

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **1.1 Metode Peneliti**

Metode penelitian yang dilakukan ini merupakan penelitian deskriptif analitik dengan menggunakan data *arrival time* gempa bumi dari katalog BMKG. Parameter gempa bumi yang digunakan dalam relokasi adalah lintang, bujur, kedalaman, magnitudo serta waktu terjadinya gempa bumi. Selanjutnya, data akan diolah dan dianalisis berdasarkan kondisi tektonik daerah Zona Busur Banda menggunakan metode *Double Difference (DD)* dengan program *hypoDD*.

*HypoDD* adalah program komputer yang digunakan untuk melakukan relokasi dengan algoritma *double difference*. Dengan *input* model kecepatan dan kedalaman maka program *hypoDD* dapat langsung menghitung *raypath* sesuai model kecepatan lapisan yang digunakan. Syarat dilakukannya relokasi hiposenter adalah jarak antar hiposenter lebih kecil dibandingkan dengan jarak hiposenter terhadap stasiun, sehingga *waveform* dan *raypath* dapat dianggap sama.

Ada beberapa tahapan penting dalam melakukan relokasi, diantaranya adalah:

1. Membentuk pasangan gempa bumi dan menghubungkannya dengan gempa bumi disekitarnya menggunakan program *ph2dt* yang terdapat dalam perangkat *hypoDD*;
2. Membentuk *cluster-cluster* dengan menggunakan perangkat *hypoDD*;
3. Merelokasi hiposenter dengan menggunakan algoritma *double difference* program *hypoDD*.

Program *ph2dt* ini berfungsi untuk mengelompokkan gempa bumi yang dianggap saling berkaitan dan menghitung waktu tempuhnya yang tercatat pada stasiun yang sama. Untuk menjalankan program *ph2dt* ini diperlukan parameter yang diinginkan serta sesuai dengan data yang ada.

*Input* untuk program *ph2dt* adalah:

- *stasion.dat* berisi data jaringan stasiun BMKG berupa kode stasiun, *latitude* dan *longitude*;

*Output* dari program *ph2dt* adalah:

- *event.dat* dan *event.sel* berisi parameter gempabumi;

Meliza Anggraeni, 2018  
RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *DOUBLE DIFFERENCE* (STUDI  
KASUS: ZONA BUSUR BANDA PADA TAHUN 2010 - 2017)  
Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) |  
[perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

- *dt.ct* berisi waktu tempuh gempabumi yang berkaitan dan tercatat pada stasiun yang sama;
- *ph2dt.inp* berisi laporan dari proses *ph2dt*.

*Output* dari *ph2dt* ini nantinya digunakan sebagai input pada program *hypoDD*.

Program *hypoDD* berfungsi sebagai pengelompokkan gempabumi yang berkaitan pada jarak yang telah ditentukan dan mengolah data gempabumi dengan algoritma *double difference*. Pada dasarnya program ini adalah program inversi, dimana program ini akan terus melakukan iterasi sampai hasil dari pengolahan ini tidak berubah lagi.

*Input* untuk program *hypoDD* adalah:

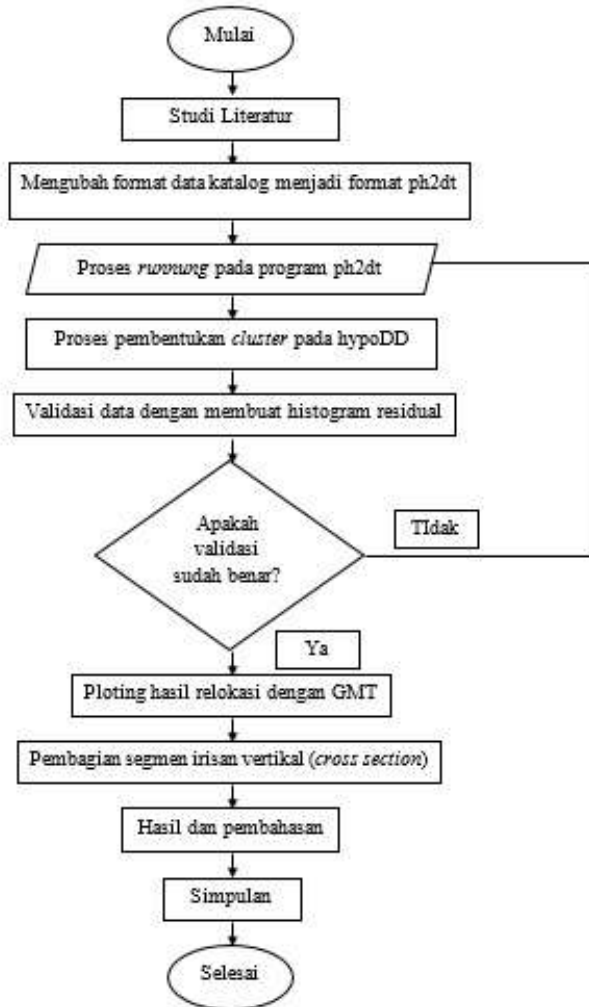
- *dt.ct*
- *event.dat*
- *stasion.dat*

*Output* dari program *hypoDD* adalah:

- *hypoDD.loc* berisi parameter gempabumi sebelum direlokasi;
- *hypoDD.reloc* berisi paramter gempabumi setelah direlokasi;
- *hypoDD.sta* berisi residual stasiun dan banyak phase yang terekam oleh stasiun;
- *hypoDD.res* berisi residual waktu tempuh yang diperoleh dari hasil pengolahan pada iterasi terakhir;
- *hypoDD.inp* berisi laporan dari proses *hypoDD*.

## 1.2 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan metode penelitian yang dilakukan, untuk mencapai tujuan penelitian, prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap, yakni:

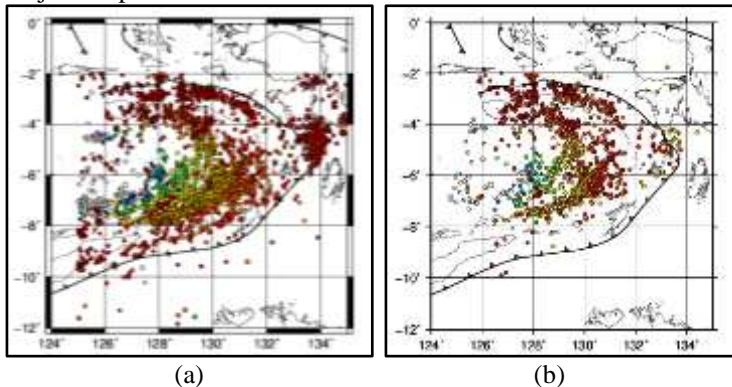


Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 1.2.1 Studi Literatur

Meliza Anggraeni, 2018  
**RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI DENGAN  
 MENGGUNAKAN METODE *DOUBLE DIFFERENCE* (STUDI  
 KASUS: ZONA BUSUR BANDA PADA TAHUN 2010 - 2017)**  
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |  
 perpustakaan.upi.edu

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data katalog gempa bumi yang akan digunakan sebagai relokasi hiposenter. Melakukan *plotting* dengan *software Generic Mapping Tool (GMT)* untuk mengetahui sebaran hiposenter sebelum dan sesudah direlokasi. Berikut merupakan hasil sebaran *event* gempa bumi yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Peta Seismisitas (a) sebelum direlokasi,  
(b) setelah direlokasi

Gambar 3.2 diatas merupakan hasil sebaran *event* gempa bumi dengan rentang magnitudo 4 – 9.5 SR dan rentang kedalaman 1 – 800 km. Ketentuan rentang magnitudo diambil berdasarkan jarak antar stasiun, karena jika semakin besar magnitudo semakin banyak stasiun yang terambil dan mendapatkan hasil relokasi dengan ketelitian yang lebih akurat.

### 1.2.2 Perubahan Data Format Katalog

Mengubah format data gempa bumi dari katalog BMKG yang bermula berupa format \*.txt menjadi format \*.dat dan \*.pha kedalam format ph2dt dan hypoDD agar bisa dilakukan relokasi. Data awal yang didapat dari katalog BMKG berupa data *arrival time* gelombang P dan S yang dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Meliza Anggraeni, 2018

RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *DOUBLE DIFFERENCE* (STUDI  
KASUS: ZONA BUSUR BANDA PADA TAHUN 2010 - 2017)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |  
perpustakaan.upi.edu



|    |            |          |       |        |       |             |
|----|------------|----------|-------|--------|-------|-------------|
| 1  | 01/01/2010 | 18:14:33 | -6.63 | 130.21 | 148.5 | M           |
| 2  | 02/01/2010 | 23:04:01 | -3.83 | 132.9  | 10    | 4.6 M       |
| 3  | 03/01/2010 | 5:12:11  | -2.68 | 129.87 | 42    | 4.6 M       |
| 4  | 08/01/2010 | 11:06:19 | -7.12 | 129.21 | 519   | 4.6 M       |
| 5  | 03/01/2010 | 23:09:00 | -8.88 | 126.05 | 10    | 6 M         |
| 6  | 06/01/2010 | 14:45:00 | -3.23 | 127.41 | 10    | 4.5 M       |
| 7  | 07/01/2010 | 19:25:41 | -3.26 | 120.13 | 10    | 4.6 M       |
| 8  | 06/01/2010 | 8:10:19  | -2.76 | 129.02 | 85    | 4.6 M       |
| 9  | 09/01/2010 | 8:03:39  | =0    | 127.73 | 94    | 4.2 M       |
| 10 | 10/01/2010 | 14:02:02 | -6.99 | 129.39 | 158   | 4.6 HLV     |
| 11 | 10/01/2010 | 17:26:32 | -7.25 | 122.24 | 148   | 4.3 mb      |
| 12 | 11/01/2010 | 2:09:48  | -4.64 | 133.54 | 69    | 4.7 M       |
| 13 | 12/01/2010 | 10:58:13 | -5.34 | 132.82 | 37    | 5.4 Mo (mb) |
| 14 | 14/01/2010 | 14:02:45 | -4.60 | 134.32 | 10    | 4.6 HLV     |
| 15 | 18/01/2010 | 12:08:47 | -2.89 | 127.89 | 11    | 4.5 M       |
| 16 | 17/01/2010 | 8:14:45  | -4.05 | 130.62 | 107   | 4.6 mb      |
| 17 | 18/01/2010 | 12:18:13 | -4.24 | 130.69 | 120   | 5.3 M       |
| 18 | 19/01/2010 | 19:38:29 | -4.59 | 129.43 | 36    | 4.4 M       |
| 19 | 20/01/2010 | 11:18:13 | -6.29 | 131.42 | 49    | 4.4 M       |
| 20 | 22/01/2010 | 18:26:55 | -8.24 | 129.53 | 114   | 4.5 M       |
| 21 | 22/01/2010 | 19:02:16 | -5.42 | 131.27 | 79    | 4.5 M       |
| 22 | 22/01/2010 | 23:26:56 | -7.72 | 129.24 | 117   | 4.6 M       |
| 23 | 24/01/2010 | 11:08:32 | -8.42 | 129.21 | 74    | 5.3 Mo (mb) |
| 24 | 24/01/2010 | 20:45:07 | -9.1  | 131.24 | 39    | 4.6 M       |
| 25 | 26/01/2010 | 14:14:36 | -8.41 | 129.12 | 77    | 4.5 M       |
| 26 | 27/01/2010 | 19:00:33 | -7.26 | 125.09 | 328   | 5.5 M       |
| 27 | 02/02/2010 | 2:20:58  | -4.14 | 129.84 | 26    | 4.5 M       |
| 28 | 03/02/2010 | 8:12:18  | -6.38 | 130.82 | 40    | 5 Mo (mb)   |
| 29 | 06/02/2010 | 14:33:52 | -6.83 | 133.01 | 19    | 4.3 HLV     |
| 30 | 06/02/2010 | 17:17:10 | -6.07 | 130.8  | 187   | 4.2 HLV     |
| 31 | 06/02/2010 | 18:57:45 | -7.33 | 128.55 | 163   | 4.4 HLV     |
| 32 | 06/02/2010 | 21:26:22 | -7.83 | 130.43 | 46    | 5.1 Mo (mb) |
| 33 | 06/02/2010 | 12:08:07 | -8.11 | 130.74 | 184   | 4.5 mb      |
| 34 | 11/02/2010 | 8:39:21  | -3.82 | 129.25 | 10    | 4.4 HLV     |
| 35 | 12/02/2010 | 12:28:50 | -3.05 | 129.32 | 4.5 M |             |
| 36 | 12/02/2010 | 20:21:17 | -6.82 | 129.73 | 10    | 4.3 HLV     |
| 37 | 18/02/2010 | 10:02:04 | -4.8  | 130.07 | 193   | 4.6 mb      |
| 38 | 18/02/2010 | 11:27:11 | -7.87 | 130.08 | 197   | 4.9 HLV     |

Gambar 3.4 Data dalam format \*.dat

Parameter yang diambil untuk pengolahan data selanjutnya adalah waktu tempuh, bujur, lintang, kedalaman dan magnitudo.

### 1.2.3 Histogram Residual

Sebelum melihat hasil relokasi *hypoDD* perlu dilakukan validasi dengan membuat histogram residual waktu tempuh. Dengan melakukan validasi dapat diketahui apakah hasil relokasi berhasil (sudah benar atau tidak).

### 1.2.4 Hiposenter Akhir

Data gempabumi direlokasi dengan metode *Double Difference* menggunakan software *hypoDD*. Data keluaran dari program *ph2dt* dijadikan input pada program *hypoDD*. Hasil dari program *hypoDD* berupa parameter gempabumi setelah direlokasi.

### 1.2.5 Cross Section

Meliza Anggraeni, 2018

RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI DENGAN  
 MENGGUNAKAN METODE *DOUBLE DIFFERENCE* (STUDI  
 KASUS: ZONA BUSUR BANDA PADA TAHUN 2010 - 2017)  
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |  
 perpustakaan.upi.edu



Setelah hasil data relokasi *diplotting* dilakukan pembagian segmen irisan vertikal (*cross setion*) yang tegak lurus dengan *trench* untuk melihat sebaran hiposenter sebelum dan sesudah direlokasi menggunakan *software GMT* (Wessel, 1988).

### 1.2.6 Analisis Hasil

Pada tahap ini dilakukan analisis yang telah diperoleh dari proses pengolahan data. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui keakurasian relokasi hiposenter gempabumi di Zona Busur Banda dengan menggunakan metode *Double Difference* dan mengetahui *slab geometri* di Zona Busur Banda berdasarkan distribusi hiposenter hasil relokasi.

### 1.2.7 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap terakhir ini dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil analisis untuk menjawab rumusan masalah serta memberikan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

## 1.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu Pelaksanaan: April – Agustus 2018

Tempat Pelaksanaan : Badan Meteorologi Klimatologi  
dan Geofisika (BMKG) Stasiun  
Geofisika Klas I Bandung

Alamat : Jalan Cemara No. 66, Pasteur,  
Sukajadi, Kota Bandung 40161

Meliza Anggraeni, 2018

RELOKASI HIPOSENTER GEMPABUMI DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *DOUBLE DIFFERENCE* (STUDI  
KASUS: ZONA BUSUR BANDA PADA TAHUN 2010 - 2017)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu |  
perpustakaan.upi.edu