2,14:0	1.3213978	0.00383406
44	2023,7,2,13:22	1.29842432	0.00691074
45	2023,7,2,9:11	1.27814506	0.00693391
46	2023,7,2,8:7	1.21556495	0.02497701
47	2023,7,1,22:10	1.42729859	0.0076523
48	2023,7,1,21:30	0.9118587	0.00285963
49	2023,7,1,21:20	1.6557069	0.01122962
50	2023,7,1,21:1	1.22327835	0.01488847
51	2023,7,1,16:13	1.29658163	0.01086349
52	2023,7,1,15:38	1.29617187	0.00983683
53	2023,7,1,15:25	1.28757981	0.02118966
54	2023,7,1,12:59	1.26974728	0.00453545
55	2023,7,1,11:44	1.19316198	0.00522464
56	2023,7,1,8:51	1.16112064	0.00629659
57	2023,7,1,4:59	0.95521745	0.01958183
58	2023,7,1,4:47	1.32384191	0.01311112
59	2023,7,1,4:25	1.37617327	0.00334315
60	2023,7,1,2:45	1.66770021	0.00876606
61	2023,7,1,1:58	1.75189121	0.00741554
62	2023,7,1,1:52	1.32573127	0.00951663
63	2023,7,1,1:39	1.39244567	0.00129807
64	2023,7,1,0:28	1.62295493	0.18659883
65	2023,6,30,23:1	1.36328847	2.0394605
66	2023,6,30,22:24	1.27003455	0.14444102
67	2023,6,30,22:17	1.26392901	0.10302013
68	2023,6,30,21:39	1.2375799	0.05466634
69	2023,6,30,21:25	1.3404189	0.07163425

70	2023,6,30,20:46	1.37785921	0.00113483
71	2023,6,30,20:36	1.39704126	0.02553234
72	2023,6,30,19:38	1.3052642	0.16528484
73	2023,6,30,18:42	1.18065492	0.01624402
74	2023,6,30,18:6	0.96861094	0.05808327
75	2023,6,30,17:49	1.34369341	0.01333306
76	2023,6,30,17:38	1.27746671	0.01461479
77	2023,6,30,17:29	1.33565176	0.00252136
78	2023,6,30,17:8	1.2148323	0.0037606
79	2023,6,30,16:58	1.33410178	0.00060136
80	2023,6,30,16:48	1.0279633	0.0592023
81	2023,6,30,16:47	1.36159776	0.00278671
82	2023,6,30,16:43	1.24467309	0.00270299
83	2023,6,30,16:27	1.14845536	0.00368704
84	2023,6,30,16:5	1.40232604	0.00776515
85	2023,6,30,15:56	1.27849369	0.01298127
86	2023,6,30,15:48	1.19147875	0.00672679
87	2023,6,30,15:37	1.25197861	0.01226824
88	2023,6,30,15:35	1.1560209	0.00708041
89	2023,6,30,15:16	1.40617518	0.00235444
90	2023,6,30,15:8	1.39008837	0.00444816
91	2023,6,30,15:3	1.46868209	0.00505107
92	2023,6,30,15:0	1.47386902	0.00799655
93	2023,6,30,14:56	1.36752976	0.00522111
94	2023,6,30,14:48	1.40260339	0.00749185
95	2023,6,30,14:46	1.39761025	0.02631609
96	2023,6,30,14:35	1.33828398	0.00603602
97	2023,6,30,14:28	1.41122232	0.00471149
98	2023,6,30,14:23	1.3323093	0.02173453
99	2023,6,30,14:15	1.17158758	0.00744116
100	2023,6,30,13:58	1.36479521	0.00151848
101	2023,6,30,13:55	1.40840939	0.00072309
102	2023,6,30,13:52	1.38078133	0.01679601
103	2023,6,30,13:49	1.23186691	0.02628973
104	2023,6,30,13:39	1.38118276	0.00425179
105	2023,6,30,13:36	1.23033852	0.00395872

106	2023,6,30,13:31	1.41992984	0.01674766
107	2023,6,30,13:31	1.42825123	0.00809657
108	2023,6,30,13:29	1.33242279	0.02159927
109	2023,6,30,13:26	1.42441543	0.00297408
110	2023,6,30,13:25	1.37986312	0.01804659
111	2023,6,30,13:24	1.38632236	0.01070379
112	2023,6,30,13:24	1.39353674	0.00068671
113	2023,6,30,13:22	1.43194773	0.00699586
114	2023,6,30,13:19	1.4326127	0.02599522
115	2023,6,30,13:18	1.25108001	0.00894626
116	2023,6,30,13:18	1.27865885	0.03244877
117	2023,6,30,13:13	1.32789324	0.01245135
118	2023,6,30,13:11	1.40082813	0.01060428
119	2023,6,30,13:9	1.13213984	0.01634823
120	2023,6,30,13:9	1.14630869	0.00663689
121	2023,6,30,13:9	1.36470316	0.01888814
122	2023,6,30,13:4	1.27910663	0.00781356
123	2023,6,30,13:4	1.23691041	0.00751854
124	2023,6,30,12:57	1.4977485	0.01386768
125	2023,6,30,9:11	0.59383526	0.01142897
126	2023,6,30,8:55	0.80603604	0.00298419
127	2023,6,30,5:33	1.52495491	0.00746704

Hasil akhir metode double differenc dapat dilihat dari output proses hypoDD yaitu hypoDD.loc, hypoDD.reloc dan hypoDD.res. hypoDD.loc adalah data informasi gempa sebelum direlokasi sedangkan hypoDD.reloc informasi gempa sesudah direlokasi. hypoDD.res untuk mencari nilai residual yang harus dipastikan mendekati nol dengan membuat diagram seperti pada gambar 4.8 sedangkan hypoDD.loc dan hypoDD.reloc diplot menggunakan gmt seperti pada gambar 4.3 untuk menggambarkan posisi gempa atau dibuatkan table seperti 4.1 dan 4.2 untuk mempresentasikan posisi pergeseran sudut, jarak dan perubahan kedalaman sesudah

dan sebelum direlokasi.

4.7 Gempa bumi dalam prepektif Al quran

Gempa bumi adalah suatu fenomena yang luar biasa dari segi proses dan dampak yang akan diakibatkan, bahkan dalam al quran

عَظِيمٌ شَيْءٌ السَّاعَةِ زُلْزَلَةٌ إِنَّ رَبَّكُمْ لَانْفِقُوا النَّاسُ أَئِهَا يَا (QS. Al Hajj: 1)

Artinya: Hai manusia, bertakwalah kepada Rabbmu; sesungguhnya kegoncangan hari kiamat itu adalah suatu kejadian yang sangat besar (dahsyat)

hari kiamat adalah waktu yang diyakini oleh umat muslim akan terjadi, pada ayat al hajj ayat 1 dapat kita pahami bahwa goncangan yang dimaksud adalah gempa bumi yang terjadi pada hari kiamat, dari gempabumi kita diingatkan betapa dekatnya hari kiamat atau dekatnya kita dengan kematian. Kejadian gempa juga merupakan tanda-tanda hari kiamat yang masih terjadi dan akan terus berlanjut bahkan semakin kuat. Sebagaimana Hadits Nabi Muhammad SAW yang diriwayatkan oleh Abu Hurairah:

زُلٌّ وَيَتَقَارِبُ وَتَكْثُرُ الزَّلَّاءُ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَا تَقُومُ السَّاعَةُ حَتَّى يُفْبِضَ الْعِلْمُ
الزَّمَانُ وَتُظْهَرَ الْفِتْنُ وَيَكْثُرَ الْهَرْجُ وَهُوَ الْقَتْلُ الْقَتْلُ حَتَّى يَكْثُرَ فِيكُمْ الْمَالُ فَيَفْبِضَ

Artinya: "Dari Abu Hurairah, dia berkata, Nabi SAW bersabda, "Tidak akan terjadi hari kiamat kecuali setelah hilangnya ilmu, banyak terjadi gempa, waktu seakan berjalan dengan cepat, timbul berbagai macam fitnah, Al haraj - yaitu pembunuhan- dan harta melimpah ruah kepada kalian." (HR. Bukhari)

Dalam Kitab *Fath Al-Bari*, Ibnu Hajar Al-Asqalani (2000) menjelaskan banyaknya gempa bumi itu harus memenuhi dua syarat yaitu menyeluruh dan

konsistensi atau terus menerus. Memang, telah terjadi banyak gempa di muka bumi ini baik Utara, Timur, atau Barat, tetapi yang dimaksud banyak dalam hadits di atas adalah menyeluruh dan terus menerus.

Meski gempa bumi fenomena yang sering kali menjadi musibah yang amat besar dan sering kali memakan korban jiwa seperti pada gempa di Bantul Yogyakarta 30 juni 2023 yang memkan 1 korban jiwa, namum gempabumi atau musibah dalam al quran juga dapat kita ambil sebagai hikmah

لَّهُ يَسِيرُ الْمَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي أَنْفُسِكُمْ إِلَّا فِي كِتَابٍ مِنْ قَبْلِ أَنْ نَبْرَأَهَا إِنَّ ذَلِكَ عَلَى
خَلْقُون وَيَأْمُرُونَ الَّذِينَ يَد (23) آتَاكُمْ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ كُلَّ مُخْتَالٍ فَخُورٍ (لَكُمْ لَا تَأْسُوا عَلَى مَا فَاتَكُمْ وَلَا تَفْرَحُوا بِهِ (22)
24النَّاسَ بِالْبُخْلِ وَمَنْ يَتَوَلَّ فَإِنَّ اللَّهَ هُوَ الْغَنِيُّ الْحَمِيدُ)

artinya: "Tiada suatu bencana pun yang menimpa di bumi dan (tidak pula) pada dirimu sendiri, melainkan telah tertulis dalam kitab (Lauh Mahfuz) sebelum Kami menciptakannya. Sesungguhnya yang demikian itu adalah mudah bagi Allah. (Kami jelaskan yang demikian itu) supaya kamu jangan berduka cita terhadap apa yang luput dari kamu, dan supaya kamu jangan terlalu gembira terhadap apa yang diberikan-Nya kepadamu. Dan Allah tidak menyukai setiap orang yang sombong lagi membanggakan diri, (yaitu) orang-orang yang kikir dan menyuruh manusia berbuat kikir. Dan barang siapa yang berpaling (dari perintah-perintah Allah), maka sesungguhnya Allah Dialah Yang Mahakaya lagi Maha Terpuji." (QS Al-Hadid ayat 22-24)

Segala sesuatu kejadian termasuk gempabumi semuanya tas kehendak Allah SWT sebagai muslim yang baik Ketika mendapat rahmat atau musibah pasti meyakini dan percaya bahwa pasti ada hikmah yang sangat luar biasa, Allah SWT tidak pernah menciptakan segala sesuatu apapun kapanpun dan dimanapun tanpa adanya hikmah yang dapat kita mabil. Sebagaimana firman Allah SWT di QS. Al-Imran ayat 91 yang berbunyi:

لَقَدْ رَضِيَ رَبَّنَا مَا خَالِدِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهُ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأ
بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: *“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia; Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka”* (QS. Al-Imran: 191)

Sebagai umat muslim setiap adanya musibah sebesar apapun meski gempa bumi sekaligus kita tidak boleh patah semangat. Hal yang patut kita renungkan seringkali gempa bumi menyebabkan bencana yang menimbulkan kerugian yang sangat besar namun gempabumi dapat menimbulkan gelombang seismic yang memiliki manfaat besar. Gempabumi menyebarkan gelombang seismik ke seluruh penjuru bumi dan pantul-memantul dari satu sisi ke sisi lain sehingga memberikan informasi tentang isi bumi, ketebalan lapisan bumi, komponen-komponen yang ada didalamnya. Sungguh tidak ada yang sia-sia dari ciptaan Allah, tergantung pada manusia bagaimana supaya dapat mengambil manfaat serta faedahnya (Guiderdoni, 2004).

Sehingga dapat diartikan bahwa gempabumi dianggap bencana alam yang menimbulkan kerugian karena dapat merusak kehidupan manusia dari tempat tinggal hingga ladang mencari kehidupan disisi lain gempabumi dapat memberi manfaat pada segi iman kepada tuhan juga dapat memberi manfaat di bidang pembelajaran di bidang kegempaan, seismologi, bahkan menjadi sumber data bagi mitigas bencana. Salah satunya hasil riset yang dilakukan oleh Jaxybulatov dkk (2014) dengan memanfaatkan sinyal gempa yang berhasil menggambarkan keadaan bawah permukaan di bawah danau Toba. Selain itu Waldhauser (2000) juga memanfaatkan data fase gelombang gempabumi sebagai identifikasi zona patahan Hayward di California melalui proses relokasi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil relokasi hiposenter gempa bumi yang terjadi di bantul Yogyakarta 30 Juni 2023 dengan menggunakan metode double difference dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan yaitu:

1. Hasil relokasi distribusi hiposenter menggunakan metode double difference menggunakan residual waktu tempuh gelombang untuk memvalidasi posisi gempa yang sebenarnya dan juga perlu penyesuaian pembobotan untuk mendapatkan nilai CND yang sesuai dengan teori yakni tidak lebih kecil dari 40 dan lebih besar dari 80 sehingga perubahan hiposenter bisa kita simpulkan.
2. Hasil residual setelah direlokasi pergeseran posisi hiposenter banyak yang berubah seperti pada event tanggal 30 6 2023 mengalami pergeseran terjauh hingga 2 km lebih dengan sudut 1.36 derajat yang dapat dilihat dalam tabel 4.2 tabel sudut dan jarak setelah direlokasi dan juga dapat dilihat dalam histogram waktu tempuh, distribusi residual sebelum direlokasi memiliki frekuensi yang besar pada nilai lebih besar dari 2 dan lebih kecil dari -2, sedangkan nilai residual sesudah direlokasi memiliki nilai frekuensi yang besar pada rentang -0.2 sampai 0.2 dapat disimpulkan bahwa nilai residual (rms) setelah direlokasi lebih mendekati nilai 0 sehingga dapat dikatakan hiposenter setelah dilakukan relokasi menggunakan metode double difference lebih akurat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, Adapun saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlu adanya penambahan data baik dari jumlah event gempa ataupun Batasan koordinat sehingga dapat melihat distribusi gempa yang semakin banyak dan Ketika diplot menggunakan gmt dapat terlihat jelas perbedaan sesudah dan sebelum relokasi.
2. Parena progam hypoDD hanya dapat dilakukan lewat perangkat linux disarankan untuk membiasakan diri dengan softwhare yang ada dilinux
3. Perlu adanya relokasi hiposenter dengan menggunakan metode pendekatan yang lain seperti metode relokasi hiposenter menggunakan MJHD, sehingga dapat dibandingkan dan dikorelasikan satu sama lain dalam analisis gempa yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnimar, 2009. *Sesimologi*. Bandung : ITB. Azizah, L. N., Tjahjono, A., & Sabtaji, A. 2019. Relokasi Hiposenter Gempa Bumi dan Model Struktur Kecepatan 1 Dimensi Gelombang P dengan Menggunakan Metode Coupled Velocity – Hypocenter di Daerah Sulawesi Tengah dan Sekitarnya. *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v2i1.9514>.
- Bolt, B. A. 1978. *Earthquakes a primer*. USA : W. H. Freeman and Company.
- Curry, J. R. 2005. Tectonics and history of the Andaman Sea region. *Journal of Asian Earth Sciences*.
- Dari, A. W., & Sabarani, A. Z. 2016. *Relokasi Hiposenter Gempabumi Sumatera Barat Menggunakan Metode Double Difference (DD)*. 8(Dd),
- Darman, H., dan F. H. Sidi. 2000. *An Outline of The Geology of Indonesia*. Jakarta : Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Daryono. 2011. *Identifikasi Sesar Naik Belakang Busur (Back Arc Thrust) Daerah Bali berdasarkan Seismisitas dan Solusi Bidang Sesar*. Artikel Kebumihan, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Djamil. 2004. *Al-Qur'an dan Lautan*. Bandung : PT. Mizan Pustaka.
- Douglas, A. 1967. *Joint Hypocenter Determination*. *Nature*. 215,
- Duarte, J. C., & Schellart, W. P. 2016. Introduction to Plate Boundaries and Natural Hazards. *Plate Boundaries and Natural Hazards*, September,. <https://doi.org/10.1002/9781119054146.ch1>.
- Fowler, C. M. R. 2005. *The Solid Earth An Introduction to Global Geophysics*. Cambridge : Cambridge University.
- Geiger, L. 1912. *Probability Method for the Determination of Earthquake Epicenters from the Arrival Time Only*. Bull : St. Louis Univ.
- Gomberg, J. S., Shedlock, K. M., & Roecker, S. W. 1990. The effect of S-wave arrival times on the accuracy of hypocenter estimation. *Bulletin - Seismological Society of America*, 80(6 A),.
- Guiderdoni, B. 2004. *Membaca Alam*. Bandung : PT. Mizan Pustaka.
- Hagiwara, T., Karakama, I., Kayano, I., & Kaminuma, K. 1964. Foreshocks, aftershocks and an earthquake swarm detected by the micro-earthquake observation. *Bull Earthquake. Res. Inst.* Vol(41):.

- Hamilton, W., .1979.*Tectonics of The Indonesia Region*,Geological Survey,Professional Paper 1078, Washington.
- Heller, Robert. 1962. *Geology and Earth Sciences Sourcebook*. USA : Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Howell, Jr., B.F., 1959. *Introduction to Geophysics*. McGraw-Hill.
- Husen, S., dan J. L. Hardebeck. 2010. *Earthquake Location Accuracy*. Community Online Resource for Statistical Seismicity Analysis.
- Jaxybulatov, K, N.. Shapiro,. I. Koulakov, A. Mordret, M. Landès, C. Sens Schönfelder. 2014. *A Large Magmatic Sill Complex beneath The Toba Caldera*. Science, sciencemag.org. 10.1126/science.1256785.
- Kayal. J.R. 2008. *Microearthquake Seismology and Seismotectonics of South Asia*. India : Capital Publishing Company.
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang dan Diklat Kementrian Agama RI, dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) . 2018. *Penciptaan Bumi Dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Jakarta : Gedung Bayt Al-Qur'an dan Museum Istiqlal.
- Lutgens, F. K., E. J. Tarbuck, dan D. Tasa. 2012. *Essentials of Geology*. New Jersey : Pearson Prentice Hall.
- Marwanta, B. 2005. *Kajian dan Analisis Gempa Alor Nusa Tenggara Timur 12 November 2004*. Alor : BPPT.
- Maryanto, Sukir. 2016. *Seismik Vulkanologi*. Malang : UB Media.
- McCaffrey, R. 1988. Active Tectonics of The Eastern Sunda and Banda Arcs. at Department. *Geophysics*, 93(88).
- Nabila, Afviya. 2020. *Relokasi Hiposenter Gemoa Lombok 17 Maret 2019 Menggunakan Metode Double Difference*. Skripsi. Fakultas Teknologi Eksplorasi dan Produksi Program Studi Teknik Geofisika Universitas Pertamina. Jakarta.
- Naryanto, H. S. 2008. Analisis Potensi Kegempaan Dan Tsunami. *Sains Dan Teknologi Indonesia*, 10,.
- Ndeo, N. M., Nguru, A. H. L., & Man, B. V. P. 2017. *Analisis Gempabumi danTsunami Tahun 2017 di Nusa Tenggara Timur*.
- Noor, Djauhari. 2009. *Pengantar Geologi*. Pakuan : Pakuan University Press.
- Noor, Djauhari. 2018. *Pengantar Geologi Edisi Kedua*. Pakuan : Pakuan University Press.

- Nugraha, A. D., Shiddiqi, H. A., Widiyantoro, S., Thurber, C. H., Pesicek, J. D., Zhang, H., Wiyono, S. H., Ramdhan, M., Wandono, & Irsyam, M. 2018. Hypocenter relocation along the sunda arc in Indonesia, using a 3D seismic- velocity model. *Seismological Research Letters*, 89(2A),. <https://doi.org/10.1785/0220170107>.
- Pavlis, J. S., K. M. Sheldock, dan S. W. Roecker. 1992. *The Effect of The Accuracy of Hypocenter Estimations*. Bull. Seismoll.Soc. Am., 80,
- Pawirodikromo, W. 2012. *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta :Pustaka Pelajar.
- Plummer, C. C., D. H. Carlson dan L.Hammersley. 2013. *Physical Geology*. USA : Mc-Graw-Hill.
- Poupinet, G., W. L. Ellsworth, dan J. Fréchet. 1984. Monitoring Velocity Variations in The Crust Using Earthquake Doublets: An Application to The Calaveras Fault, California. *J. Geophys. R.* 89,.
- Pranantyo, I. R., & Cummins, P. R. 2019. Multi Data-Type Source Estimation for th. 1992 Flores Earthquake and Tsunami. *Pure and Applied Geophysics*,
- Prasetyo, M. A., Princessca, C., Asupyani, H., & Azizi, H. A. 2019. Review of Landslides Factors at Rinjani Mountain, Lombok Island, West Nusa Tenggara. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 248(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/248/1/012086>.
- Rahardiawan, R., & Purwanto, C. 2016. Struktur Geologi Laut Flores, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Geologi Kelautan*, 12(3),. <https://doi.org/10.32693/jgk.12.3.2014.256>.
- Rahmasari, Anita., Asnawi, M. 2014. Relokasi Hiposenter Gempa Bumi Utama Dan Gempa Bumi Susulan Menggunakan Metode Modified Joint Hypocenter Determination Di Bali Asnawi, Madlazim. *Jurnal Fisika*, 03.
- Rangin, C., & Silver, E., von Breymana. 1990. Geological Setting Of The Celebes And Sulu Seas. *Proceedings of The Ocean Drilling Program, Initial Reports*, Vol.124. <http://dx.doi.org/10.2973/odp.proc.ir.124.103.1990>.
- Ratuluhain, E. S. 2021. Analisis Potensi Tsunami di Lombok Utara. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1),. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i1.29336>
- Shearer, Peter M. 2009. *Introduction To Seismology*. Cambridge : CambridgeUniversity Press.

- Shihab, M. Quraish. 2012. *Tafsir Al-Mishbah*. Jakarta : Lentera Hati.
- Shinta, V., Pujiastuti, D., Aulia, A. N., Alam, P., Andalas, U., Unand, K., & Manis, L. 2020. *Studi Relokasi Hiposenter Aftershock Gempa Yogyakarta 2006*. 9(4),.
- Silver, E. A., Breen, N. A., Prasetyo, H., & Hussong, D. M. 1986. Multibeam Study of The Florest Back Arc Thrust Belt Indonesia. *Kilomet*. 91(4).
- Soehaimi, A. 2008. Seismotektonik dan Potensi Kegempaan Wilayah Jawa. *Jurnal Geologi Indonesia*, 3(4):.
- Soehaimi, A. 2008. Kajian pengaruh gempa bumi merusak di wilayah provinsi bengkulu terhadap plta musi. *Kajian Pengaruh Gempa Bumi Merusak Di Wiliyah Provinsi Bengkulu Terhadap Plta Musi*, 18(5),.
- Sunarjo, M. Taufik Gunawan, dan Sugeng Pribadi. 2012. *Gempabumi Edisi Populer*. Jakarta : BMKG.
- Susilawati. 2008. *Penerapan Penjalaran Gelombang Seismik Gempa pada Penelaahan Struktur Bagian dalam Bumi*. Sumatera Utara : USU.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. dan Sheiff, R.E. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge: Cambrige University.
- Trueit, T.S. 2003. *Earthquakes*. Canada : Franklin Watts.
- Turcotte, Donald and Gerald Schubert. 2014. *Geodynamics*. Cambridge : Cambridge University.

Lampiran 1. Data hypoDD.loc (informasi gempa sebelum direlokasi)

ID	Lat	Long	Depth	x	y	Z	Ex	Ey	Ez	Year	Month	Day	Hour	Min	Sec	Mag	CID
1	-8.62	110.019997	28	-20407.6	-2844	-6075.2	0	0	0	2023	7	6	22	46	18.4	4.1	1
2	-8	110.440002	12	25844.6	65726.7	-22075.2	0	0	0	2023	7	6	21	33	47.6	1.6	1
3	-8.63	110.040001	34	-18205.4	-3950	-75.2	0	0	0	2023	7	6	17	1	27.5	3.7	1
4	-8.67	110.879997	10	74251.3	-8373.9	-24075.2	0	0	0	2023	7	6	12	20	29.9	2.9	1
5	-8.55	110.029999	35	-19308.4	4897.8	924.8	0	0	0	2023	7	6	7	51	44.3	3	1
6	-8.76	110.43	18	24718.6	-18327.7	-16075.2	0	0	0	2023	7	6	4	30	35.5	2.9	1
7	-8.22	110.510002	82	33546.6	41395.1	47924.8	0	0	0	2023	7	6	1	37	34.6	2.4	1
8	-8.59	110.040001	31	-18206.4	473.9	-3075.2	0	0	0	2023	7	5	23	5	30.4	3.3	1
9	-8.96	110.400002	10	21411.5	-40447.3	-24075.2	0	0	0	2023	7	5	22	56	7.4	2.9	1
10	-8	110.529999	11	35758.8	65726.7	-23075.2	0	0	0	2023	7	5	19	50	53.5	1.4	1
11	-8.33	110.300003	54	10417.7	29229.4	19924.8	0	0	0	2023	7	5	13	23	29.8	2.5	1
12	-8.58	110.050003	32	-17105.6	1579.9	-2075.2	0	0	0	2023	7	5	11	25	55.2	3.2	1
13	-8.54	110.050003	22	-17106.5	6003.8	-12075.2	0	0	0	2023	7	5	10	57	44.6	2.7	1
14	-8.63	110.610001	30	44536	-3950	-4075.2	0	0	0	2023	7	5	5	2	28.4	2.8	1
15	-8.55	110.089996	32	-12703.6	4897.8	-2075.2	0	0	0	2023	7	5	3	21	10.9	2.7	1
16	-8.88	111.440002	10	135851.8	-31599.5	-24075.2	0	0	0	2023	7	5	2	26	4.9	2.9	1
17	-8.74	110.110001	10	-10498.9	-16115.7	-24075.2	0	0	0	2023	7	5	0	37	8.7	2.8	1
18	-8.58	110	36	-22609.9	1579.9	1924.8	0	0	0	2023	7	4	20	20	21.2	3.1	1
19	-8.57	111.440002	98	135907.1	2685.9	63924.8	0	0	0	2023	7	4	18	52	54.6	4	1
20	-8.84	109.900002	12	-33606.3	-27175.6	-22075.2	0	0	0	2023	7	4	17	34	5.4	3.2	1
21	-8.56	111.389999	94	130404.4	3791.8	59924.8	0	0	0	2023	7	4	16	7	58.8	2.8	1

22	-8.59	110.07	36	-14904.2	473.9	1924.8	0	0	0	2023	7	4	15	58	12.7	2.7	1
23	-8.24	110.239998	51	3810.7	39183.2	16924.8	0	0	0	2023	7	4	15	33	19.1	2.2	1
24	-8.71	110.080002	18	-13801	-12797.8	-16075.2	0	0	0	2023	7	4	13	5	31.9	2.5	1
25	-8.58	109.910004	41	-32516.7	1579.9	6924.8	0	0	0	2023	7	4	10	50	24.3	2.5	1
26	-8.45	110.809998	51	66565.7	15957.6	16924.8	0	0	0	2023	7	4	5	11	59.2	2.3	1
27	-8.57	110.080002	36	-13803.5	2685.9	1924.8	0	0	0	2023	7	4	3	19	56.8	2.5	1
28	-8.54	110.029999	35	-19308.6	6003.8	924.8	0	0	0	2023	7	3	23	39	33.7	2.6	1
29	-8.42	110.080002	46	-13806.2	19275.6	11924.8	0	0	0	2023	7	3	22	44	9.4	2.5	1
30	-8.63	109.730003	28	-52327.7	-3950	-6075.2	0	0	0	2023	7	3	17	8	14.6	2.6	1
31	-8.62	110.059998	42	-16004.5	-2844	7924.8	0	0	0	2023	7	3	15	11	14.4	2.8	1
32	-8.63	110.089996	10	-12702.3	-3950	-24075.2	0	0	0	2023	7	3	12	23	17.5	2.5	1
33	-8.99	111.260002	14	116028.3	-43765.2	-20075.2	0	0	0	2023	7	3	12	21	55.1	2.8	1
34	-8.58	110	29	-22609.9	1579.9	-5075.2	0	0	0	2023	7	3	9	26	48.1	2.8	1
35	-8.51	110.089996	62	-12704.3	9321.7	27924.8	0	0	0	2023	7	3	4	6	18.2	2.8	1
36	-8.38	109.57	55	-69962.3	23699.5	20924.8	0	0	0	2023	7	3	3	59	21.6	2.9	1
37	-8.68	111.339996	81	124880.4	-9479.9	46924.8	0	0	0	2023	7	3	3	16	2.7	3.1	1
38	-8.57	110.059998	47	-16005.6	2685.9	12924.8	0	0	0	2023	7	3	2	52	19.4	2.9	1
39	-8.79	109.790001	14	-45714	-21645.7	-20075.2	0	0	0	2023	7	2	20	52	13.8	2.8	1
40	-8.56	110.019997	37	-20409.2	3791.8	2924.8	0	0	0	2023	7	2	20	12	54.1	2.7	1
41	-8.55	110.029999	26	-19308.4	4897.8	-8075.2	0	0	0	2023	7	2	20	7	31.9	2.6	1
42	-8.65	110.010002	52	-21506.9	-6161.9	17924.8	0	0	0	2023	7	2	17	57	4	2.6	1
43	-8.58	110.029999	42	-19307.6	1579.9	7924.8	0	0	0	2023	7	2	16	52	4.9	2.6	1
44	-8.87	110.769997	15	62127.6	-30493.5	-19075.2	0	0	0	2023	7	2	15	8	3.9	2.6	1
45	-8.6	110.010002	46	-21508.3	-632.1	11924.8	0	0	0	2023	7	2	14	0	44.3	2.5	1

46	-8.59	110.059998	37	-16005.2	473.9	2924.8	0	0	0	2023	7	2	13	22	56.2	2.8	1
47	-8.57	109.879997	30	-35820.2	2685.9	-4075.2	0	0	0	2023	7	2	9	11	13.8	2.8	1
48	-8.52	110.019997	29	-20410.3	8215.7	-5075.2	0	0	0	2023	7	2	8	7	12.4	2.8	1
49	-8.7	110.029999	32	-19304.6	-11691.8	-2075.2	0	0	0	2023	7	2	2	36	12.4	2.8	1
50	-8.67	110.800003	10	65446.6	-8373.9	-24075.2	0	0	0	2023	7	1	22	10	2.8	2.6	1
51	-8.33	109.790001	39	-45741.3	29229.4	4924.8	0	0	0	2023	7	1	21	30	29.2	2.7	1
52	-8.84	110.580002	10	41222.5	-27175.6	-24075.2	0	0	0	2023	7	1	21	20	25	2.9	1
53	-8.97	110.389999	25	20310.7	-41553.3	-9075.2	0	0	0	2023	7	1	21	15	3.2	3.3	1
54	-8.53	109.889999	18	-34721	7109.8	-16075.2	0	0	0	2023	7	1	21	1	57.7	2.8	1
55	-8.77	110.32	13	12612.5	-19433.7	-21075.2	0	0	0	2023	7	1	20	45	32.7	2.9	1
56	-8.58	110.019997	36	-20408.7	1579.9	1924.8	0	0	0	2023	7	1	16	13	25.8	2.9	1
57	-8.59	110.059998	38	-16005.2	473.9	3924.8	0	0	0	2023	7	1	15	38	12.3	2.7	1
58	-8.59	110.050003	48	-17105.3	473.9	13924.8	0	0	0	2023	7	1	15	25	10.2	2.9	1
59	-8.57	110.040001	40	-18206.8	2685.9	5924.8	0	0	0	2023	7	1	12	59	5.4	2.8	1
60	-8.52	110	50	-22611.7	8215.7	15924.8	0	0	0	2023	7	1	11	44	9.9	2.8	1
61	-8.5	110.080002	45	-13804.7	10427.7	10924.8	0	0	0	2023	7	1	8	51	33.6	2.8	1
62	-8.35	110.360001	10	17024	27017.4	-24075.2	0	0	0	2023	7	1	4	59	18.2	2.6	1
63	-8.61	110.040001	35	-18205.9	-1738	924.8	0	0	0	2023	7	1	4	47	49.2	3	1
64	-8.64	110.059998	37	-16004.1	-5056	2924.8	0	0	0	2023	7	1	4	25	18.7	2.8	1
65	-8.86	110.839996	10	69831.1	-29387.5	-24075.2	0	0	0	2023	7	1	2	45	20.6	2.8	1
66	-8.93	111.349998	11	125939.8	-37129.4	-23075.2	0	0	0	2023	7	1	1	58	1.2	2.9	1
67	-8.6	110.029999	39	-19307.1	-632.1	4924.8	0	0	0	2023	7	1	1	52	56.5	3.5	1
68	-8.65	110.040001	34	-18204.9	-6161.9	-75.2	0	0	0	2023	7	1	1	39	25.5	2.9	1
69	-8.89	111.150002	11	103939.8	-32705.5	-23075.2	0	0	0	2023	7	1	0	40	39.6	2.9	1

70	-8.77	111.410004	30	132570.1	-19433.7	-4075.2	0	0	0	2023	7	1	0	28	32.9	2.9	1
71	-8.51	110.080002	37	-13804.6	9321.7	2924.8	0	0	0	2023	6	30	23	1	45.2	2.8	1
72	-8.61	109.940002	20	-29213.3	-1738	-14075.2	0	0	0	2023	6	30	22	24	27.2	2.9	1
73	-8.52	110.059998	45	-16006.6	8215.7	10924.8	0	0	0	2023	6	30	22	17	39	2.9	1
74	-8.58	110.050003	36	-17105.6	1579.9	1924.8	0	0	0	2023	6	30	21	39	45.5	2.8	1
75	-8.64	110.029999	24	-19306.1	-5056	-10075.2	0	0	0	2023	6	30	21	25	9.1	3.2	1
76	-8.64	110.040001	23	-18205.2	-5056	-11075.2	0	0	0	2023	6	30	20	46	48.3	2.9	1
77	-8.68	110.040001	24	-18204.2	-9479.9	-10075.2	0	0	0	2023	6	30	20	36	47.9	3.6	1
78	-8.51	110.010002	55	-21510.8	9321.7	20924.8	0	0	0	2023	6	30	19	38	20.1	2.9	1
79	-8.51	110.129997	43	-8300.6	9321.7	8924.8	0	0	0	2023	6	30	18	42	8.4	2.7	1
80	-8.34	110.900002	83	76485.8	28123.4	48924.8	0	0	0	2023	6	30	18	6	11.8	2.5	1
81	-8.61	110.029999	24	-19306.9	-1738	-10075.2	0	0	0	2023	6	30	17	49	56.9	3.1	1
82	-8.58	110.019997	40	-20408.7	1579.9	5924.8	0	0	0	2023	6	30	17	38	16.9	3	1
83	-8.61	110.040001	37	-18205.9	-1738	2924.8	0	0	0	2023	6	30	17	29	14.8	2.9	1
84	-8.53	110.080002	52	-13804.2	7109.8	17924.8	0	0	0	2023	6	30	17	8	14.7	2.9	1
85	-8.61	110.080002	36	-13802.8	-1738	1924.8	0	0	0	2023	6	30	16	58	7.6	3.1	1
87	-8.38	110.050003	73	-17110	23699.5	38924.8	0	0	0	2023	6	30	16	48	14.3	2.8	1
88	-8.63	110.029999	35	-19306.4	-3950	924.8	0	0	0	2023	6	30	16	47	9.5	2.8	1
89	-8.55	110.029999	47	-19308.4	4897.8	12924.8	0	0	0	2023	6	30	16	43	4.4	2.9	1
90	-8.49	110.75	13	59957	11533.7	-21075.2	0	0	0	2023	6	30	16	27	18.1	2.7	1
91	-8.66	110.029999	32	-19305.6	-7267.9	-2075.2	0	0	0	2023	6	30	16	5	12.2	3.6	1
92	-8.58	110.07	50	-14904.3	1579.9	15924.8	0	0	0	2023	6	30	15	56	37.9	3.2	1
93	-8.52	110.059998	40	-16006.6	8215.7	5924.8	0	0	0	2023	6	30	15	48	11.7	2.8	1
94	-8.55	110.080002	48	-13803.9	4897.8	13924.8	0	0	0	2023	6	30	15	37	15.2	2.8	1

95	-8.49	110.089996	52	-12704.6	11533.7	17924.8	0	0	0	2023	6	30	15	35	8.6	2.8	1
96	-8.66	110.040001	18	-18204.7	-7267.9	-16075.2	0	0	0	2023	6	30	15	16	14.3	2.8	1
97	-8.65	110.019997	31	-20406.8	-6161.9	-3075.2	0	0	0	2023	6	30	15	8	46.6	2.9	1
98	-8.7	110.029999	22	-19304.6	-11691.8	-12075.2	0	0	0	2023	6	30	15	3	18	2.8	1
99	-8.71	110.080002	28	-13801	-12797.8	-6075.2	0	0	0	2023	6	30	15	0	58.6	2.6	1
100	-8.63	110.059998	27	-16004.3	-3950	-7075.2	0	0	0	2023	6	30	14	56	49.8	3.7	1
101	-8.66	110.07	37	-14902.8	-7267.9	2924.8	0	0	0	2023	6	30	14	48	20	3	1
102	-8.64	110.120003	25	-9399.3	-5056	-9075.2	0	0	0	2023	6	30	14	46	40.8	2.7	1
103	-8.61	110.040001	35	-18205.9	-1738	924.8	0	0	0	2023	6	30	14	35	30.8	2.9	1
104	-8.66	110.029999	34	-19305.6	-7267.9	-75.2	0	0	0	2023	6	30	14	28	39.3	2.9	1
105	-8.62	110.029999	38	-19306.6	-2844	3924.8	0	0	0	2023	6	30	14	23	23.1	2.9	1
106	-8.5	110.07	48	-14905.9	10427.7	13924.8	0	0	0	2023	6	30	14	15	57	2.7	1
107	-8.63	110.040001	35	-18205.4	-3950	924.8	0	0	0	2023	6	30	13	58	22.4	3.7	1
108	-8.66	110.169998	13	-3896.1	-7267.9	-21075.2	0	0	0	2023	6	30	13	55	1.7	2.8	1
109	-8.65	110.040001	34	-18204.9	-6161.9	-75.2	0	0	0	2023	6	30	13	52	2.8	2.8	1
110	-8.53	110.029999	35	-19308.9	7109.8	924.8	0	0	0	2023	6	30	13	49	54.8	2.8	1
111	-8.64	110.019997	32	-20407.1	-5056	-2075.2	0	0	0	2023	6	30	13	39	25.3	2.8	1
112	-8.54	110.050003	50	-17106.5	6003.8	15924.8	0	0	0	2023	6	30	13	36	44.9	2.8	1
113	-8.66	110.010002	23	-21506.6	-7267.9	-11075.2	0	0	0	2023	6	30	13	31	46.6	4.6	1
114	-8.67	110.019997	22	-20406.3	-8373.9	-12075.2	0	0	0	2023	6	30	13	31	46.4	4.4	1
115	-8.62	110.029999	42	-19306.6	-2844	7924.8	0	0	0	2023	6	30	13	29	7	3.2	1
116	-8.67	110.300003	10	10413.2	-8373.9	-24075.2	0	0	0	2023	6	30	13	26	13	3.5	1
117	-8.65	110.059998	47	-16003.9	-6161.9	12924.8	0	0	0	2023	6	30	13	25	58.3	3.6	1
118	-8.64	110.029999	31	-19306.1	-5056	-3075.2	0	0	0	2023	6	30	13	24	19.7	2.9	1

119	-8.65	110.040001	32	-18204.9	-6161.9	-2075.2	0	0	0	2023	6	30	13	24	19.5	2.8	1
120	-8.68	110.059998	34	-16003.3	-9479.9	-75.2	0	0	0	2023	6	30	13	22	16.4	3.4	1
121	-8.69	110.059998	28	-16003.1	-10585.8	-6075.2	0	0	0	2023	6	30	13	19	55.7	4.3	1
122	-8.56	110.07	54	-14904.7	3791.8	19924.8	0	0	0	2023	6	30	13	18	2.5	3.3	1
123	-8.59	110.080002	51	-13803.1	473.9	16924.8	0	0	0	2023	6	30	13	18	2.4	3	1
124	-8.6	110.019997	28	-20408.1	-632.1	-6075.2	0	0	0	2023	6	30	13	13	50.7	2.9	1
125	-8.65	109.949997	39	-28111.7	-6161.9	4924.8	0	0	0	2023	6	30	13	11	35.6	3	1
126	-8.47	110.120003	47	-9401.4	13745.6	12924.8	0	0	0	2023	6	30	13	9	36.3	2.9	1
127	-8.49	110.129997	50	-8300.8	11533.7	15924.8	0	0	0	2023	6	30	13	9	35.8	3.1	1
128	-8.64	110.110001	32	-10500.2	-5056	-2075.2	0	0	0	2023	6	30	13	9	7	3.1	1
129	-8.57	110.010002	32	-21509.1	2685.9	-2075.2	0	0	0	2023	6	30	13	4	54.6	3.6	1
130	-8.55	110.07	42	-14904.9	4897.8	7924.8	0	0	0	2023	6	30	13	4	5.3	3.7	1
131	-8.73	110.019997	10	-20404.7	-15009.7	-24075.2	0	0	0	2023	6	30	12	57	40.3	6.5	1
132	-8.02	110.639999	10	47875.4	63514.7	-24075.2	0	0	0	2023	6	30	9	11	1.1	1.6	1
133	-8.25	110.220001	15	1608.5	38077.2	-19075.2	0	0	0	2023	6	30	8	55	18.6	2.4	1
134	-8.74	111.459999	10	138077.7	-16115.7	-24075.2	0	0	0	2023	6	30	5	33	31.4	2.8	1

Lampiran 2. HypoDD.res (mencari nilai residual)

STA	DT	C1	C2	IDX	QUAL	RES [ms]	WT	OFFS
SCJI	-0.5	1	118	4	1	0.773482	57.000179	3605
CNJI	-0.3999977	1	81	3	1	1.34489	2.908505	2255.8
NJBM	-0.2000046	1	81	4	1	0.092445	78.517761	2255.8
PRJI	0.5	1	100	4	1	-0.998152	31.983706	3345.7
SCJI	-0.8000031	1	100	4	1	0.607641	55.367435	3345.7
NJBM	0.9000015	1	100	4	1	0.148765	78.265305	3345.7
NJBM	0	1	75	4	1	0.125908	75.452499	3198.6
BUJI	0.2999992	1	8	3	1	-0.981317	47.238605	3614.2
SBJM	0.5999985	1	34	4	1	-0.224141	78.087791	6462.7
SCJI	-0.7000008	1	119	4	1	-0.089341	79.998665	3519.8
PGJM	-0.6999998	2	10	3	1	0.088564	70.831573	12384.8
UGM	1.0999999	2	10	4	1	0.095835	70.541779	12384.8
UGM	-0.7000003	2	132	4	1	-0.182593	78.047913	23610.1
PGJM	-2.5999999	2	132	3	1	0.158452	66.319328	23610.1
PGJM	-5.0999999	2	133	3	1	0.286661	53.645561	36264
PGJM	-4.6999998	2	62	3	1	-0.026962	78.070412	39831.8
UGM	-	2	11	4	1	-0.531591	17.443707	58430.6
UGM	-0.1000004	3	107	4	1	1.521714	0.340021	1213.1
CNJI	-0.5	3	107	4	1	-0.079084	79.900635	1213.1
PWJI	-0.5	3	88	4	1	-0.15337	76.267403	3080.9
PWJI	-0.0999985	3	68	4	1	-0.000075	79.866379	3648.6
PWJI	-0.5	3	109	4	1	-0.024452	79.99614	1844.7
PWJI	-0.7999992	3	119	4	1	-0.197856	79.31369	6105.5

PWJI	-0.5	3	111	4	1	0.021481	79.991203	4327.7
PWJI	-0.5999985	3	118	4	1	0.121331	79.200668	6208.1
PWJI	-0.8999977	3	104	4	1	0.317234	70.511803	6397
UGM	0.8999996	4	50	4	1	-0.038491	78.569237	6413.4
UGM	-4.6999989	4	44	4	1	-0.054575	77.587631	26485.3
UGM	2.8999996	4	14	4	1	-0.030601	77.741936	40261.2
UGM	-3.1000004	4	52	4	1	-0.037419	76.286896	38279.7
UGM	3.8999996	4	26	4	1	-0.033325	65.77755	57553.6
UGM	-0.6999989	4	6	4	1	-0.134574	60.401703	53731
PGJM	0.1000004	5	28	4	1	1.487226	6.646698	7059.8
PRJI	0.3000011	5	28	4	1	0.174827	79.928452	7059.8
UGM	-0.4000006	5	56	3	1	-0.348656	61.186001	9828.4
PGJM	-0.5	5	74	4	1	0.567882	70.895103	7427.3
PGJM	0.1000004	5	12	4	1	-0.142436	29.398869	2642.2
MBJI	0	5	59	4	1	-0.193388	73.760612	11982.5
UGM	-2.4000015	6	52	4	1	0.097155	77.380585	25054.6
UGM	-6.2000008	6	9	4	1	0.07685	78.886047	30683.4
PWJI	-4.5	6	9	4	1	-0.243064	72.076103	30683.4
PGJM	1.6000004	6	14	3	1	-1.639275	0.904508	25840.1
UGM	3.5999985	6	14	4	1	0.103973	72.950256	25840.1
PWJI	6.8999977	6	14	4	1	-0.055627	79.471107	25840.1
PWJI	-9	6	17	4	1	-0.668689	13.749699	40598.9
UGM	-4	6	44	4	1	0.079999	75.319321	42943.4
MBJI	4.3000031	7	11	4	1	0.002829	77.298409	32112.9
PRJI	0.2000008	7	80	4	1	-0.000363	75.615662	53001.6
PGJM	-1.7999992	7	87	4	1	0.011309	75.927628	49125.4

MBJI	2.8000031	7	35	4	1	-0.013367	75.834824	47634.7
PGJM	1.2000008	7	127	4	1	0.034391	75.191978	53213.8
MBJI	4	7	127	4	1	0.019379	75.531693	53213.8
PGJM	1.7000008	7	126	4	1	-0.138945	74.675262	52866
MBJI	4.5	7	126	4	1	0.120267	74.861816	52866
MBJI	3.9000015	7	95	4	1	-0.010501	75.3022	54254.7
PGJM	2.4000015	7	29	4	1	-0.010412	75.074844	55081.8
PGJM	0.3000011	8	12	4	1	-0.188612	58.424515	2389
PGJM	-0.2999992	8	74	4	1	0.521706	48.711655	7099.7
UGM	3.7999992	9	52	4	1	0.020305	79.140549	26694.6
PWJI	-4.5	9	17	4	1	-0.425625	58.982033	39822.9
UGM	2.2000008	9	44	4	1	0.003149	76.821014	45725.2
UGM	9.7999992	9	14	4	1	0.027123	73.709259	53167
PWJI	11.3999977	9	14	4	1	0.187437	66.243515	53167
UGM	-1.8000002	10	132	4	1	-0.278428	49.048874	12408.9
PGJM	-1.9000001	10	132	3	1	0.069888	79.914909	12408.9
PRJI	3	10	132	4	1	0.010968	79.84346	12408.9
PGJM	-4	10	62	3	1	-0.115525	72.315025	44590.3
PGJM	-4.4000001	10	133	3	1	0.198097	76.725037	43616.5
PGJM	-6.4000001	10	23	3	1	1.627495	0.01719	57019.4
PGJM	-7.5999999	10	11	3	1	1.689922	2.62519	60227.6
PGJM	1.1999998	11	23	3	1	-0.062428	79.687889	11428.5
MBJI	-0.3000031	11	127	4	1	0.01655	78.847717	25158.2
MBJI	0.1999969	11	126	4	1	0.117438	70.103775	25052.3
MBJI	-0.4000015	11	95	4	1	-0.01333	78.16893	26933.4
MBJI	-1.5	11	79	4	1	0.059289	73.804932	25204.9

MBJI	-1.5	11	35	4	1	-0.016196	79.559967	24342.8
MBJI	-0.4000015	11	61	4	1	0.154336	65.0839	27689.2
MBJI	-0.9000015	11	106	4	1	0.010433	77.997406	27874.5
PGJM	-0.6000004	12	74	4	1	0.710318	0.000036	5760.2
CMJI	-0.3999977	12	74	4	1	-0.145851	70.900902	5760.2
GKJM	-0.3999996	12	129	3	1	1.318565	0.47989	5084.9
CMJI	1.4000015	12	129	4	1	-0.12571	68.650467	5084.9
GKJM	-0.5999985	12	63	3	1	-0.069018	79.836197	8628.4
PCJI	-0.5999985	12	103	4	1	-2.396075	0.212918	3929.9
CMJI	-0.0999985	12	103	4	1	-0.026034	79.511055	3929.9
BUJI	-0.1000004	12	56	4	1	-0.165111	79.910812	8841.7
CMJI	0.5	12	56	4	1	0.007984	79.969162	8841.7
GKJM	0.1000004	12	46	3	1	0.297885	73.418259	6047.5
GKJM	0.1000004	12	27	4	1	0.404766	42.088303	5719
PGJM	-0.5	13	41	4	1	-0.051753	79.971222	6708.9
SCJI	0.0999985	13	48	3	1	0.229227	66.678993	10478.1
PGJM	-0.7000008	13	8	4	1	-0.004677	79.996796	3153.8
PGJM	-0.3999996	13	12	4	1	-0.19329	60.988583	3447.9
PGJM	-0.4000006	13	12	3	1	1.128916	38.853569	3447.9
PGJM	0	13	15	4	1	-0.027749	79.930344	8034.2
PWJI	-1	13	76	4	1	-0.869658	16.784245	7914.7
UGM	-2	14	50	4	1	-0.007889	78.634254	35023.2
UGM	-6	14	52	4	1	-0.006818	78.592743	34262.3
UGM	-7.5999985	14	44	4	1	-0.023974	77.947983	39905.2
UGM	1	14	26	4	1	-0.002723	75.432877	38182.6
PWJI	6.2000008	14	26	4	1	0.054619	78.308296	38182.6

PCJI	0	15	27	4	1	-0.302328	54.362904	3182.8
PGJM	-0.3999996	15	12	4	1	-0.16554	53.165207	5659.7
PCJI	-0.4000015	15	12	4	1	2.215621	2.90832	5659.7
PGJM	-1	15	74	4	1	0.544778	54.363144	2741.5
PGJM	-0.7000008	15	8	4	1	0.023072	79.971352	7678.4
PGJM	-0.5	15	5	4	1	-0.023104	79.113914	7453.3
PGJM	-0.3999996	15	28	4	1	1.464121	0.016127	3091.9
PCJI	-0.4000015	15	46	4	1	-0.385175	49.809864	3786
PWJI	-2.6000023	16	66	4	1	0.033927	79.496101	13399
PCJI	4.3000011	16	134	4	1	0.114393	78.404144	18040.2
PWJI	4.1999989	16	134	4	1	-0.020358	79.823677	18040.2
PCJI	2.8000011	16	70	4	1	-0.142244	75.217606	38775.4
PWJI	2.5999985	16	70	4	1	0.021987	78.219933	38775.4
PWJI	-6.1000023	16	4	4	1	-0.061241	71.982971	65089.1
PGJM	6.2000008	16	65	3	1	-0.260008	65.632271	67268
UGM	5.1999989	16	65	3	1	0.242243	71.192017	67268
PCJI	4.5	16	50	4	1	-1.58104	1.571796	69497.4
UGM	0.7999992	17	96	4	1	-1.67726	0.130968	27998.8
UGM	-0.6000004	17	98	4	1	-0.476124	68.994759	25046.7
UGM	0.5	17	77	3	1	0.16064	79.00676	24671.7
CMJI	-0.5	18	56	4	1	0.129796	79.00502	10491.7
CMJI	-0.7999992	18	40	4	1	-0.106569	67.736877	9760.5
CMJI	0.4000015	18	129	4	1	-0.003898	78.744156	2124.1
CMJI	-1.3999977	18	74	4	1	-0.02404	79.226753	8746
BUJI	-1.2999992	18	103	4	1	-0.102644	79.929466	5810.4
CMJI	-1.0999985	18	103	4	1	0.095777	79.921722	5810.4

SNJI	0.3999996	18	83	3	1	1.735744	1.179106	5929.7
GMJI	-1.5999985	19	37	4	1	0.015293	79.748894	17852
GBJI	0.5	19	37	4	1	-0.371529	16.751583	17852
PWJI	-1.5999985	20	39	3	1	-0.350792	73.623024	10655
UGM	3.2000008	20	17	3	1	-0.032835	79.409042	27025.2
PWJI	3.2000008	20	96	3	1	0.094536	75.312759	36373.6
UGM	3.7000008	20	77	3	1	0.127806	78.496407	33042
MBJI	3.3000011	20	72	3	1	-0.141384	73.593407	23607.6
PWJI	3.5999985	20	72	4	1	0.258494	67.426682	23607.6
PCJI	1	21	37	4	1	0.085488	79.494179	12647.3
GKJM	0.1000004	21	37	3	1	-0.412302	53.813633	12647.3
NJBM	-1.5	21	37	4	1	0.021468	79.224045	12647.3
PGJM	-0.3999996	22	57	4	1	0.566228	50.17144	2705.2
SYJI	-0.8000011	22	85	4	1	-0.224776	79.987389	5927.8
UGM	-0.1000004	22	27	4	1	0.421221	52.649326	2256.2
PGJM	-1.1000004	22	83	4	1	-1.251611	4.528423	6752.1
PCJI	-0.8999977	22	83	4	1	-1.211853	10.135982	6752.1
BMBNG	-0.7999992	22	67	4	1	-0.255336	64.051537	5739.3
MBJI	-1.5	23	29	3	1	-0.211879	78.769287	26760.5
PGJM	-5.3999996	23	95	4	1	-0.119992	78.878632	31451.3
MBJI	-3.0999985	23	79	3	1	0.514891	61.008881	31241.6
PWJI	-7.4000015	23	87	4	1	-0.020002	79.068283	31464.3
PGJM	-0.5	25	125	4	1	0.185537	34.447552	21639.5
PGJM	1.5999985	25	82	4	1	0.060066	43.614887	11369.6
MBJI	-0.7000008	25	40	3	1	0.177779	77.149475	13066.2
MBJI	-0.8000011	25	56	3	1	-1.46089	26.624027	12224.8

PGJM	1.0999985	25	115	4	1	0.08218	28.3866	13068.5
UGM	0.8999996	26	90	3	1	-0.679917	23.243399	23631.2
UGM	-3	26	50	4	1	-0.005166	73.875381	56109.6
UGM	-8.5999985	26	44	4	1	-0.021251	70.431335	67648.6
MBJI	-5.7999992	26	65	3	1	0.263196	74.505051	52464.8
UGM	-4.5999985	26	6	4	1	-0.101249	72.654121	62983.8
PWJI	-	26	6	4	1	0.001008	72.579704	62983.8
MBJI	0	26	6	3	1	0.805273	33.070461	62983.8
PCJI	-0.4000015	27	46	4	1	-0.082847	79.991661	2039.9
MBJI	0.7000008	27	59	4	1	-0.098499	79.95768	6500
MBJI	0.7000008	27	5	4	1	0.09489	76.468277	7881.4
PCJI	-1	27	103	4	1	0.121875	63.782307	6658
PGJM	0.1999989	28	110	4	1	0.251239	78.600334	5728.5
CMJI	-0.2000008	28	110	4	1	0.004366	79.986282	5728.5
PWJI	-0.4000015	28	110	4	1	-0.099662	79.808121	5728.5
CMJI	-0.4000015	28	40	4	1	-0.014765	79.842148	1823.2
PWJI	-0.4000015	28	40	4	1	0.040272	79.997131	1823.2
CMJI	-0.1000023	28	56	4	1	0.221599	60.101738	4103.5
PWJI	-0.7999992	28	56	4	1	1.448569	16.099527	4103.5
CMJI	0.7999992	28	129	4	1	0.087906	79.609055	6826.4
PWJI	-0.8999996	28	129	3	1	0.270064	79.596764	6826.4
PGJM	-0.6000004	28	74	4	1	-0.919344	55.533821	1383
CMJI	-1	28	74	4	1	0.067764	79.284088	1383
PGJM	-0.6000004	28	18	4	1	1.098666	2.546182	8128.6
CMJI	0.3999977	28	18	4	1	0.091804	74.234932	8128.6
CMJI	-0.6000023	28	12	4	1	0.213615	55.69482	5847.9

PGJM	-0.7000008	29	126	4	1	-0.128533	77.971756	8248.6
PGJM	-1.5	29	61	4	1	-0.197272	60.980434	7352.1
PGJM	-2.6000004	29	106	4	1	0.064503	79.907364	13447.3
PGJM	-1.2000008	29	127	4	1	0.044803	79.876518	7744.2
PGJM	-2	29	73	4	1	-0.178662	63.628704	10340.9
MBJI	-1.5999985	29	79	3	1	0.72677	42.266346	10666.7
MBJI	-0.7999992	29	93	3	1	-1.661644	17.129107	9582.8
PGJM	-2.4000015	29	84	4	1	0.022518	79.953102	11555.5
CMJI	1.0999985	31	115	4	1	-0.011935	79.992828	4882.5
PRJI	-0.1999989	31	67	4	1	-0.002938	71.559311	3223.2
CMJI	1.2999992	31	67	4	1	-0.075276	73.344917	3223.2
MBJI	0.6000023	31	105	4	1	-0.214727	33.179569	5213.7
MBJI	1.1000023	31	57	4	1	-0.120986	79.996346	3901.7
PRJI	-0.6999989	31	64	4	1	-1.459993	0.006929	4272.7
CMJI	1	31	43	4	1	0.00088	79.981094	5035.7
CMJI	1	31	83	4	1	-0.051382	78.627411	6175.9
BMBNG	0.5	31	46	3	1	-0.06605	79.420464	3685.7
BUJI	-0.3000011	31	117	4	1	0.293821	70.612335	5380.2
CMJI	0.2999992	31	117	4	1	0.006477	79.417313	5380.2
SNJI	0.2999992	32	108	3	1	-0.001952	73.702255	59836.1
UGM	-1.6000004	32	96	4	1	-0.012029	79.639809	22554.4
UGM	-1	32	76	4	1	-0.210599	76.224174	17452.2
UGM	-3	32	98	4	1	1.189107	31.850002	22374.7
SNJI	-1.4000015	33	65	3	1	0.014359	75.517647	46755.6
PCJI	0	33	37	4	1	0.034613	74.195488	50896
UGM	0.0999994	34	18	3	1	-1.040038	42.381771	3861.1

CMJI	0.4000015	34	48	3	1	-0.23497	56.346596	7153.1
MBJI	1.0999985	35	95	4	1	0.002866	79.293739	9648.2
MBJI	0.6999969	35	78	4	1	0.020526	79.687706	12539.7
MBJI	1.1999969	35	127	4	1	0.032746	79.654755	10251.7
MBJI	0.1999969	35	112	4	1	0.059057	79.880745	13545.6
MBJI	0.5999985	35	106	4	1	0.026629	79.239464	6222.4
SNJI	0.4000015	35	106	4	1	-0.592088	69.501175	6222.4
MBJI	-0.5	35	94	4	1	0.076125	78.226074	17932.5
SNJI	-0.0999985	35	94	4	1	0.830039	53.225693	17932.5
SCJI	-0.3999996	36	51	4	1	0.014864	79.177826	22719.7
SCJI	-7.1000004	36	47	4	1	0.008235	76.599899	48624.3
PRJI	5.6000004	36	60	3	1	0.446388	57.070915	45934.4
YOGI	4.3000011	36	89	4	1	-1.751126	0.162002	49160
BMBNG	2.7000008	36	89	4	1	-0.162873	76.486313	49160
GKJM	-0.3000011	38	58	4	1	0.310424	78.969986	2369.1
PCJI	-0.2999992	38	58	4	1	-0.267558	73.807869	2369.1
MBJI	0.4000015	38	94	4	1	-0.17025	71.651115	1553.6
MBJI	1.0999985	38	112	4	1	-0.187318	58.57214	7170.5
MBJI	1.5999985	38	130	4	1	0.298691	73.024445	3771.3
PWJI	0.5999985	38	130	4	1	0.034926	79.99472	3771.3
MBJI	1.7999992	38	73	4	1	0.040924	79.99588	5159.8
UGM	-0.0999985	38	43	4	1	1.849855	0.091036	5501.6
MBJI	0.1000004	39	131	3	1	1.380534	2.533853	23791.2
UGM	4	39	72	3	1	-1.362976	0.298645	22265.5
UGM	7.5	39	54	4	1	-0.289672	79.207306	28885.4
PWJI	4.7999992	39	96	3	1	0.445327	46.657078	37753.2

MBJI	-0.1000004	40	56	3	1	-1.638669	1.515982	3914.7
CMJI	0.2999992	40	56	4	1	0.236365	48.349709	3914.7
PWJI	-0.3999977	40	56	4	1	1.408297	19.266745	3914.7
CMJI	0.2000008	40	110	4	1	0.019132	79.582626	7194.7
PWJI	0	40	110	4	1	-0.139934	79.631241	7194.7
CMJI	-0.5999985	40	74	4	1	0.082529	77.076057	2410.3
UGM	-0.4000015	40	129	4	1	-0.015316	78.727325	8338.1
CMJI	1.2000008	40	129	4	1	0.102671	77.971207	8338.1
PGJM	-0.2000008	41	8	4	1	0.047075	79.924591	7104.7
BUJI	-1.5	41	81	4	1	2.07105	0.319454	9577.4
PGJM	0.1000004	41	12	4	1	-0.141537	65.724586	5940.9
PGJM	0.5	41	15	4	1	0.024003	79.725716	4040.8
GKJM	0.7999992	42	117	4	1	-1.34496	11.00082	8023.3
SNJI	0.6000004	42	117	3	1	-0.593499	53.502266	8023.3
PCJI	1.3000031	42	58	4	1	1.254941	12.203128	6307.5
PCJI	1.4000015	42	123	4	1	0.033156	79.678032	6681.4
GKJM	1.6999989	42	92	4	1	0.037053	79.878922	5893.9
PCJI	1.5	42	122	4	1	1.375727	6.302598	7248.5
MBJI	0.8999996	42	122	3	1	1.256726	8.112025	7248.5
SBJM	2.3000011	42	89	4	1	0.263183	71.084457	7554.3
PGJM	2.0999985	42	89	4	1	-1.31149	25.082481	7554.3
CMJI	0.3999977	43	82	4	1	-0.110534	74.249138	2997.3
CMJI	0.2999992	43	67	4	1	-0.076156	70.515724	4843.9
CMJI	0.0999985	43	115	4	1	-0.012815	79.99884	2287.9
UGM	-0.6000004	43	45	4	1	0.116334	72.095955	3657.1
CMJI	0.5	43	45	4	1	-0.008573	79.996643	3657.1

UGM	1.5999985	44	52	4	1	0.017156	79.674004	22156.9
PWJI	-4.8999977	44	52	4	1	0.050455	79.402893	22156.9
UGM	5.5999985	44	50	4	1	0.016085	79.650635	22650.6
PWJI	4.7000008	44	50	4	1	0.454229	29.863523	22650.6
CMJI	-1.4000015	45	58	4	1	0.021995	79.945908	8741.1
CMJI	-0.4000015	45	115	4	1	-0.004243	79.989784	1571.8
CMJI	-0.1000023	45	82	4	1	-0.101962	73.020897	5681.6
CMJI	-1.5	45	31	4	1	0.007692	79.94474	5274.1
CMJI	-0.2000008	45	67	4	1	-0.067583	68.870323	2957.7
CMJI	-1.2000008	45	117	4	1	0.014169	79.897095	4932.6
PGJM	-0.0999985	46	57	4	1	-0.767004	46.303368	423
GKJM	-1	46	63	4	1	0.863585	47.238968	2994.5
GKJM	-0.6999989	46	63	3	1	-0.366902	77.475548	2994.5
CMJI	-0.2999992	46	63	3	1	0.394827	70.518013	2994.5
PCJI	-0.5999985	46	103	4	1	0.204721	60.096924	6563.5
SBJM	0.6999989	47	34	4	1	1.478561	0.156074	16069
GKJM	1.7999992	47	129	4	1	-0.274617	72.776482	14653.5
SYJI	2.5	47	48	4	1	0.394841	62.298061	22335.5
SCJI	-2.2000008	47	48	4	1	0.000909	79.354393	22335.5
PCJI	0.2000008	48	28	4	1	-0.137146	79.663429	3854.3
UGM	-4	50	52	4	1	0.001071	78.988914	32309.2
PWJI	-9.5999985	50	52	4	1	-0.403773	45.905811	32309.2
UGM	-1.5999985	50	6	4	1	-0.096083	73.958092	47351.7
SCJI	-6.7000008	51	47	4	1	-0.006629	77.857727	36999.1
PGJM	0.5	51	60	4	1	-0.029249	78.77346	33699.9
PGJM	3.9000015	51	29	4	1	-0.018234	78.782753	33418.4

SCJI	-8.9000015	51	48	4	1	-0.00572	78.66301	35465.1
SNJI	9.9000015	52	90	4	1	0.014186	75.315331	50908.1
GKJM	2.7999992	54	48	4	1	-0.578101	59.537666	33706.7
CMJI	-0.8999977	56	74	4	1	-0.153835	73.343704	4257.7
BUJI	-0.2000008	56	67	4	1	1.775846	21.472797	3559.1
CMJI	-0.5999985	56	103	4	1	-0.034018	79.796349	8347.1
CMJI	0.9000015	56	129	4	1	-0.133694	71.450508	8765.2
BUJI	-0.4999981	57	63	4	1	-0.200793	73.578575	3394.8
CMJI	0	58	92	4	1	0.053539	78.793198	5144.8
PCJI	0.0999985	58	123	4	1	-1.221785	2.342482	2568.5
CMJI	0.9000015	58	43	4	1	-0.013422	79.904938	5629.1
CMJI	0.2000008	58	117	4	1	-0.007826	79.980896	8181.7
CMJI	-0.0999985	58	31	4	1	-0.014303	79.641548	9242.1
PGJM	-0.2000008	59	67	4	1	-0.274628	2.276319	6686
SYJI	-0.2000008	59	74	4	1	-0.891633	25.860834	5308.3
MBJI	0.2999992	59	130	4	1	-0.119382	79.989189	6470
MBJI	-0.1000023	60	78	4	1	-0.058831	79.746582	1366.5
SNJI	0.1000004	60	78	3	1	0.072475	79.998375	1366.5
MBJI	-0.6000023	60	112	4	1	-0.0203	79.24379	4571.2
PGJM	0.8000011	60	106	4	1	0.075518	79.974251	7376.6
MBJI	-0.2000008	60	106	4	1	-0.052728	79.943192	7376.6
PGJM	1.4000015	60	73	4	1	-0.167648	63.103886	6982.2
MBJI	0.0999985	60	73	4	1	0.207942	72.853096	6982.2
PGJM	1	60	84	4	1	0.033532	79.988853	7155
MBJI	-1.7000008	60	38	4	1	0.167018	72.662796	10738
PGJM	0.8000011	60	94	4	1	-0.108002	78.335052	9931.6

MBJI	-1.2999992	60	94	4	1	-0.003233	79.96981	9931.6
PGJM	-0.5	61	73	4	1	0.01861	79.994064	4520.9
MBJI	-0.2000008	61	73	4	1	0.116768	79.205025	4520.9
PGJM	-1.1000004	61	106	4	1	0.261775	55.521717	8356.9
MBJI	-0.5	61	106	4	1	-0.143903	77.416801	8356.9
PGJM	0.7999992	61	126	4	1	0.068738	76.786942	3588.3
MBJI	0.5999985	61	126	4	1	-0.036898	79.959435	3588.3
MBJI	0.0999985	61	93	4	1	0.594208	17.484158	3888.6
MBJI	-1.0999985	61	79	4	1	-0.095047	79.680542	5982.5
PGJM	-1.1000004	61	94	4	1	0.078256	75.975098	7883.3
PRJI	-0.6999989	61	94	4	1	-1.71287	10.420395	7883.3
MBJI	-1.5999985	61	94	4	1	-0.094407	78.619911	7883.3
MBJI	-0.4000015	61	130	4	1	0.374534	58.575687	5912.2
MBJI	0	61	95	4	1	-0.167666	77.257767	3398.6
MBJI	-0.9000015	61	112	4	1	-0.111475	73.01712	6847.8
PGJM	0.2999992	61	127	4	1	0.242074	50.888039	3117.4
MBJI	0.0999985	61	127	4	1	-0.137786	75.930817	3117.4
PGJM	-0.4000001	62	133	3	1	0.313622	61.391411	30236.1
PRJI	-3.7999992	62	133	4	1	-0.283041	68.372055	30236.1
PRJI	-6.2999992	62	23	4	1	-0.080132	72.882919	54112.2
PWJI	0	63	83	3	1	1.391869	6.078437	6910.4
PGJM	0.3999996	64	107	4	1	0.194074	73.571716	6604.5
PCJI	-0.4000015	64	107	4	1	-0.454877	64.83448	6604.5
PRJI	-0.6000004	64	109	4	1	0.106657	79.929771	8134
MBJI	5.7999992	65	6	3	1	0.542077	59.400517	45634.2
PWJI	6.8000011	66	134	4	1	-0.054285	79.222664	24774.9

PWJI	5.2000008	66	70	4	1	-0.01194	78.315941	37888.9
PWJI	-3.5	66	4	4	1	-0.095168	73.776939	55789.9
UGM	13.6000004	66	4	4	1	-1.368901	13.202133	55789.9
SNJI	-0.7999992	66	4	3	1	0.93614	38.496521	55789.9
UGM	8.9000015	66	44	4	1	-1.423477	0.123356	56424.3
CMJI	-0.2999992	67	83	4	1	0.023894	79.510368	4371.1
CMJI	0.0999985	67	82	4	1	-0.034378	79.947487	7634.8
CMJI	-0.2000008	67	115	4	1	0.063341	71.649994	3573.6
PGJM	0.3000011	68	109	4	1	-0.047704	79.370903	3823.5
PWJI	-0.4000015	68	109	4	1	-0.024378	79.706123	3823.5
PGJM	-0.1999989	68	104	4	1	-0.370188	66.698982	7054
PWJI	-0.7999992	68	104	4	1	0.317308	75.686829	7054
PGJM	0.1000004	68	119	4	1	0.635457	67.405495	7265.5
PWJI	-0.7000008	68	119	4	1	-0.197781	77.336166	7265.5
PGJM	0.2000008	68	88	4	1	0.038982	79.852921	4384.2
PWJI	-0.4000015	68	88	4	1	-0.153295	71.466301	4384.2
PGJM	0.1000004	68	111	4	1	-0.146908	78.296165	4733
PWJI	-0.4000015	68	111	4	1	0.021556	79.962746	4733
PGJM	0.3000011	68	118	4	1	-0.309862	71.909904	7356.6
PWJI	-0.5	68	118	4	1	0.121406	79.915642	7356.6
PCJI	1.5	70	134	4	1	0.256637	62.803482	34601.7
PWJI	1.6000004	70	134	4	1	-0.042345	78.740631	34601.7
PWJI	-8.7000008	70	4	4	1	-0.083228	70.933197	67318
PCJI	1.6999989	70	50	4	1	-1.438797	25.306276	70838.3
MBJI	0.0999985	71	93	4	1	0.104111	78.502045	8166.6
SYJI	-1.1000004	71	110	4	1	-1.711968	0.619821	9040.8

GKJM	-1.2000008	71	28	4	1	0.561902	36.966522	6455.7
MBJI	-1.4000015	71	27	4	1	0.102317	79.988068	7185.6
MBJI	-0.4000015	71	130	4	1	-0.115563	79.808022	8801.4
MBJI	-0.7000008	71	5	4	1	0.197207	77.03051	11670.7
MBJI	0	71	61	4	1	-0.490097	46.097382	10087.3
MBJI	-1.0999985	71	79	4	1	-0.585144	28.788733	11552.5
MBJI	-0.2000008	71	73	4	1	-0.37333	65.342529	7479.1
UGM	1.1000004	72	76	4	1	-0.012429	79.747948	20030.8
UGM	0.5	72	96	4	1	0.186141	71.62616	24222.7
PGJM	-0.6000004	73	106	4	1	0.243165	58.552952	10748.5
MBJI	-0.2999992	73	106	4	1	-0.26067	68.402374	10748.5
PWJI	0.5999985	73	106	4	1	0.029108	50.507538	10748.5
MBJI	-0.2000008	73	130	4	1	0.257767	72.861916	2616.3
PGJM	-0.6000004	73	94	4	1	0.059646	76.978348	5170
MBJI	-1.3999977	73	94	4	1	-0.211175	71.827721	5170
MBJI	0.2999992	73	93	4	1	0.477441	40.724468	1100.4
MBJI	-0.7000008	73	112	4	1	-0.228242	58.885754	5481.4
PGJM	-0.4000015	73	84	4	1	0.20118	62.137878	2437.8
MBJI	-0.5	73	59	4	1	0.377148	71.27478	6881.6
CMJI	0.2999992	74	103	4	1	0.119817	77.672501	6925.9
NJBM	-0.5999985	75	113	4	1	-0.01781	77.680878	3547.8
SMRI	0.6000023	75	81	4	1	0.068559	79.994148	3170.6
NJBM	-0.2000046	75	81	4	1	-0.033463	79.854485	3170.6
NJBM	-0.2000046	75	77	4	1	-0.051694	78.743813	2770.7
NJBM	0.9000015	75	100	4	1	0.022858	79.898735	4030.9
GKJM	-0.8000011	76	113	4	1	-0.379439	68.539566	5720.2

MBJI	-0.2999992	76	114	4	1	-1.59427	5.858453	6184.3
UGM	-0.6000004	76	96	4	1	0.19857	74.316505	5632.6
UGM	-2	76	98	4	1	1.399706	2.084723	8547.1
CMJI	0.4000015	77	114	4	1	0.048402	79.41819	5025.4
CMJI	0	77	98	4	1	0.063158	79.563499	5264.5
NJBM	-0.3999939	77	113	4	1	0.033884	79.984436	2535.6
NJBM	1.1000061	77	100	4	1	0.074552	79.757637	6187
SBJM	1.1000004	77	81	4	1	0.108189	79.996384	4935.4
CMJI	0.7000008	77	81	4	1	-0.013623	78.740898	4935.4
NJBM	0	77	81	4	1	0.018231	79.824844	4935.4
UGM	0.2000008	78	112	4	1	0.005268	75.005096	3834
MBJI	-0.5	78	112	4	1	0.038531	79.97686	3834
MBJI	0.4000015	78	95	4	1	-0.01766	79.979156	5767.8
MBJI	-0.0999985	78	106	4	1	0.006103	79.96759	7146.5
MBJI	-1.1999969	78	94	4	1	0.055599	79.821556	8852.6
MBJI	1.6999969	79	126	4	1	0.058149	79.95546	5633.1
MBJI	1.1999969	79	127	4	1	-0.042739	79.202789	5513.6
MBJI	0.6999969	79	130	4	1	0.469581	43.04985	8702.9
MBJI	0.8999977	79	73	4	1	0.211815	75.91391	8545.6
MBJI	1.1999969	79	93	4	1	0.689255	5.018303	8627.5
MBJI	0.5999985	79	106	4	1	-0.048855	79.630508	10504.1
MBJI	-0.5	79	94	4	1	0.00064	79.901344	8422.6
MBJI	1.0999985	79	95	4	1	-0.072619	79.609711	6669.5
MBJI	2.6000004	80	14	3	1	-0.008527	72.588326	63418.1
NJBM	1.1000061	81	100	4	1	0.05632	79.997467	4245.8
SCJI	-0.7000008	81	113	4	1	0.560749	55.030449	6198.6

NJBM	-0.3999939	81	113	4	1	0.015653	79.476608	6198.6
CMJI	-0.2999992	81	114	4	1	0.062025	73.169556	8613.8
CMJI	-0.3999977	82	83	4	1	0.058272	79.865364	11443.7
SNJI	-0.2999992	82	83	3	1	-0.885647	24.493982	11443.7
PGJM	-0.5	82	115	4	1	0.022114	79.787514	4467.3
PCJI	-0.2000008	82	115	4	1	1.169157	14.755585	4467.3
CMJI	-0.2999992	82	115	4	1	0.097719	75.069626	4467.3
PGJM	-0.4000006	84	122	3	1	-0.356153	75.814682	2797.6
BUJI	-0.6000004	84	122	4	1	0.429921	65.478508	2797.6
PGJM	-0.1999989	84	94	4	1	-0.141534	78.129372	3556.8
BUJI	0.6000004	84	95	4	1	0.583672	56.512241	6006.7
PGJM	-0.1999989	84	106	4	1	0.041985	79.967545	9546
PGJM	-0.5	84	123	3	1	-0.870905	29.002878	2810.9
PGJM	1.2000008	84	127	4	1	0.022285	79.929085	6918.2
PGJM	1.7999992	87	84	4	1	0.000797	79.529907	22569.1
PGJM	3	87	127	4	1	0.023081	79.8116	18413.5
PGJM	4.2000008	87	29	4	1	-0.021721	79.501167	21501.2
PGJM	0.7999992	87	60	4	1	-0.032736	79.673668	17295.2
PGJM	1.6000004	87	106	4	1	0.042782	79.890434	13747.8
PGJM	3.5	87	126	4	1	-0.150255	73.646477	18016.2
PGJM	1	88	103	4	1	0.049509	68.754593	6812.9
PGJM	0.1000004	88	109	4	1	-0.086685	79.96006	4822.6
PWJI	0	88	109	4	1	0.128918	77.255653	4822.6
PGJM	-0.1000004	88	111	4	1	-0.18589	79.686455	7173.2
PWJI	0	88	111	4	1	0.174851	74.796631	7173.2
PGJM	-0.3999996	88	104	4	1	-0.40917	73.405907	8747.3

PWJI	-0.3999977	88	104	4	1	0.470604	39.140667	8747.3
UGM	0.4000015	89	94	4	1	-0.089731	77.119072	5045.6
CMJI	-1.5	89	94	4	1	0.906748	21.846069	5045.6
CMJI	-0.3999977	91	119	4	1	-0.033429	79.995079	952.8
CMJI	-0.5999985	91	97	4	1	-0.07462	79.98468	2010.2
CMJI	-0.2999992	91	104	4	1	0.185709	79.283943	1964.5
CMJI	-0.2000008	91	118	4	1	-0.247873	76.158112	884.1
GKJM	0.2000008	91	109	4	1	-0.131271	79.723366	5244.8
CMJI	-0.7000008	91	109	4	1	-0.008599	79.985565	5244.8
BUJI	0.2999992	91	3	4	1	0.284232	61.847065	6866.8
SYJI	-0.1999989	91	120	4	1	0.311379	70.015633	5823.6
PWJI	0.1999989	92	94	3	1	0.294594	73.420296	5279.4
CMJI	1.4000015	92	45	4	1	-0.075534	77.279289	13285.2
MBJI	-0.5	93	130	4	1	-0.219674	75.200371	3338.7
MBJI	-0.7999992	93	59	4	1	-0.100292	76.254761	7781.2
GKJM	-0.8999996	93	5	4	1	0.510624	60.703316	18309.8
MBJI	-0.7999992	93	5	4	1	0.093096	79.790802	18309.8
PCJI	-0.5999985	93	5	4	1	0.215954	72.529327	18309.8
PGJM	-0.2999992	93	27	4	1	-0.432297	62.651409	12581.7
PRJI	0	93	27	4	1	-0.071641	79.571106	12581.7
MBJI	-1.5	93	27	4	1	-0.001794	78.072327	12581.7
MBJI	0.6999969	94	112	4	1	-0.017067	79.446983	5996.5
PGJM	0	94	106	4	1	0.183519	77.118378	12020.5
MBJI	1.0999985	94	106	4	1	-0.049495	79.929832	12020.5
SNJI	0.5	94	106	4	1	-1.422126	3.884291	12020.5
MBJI	1.1999969	94	130	4	1	0.468941	31.983767	3182.2

MBJI	-0.5	95	106	4	1	0.023764	79.996147	5032.4
SBJM	0.3999996	95	127	4	1	-0.300092	79.554169	2243.4
MBJI	0.0999985	95	127	4	1	0.02988	79.991577	2243.4
MBJI	0.5999985	95	126	4	1	0.130768	78.796974	2045.2
MBJI	-0.9000015	95	112	4	1	0.056192	79.848251	6218.3
MBJI	-1.5999985	95	94	4	1	0.073259	79.95224	9088.9
BUJI	-1.2000008	95	122	4	1	-0.153751	79.882156	6511.2
MBJI	-0.2000008	95	73	4	1	0.284434	67.979515	6804.6
PRJI	-0.1999989	96	114	3	1	0.572107	48.888882	8791.1
UGM	-1.3999996	96	98	4	1	1.201136	38.552265	7124.6
PRJI	-0.6999989	96	98	3	1	-0.090213	77.203537	7124.6
UGM	-0.1000004	97	118	4	1	-0.224502	52.649509	1220.1
CMJI	0.3999977	97	118	4	1	-0.173252	77.682121	1220.1
UGM	-0.2999992	97	119	4	1	-0.557919	25.862267	1208.1
CMJI	0.2000008	97	119	4	1	0.041191	79.999481	1208.1
CMJI	0.2999992	97	104	4	1	0.26033	78.517464	2783.8
CMJI	-0.1000023	97	109	4	1	0.066021	79.898636	4100.4
SNJI	0.5	97	3	3	1	-0.373366	61.563839	5908.5
GKJM	0	97	88	4	1	2.116253	0.000116	8824.1
PRJI	0.5	98	114	3	1	0.66232	14.099601	5542.5
CMJI	0.4000015	98	114	4	1	-0.014756	79.994461	5542.5
GKJM	1.6999989	99	100	4	1	-0.021198	79.453102	18889.1
PGJM	1.7999992	99	102	4	1	-0.571211	43.824196	7530.5
GKJM	1.8999996	99	102	4	1	1.212665	31.381235	7530.5
SCJI	0.3000031	100	118	4	1	0.16584	79.995354	5188.6
PGJM	-0.2999992	100	124	4	1	-0.066232	79.929825	3848.3

PCJI	-0.9000015	100	124	4	1	0.081183	79.780205	3848.3
SCJI	0.1000023	100	119	4	1	-0.696982	56.024918	5115.2
MBJI	1.2999992	100	8	4	1	0.664981	55.36504	5349.1
PWJI	-0.4000015	101	120	4	1	-0.009264	79.97937	5699.7
PGJM	-0.9000015	101	68	4	1	-0.090552	79.979759	7998.1
PWJI	-0.5	101	68	4	1	0.051992	79.578445	7998.1
PGJM	-0.6000004	101	109	4	1	-0.138256	79.669266	6139.3
PWJI	-0.9000015	101	109	4	1	0.027615	79.992607	6139.3
PGJM	-1.1000004	101	104	4	1	-0.46074	69.189293	4721.2
PWJI	-1.2999992	101	104	4	1	0.369301	67.296188	4721.2
PWJI	-0.4000015	101	3	4	1	0.052067	79.97242	7966.7
PWJI	0.7000008	101	85	4	1	0.268848	62.661636	11592.9
CMJI	0.0999985	101	85	3	1	0.287118	78.751221	11592.9
PGJM	-0.7000008	101	88	4	1	-0.05157	79.916939	10851
PWJI	-0.9000015	101	88	4	1	-0.101303	77.644974	10851
PGJM	-0.8000011	101	119	4	1	0.544905	64.710876	3695.2
PWJI	-1.2000008	101	119	4	1	-0.145789	79.726173	3695.2
GKJM	-0.2000008	102	100	4	1	-1.233863	14.409949	14627.6
PWJI	-0.7000008	102	128	4	1	0.173797	77.994324	16698.2
GKJM	-0.6999989	102	121	3	1	1.455553	22.567329	15669.3
PWJI	-2.2999992	102	121	4	1	-0.005605	77.14753	15669.3
MBJI	0.6000004	102	77	3	1	0.070475	79.922554	12029.9
PWJI	-2.7000008	102	119	4	1	0.024547	79.803391	14267.5
PGJM	0.5	104	109	4	1	0.322485	76.264885	4890.6
CMJI	-0.4000015	104	109	4	1	-0.194308	79.683441	4890.6
PWJI	0.3999977	104	109	4	1	-0.341686	68.431236	4890.6

PGJM	0.2999992	104	119	4	1	1.005645	12.824161	1844.7
CMJI	-0.0999985	104	119	4	1	-0.219138	78.797043	1844.7
PWJI	0.0999985	104	119	4	1	-0.51509	55.368092	1844.7
PGJM	0.2999992	104	111	4	1	0.22328	78.197716	3845.6
MBJI	-0.3999996	104	111	3	1	0.619457	65.477654	3845.6
PWJI	0.3999977	104	111	4	1	-0.295752	72.695007	3845.6
PGJM	0.5	104	118	4	1	0.060326	79.942322	1867.8
CMJI	0.0999985	104	118	4	1	-0.433582	65.854019	1867.8
PWJI	0.2999992	104	118	4	1	-0.195903	78.199181	1867.8
SNJI	0	105	107	4	1	-0.166748	79.198067	6893.8
GKJM	-0.1000004	105	3	4	1	0.316192	48.161907	6342.4
MBJI	0.5	105	57	4	1	0.093741	29.99287	4705.7
PGJM	-0.3999996	106	112	4	1	2.046935	0.005363	7378.9
MBJI	-0.4000015	106	112	4	1	0.032428	79.816399	7378.9
PGJM	1.8999996	106	126	4	1	-0.193037	76.422607	6236.7
MBJI	1.0999985	106	126	4	1	0.107004	78.891159	6236.7
PGJM	1.3999996	106	127	4	1	-0.0197	79.981773	6737.7
MBJI	0.5999985	106	127	4	1	0.006117	79.978416	6737.7
MBJI	-1.5	106	38	4	1	0.219746	68.152153	13288.2
PGJM	-0.2000008	109	119	4	1	0.68316	50.886971	4410.6
CMJI	0.3000031	109	119	4	1	-0.02483	79.939941	4410.6
PWJI	-0.2999992	109	119	4	1	-0.173403	79.615997	4410.6
PGJM	-0.2000008	109	111	4	1	-0.099204	79.960335	2529
PWJI	0	109	111	4	1	0.045934	79.960335	2529
PGJM	0	109	118	4	1	-0.262158	78.392776	4510.2
CMJI	0.5	109	118	4	1	-0.239274	74.389969	4510.2

PWJI	-0.0999985	109	118	4	1	0.145783	78.74173	4510.2
CMJI	0.0999985	110	56	4	1	0.217233	63.769749	9362.5
PWJI	-0.3999977	110	56	4	1	1.548231	5.641133	9362.5
CMJI	1	110	129	4	1	0.083539	79.852707	4506.8
PGJM	-0.7999992	110	74	4	1	-1.170583	28.01351	6228.2
CMJI	-0.7999992	110	74	4	1	0.063398	79.657913	6228.2
PGJM	-0.7999992	110	18	4	1	0.847427	22.599249	4264.5
CMJI	0.5999985	110	18	4	1	0.087438	75.929451	4264.5
PGJM	0.2000008	111	118	4	1	-0.162954	79.421013	3161.2
PWJI	-0.0999985	111	118	4	1	0.09985	79.592781	3161.2
PGJM	0	111	119	4	1	0.782364	42.673073	3091.8
PWJI	-0.2999992	111	119	4	1	-0.219337	78.796356	3091.8
PGJM	-0.1000004	112	122	4	1	0.11072	67.873894	2560.2
NJBM	0.5999985	113	1	4	1	-0.108098	79.952789	6443.7
NJBM	1.5	113	100	4	1	0.040668	79.343521	7384.7
PCJI	0.2000008	115	83	4	1	1.740369	0.24543	7755.9
CMJI	-0.0999985	115	83	4	1	-0.039447	77.97451	7755.9
UGM	-1.4000006	116	102	3	1	0.728466	48.550423	24215.6
PRJI	-4.000001	116	96	3	1	-0.068691	78.292198	37622.7
PRJI	-5.3000002	116	131	3	1	-0.120082	77.14772	34501.5
PRJI	-4.6999998	116	98	3	1	-0.158904	77.487137	39004.5
PRJI	-4.1999998	116	114	3	1	0.503415	35.824913	36252.4
CMJI	0.7999992	117	115	4	1	-0.018412	79.684418	4388.6
GKJM	0.8999996	117	92	4	1	1.382012	3.625467	11809.5
CMJI	-0.2000008	117	92	4	1	0.061365	79.158867	11809.5
CMJI	0.7000008	117	43	4	1	-0.005596	79.792747	5685.7

PGJM	-0.2000008	118	119	4	1	0.945319	21.473162	105.1
PGJM	-0.1999998	118	119	3	1	0.755038	51.066719	105.1
YOGI	-0.2000008	118	119	4	1	-0.938516	46.866058	105.1
UGM	-0.1999989	118	119	4	1	-0.333417	78.771011	105.1
UGM	-0.1999989	118	119	3	1	0.011739	79.999939	105.1
SYJI	-0.1999989	118	119	4	1	-1.157806	19.812252	105.1
SYJI	-0.2000008	118	119	3	1	-0.464147	73.106773	105.1
PRJI	-0.2000008	118	119	4	1	0.743552	53.340965	105.1
PRJI	-0.2000008	118	119	3	1	0.630692	66.22374	105.1
GKJM	-0.1999989	118	119	4	1	-0.986967	34.977867	105.1
GKJM	-0.2000008	118	119	3	1	-0.367469	76.102295	105.1
PCJI	-0.2000008	118	119	4	1	1.030934	31.984158	105.1
MBJI	-0.1999989	118	119	3	1	-1.343068	3.060786	105.1
SCJI	-0.2000008	118	119	4	1	-0.862822	57.639389	105.1
CMJI	-0.1999969	118	119	4	1	0.214444	77.258904	105.1
PWJI	-0.2000008	118	119	4	1	-0.319187	74.249878	105.1
PGJM	-0.1000004	118	88	4	1	0.348844	76.616806	8969.1
PWJI	0.0999985	118	88	4	1	-0.274701	65.586945	8969.1
PGJM	0.1000004	119	88	4	1	-0.596475	58.097137	8864.1
PWJI	0.2999992	119	88	4	1	0.044486	79.666153	8864.1
PWJI	-0.8999977	120	104	4	1	0.378564	63.246773	4293.2
PWJI	-0.5	120	109	4	1	0.036878	79.962975	4622.6
PWJI	-0.0999985	120	68	4	1	0.061256	79.037369	3964.2
PWJI	-0.7999992	120	119	4	1	-0.136525	79.931335	5111.6
PRJI	0.3999996	120	3	4	1	-0.252668	79.89003	5716.5
PWJI	0	120	3	4	1	0.06133	79.884834	5716.5

PCJI	0	120	107	3	1	0.799463	46.113075	4905.9
CMJI	0.6000023	120	107	4	1	0.06701	78.894844	4905.9
RTBI	-0.3000031	120	107	4	1	0.054268	79.994568	4905.9
PWJI	0.3999977	121	120	4	1	0.166676	68.653801	1293.1
JAGI	0.3999977	121	120	3	1	0.165351	76.482246	1293.1
CMJI	1	121	91	4	1	0.117757	76.264542	5059.2
CMJI	0.6000023	121	119	4	1	0.084328	77.344971	4309.7
PWJI	-0.4000015	121	119	4	1	0.030151	73.500099	4309.7
CMJI	0.4000015	121	97	4	1	0.043137	77.759041	4290.8
CMJI	0.7999992	121	118	4	1	-0.130115	79.997467	4386
PWJI	-0.2000008	121	118	4	1	0.349338	39.543804	4386
SBJM	-0.1000004	122	123	3	1	1.479355	1.594727	1326.2
PGJM	-0.0999994	122	123	3	1	-0.514753	65.729698	1326.2
PGJM	-0.1000004	122	123	4	1	0.106667	79.999916	1326.2
PCJI	-0.0999985	122	123	4	1	-1.342571	0.406236	1326.2
CMJI	0	122	94	3	1	0.336375	75.930214	3705
PCJI	0.1000023	122	38	4	1	0.146772	76.582588	5062.6
PCJI	-0.1999969	122	58	4	1	-0.120787	79.959061	3889.9
PGJM	0.2000008	123	112	4	1	-0.217386	67.529831	3482.1
PGJM	1.5999985	125	115	4	1	-0.103357	79.844414	16789.7
PCJI	1.7999992	125	18	4	1	0.282812	68.839333	10702.2
SNJI	3.0999985	125	67	4	1	-0.085789	75.848991	14268.6
PGJM	2.0999985	125	82	4	1	-0.125472	79.694519	20572.1
MBJI	1.2999992	125	82	4	1	0.343343	72.948402	20572.1
PGJM	-0.5	126	127	4	1	0.173336	74.806984	605.5
MBJI	-0.5	126	127	4	1	-0.100888	77.988167	605.5

PGJM	-1.2999992	126	73	4	1	-0.050129	77.628044	7811.3
MBJI	-0.7999992	126	73	4	1	0.153666	77.974236	7811.3
PGJM	-1.7000008	126	84	4	1	0.151051	77.549522	7124
PCJI	-1.6999969	126	84	4	1	-0.400506	79.986473	7124
PGJM	-1.8999996	126	94	4	1	0.009517	79.968094	10038.6
MBJI	-2.1999969	126	94	4	1	-0.057509	79.510727	10038.6
MBJI	-0.5	126	93	4	1	0.631106	10.420853	7198.3
PGJM	-1.3999996	127	94	4	1	-0.163819	75.728844	9888.8
MBJI	-1.6999969	127	94	4	1	0.043378	79.850517	9888.8
PGJM	-0.7999992	127	73	4	1	-0.223465	54.185921	7463.6
MBJI	-0.2999992	127	73	4	1	0.254553	64.831375	7463.6
PGJM	-1.7999992	127	112	4	1	2.066636	0.197688	8146.6
MBJI	-1	127	112	4	1	0.026311	79.94973	8146.6
PWJI	-0.0999985	128	85	4	1	0.265386	64.580917	3689.3
CMJI	0.8999996	128	85	3	1	-0.281151	69.401627	3689.3
PGJM	-0.2999992	128	101	4	1	0.085045	79.954773	9473.9
PWJI	-0.7999992	128	101	4	1	-0.003462	79.973236	9473.9
CMJI	0.8000011	128	101	3	1	-0.568269	49.250645	9473.9
UGM	-1.2999992	128	120	4	1	-0.67837	50.70097	7817.5
PWJI	-1.2000008	128	120	4	1	-0.012725	79.94091	7817.5
PGJM	-1.1000004	128	119	4	1	0.629949	59.780106	10108.4
PWJI	-2	128	119	4	1	-0.149251	79.537048	10108.4
PGJM	-0.8999996	128	109	4	1	-0.053211	79.919006	6592.9
PWJI	-1.7000008	128	109	4	1	0.024153	79.991371	6592.9
PGJM	-1.2000008	128	68	4	1	-0.005507	79.911476	4826.8
PWJI	-1.2999992	128	68	4	1	0.04853	79.743294	4826.8

PWJI	-1.2000008	128	3	4	1	0.048605	79.990364	6369.8
MBJI	-1	130	27	4	1	0.21788	79.857887	11262.8
PRJI	1.2999992	131	96	3	1	0.051391	74.727859	27728.8
PRJI	0.6000004	131	98	3	1	-0.038822	79.592903	23475.3
PRJI	1.1000004	131	114	3	1	0.623497	8.874128	19255.6
KWJI	1.2999992	131	114	3	1	-0.279215	79.731743	19255.6
GKJM	1.6000004	131	76	3	1	0.17246	78.16687	23485.1
PGJM	-2.0999999	132	62	3	1	-0.185413	68.86805	47293.6
PGJM	-2.5	132	133	3	1	0.128209	75.561623	52190
PGJM	-4.5	132	23	3	1	1.557607	0.53257	64583.9
GKJM	-	132	23	4	1	-0.195094	68.542427	64583.9
PGJM	-5.6999998	132	11	3	1	1.620035	5.902803	66053.5
UGM	-	132	11	4	1	-0.348521	43.063736	66053.5
PGJM	-2	133	23	3	1	1.429398	6.473077	28876.3
PGJM	-4.6000004	133	23	4	1	-0.988198	6.246759	28876.3
PRJI	-2.5	133	23	4	1	0.202909	78.623978	28876.3
CMJI	3.3000031	133	41	4	1	0.240593	66.429222	41276.2
PGJM	-3.1999998	133	11	3	1	1.491826	18.94574	31835.1
PWJI	-	134	4	4	1	-0.040883	73.643181	60001.4
UGM	11.8999996	134	4	4	1	1.229592	4.084446	60001.4
UGM	7.2000008	134	44	4	1	1.175017	26.228872	70461.7

Lampiran 3. HypoDD.reloc (informasi gempa sesudah direlokasi)

ID	Lat	Long	Depth	x	y	Z	Ex	Ey	Ez	Year	Month	Day	Hour	Min	Sec	Mag	CID
1	-8.626077	110.028955	31.933	-19421.7	-3516.1	-2141.8	26.9	24.6	66.6	2023	7	6	22	46	18.16	4.1	1
2	-8.015706	110.425692	12.703	24267.9	63989.6	-21370.9	38.6	33.3	28.6	2023	7	6	21	33	48.92	1.6	1
3	-8.626693	110.031665	35.19	-19123.2	-3584.2	1115	19.7	22	39.1	2023	7	6	17	1	27.14	3.7	1
4	-8.657708	110.882186	6.114	74493.2	-7014.4	-27960.9	31.4	16.9	18.3	2023	7	6	12	20	30.41	2.9	1
5	-8.578733	110.02998	29.695	-19309.8	1720	-4380.3	40.3	27	54.2	2023	7	6	7	51	44.41	3	1
6	-8.778511	110.445125	25.961	26382.8	-20375	-8113.9	25.1	16	53.1	2023	7	6	4	30	35.79	2.9	1
7	-8.275294	110.430729	81.142	24814.5	35279.7	47066.4	31.8	19.2	20.7	2023	7	6	1	37	34.15	2.4	1
8	-8.597844	110.036377	30.307	-18605.3	-393.7	-3768.6	30.8	31	30.9	2023	7	5	23	5	30.28	3.3	1
9	-8.984849	110.394491	6.224	20804.1	-43195.6	-27851.4	25.8	19	21.7	2023	7	5	22	56	6.76	2.9	1
10	-8.004941	110.528247	17.636	35565.8	65180.2	-16439.2	31.8	52.4	28.1	2023	7	5	19	50	53.92	1.4	1
11	-8.337598	110.26591	55.562	6663.4	28389	21487.2	35.1	18.7	31.6	2023	7	5	13	23	30.06	2.5	1
12	-8.582662	110.050472	31	-17053.8	1285.4	-3075.5	34.1	23.5	36.8	2023	7	5	11	25	55.33	3.2	1
13	-8.573752	110.0264	29.026	-19703.6	2271	-5049.2	42.7	23	31.8	2023	7	5	10	57	44.33	2.7	1
14	-8.647797	110.623364	34.544	46005.7	-5918.2	468.4	25.8	14.3	24.8	2023	7	5	5	2	28.41	2.8	1
15	-8.555912	110.065039	35.55	-15450.6	4244	1475.3	34.4	25.5	31.5	2023	7	5	3	21	11.08	2.7	1
16	-8.908864	111.417326	6.984	133351.1	-34791.8	-27091.6	28.2	16.5	18	2023	7	5	2	26	4.22	2.9	1
17	-8.75217	110.118465	7.323	-9567.3	-17461.7	-26751.8	43.3	37.2	41.3	2023	7	5	0	37	8.63	2.8	1
18	-8.577813	110.011613	29.187	-21331.7	1821.8	-4888.3	22.4	24.2	56.8	2023	7	4	20	20	21.56	3.1	1
19	-8.579458	111.41936	97.507	133633.3	1639.9	63431.8	27.2	65.5	39.9	2023	7	4	18	52	54.56	4	1
20	-8.837295	109.888346	6.584	-34888.9	-26876.3	-27490.7	31.6	33.1	29.4	2023	7	4	17	34	4.96	3.2	1
21	-8.597675	111.388224	93.845	130202.8	-374.9	59769.8	40.2	40.4	34.3	2023	7	4	16	7	58.49	2.8	1

22	-8.564783	110.065617	35.543	-15386.8	3262.9	1467.7	38.7	26.9	59.7	2023	7	4	15	58	13.04	2.7	1
23	-8.246718	110.217358	54.558	1317.6	38440.1	20482.7	34.3	32.4	24.6	2023	7	4	15	33	18.86	2.2	1
24	-8.54044	109.937899	43.989	-29447.3	5955.2	9913.9	46.2	31.5	46.3	2023	7	4	10	50	24.49	2.5	1
25	-8.444874	110.806177	57.966	66145.2	16524.5	23891.2	29.1	21.2	31.3	2023	7	4	5	11	58.81	2.3	1
26	-8.583524	110.066976	36.422	-15237.1	1190.3	2346.5	32.7	26.5	44.3	2023	7	4	3	19	56.71	2.5	1
27	-8.568353	110.041561	36.543	-18035.3	2868	2467.9	24	25.8	43.7	2023	7	3	23	39	33.48	2.6	1
28	-8.430237	110.080998	45.683	-13696	18143.4	11608.1	32.2	20.6	18.5	2023	7	3	22	44	9.64	2.5	1
29	-8.607789	110.071387	37.59	-14751.1	-1493.5	3515.2	20.4	19.5	42.1	2023	7	3	15	11	14.38	2.8	1
30	-8.638794	110.112793	10.832	-10192.6	-4922.6	-23243.1	32.5	25.4	37	2023	7	3	12	23	18.6	2.5	1
31	-8.976058	111.219548	49.985	111579.4	-42223.2	15909.7	64.1	29	42.4	2023	7	3	12	21	55.18	2.8	1
32	-8.572593	110.007292	32.975	-21807.7	2399.1	-1100.3	64.4	27.2	52.9	2023	7	3	9	26	48.43	2.8	1
33	-8.468905	110.093783	60.309	-12287.7	13866.8	26234.2	31.7	16.3	23.7	2023	7	3	4	6	18.59	2.8	1
34	-8.395476	109.627905	54.615	-63585.3	21987.8	20540	40.8	28	32.5	2023	7	3	3	59	21.51	2.9	1
35	-8.663664	111.344181	84.73	125343.7	-7673.1	50655.1	28.8	33.1	28.6	2023	7	3	3	16	2.91	3.1	1
36	-8.560732	110.08029	44.172	-13772.1	3710.9	10096.7	26.6	20.3	28.3	2023	7	3	2	52	19.88	2.9	1
37	-8.789257	109.806584	8.659	-43888.8	-21563.5	-25415.9	38.8	60.5	50.7	2023	7	2	20	52	14.06	2.8	1
38	-8.560611	110.042131	38.151	-17972.4	3724.3	4076.3	20.9	26.4	47.8	2023	7	2	20	12	54.32	2.7	1
39	-8.5531	110.028499	35.33	-19473.3	4555	1254.7	36.1	20	27.8	2023	7	2	20	7	32.08	2.6	1
40	-8.610378	110.044645	49.373	-17694.4	-1779.9	15297.9	30.9	32	41.7	2023	7	2	17	57	4.12	2.6	1
41	-8.581682	110.04729	40.75	-17403.9	1393.8	6674.9	17.8	18.5	31.6	2023	7	2	16	52	4.8	2.6	1
42	-8.877486	110.794149	10.162	64784.6	-31321.4	-23913.1	32.6	11.6	18.8	2023	7	2	15	8	4.04	2.6	1
43	-8.603571	110.026221	39.288	-19722.6	-1026.9	5212.7	18	17.8	31	2023	7	2	14	0	44.04	2.5	1
44	-8.583203	110.049333	37.046	-17178.9	1225.6	2970.4	27.1	25.1	48.1	2023	7	2	13	22	55.95	2.8	1
45	-8.576513	109.900513	22.026	-33561.8	1965.6	-12048.8	35.3	23	68	2023	7	2	9	11	14.02	2.8	1
46	-8.544905	110.028483	39.004	-19475.6	5461.4	4928.8	24.9	27.3	34.8	2023	7	2	8	7	12.07	2.8	1

47	-8.676735	110.83029	8.129	68779.6	-9118.8	-25946.2	37	15.4	22.9	2023	7	1	22	10	2.84	2.6	1
48	-8.327179	109.796216	43.852	-45057.2	29541.3	9777.2	30.9	23.4	27.7	2023	7	1	21	30	29.32	2.7	1
49	-8.851008	110.594889	8.875	42859.9	-28393	-25200.5	33.8	18.5	27.2	2023	7	1	21	20	25.36	2.9	1
50	-8.544806	109.89908	8.455	-33720.5	5472.3	-25619.9	36.7	36.2	47.8	2023	7	1	21	1	58.28	2.8	1
51	-8.590805	110.027645	39.429	-19566.9	384.9	5353.6	25.4	28.5	39.2	2023	7	1	16	13	25.64	2.9	1
52	-8.580255	110.050415	36.804	-17060	1551.7	2728.6	42.6	23.2	47.1	2023	7	1	15	38	12.27	2.7	1
53	-8.569091	110.066756	45.766	-15261.3	2786.5	11690.5	20.8	35.6	37.1	2023	7	1	15	25	10.38	2.9	1
54	-8.565482	110.035824	41.57	-18666.8	3185.6	7494.8	40.4	19.2	39.6	2023	7	1	12	59	5.13	2.8	1
55	-8.515468	110.026318	51.584	-19714.3	8717	17508.5	31	18.2	23.1	2023	7	1	11	44	9.91	2.8	1
56	-8.493708	110.082145	47.865	-13568.8	11123.6	13789.7	36.3	14.3	25.1	2023	7	1	8	51	33.65	2.8	1
57	-8.368629	110.390869	5.759	20422.2	24957.1	-28316.3	50.2	27.1	28.4	2023	7	1	4	59	18.62	2.6	1
58	-8.596889	110.039657	39.399	-18244.6	-288	5324.3	39.9	27.5	47.5	2023	7	1	4	47	49.24	3	1
59	-8.63686	110.074251	40.387	-14435.1	-4708.7	6311.3	33.9	35.4	44.7	2023	7	1	4	25	18.66	2.8	1
60	-8.851342	110.850391	31.352	70975.8	-28429.9	-2723.1	42.8	28.3	68.3	2023	7	1	2	45	21.09	2.8	1
61	-8.93527	111.303678	10.796	120842.2	-37712.2	-23279.6	22.6	20.6	33.7	2023	7	1	1	58	1.23	2.9	1
62	-8.609358	110.042594	37.031	-17920.7	-1667	2956.3	21.2	28.4	49.5	2023	7	1	1	52	55.99	3.5	1
63	-8.648915	110.054598	36.138	-16598.7	-6041.9	2062.9	14	17	26.5	2023	7	1	1	39	25.66	2.9	1
64	-8.760703	111.38938	41.994	130301.9	-18405.5	7918.7	38.8	15.1	24.3	2023	7	1	0	28	32.45	2.9	1
65	-8.521019	110.071916	38.307	-14694.6	8103	4231.4	51.1	16.6	36.8	2023	6	30	23	1	45.36	2.8	1
66	-8.632321	109.931274	11.186	-30173.3	-4206.7	-22889.6	33.7	30.8	35.5	2023	6	30	22	24	27.36	2.9	1
67	-8.52122	110.059334	45.656	-16079.4	8080.9	11581.2	35.7	13.6	26.2	2023	6	30	22	17	38.92	2.9	1
68	-8.574608	110.05236	36.687	-16846.4	2176.2	2611.7	21.6	21	36.4	2023	6	30	21	39	45.88	2.8	1
69	-8.651326	110.032446	30.422	-19036.6	-6308.6	-3653.1	21.8	37.3	71.3	2023	6	30	21	25	8.94	3.2	1
70	-8.639134	110.046395	26.68	-17501.2	-4960.2	-7395	34.3	22.7	55.9	2023	6	30	20	46	49.04	2.9	1
71	-8.665518	110.036214	28.177	-18621.8	-7878.2	-5898.3	17.1	21.5	47	2023	6	30	20	36	48.04	3.6	1

72	-8.51473	110.036149	50.754	-18631.7	8798.6	16678.6	29.9	18.7	31.3	2023	6	30	19	38	20.2	2.9	1
73	-8.509162	110.134123	47.517	-7846.2	9414.4	13442.3	26.4	18.2	30.8	2023	6	30	18	42	8.5	2.7	1
74	-8.398065	110.895728	83.111	76009.4	21701.6	49035.6	49.1	28.2	30.2	2023	6	30	18	6	11.68	2.5	1
75	-8.623322	110.033325	29.751	-18940.4	-3211.4	-4324.5	18.2	21.7	50.4	2023	6	30	17	49	57.04	3.1	1
76	-8.565693	110.037541	42.919	-18478.1	3162.3	8843.5	23.4	19.6	35.9	2023	6	30	17	38	16.8	3	1
77	-8.612514	110.037288	32.714	-18504.3	-2016.1	-1361.5	31.8	22.2	51	2023	6	30	17	29	14.86	2.9	1
78	-8.533709	110.072819	47.01	-14595.2	6699.6	12934.7	34.3	23.2	23.9	2023	6	30	17	8	14.76	2.9	1
79	-8.610447	110.067578	38.639	-15170.7	-1787.5	4563.7	34.7	39.3	60.3	2023	6	30	16	58	7.25	3.1	1
80	-8.439047	110.037541	66.623	-18481.1	17169	32547.4	30.1	25.1	21.9	2023	6	30	16	48	13.96	2.8	1
81	-8.627221	110.027222	38.231	-19612.4	-3642.6	4156.3	30.9	25.2	38.5	2023	6	30	16	47	9.39	2.8	1
82	-8.552653	110.037069	45.422	-18529.7	4604.4	11347	44.8	27	40.9	2023	6	30	16	43	4.21	2.9	1
83	-8.487167	110.720776	36.798	56740.1	11847	2722.9	40.7	37.4	65	2023	6	30	16	27	18.63	2.7	1
84	-8.652415	110.016577	29.165	-20782.7	-6429	-4910.4	30.1	21	49.2	2023	6	30	16	5	12.07	3.6	1
85	-8.567026	110.072697	50.864	-14608	3014.8	16788.6	26.3	29.3	39.5	2023	6	30	15	56	37.65	3.2	1
86	-8.513284	110.056714	46.254	-16368.5	8958.5	12178.7	39.1	24.8	38.3	2023	6	30	15	48	11.54	2.8	1
87	-8.562265	110.081803	45.707	-13605.6	3541.4	11632	18.2	13.1	27.9	2023	6	30	15	37	15.1	2.8	1
88	-8.497058	110.085262	51.226	-13225.7	10753.1	17150.6	25.5	16.6	24.8	2023	6	30	15	35	8.2	2.8	1
89	-8.657651	110.042334	31.908	-17947.9	-7008.1	-2166.9	27.3	24.4	43.5	2023	6	30	15	16	14.75	2.8	1
90	-8.645719	110.032926	29.671	-18983.6	-5688.6	-4404.3	35.4	26.1	65.5	2023	6	30	15	8	46.71	2.9	1
91	-8.704622	110.009285	28.66	-21584.5	-12203	-5414.8	28.1	28.9	51.1	2023	6	30	15	3	18.26	2.8	1
92	-8.702006	110.0816	15.699	-13625	-11913.7	-18376.6	43	20.9	145.5	2023	6	30	15	0	59.32	2.6	1
93	-8.63521	110.056665	32.865	-16371.2	-4526.2	-1210.4	21	29.7	38.9	2023	6	30	14	56	49.52	3.7	1
94	-8.652791	110.053182	28.153	-16754.1	-6470.7	-5922.2	20.5	17.8	40.1	2023	6	30	14	48	19.83	3	1
95	-8.666316	110.120304	20.493	-9365.9	-7966.4	-13582.1	28.9	27.9	77.9	2023	6	30	14	46	41.13	2.7	1
96	-8.616036	110.039876	31.678	-18219.9	-2405.6	-2397.1	23.4	27.8	53.9	2023	6	30	14	35	30.82	2.9	1

97	-8.664576	110.018359	30.583	-20586.3	-7774	-3492.2	23.6	23.1	61.8	2023	6	30	14	28	39.19	2.9	1
98	-8.598286	110.03453	40.691	-18808.8	-442.4	6615.6	37.4	32.1	53.3	2023	6	30	14	23	22.96	2.9	1
99	-8.507363	110.078841	56.076	-13932.7	9613.3	22001	25.8	15.5	26.8	2023	6	30	14	15	56.4	2.7	1
100	-8.631517	110.041219	34.905	-18071.7	-4117.7	829.9	22.9	30.4	59.9	2023	6	30	13	58	22.21	3.7	1
101	-8.660708	110.166113	70.33	-4323.7	-7346.2	36255.1	40.8	54.9	67.8	2023	6	30	13	55	1.73	2.8	1
102	-8.633232	110.034709	33.527	-18787.5	-4307.4	-548.5	14.2	16.8	35.9	2023	6	30	13	52	3.03	2.8	1
103	-8.556204	110.039258	30.98	-18288.9	4211.7	-3095	24.3	27.2	59.6	2023	6	30	13	49	55.22	2.8	1
104	-8.643637	110.044792	31.567	-17678	-5458.3	-2508.3	26.2	18.5	45.9	2023	6	30	13	39	25.78	2.8	1
105	-8.543936	110.054769	50.502	-16581.8	5568.5	16426.9	31.2	16.5	26.1	2023	6	30	13	36	44.51	2.8	1
106	-8.676691	110.017529	28.999	-20677.6	-9113.9	-5076	23.2	30.9	75.5	2023	6	30	13	31	46.52	4.6	1
107	-8.678064	110.01429	23.993	-21034.5	-9265.7	-10082.6	28.3	27.3	92.1	2023	6	30	13	31	46.66	4.4	1
108	-8.598434	110.035767	40.31	-18672	-458.9	6234.5	21.7	20.6	31.7	2023	6	30	13	29	6.9	3.2	1
109	-8.672729	110.315658	9.377	12136	-8675.8	-24697.8	52.1	38.2	42.2	2023	6	30	13	26	13.04	3.5	1
110	-8.632011	110.052409	41.763	-16839.5	-4172.4	7687.6	28.2	24.8	43	2023	6	30	13	25	57.98	3.6	1
111	-8.650655	110.023014	29.657	-20074.8	-6234.4	-4417.8	20	36.1	57.7	2023	6	30	13	24	19.61	2.9	1
112	-8.650399	110.023039	29.759	-20071.7	-6206.1	-4316.7	17.3	37.4	72	2023	6	30	13	24	19.61	2.8	1
113	-8.673174	110.046965	33.343	-17438.3	-8724.9	-732.1	17.4	21.2	37.6	2023	6	30	13	22	16.07	3.4	1
114	-8.664439	110.03916	33.366	-18297.5	-7758.8	-709.2	19.2	29.3	55.1	2023	6	30	13	19	55.63	4.3	1
115	-8.55106	110.072502	49.045	-14629.5	4780.6	14970.1	27.9	24.5	28.2	2023	6	30	13	18	2.53	3.3	1
116	-8.557628	110.07124	47.944	-14767.9	4054.2	13869.3	35.5	29.4	34.4	2023	6	30	13	18	2.53	3	1
117	-8.61226	110.03383	34.296	-18885	-1988	220.5	23.6	25.4	36.9	2023	6	30	13	13	50.83	2.9	1
118	-8.660396	109.964429	27.146	-26522.9	-7311.7	-6929.6	27.8	21.1	40.6	2023	6	30	13	11	35.54	3	1
119	-8.485929	110.099528	50.776	-11655.5	11984	16700.9	24.4	14.7	28.4	2023	6	30	13	9	35.48	2.9	1
120	-8.484372	110.098234	50.213	-11797.8	12156.1	16138.2	39.7	13.7	21.1	2023	6	30	13	9	35.59	3.1	1
121	-8.621563	110.088761	36.058	-12838.4	-3016.8	1983.1	21.9	22.4	31.5	2023	6	30	13	9	7.18	3.1	1

122	-8.577784	110.004565	31.164	-22107.3	1824.9	-2910.9	29.2	26.5	51.6	2023	6	30	13	4	54.7	3.6	1
123	-8.542532	110.062891	46.722	-15687.5	5723.7	12646.8	29.4	19.7	33.7	2023	6	30	13	4	4.69	3.7	1
124	-8.716287	110.00756	5.221	-21773.8	-13493.2	-28853.8	47	38	30.8	2023	6	30	12	57	40.7	6.5	1
125	-8.03142	110.637004	16.255	47544.8	62251.6	-17820.6	33.3	38.1	29.1	2023	6	30	9	11	1.87	1.6	1
126	-8.247035	110.224382	25.692	2090.6	38405.1	-8383.2	32.7	32.7	36.4	2023	6	30	8	55	19.92	2.4	1
127	-8.74587	111.420036	7.596	133678.5	-16764.9	-26478.8	36	17.7	23.4	2023	6	30	5	33	31.36	2.8	1