

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi literatur menggunakan analisis deskriptif. Metode studi literatur yaitu metode untuk mengumpulkan berbagai macam sumber penelitian yang mendukung. Metode ini dilakukan dengan mengambil data melalui media *online* pada website USGS (*United States Geological Survey*) dan Badan Pusat Statistik (BPS) Kota dan Kabupaten Bandung.

Data yang diperoleh dari USGS berupa variabel-variabel gempa bumi antara lain koordinat *Latitude* dan *Longitude*, intensitas gempa, dan kedalaman gempa berupa *Hipocenter*. Data tersebut digunakan untuk pengolahan data *Peak Ground Acceleration* (PGA) atau percepatan tanah maksimum menggunakan persamaan Donovan dan persamaan Mc. Guire. Hasil pengolahan tersebut digunakan sebagai estimasi nilai kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa bumi dengan cara membandingkan nilai PGA yang diperoleh dengan nilai skala intensitas Mercalli (*Mercalli Scale*).

Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung, Kabupaten Bandung, dan Kabupaten Bandung Barat digunakan untuk menganalisis tingkat kerentanan terhadap gempa menggunakan pendekatan *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Variabel yang digunakan pada metode ini diantaranya luas wilayah dalam hektar, jumlah penduduk, kepadatan penduduk, jumlah penduduk wanita, jumlah penyandang cacat dan jumlah penduduk balita pada masing-masing kecamatan. Metode ini digunakan untuk memecahkan suatu situasi kompleks dan tidak terstruktur kedalam beberapa komponen yang tersusun secara hierarki dengan memberikan nilai subjektif disetiap variabel secara relatif dan menetapkan variabel yang memiliki prioritas yang paling tinggi sehingga diperoleh hasil pada suatu situasi.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

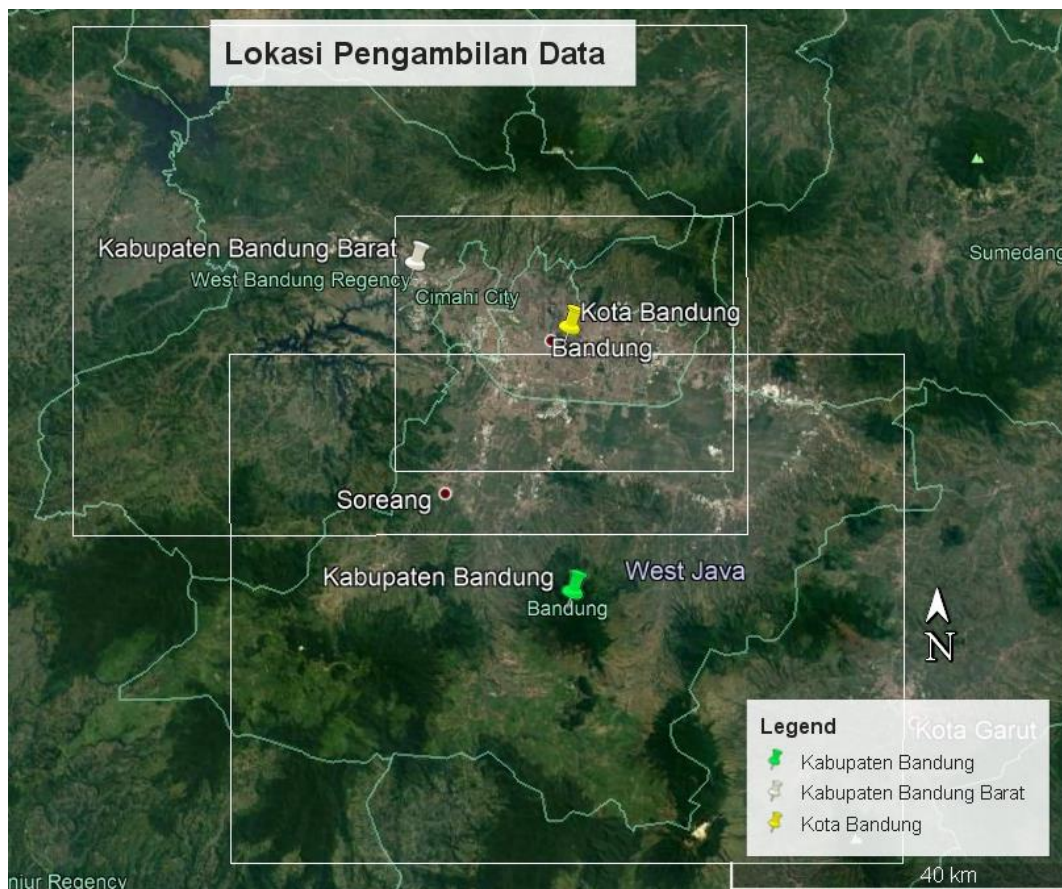
Penelitian dilaksanakan pada waktu dan tempat sebagai berikut:

Waktu penelitian : Bulan Agustus - Bulan Desember Tahun 2021.

Tempat penelitian : Universitas Pendidikan Indonesia.

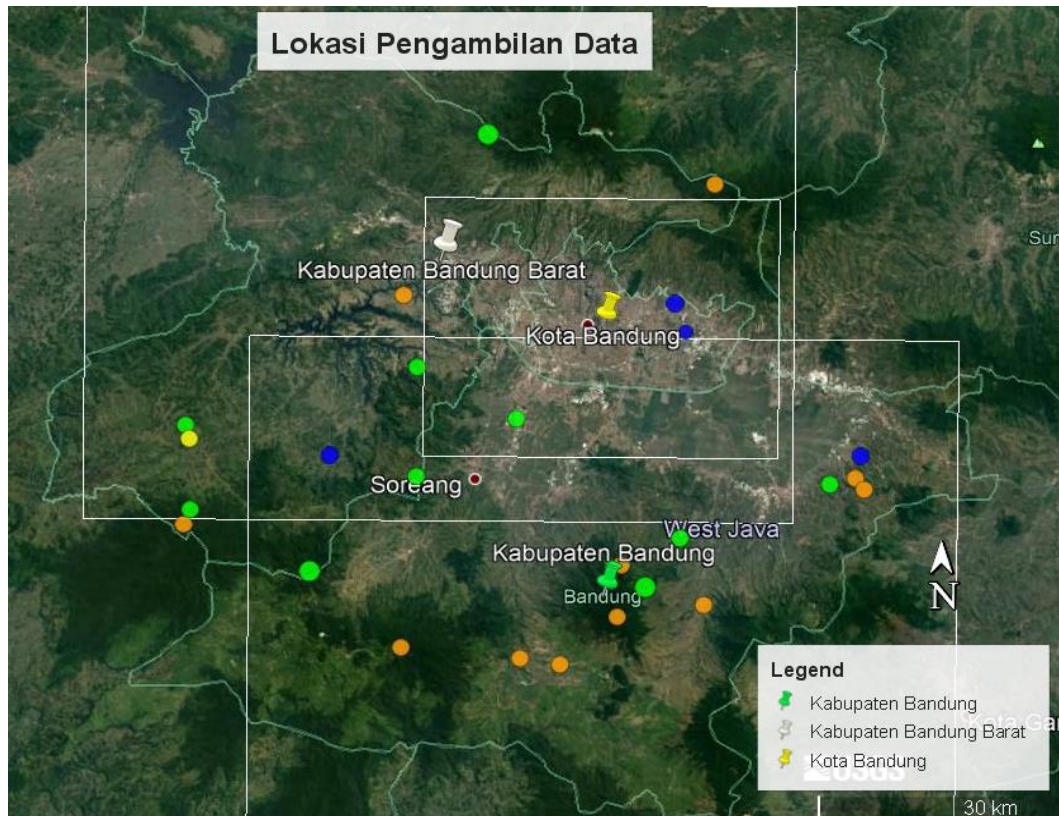
3.3 Lokasi Pengambilan Data

Lokasi pengambilan data dilakukan di Cekungan Bandung. Cekungan Bandung secara garis besar terdiri dari Kota Bandung, Kabupaten Bandung, dan Kabupaten Bandung Barat. Lokasi ini dipilih karena terdapat Sesar Lembang yang merupakan salah satu potensi sumber gempa bumi di daratan wilayah Cekungan Bandung.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian (*Google Earth Pro*)

Pada lokasi pengambilan data terdapat beberapa titik gempa bumi yang diunduh secara *online* melalui *website* USGS (*United States Geological Survey*). Data yang diunduh kemudian dimasukkan kedalam *software* *Google Earth Pro*.

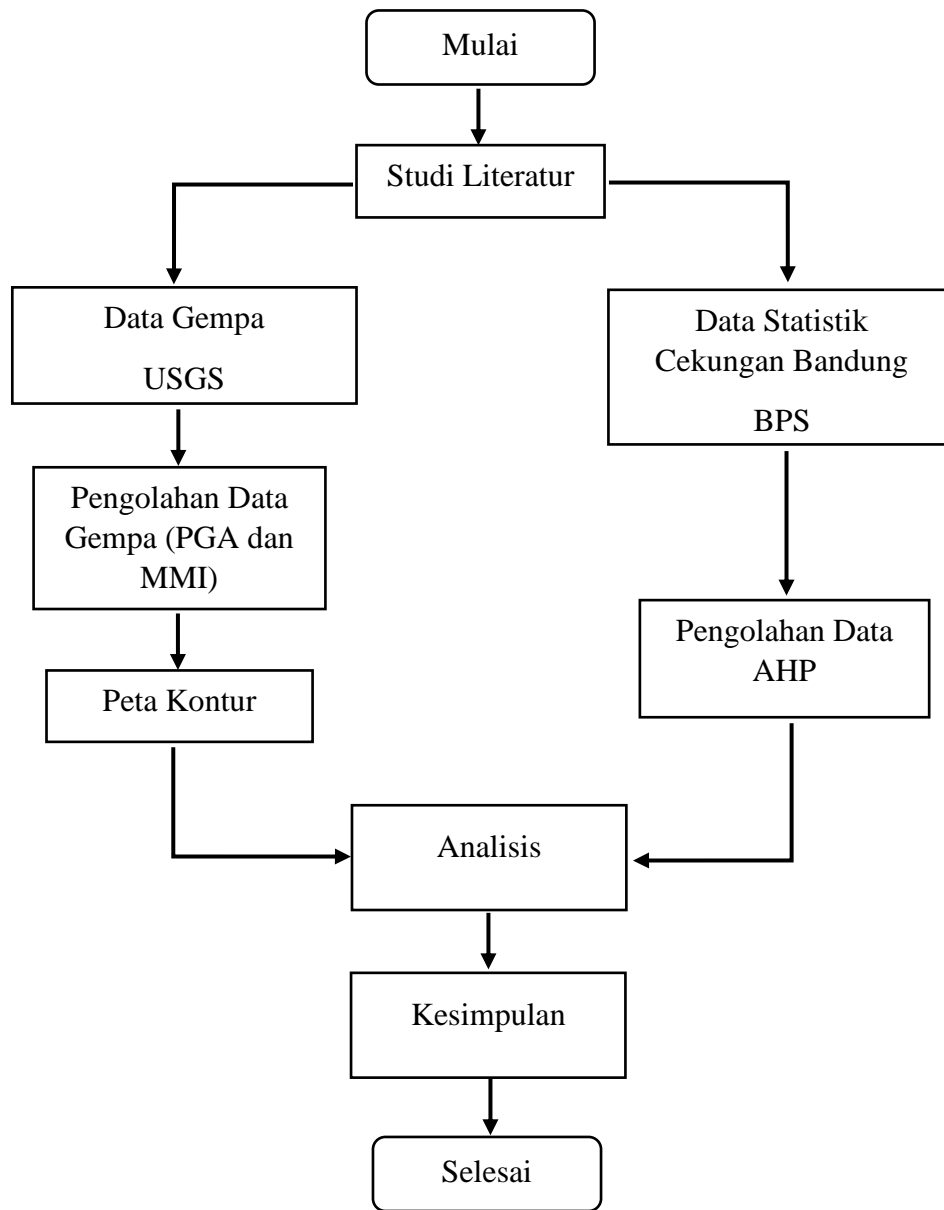


Gambar 3. 2 Peta Lokasi penelitian dengan data gempa dari USGS (*Google Earth Pro*)

3.4 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan adalah laptop dengan alat pembantu lainnya. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Microsoft Excel*, yang digunakan untuk menyusun dan mengolah data gempa bumi. *Google Earth Pro*, yang digunakan untuk memetakan titik gempa dan membantu menentukan titik koordinat stasiun. *Surfer*, digunakan untuk membuat kontur. *Adobe Photoshop* digunakan untuk membuat *overlay* antara peta penelitian dan hasil kontur yang didapat.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian

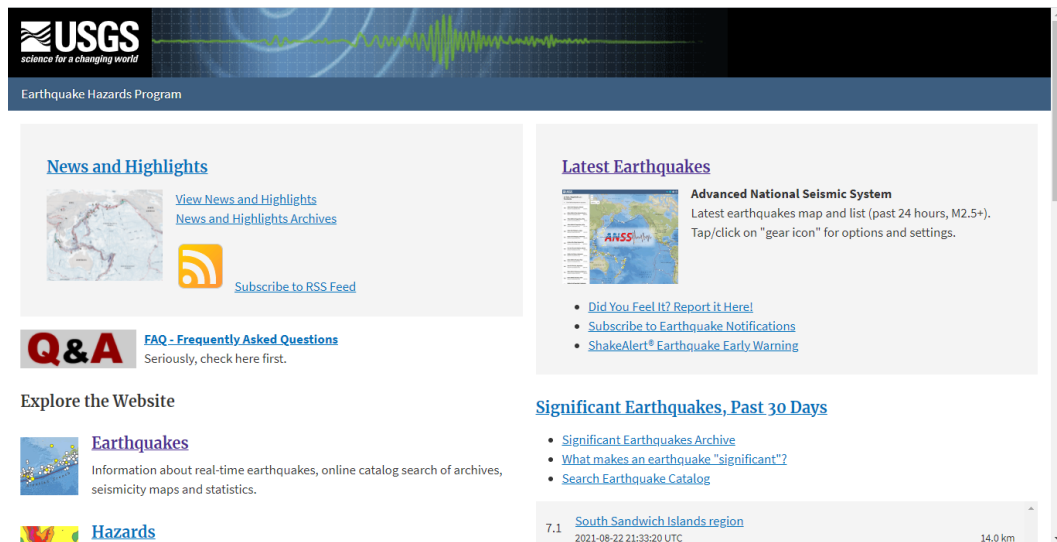
3.5.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari sumber referensi yang mendukung penelitian mengenai gempa bumi, PGA, metode Donovan, metode Mc. Guire, AHP, dan variabel data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data tersebut digunakan sebagai parameter dalam melakukan penelitian.

3.5.2 Pengambilan Dan Pengolahan Data Gempa

1. Pengambilan Data Gempa (USGS)

Data gempa bumi yang digunakan merupakan data sekunder yang didapatkan melalui *website* USGS (*United States Geological Survey*). Pengambilan data dilakukan dengan membuka *website* <https://earthquake.usgs.gov/> dan memilih bagian *Earthquakes*.



Gambar 3. 4 Website Pengambilan Data Gempa USGS

Data gempa bumi pada website USGS dapat diatur sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Lokasi pengambilan data gempa yaitu wilayah yang mencakup Cekungan Bandung yang terdiri dari Kota Bandung, Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat. Data gempa yang akan digunakan yaitu data gempa yang terjadi dalam kurun waktu 121 tahun yaitu dimulai pada tahun 1900 sampai dengan tahun 2021. Pada pengambilan data gempa dilakukan proses *filter* data, proses ini dilakukan agar data yang didapat sesuai dengan kriteria data yang sudah ditentukan. Berikut ini merupakan kriteria *filter* data gempa yang digunakan dalam pengambilan data gempa.

Kurun Waktu : 1900-01-01 Pukul 00:00:00 s/d 2021-02-01 Pukul 23:59:59

Latitude : -7,436; -6,55

Longitude : -252,935; -251,829

Magnitudo : 0,5 s/d 10 mb (*magnitude body*)

The screenshot shows the USGS Earthquake Search interface. On the left is a navigation menu with options: Earthquakes (selected), Hazards, Data, Learn, Monitoring, and Research. Below the menu is a search bar and a 'Search' button. The main content area is titled 'Basic Options' and is divided into three columns: Magnitude, Date & Time, and Geographic Region. Under Magnitude, there are radio buttons for '2.5+', '4.5+', and 'Custom' (selected). Below these are input fields for 'Minimum' (0.5) and 'Maximum' (10). Under Date & Time, there are radio buttons for 'Past 7 Days', 'Past 30 Days', and 'Custom' (selected). Below these are input fields for 'Start (UTC)' (1900-01-01 00:00:00) and 'End (UTC)' (2021-05-01 23:59:59). Under Geographic Region, there are radio buttons for 'World', 'Conterminous U.S.¹', and 'Custom' (selected). Below these are input fields for 'Custom Rectangle' with coordinates: Latitude [-7.303, -6.621] and Longitude [-252.872, -252.062]. There is a 'Draw Rectangle on Map' button. At the bottom, there are sections for 'Advanced Options' and 'Output Options', each with a search bar and a 'Search' button. A small footnote at the bottom reads: ¹Conterminous U.S. refers to a rectangular region including the lower 48 states and surrounding areas which are outside the Conterminous U.S.

Gambar 3. 5 Halaman Pencarian Data Gempa yang Disesuaikan Dengan Kriteria yang Diinginkan

2. Pengolahan Data Gempa

Data gempa yang diperoleh dari USGS berupa variabel-variabel gempa bumi antara lain koordinat *Latitude* dan *Longitude*, intensitas gempa, dan kedalaman gempa berupa *Hipocenter*. Data tersebut digunakan untuk menghitung nilai percepatan tanah maksimum dari masing-masing wilayah. Sebelum menghitung nilai percepatan tanah maksimum dilakukan perhitungan untuk menentukan titik pengamatan (koordinat stasiun). Titik pengamatan digunakan untuk menghitung nilai jarak hipocenter. Metode yang digunakan untuk menentukan titik pengamatan yaitu menggunakan metode lingkaran yang beririsan dengan menggunakan data jarak gempa dengan stasiun terdekat yang diperoleh dari pengambilan data gempa USGS. Pada data gempa USGS terdapat tabel *Dmin* dimana *Dmin* adalah jarak horizontal dari pusat gempa ke stasiun terdekat (dalam derajat). Nilai 1 derajat dalam data gempa USGS ini sama dengan 111,2 dalam kilometer.

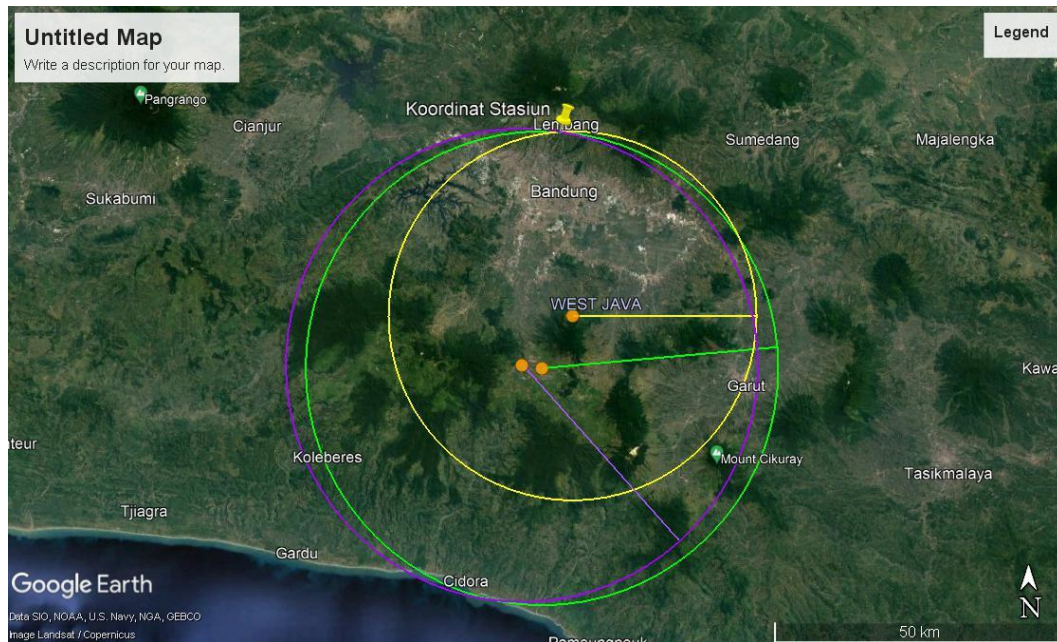
Untuk dapat menentukan titik pengamatan maka dibutuhkan tiga buah nilai Dmin dari masing-masing titik gempa. Tiga buah nilai Dmin tersebut digunakan untuk membuat metode lingkaran yang beririsan. Berikut masing-masing nilai Dmin yang digunakan untuk membuat metode lingkaran yang beririsan.

- Titik gempa 1
2017-07-18, Pukul 05:58:18, *Lattitude* $-7,1082^{\circ}$; *Longitude* $107,6362^{\circ}$;
dengan nilai Dmin $0,284^{\circ}$.
- Titik gempa 2
2016-11-05, Pukul 23:44:14, *Lattitude* $-7,1888^{\circ}$; *Longitude* $107,5887^{\circ}$;
dengan nilai Dmin $0,364^{\circ}$.
- Titik gempa 3
2016-02-23, Pukul 23:53:31, *Lattitude* $-7,1841^{\circ}$; *Longitude* $107,5574^{\circ}$;
dengan nilai Dmin $0,362^{\circ}$.

Nilai dari masing-masing Dmin masih dalam satuan derajat sehingga nilai tersebut dirubah menjadi satuan kilometer dengan nilai dari 1° adalah 111,2 kilometer sehingga nilai dari Dmin tersebut menjadi.

- Titik gempa 1 nilai Dmin 31,5808 kilometer
- Titik gempa 2 nilai Dmin 40,4768 kilometer
- Titik gempa 3 nilai Dmin 40,2544 kilometer

Setelah mendapat nilai masing-masing Dmin maka nilai tersebut dijadikan sebagai jarak pusat gempa dengan stasiun terdekat yang mana jarak tersebut dijadikan sebagai jari-jari lingkaran. Setelah membuat tiga lingkaran dengan menggunakan nilai Dmin sebagai jari-jari maka tentukan titik irisan dari tiga lingkaran tersebut untuk dijadikan titik pengamatan (koordinat stasiun). Titik pengamatan (koordinat stasiun) hasil dari metode lingkaran yang beririsan berada pada nilai *Lattitude* $-6,825721^{\circ}$ dan *Longitude* $107,616460^{\circ}$.



Gambar 3. 6 Hasil Pengolahan Metode Lingkaran yang Beririsan Untuk Menentukan Titik Pengamatan (Koordinat Stasiun)

Titik pengamatan tersebut digunakan untuk menghitung nilai percepatan tanah maksimum. Perhitungan nilai percepatan tanah maksimum menggunakan dua rumusan yaitu rumusan Donovan (2.3) dan rumusan Mc. Guire (2.4).

- a. Rumusan Donovan (Romadiana dkk, 2018)

$$a = \frac{1080e^{0,5M}}{(R+25)^{1,32}} \quad (3.3)$$

- a. Rumusan Mc. Guire (Romadiana dkk, 2018)

$$a = \frac{472,3 \times 10^{0,278M}}{(R+25)^{1,301}} \quad (3.4)$$

Dengan a adalah nilai percepatan tanah (gal), M adalah Magnitudo gempa bumi (SR), dan R merupakan jarak hiposenter (km).

Konstanta R adalah jarak hiposenter gempa bumi, yaitu jarak dari sumber gempa ke titik pengamatan (koordinat stasiun) dengan menganggap bumi berbentuk bulat maka didapat perhitungan sebagai berikut.

- Terhadap titik pengamatan (koordinat stasiun)

$$X_s = r \cos \phi \cos \theta \quad (3.5)$$

$$Y_s = r \cos \phi \sin \theta \quad (3.6)$$

$$Z_s = r \sin \phi \quad (3.7)$$

Dengan

$$\phi = \frac{\phi_s \pi}{180} \text{ (rad)} \quad (3.8)$$

$$\theta = \frac{\theta_s \pi}{180} \text{ (rad)} \quad (3.9)$$

- Terhadap episenter

$$X_h = (r - h) \cos \phi \cos \theta \quad (3.10)$$

$$Y_h = (r - h) \cos \phi \sin \theta \quad (3.11)$$

$$Z_h = (r - h) \sin \phi \quad (3.12)$$

Dengan

$$\phi = \frac{\phi_h \pi}{180} \text{ (rad)} \quad (3.13)$$

$$\theta = \frac{\theta_h \pi}{180} \text{ (rad)} \quad (3.14)$$

Sehingga dapat dihitung nilai hiposenter (R)

$$R = \sqrt{(X_h - X_s)^2 + (Y_h + Y_s)^2 + (Z_h + Z_s)^2} \quad (3.15)$$

Keterangan

- r : Jari-jari bumi (6371 km)
- ϕ_s : Lintang pengamat (*Lattitude*)
- θ_s : Bujur Pengamat (*Longitude*)
- X_s, Y_s, Z_s : Titik pengamat (koordinat stasiun)
- R : Jarak hiposenter
- h : Kedalaman gempa bumi
- ϕ_h : Lintang episenter gempa (*Lattitude*)

θ_h : Bujur episenter gempa (*Longitude*)

X_h, Y_h, Z_h : Titik episenter gempa

Setelah mendapatkan nilai hiposenter masing-masing titik gempa maka nilai percepatan tanah maksimum dapat dicari dengan menggunakan rumusan Donovan dan Mc. Guire. Nilai percepatan tanah maksimum yang didapat melalui dua rumusan kemudian diplot menggunakan *software* Surfer untuk membuat kontur penyebaran percepatan tanah maksimum.

Nilai percepatan tanah maksimum pada masing-masing titik gempa digunakan sebagai estimasi nilai kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa bumi dengan cara membandingkan nilai percepatan tanah maksimum dengan nilai literatur skala intensitas Mercalli (*Mercalli Scale*). Hasil tersebut kemudian diplot menggunakan *software* Surfer untuk membuat kontur penyebaran potensi kerusakan akibat gempa bumi.

3.5.3 Pengambilan dan Pengolahan Data Statistik

1. Pengambilan Data Statistik

Data statistik yang digunakan adalah data statistik yang terdapat pada *website* Badan Pusat Statistik masing-masing daerah penelitian. Data tersebut bisa diunduh pada bagian publikasi. Variabel data statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah data luas wilayah dalam hektar, jumlah penduduk, kepadatan penduduk, jumlah penduduk wanita, jumlah penyandang cacat dan jumlah penduduk balita pada masing-masing kecamatan.

2. Pengolahan Data Statistik

Data statistik yang didapatkan melalui *website* Badan Pusat Statistik Kota Bandung, Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat digunakan untuk mengolah data dengan analisis AHP (*Analytic Hierarchy Proccess*). Variabel data yang didapatkan digunakan untuk menganalisa secara deskriptif suatu situasi yang kompleks dan tidak terstruktur kedalam beberapa komponen yang tersusun secara hirarki dengan memberikan nilai subjektif disetiap variabel secara relatif dan menetapkan variabel mana yang memiliki potensi paling tinggi sehingga diperoleh hasil pada suatu situasi. Analisis AHP pada penelitian ini adalah mencari skor rata-

rata yang didapatkan oleh masing-masing kecamatan berdasarkan literatur yang sudah ditetapkan. Hal ini dilakukan sebagai pelengkap dan penguat data dari masing-masing wilayah rentan bahaya bencana gempa bumi.

3.5.4 Analisis dan Kesimpulan

Tahap analisis dilakukan berdasarkan perbandingan peta penyebaran percepatan tanah maksimum (PGA) di wilayah cekungan Bandung menurut rumusan Donovan dan Mc. Guire. Analisis juga dilakukan berdasarkan peta penyebaran potensi kerusakan akibat gempa bumi berdasarkan skala Mercalli (*MMI Scale*) kemudian diperkuat dengan analisis deskriptif dengan metode AHP (Analytic Hierarchy Process). Dari analisis tersebut dapat disimpulkan mengenai dampak kerusakan yang akan terjadi akibat gempa bumi di wilayah Cekungan Bandung dengan mengetahui hasil dari analisis AHP terhadap gempa bumi di wilayah cekungan Bandung.