

Relokasi Hiposenter untuk Data Gempa Bumi di Wilayah Sumatera Barat dan Sekitarnya dengan Menggunakan Hypo71 (2009-10-01 – 2010-12-21)

Patar Roy Fernandes Nainggolan, Bagus Jaya Santosa
 Jurusan Fisika, Fakultas IPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
 E-mail: bjs@physics.its.ac.id

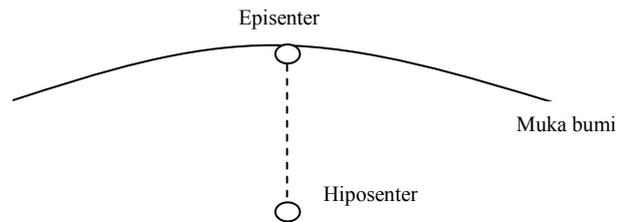
Abstrak— Relokasi hiposenter (kedalaman pusat gempa bumi) dilakukan sebagai upaya untuk mengetahui parameter yang dapat dipakai untuk menggambarkan bagaimana gempa bumi tersebut terjadi sehingga dapat diketahui jenis dari gempa. Dengan menggunakan perangkat lunak hypo71 pada data sebanyak 49 event gempa pada periode 2009-10-01 - 2010-12-21 untuk area di wilayah sumatera barat dan sekitarnya untuk mendapatkan koreksi relokasi hiposenter yang ada sehingga dapat diketahui hiposenternya menggunakan data longitude, latitude, magnitudo dan kedalaman sehingga diketahui bahwa relokasi hiposenter dengan menggunakan hypo71 ini lebih akurat daripada perangkat lunak lainnya. Hasil yang didapat diolah dengan menggunakan perangkat lunak winquake terlebih dahulu melalui data hasil picking gelombang p dan gelombang s yang kemudian diolah dengan memakai hypo71 sehingga hasilnya didapat seperti pada tabel 4.1 dan juga berupa gambar 4.1 yang mana menggunakan GMT. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah koreksi dari relokasi hiposenter yang dilakukan pada kesemua data gempa.

Kata Kunci— hiposenter, longitude, latitude, magnitudo, hypo71, winquake, GMT.

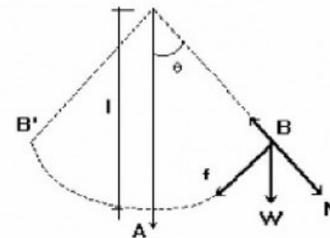
I. PENDAHULUAN

Gempabumi yang sering terjadi secara tiba-tiba merupakan peristiwa akibat adanya salah satu kekuatan dari gaya yang disebabkan oleh alam. Pelepasan energi yang terjadi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik yang bisa menyebabkan kehancuran dalam skala yang besar akan tetapi akibat dari gempabumi ini bisa jadi bervariasi. Keberagaman akibat yang akan terjadi ini tergantung dari kekuatan gelombang seismiknya. Begitu banyak parameter gempa yang bisa dijadikan referensi untuk mengetahui jenis dari gempa yang sudah terjadi, salah satu di antaranya adalah hiposenter. Di dalam penelitian ini akan dibahas mengenai bagaimana menentukan hiposenter dengan menggunakan Hypo71 sehingga dapat diketahui juga relokasi dan keuntungan dari penggunaan perangkat lunak ini.

Menurut Bayong Tjasyono HK, 2003 Gempa diartikan sebagai getaran yang dirasakan di permukaan bumi akibat adanya sumber getar yang terdapat di dalam bumi. Dalam hal ini ada dua titik yang menjadi pusat gempa bumi, hiposenter dan episenter.

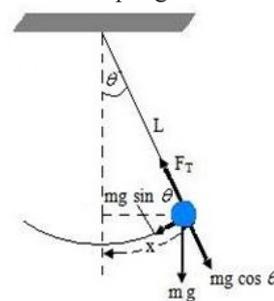


Gambar 1. Lokasi Hiposenter dan Episenter gempa bumi



Gambar 2. Prinsip bandul matematis

- f = Komponen w menurut garis singgung pada lintasan bandul
- P = Gaya tegang tali
- N = Komponen normal dari $W = m \cdot g$
- l = Panjang tali
- θ = Sudut simpangan



Gambar 3. Gaya pemulih

Dari gambar dapat diketahui bahwa episenter gempa bumi terjadi pada permukaan bumi sedangkan hiposenter berada di dalam permukaan bumi.

Keberadaan dari gempa dapat dideteksi dengan menggunakan seismogram. Prinsip kerja dari alat ini yaitu mengembangkan kerja dari bandul sederhana. ketika mendapatkan usikan atau gangguan dari luar seperti gelombang seismik maka bandul akan bergetar dan merekam datanya seperti grafik.

Pada bandul matematis, berat tali diabaikan dan panjang tali jauh lebih besar dari pada ukuran geometris dari bandul. Pada posisi setimbang, bandul berada pada titik A.

Sedangkan pada titik B adalah kedudukan pada sudut di simpangan maksimum (θ). Kalau titik B adalah kedudukan dari simpangan maksimum, maka gerakan bandul dari B ke A lalu ke B' dan kemudian kembali ke A dan lalu ke B lagi dinamakan satu ayunan. Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu ayunan ini disebut periode (T).

Gaya pemulih yang bekerja pada bandul yaitu $-mg \sin \theta$. Sehingga persamaannya dapat ditulis sbb :

$$F = -mg \sin \theta$$

Tanda negatif diatas menunjukkan bahwa gaya mempunyai arah yang berlawanan dengan simpangan sudut θ .

Karena gaya pemulih F berbanding lurus dengan $\sin \theta$ bukan dengan θ , maka gerakan tersebut *bukan* merupakan Gerak Harmonik Sederhana. Jika sudut θ kecil, maka panjang busur x ($x = L \text{ kali } \theta$) hampir sama dengan panjang $L \sin \theta$.

Dengan demikian untuk sudut yang kecil, menggunakan pendekatan :

$$\sin \theta \approx \theta$$

Sehingga persamaan gaya pemulih menjadi :

$$F = -mg \sin \theta \approx -mg \theta$$

Karena :

$$x = L\theta$$

maka persamaan diatas menjadi persamaan yang sama seperti dengan hukum Hooke :

$$F = -kx$$

Periode pendulum sederhana dapat kita tentukan menggunakan persamaan :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Konstanta gaya efektif k kita ganti dengan mg/L :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{mg/L}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \theta \text{ kecil}$$

sehingga frekuensi pendulum sederhana

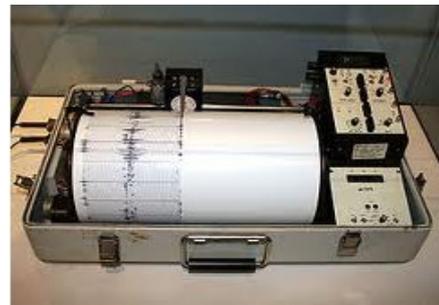
$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}}$$

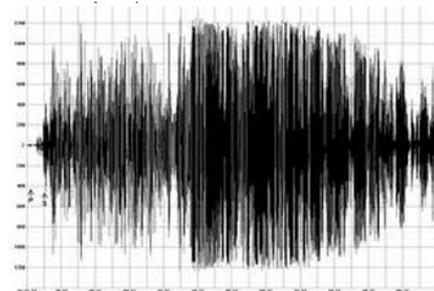
$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \theta \text{ kecil}$$

Berdasarkan persamaan di atas, tampak bahwa periode dan frekuensi getaran pendulum sederhana bergantung pada panjang tali dan percepatan gravitasi. Karena percepatan gravitasi bernilai tetap, maka periode sepenuhnya hanya bergantung pada panjang tali (L). Dengan kata lain, periode dan frekuensi pendulum tidak bergantung pada massa beban alias bola pendulum.

Dari prinsip tersebut diciptakan alat pada gambar 4.



Gambar 4. Seismogram



Gambar 5. Data rekaman seismograf

hasil rekamannya seperti di gambar 5.

Dengan menggunakan software ini hasil yang didapatkan nantinya adalah kedalaman yang mana menunjukkan dari lokasi pusat gempa. Berdasarkan hiposenternya, gempa digolongkan menjadi tiga yakni

Gempa bumi dalam

Gempa ini berada di dalam kedalaman hiposenter lebih dari 300 km di bawah permukaan bumi

Gempa bumi menengah

Gempa ini berada di dalam kedalaman hiposenter berada antara 60 – 300 km di bawah permukaan bumi.

Gempa bumi dangkal

Gempa ini berada di dalam kedalaman hiposenter kurang dari 60 km di bawah permukaan bumi.

Dengan mengetahui jenis dari gempa yang terjadi berdasarkan hiposenternya maka dapat diketahui bahwa gempa tersebut termasuk dalam kategori gempa yang berpotensi menghancurkan area sekitar terjadinya gempa atau tidak. Informasi ini dapat dijadikan sebagai acuan bagi pemerintah setempat untuk memberikan upaya mitigasi terhadap bencana gempa sehingga bisa meminimalisir dampak gempa di wilayah setempat. Untuk itulah penelitian ini dilakukan dengan mengambil data gempa di Sumatera utara pada periode 2009 hingga 2010 dengan maksud untuk memberikan gambaran secara ilmiah bagaimana gempa persebaran hiposenter gempa yang sudah terjadi di rentang waktu tersebut.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini daerah yang dijadikan penelitian adalah wilayah pulau Sumatra di Indonesia yang dikenal merupakan kawasan rawan gempa. Penunjaman yang terjadi di sebelah barat daya pulau Sumatra akibat bertabrakan dengan lempeng Indo-Australia berakibat pulau Sumatra kaya akan sesar dan patahan aktif yang setiap saat berpotensi terjadinya gempa bumi dan tsunami. Tepatnya di sekitar barat daya Sumatra. Area penelitian terletak pada

koordinat latitude -2.53 – 0.86 , longitude 97.31 – 101.84.

B. Prosedur Penelitian

Pengolahan data terdiri dari beberapa tahapan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak (software) yang berbeda pada setiap tahapannya. Ada dua perangkat lunak yang digunakan pada proses pengolahan data ini, yaitu:

1. **WinQuake**
WinQuake berfungsi sebagai *filtering* dan *picking* gelombang P dan gelombang S. menentukan gelombang P dan S dengan menggunakan Winquake merupakan langkah pertama yang harus dilakukan.
2. **Hypo71**
Hypo71 berperan untuk menentukan dimana letak hiposenter gempa bumi.
3. **GMT (Generic Mapping Tools)**
GMT ini merupakan open source untuk memproses dan menampilkan dalam bentuk gambar xy dan xyz dataset dan berbagai jenis proyeksi data.
4. **MATLAB**
Dengan menggunakan MATLAB didapatkan gambar 3D dari hiposenter dengan menggunakan format xyz dimana memakai latitude, longitude dan juga kedalaman yang didapatkan.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang dilakukan ditampilkan pada gambar 6.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

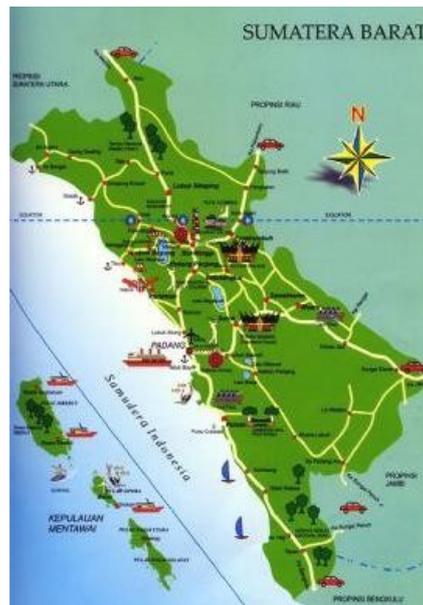
A. Hasil

Dalam setiap gempa yang terjadi di suatu wilayah pasti terdapat pusat terjadinya gempa. Pusat terjadi gempa ini merupakan hiposenter gempa (titik fokus gempa), oleh karena pentingnya diketahui lokasi dari hiposenter maka dengan menggunakan Hypo71 data-data gempa yang terjadi pada periode 2009-10-01 sampai 2010-12-21 diolah dengan melakukan proses pick gelombang p dan s terlebih dahulu pada winquake. Setelah didapat data berupa lamanya waktu antara kedua gelombang tersebut maka dilakukan proses selanjutnya yakni pengolahan data dengan menggunakan Hypo71.

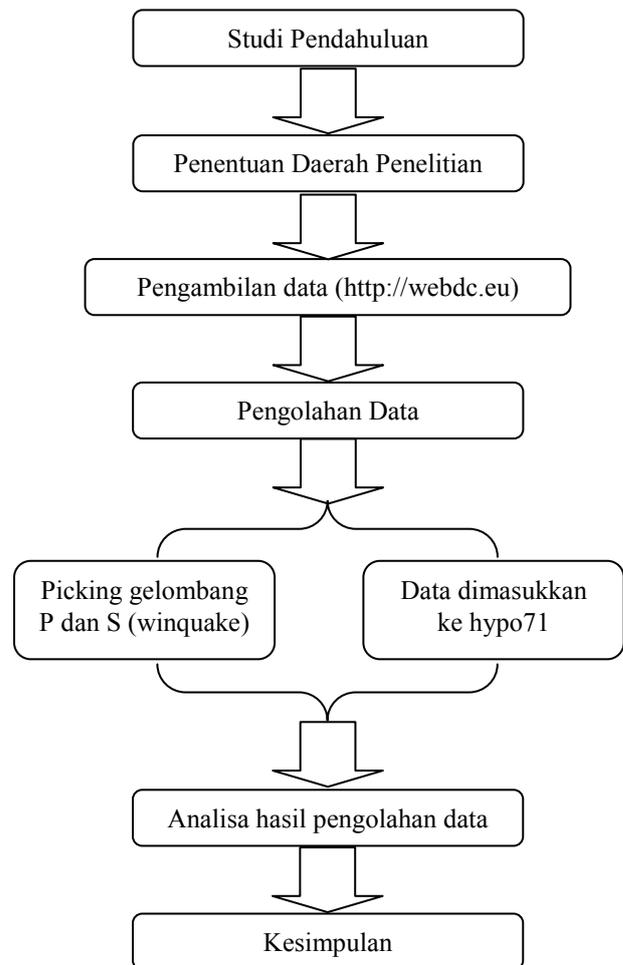
Setelah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan software Hypo71 maka didapat hasil dari keseluruhan 49 event gempa hasil tabel 1.

Relokasi hiposenter yang didapat untuk data gempa bumi di wilayah sumatera bagian barat daya dan sekitarnya telah berhasil dilakukan untuk 44 data dengan menggunakan software hypo71. Sedangkan kelima data lainnya tidak dapat diolah dengan menggunakan software ini dikarenakan ketidaklengkapan informasi event gempa yang terekam. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa relokasi yang telah dilakukan memberikan penjelasan bahwa gempa bumi lebih terfokus dan terkonsentrasi pada wilayah barat Sumatera. Hasil ini dapat dilihat pada gambar 8.

Dari gambar dapat dilihat persebaran episenter yang sudah direlokasi dengan menggunakan hypo71. Titik-titik merah yang ada pada gambar menunjukkan bahwa episenter dari data yang sudah diolah lebih terfokus pada wilayah sumatera bagian barat dan sebagian lainnya berada pada wilayah Malaysia.



Gambar 6. Peta Sumatera Barat(www.bnppb.go.id)



Gambar 7. Diagram alir penelitian

Hasil ini ditinjau berdasarkan pengolahannya menggunakan hypo71. Dengan menggunakan software ini pada dasarnya masih terdapat error pengolahan yang juga dapat dilihat pada tabel 4.1 setelah direlokasi. Besarnya error ini berkisar 7% hingga 20%. Melihat besarnya error yang didapat kemungkinan penyebab terjadinya adalah

kesalahan melakukan pengepicken gelombang p dan s pada saat memasukkan data dari winquake.

Dalam penelitian ini metode yang diperkenalkan adalah relokasi hiposenter dengan hypo71 yang pada hasil akhirnya memprediksi hasil hiposenter dengan memperkecil RMS dari data yang ada. Dengan menggunakan hypo 71 didapat hasil pada Tabel 2.

B. Pembahasan

Hasil penelitian yang didapat pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa patahan yang ada mempunyai posisi miring kea rah Malaysia. Akan tetapi sebenarnya dapat dilihat pada gambar 9.

Titik-titik yang merah menunjukkan hasil gempa bumi setelah direlokasi dari lokasi sebelumnya yakni titik-titik putih. Ada perubahan yang signifikan yang terlihat dari gambar di atas. Hasil yang didapat dengan menggunakan perangkat lunak hypo71 ini lebih menunjukkan hasil yang lebih bisa dipercaya.

Dalam penelitian ini menjelaskan relokasi gempa bumi dari episenter yang didapat dengan menggunakan hypo71. Dari tabel 4.1 hasil parameter yang didapat berbeda dengan data awal yang dipunya. Ini membuktikan bahwa relokasi yang dilakukan dengan menggunakan software ini membuat longitude dan latitude yang ada berubah dari data awal. Perubahan inilah yang dapat dikatakan memenuhi syarat untuk direlokasi. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa sebaran hiposenter gempa bumi yang didapat berada pada kedalaman yang paling dangkal sekitar 24 meter. Namun terdapat pula hiposenter dengan kedalaman yang paling dalam yakni 72.92 meter. Dan dari kesemua data yang ada dapat dikatakan bahwa kesemua 44 gempa bumi yang diolah merupakan gempa bumi dangkal.

Dari tabel 4.2 didapat bahwa hasil penelitian ini mempunyai Q (quality) di antara C-D. Akan tetapi ini tidak menunjukkan bahwa kualitas hasil hiposenter yang didapat belum baik ataupun buruk, karena pada dasarnya nilai Q itu sendiri dapat dilihat sebagai berikut :

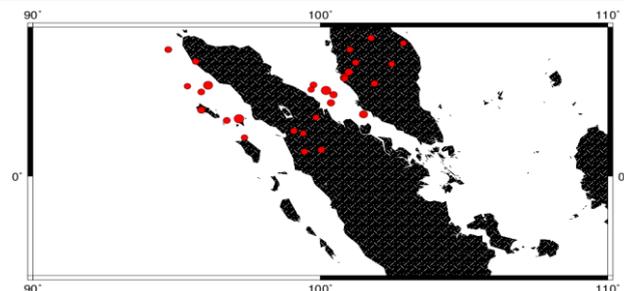
- Q RMS
- A < 0.15
- B < 0.30
- C < 0.50
- D others

Dalam hal ini meskipun kualitas yang didapat berkisar antara C-D bukan berarti penelitian ini gagal karena untuk mendapatkan parameter yang berkualitas (Q) A ataupun B harus mempunyai error lebih kecil dari < 0.30 dan itu tidak dapat dikatakan bahwa penelitian ini tidak dapat dijadikan data ilmiah untuk penelitian selanjutnya. Ada beberapa parameter lainnya yang harus diperhatikan seperti azimuth yang didapat.

Parameter RMS yang terdapat pada tabel 4.2 menunjukkan rata-rata hasil dari penelitian ini bahwa hasil RMS yang didapat semakin bagus, dimana RMS awal rata-rata 20.02% menjadi 10.93%. RMS itu sendiri dalam penelitian ini merupakan error atau kesalahan residual waktu dalam satuan second. Sehingga ketika dikonversikan kedalam kualitas hiposenter atau Q penelitian ini yang dapat dipercaya berada pada standar yang cukup baik hasil datanya.

Tabel 1. Parameter hiposenter gempa bumi yang direlokasi

No.	Event	Latitude	Longitude	Depth
1	20091001_0152	2° 30.00'	102° 11.49'	38.68
2	20100110_0025	7° 28.39'	107° 48.60'	10.00
3	20100125_1555	4° 31.20'	103° 1.83'	67.00
4	20100220_0457	7° 35.34'	105° 45.60'	10.00
5	20100303_1934	6° 37.25'	105° 15.45'	66.86
6	20100305_1606	3° 31.15'	101° 22.01'	43.60
7	20100313_1459	1° 33.60'	97° 21.60'	43.64
8	20100406_2215	2° 35.96'	97° 44.90'	43.00
9	20100411_0559	3° 28.73'	102° 13.45'	40.00
10	20100505_1629	3° 57.89'	102° 18.52'	30.00
11	20100506_0913	3° 56.40'	101° 16.29'	33.77
12	20100509_0559	3° 40.20'	96° 10.00'	41.04
13	20100511_1217	3° 24.00'	96° 38.32'	44.00
14	20100518_1159	7° 31.82'	107° 41.69'	87.63
15	20100519_0013	6° 54.15'	105° 8.40'	33.23
16	20100528_1832	3° 56.40'	102° 49.92'	47.31
17	20100603_0924	4° 9.19'	96° 9.20'	67.00
18	20100626_0950	7° 39.83'	109° 6.86'	92.00
19	20100627_0847	1° 26.90'	101° 13.80'	42.87
20	20101109_1116	1° 43.80'	99° 53.83'	44.56
21	20110614_0301	2° 1.66'	99° 4.80'	19.79
22	20100721_2225	4° 39.55'	101° 42.52'	25.00
23	20100802_2313	6° 41.40'	104° 33.00'	51.99
24	20100803_0803	6° 9.88'	104° 14.97'	53.00
25	20100821_0542	2° 30.31'	96° 45.00'	41.58
26	20100827_0056	5° 21.60'	103° 4.30'	43.17
27	20100903_1706	3° 44.40'	102° 33.41'	64.00
28	20100907_0057	6° 13.86'	104° 13.44'	36.69
29	20100930_0954	4° 00.68'	95° 48.81'	46.00
30	20101001_0124	8° 48.43'	112° 49.87'	46.00
31	20101015_1243	3° 25.26'	96° 13.56'	40.00
32	20101025_1442	2° 47.06'	101° 53.89'	31.04
33	20101025_1937	2° 41.35'	101° 26.35'	22.00
34	20101025_2259	2° 58.17'	101° 32.47'	44.54
35	20101026_1051	3° 40.80'	100° 33.68'	13.00
36	20101026_2345	2° 35.07'	100° 40.63'	28.00
37	20101027_0004	3° 30.00'	99° 40.80'	44.64
38	20101103_0301	5° 53.43'	103° 59.40'	74.23
39	20101109_1116	1° 43.80'	100° 4.70'	34.66
40	20101119_2155	1° 35.24'	100° 29.42'	20.00
41	20101212_1559	5° 49.35'	116° 30.26'	42.93
42	20101213_0918	5° 48.54'	103° 58.20'	41.00
43	20101221_0359	8° 29.38'	112° 8.88'	67.00
44	20101221_1407	2° 54.86'	96° 41.33'	28.00



Gambar 8. Distribusi relokasi episenter

Tabel 2. Parameter RMS yang direlokasi menggunakan hypo71

No.	Event	RMS Awal	RMS Akhir	Q
1	20091001_0152	35.12	14.32	C
2	20100110_0025	23.32	15.34	C
3	20100125_1555	18.23	10.32	D
4	20100220_0457	09.03	09.73	D
5	20100303_1934	11.59	06.70	D
6	20100305_1606	23.74	16.58	D
7	20100313_1459	09.93	07.48	D
8	20100406_2215	29.50	15.24	D
9	20100411_0559	15.36	04.30	D
10	20100505_1629	12.39	06.40	D
11	20100506_0913	14.06	11.82	D
12	20100509_0559	22.87	8.09	D
13	20100511_1217	21.47	12.78	D
14	20100518_1159	28.63	10.86	D
15	20100519_0013	07.91	05.91	D
16	20100528_1832	16.15	09.00	C

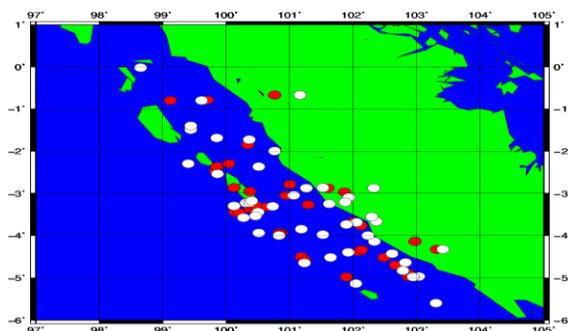
17	20100603_0924	24.82	11.10	D
18	20100626_0950	39.84	07.37	D
19	20100627_0847	41.88	11.49	D
20	20101109_1116	17.65	11.51	D
21	20110614_0301	15.39	11.98	D
22	20100721_2225	15.12	11.27	D
23	20100802_2313	16.28	12.08	D
24	20100803_0803	11.92	09.61	D
25	20100821_0542	17.49	10.90	C
26	20100827_0056	11.43	08.36	D
27	20100903_1706	09.62	06.14	C
28	20100907_0057	24.77	11.39	D
29	20100930_0954	15.86	07.53	D
30	20101001_0124	20.20	11.17	D
31	20101015_1243	12.54	09.20	D
32	20101025_1442	41.11	15.85	D
33	20101025_1937	37.00	17.25	D
34	20101025_2259	34.11	18.67	D
35	20101026_1051	25.16	14.60	D
36	20101026_2345	16.09	10.60	D
37	20101027_0004	12.60	10.70	D
38	20101103_0301	08.71	05.82	D
39	20101109_1116	16.84	14.14	D
40	20101119_2155	21.55	12.62	D
41	20101212_1559	20.88	14.29	D
42	20101213_0918	21.15	14.34	C
43	20101221_0359	11.11	03.42	D
44	20101221_1407	20.56	13.04	D

Oleh karena itu, perubahan longitude dan latitude untuk kesemua data gempa yang diolah memiliki error ataupun kesalahan yang ada tertera pada tabel 3.

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan hasil error yang mempunyai error yang kecil kecuali pada data 20100627_0847, 20100930_0954, 20101119_2155 dan 20101213_0918 yang mempunyai error untuk latitude yang besar (> 20%).

Dari tabel di atas (Tabel 4.1) parameter hiposenter yang direlokasi diambil data longitude dan latitudenya untuk diolah lebih lanjut sehingga mendapatkan distribusi hiposenter. Data longitude dan latitude tersebut dikonversikan dalam satuan meter, dimana setiap 1^o sama dengan 111.322 km. Distribusi hiposenter yang ada dari keseluruhan data didapat pada gambar 9.

Gambar 9 di atas diinterpretasikan dengan menggunakan program Matlab yang mana untuk mengetahui distribusi dari kedudukan hiposenter dari ke 44 data yang diteliti. Dari gambar 9 di atas dapat dilihat bahwa kebanyakan hiposenter yang sudah direlokasi berada pada Easting di antara 1.08x10⁹ dan 1.16x10⁹. Ini menunjukkan bahwa gempa tersebut terpusat pada wilayah sumatera bagian barat. Distribusi hiposenter di atas digambarkan dalam 3 dimensi berdasarkan ketiga data yakni lintang, bujur dan kedalaman.



Gambar 9. Relokasi hiposenter Sumatera Barat

Tabel 3. Error perbandingan Longitude dan Latitude sebelum dan sesudah direlokasi

No.	Event	Error Latitude (%)	Error Longitude (%)
1	20091001_0152	0	0.67
2	20100110_0025	8.56	0
3	20100125_1555	0	0.53
4	20100220_0457	1.17	0
5	20100303_1934	11.26	0.70
6	20100305_1606	11.80	0.51
7	20100313_1459	0	0
8	20100406_2215	11.63	0.58
9	20100411_0559	37.70	0.44
10	20100505_1629	5.71	1.29
11	20100506_0913	0	0.43
12	20100509_0559	0	0.06
13	20100511_1217	0	0.80
14	20100518_1159	7.94	0.42
15	20100519_0013	2.67	0
16	20100528_1832	0	1.95
17	20100603_0924	10.36	0.50
18	20100626_0950	5.31	0.98
19	20100627_0847	68.55	0
20	20101109_1116	0	0.48
21	20110614_0301	10.38	0
22	20100721_2225	8.82	0.66
23	20100802_2313	0	0
24	20100803_0803	5.95	0.43
25	20100821_0542	11.11	0
26	20100827_0056	0	0.17
27	20100903_1706	0	0.64
28	20100907_0057	11	0.81
29	20100930_0954	21.3	1.16
30	20101001_0124	19.63	0.73
31	20101015_1243	5.78	0.88
32	20101025_1442	19.65	1.68
33	20101025_1937	9.45	1.05
34	20101025_2259	10.03	1.07
35	20101026_1051	0	0.80
36	20101026_2345	8.86	0.82
37	20101027_0004	0	0
38	20101103_0301	8.54	0
39	20101109_1116	0	0.66
40	20101119_2155	47.66	0.44
41	20101212_1559	3.16	1.01
42	20101213_0918	37.93	0
43	20101221_0359	4.39	0.88
44	20101221_1407	8.58	0.85

Hasil gambar di atas diolah dengan mengubah bahwa 1^o sama dengan 111.322 km sehingga dikonversi nilai bujur dan lintang dari hasil yang didapat untuk bisa diproses dalam program Matlab. Untuk hasil yang lebih jelas dapat dilihat pada gambar 10.

Hasil akhir dari penelitian ini terdapat pada gambar 4.4 yang mana terlihat jelas bahwa hampir dari keseluruhan data yang diteliti lokasi hiposenternya merupakan gempa dengan jenis dangkal karena berdasarkan kedalaman hiposenternya yang kurang dari 100 kilometer.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat kesimpulan sebagai berikut

1. Dengan menggunakan software hypo71 dapat ditentukan hiposenter gempa dengan memakai data waktu gelombang p dan s, longitude, latitude dan depth.
2. Relokasi hiposenter dari gempa dapat diketahui dengan menggunakan hypo71 dan hasilnya dapat diketahui bahwa gempa lebih terfokus ke arah barat sumatera dengan gempa berkedudukan miring ke arah Malaysia dan kebanyakan gempanya bersifat dangkal.

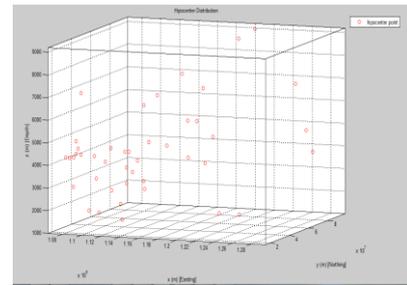
3. Keuntungan penggunaan software hypo71 dalam menentukan hiposenter adalah hasil relokasi hiposenter yang didapat dilakukan dengan memperkecil RMS sehingga didapat hasil relokasi yang lebih akurat namun masih tetap tergantung pada keakuratan pengepicken gelombang p dan s.

UCAPAN TERIMA KASIH

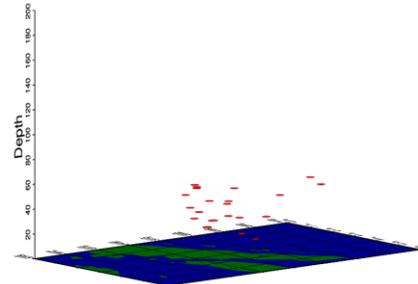
Penulis P.R.F.N mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah memberikan kesempatan menempuh perkuliahan di jurusan fisika sejak tahun 2009-2013". Begitu juga dengan Jurusan Fisika ITS, Prof. Dr. Bagus Jaya Santosa yang menjadi dosen wali sekaligus dosen pembimbing Tugas Akhir saya yang memberikan kejelasan ilmu yang tak ternilai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bayong Tjasyono HK. 2003. Geosains, Penerbit ITB, Bandung.
- [2] Chao-ying, B. and Greenhalgh, S., 2006. 3D Local Earthquake Hypocenter Determination with an Irregular Shortest-Path Method, BSSA, 99,6, 2257-2268.
- [3] Hamilton, W., 1979, Tectonics of The Indonesian Region, USGS Prof. Paper, 1078.
- [4] J.Denecke, Edward, Jr, Danielson Eric W. 1986. Earth Science, Macmillan Publishing Company, United States of America.
- [5] Lahr, J.C. 1999. Hypoellipse : A computer program for determining local earthquake hypocentral parameters, magnitude and first motion pattern. U.S. Geological Survey Open File Report 99-23 (1999).
- [6] Lay, T. and Wallace, T.C., 1995. Modern Global Seismology, Academic Press.
- [7] Lee, W. H. K., and J. C. Lahr, HYPO71: a computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes, Open File Report, U. S. Geological Survey, 100p pp., 1972.
- [8] Moch, Munir. 2003. Geologi Lingkungan, Bayumedia publishing, Malang .
- [9] Pasachoff, Jay M., Pasachoff, Naomi, Cooney, Timothy M., 1983. Earth Science. Scott Foresman and Company, Glenview.
- [10] Santoso, Djoko. 2002. Pengantar Teknik Geofisika, Penerbit ITB, Bandung.
- [11] Senti, R.J. 1988. Geophysical activity in 1987. Geophysics, The Leading Edge of Exploration 7, No. 8. 33-56.
- [12] Telford, W.M. 1917. Applied Geophysics, Press Syndicate of the University of Cambridge, USA.
- [13] Wolfe, G Wroe, Battan, Louis J., Fleming Richard H., Hawkins, Grerals S., Skornik, Helen. 1966. Earth and Space Science. D. C. Heath and Company, Boston.



Gambar 9. Distribusi relokasi hiposenter



Gambar 10. Relokasi hiposenter 3D