



# Analisa tingkat bahaya bencana gempa bumi melalui metode perhitungan PGA dan AHP di kabupaten dan kota sukabumi

Krischahaya Subagja\*, Mohammad Arifin

Program studi Fisika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

\*e-mail: krischayhas@student.upi.edu

## Abstrak

Kabupaten dan Kota Sukabumi merupakan wilayah di Indonesia yang termasuk ke dalam kategori rawan bahaya bencana gempa bumi. Hal ini disebabkan oleh dua zona penyebab gempa bumi yaitu tumbukan dari lempeng Indo-Australia dan Eurasia di bagian selatan Jawa yang mengakibatkan timbulnya sesar aktif Cimandiri. Sesar Cimandiri dianggap sebagai sumber utama gempa bumi yang terjadi di kawasan kabupaten dan Kota Sukabumi. Keadaan ini dapat menimbulkan resiko kerugian jiwa dan harta, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai potensi kerusakan akibat gempa bumi di daerah kabupaten dan Kota Sukabumi. Untuk mengidentifikasi daerah dengan potensi mengalami kerusakan akibat gempa bumi dalam penelitian kali ini dilakukan berdasarkan dua factor yakni factor bahaya dengan indikator *Peak Ground Acceleration (PGA)* dan factor kerentanan dengan indicator kepadatan penduduk berdasarkan *Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Perhitungan *PGA* dilakukan berdasarkan persamaan Donovan. Berdasarkan analisa data diperoleh daerah dengan potensi kerusakan tertinggi berada di kecamatan Citamiang, Cikole, Cibadak dan Cisaat.

**Kata kunci:** *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, daerah rentan bencana gempa bumi, persamaan Donovan, gempa bumi, *Peak Ground Acceleration (PGA)*.

## 1. Pendahuluan

Gelombang seismic merupakan rambatan energi yang terjadi karena adanya gangguan di dalam kerak bumi, misalnya adanya patahan, ledakan, dan runtuhannya. Energi gelombang seismic merambat keseluruh bagian bumi dan terekam oleh seismometer. Efek yang ditimbulkan oleh gangguan seismic ini antara lain bergeraknya patahan, bergeraknya lempeng, aktivitas gunungapi, dan sebagainya. Gejala tersebut dikenal sebagai gempa bumi. Gerakan tanah yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng-lempeng bumi dapat menimbulkan suatu kerusakan di permukaan bumi yang dinamakan bahaya kegempaan (*seismic hazard*). Kawasan rawan bencana merupakan kawasan yang memiliki karakteristik atau kondisi-kondisi tertentu yang menyebabkan ketidakmampuannya untuk meredam, mencegah, dan melakukan kesiapan untuk mengurangi dampak buruk dari bencana alam yang terjadi. Suatu kerusakan yang terjadi di permukaan bumi yang dapat dilihat disebut intensitas seismic, intensitas seismic ini menggunakan beberapa skala yang berbeda-beda salah

satunya adalah *Modified Mercalli Intensity (MMI)*, Skala ini menggunakan angka romawi I sampai XII.

Kabupaten Sukabumi terletak antara  $6^{\circ}57' - 7^{\circ}25'$  Lintang Selatan dan  $106^{\circ}49' - 107^{\circ}00'$  Bujur Timur. Luas wilayah kabupaten ini adalah berupa daratan seluas  $4.162 \text{ km}^2$  yang menjadikannya sebagai kabupaten terluas di Jawa Barat. Wilayah administrasi kabupaten Sukabumi terdiri dari 47 kecamatan. Jumlah penduduk kabupaten Sukabumi tahun 2017 sebanyak 2.453.498 jiwa yang terdiri atas 1.243.192 jiwa penduduk laki-laki dan 1.210.306 jiwa penduduk perempuan.

Kota Sukabumi mempunyai posisi geografis yang membentang diantara kaki gunung Pangrango dan gunung Gede dengan ketinggian 584 meter di atas permukaan air laut. Kota Sukabumi dikelilingi oleh kabupaten Sukabumi sehingga seluruh wilayahnya berbatasan langsung dengan kecamatan-kecamatan di kabupaten Sukabumi. Wilayah administrasi Kota Sukabumi terbagi atas 7 kecamatan. Kepadatan penduduk di Kota Sukabumi setiap 1 kilometer persegi wilayahnya dicerminkan oleh nilai rata-rata 6.745 jiwa.

Citamiang merupakan kecamatan terpadat penduduknya, dengan rata-rata perkilometer persegi dihuni oleh 12.298 jiwa.

Kondisi geologi Jawa Barat bagian selatan pada umumnya sangat berhubungan erat dengan kondisi geologi Sukabumi. Tumbukan dari lempeng Indo-Australia dan Eurasia di bagian selatan Jawa mengakibatkan timbulnya sesar aktif Cimandiri. Sesar Cimandiri yang memanjang dari Barat-Timur ini adalah sesar aktif di Sukabumi selatan yang belum sepenuhnya diketahui karakternya. Penelitian lapangan menyimpulkan bahwa sesar Cimandiri dapat dibagi menjadi lima segmen mulai dari Gandasoli sampai Pelabuhan Ratu. Sesar ini dipotong oleh beberapa sesar lain yang cukup besar seperti sesar Citarik, sesar Cicareuh, dan sesar Cicatih (Gaffar & Eddy, 2006).

Potensi kegempaan di daerah Sukabumi tergolong cukup besar. Gempa bumi dengan *magnitude* lebih dari 4 SR sering terjadi di daerah ini dan menimbulkan kerusakan yang cukup banyak. Gempa bumi yang telah terjadi antara lain pada tahun 1900, 2 November 1962 (5.4 SR), 10 Februari 1982 (5.5 SR), 12 Juli 2000 (5.1 SR) dan beberapa gempa yang sering terjadi pada tahun 2006. Zona sesar Cimandiri merupakan episenter gempa bumi di kabupaten dan Kota Sukabumi yang menjadikan sesar Cimandiri sebagai sesar aktif. (Heru, 2004).

Kepanikan yang terjadi ketika gempa bumi menyebabkan kegagalan saat melakukan upaya penyelamatan diri. Kehilangan keluarga, harta, dan rumah menjadi faktor yang menyebabkan masalah psikologis berupa depresi, keputusasaan, kesedihan, dan kebingungan (Diponegoro, 2006); (Suyono, 2006). Suatu sikap siaga bencana dapat berjalan dengan baik apabila masyarakat mampu mengenali lingkungannya sebagai daerah rawan bencana (Prihantoro, 2009). Perolehan data dari berbagai disiplin ilmu dapat digunakan untuk menghasilkan arahan mengenai penanggulangan bencana gempa bumi.

## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan data gempa bumi yang diperoleh dari *United States Geological Survey* (USGS) dari tahun 1990-2019. Parameter yang digunakan untuk memperoleh nilai *Peak Ground Acceleration* (*PGA*) menggunakan persamaan Donovan (Gabriella, dkk. 2015) antara lain *magnitude* (*Mb*) dan jarak hiposenter (*r*) seperti pada perumusan Donovan berikutini:

$$a = \frac{1080 \exp^{0.5M}}{(r+25)^{1.82}} \quad (1)$$

Software yang digunakan dalam melakukan pengolahannya yaitu: Microsoft Excel 2013<sup>®</sup>, Google Earth<sup>®</sup>, Surfer 14<sup>®</sup> dan Adobe Photoshop CS3<sup>®</sup>. Data-data yang digunakan antara lain: katalog gempa bumi wilayah kabupaten dan kota Sukabumi tahun 1990-2019 dengan rentang skala 0-10Mb dan kedalaman 0-100km, data jumlah kepadatan penduduk di setiap kecamatan di kabupaten Sukabumi dan kota Sukabumi tahun 2018 yang diperoleh dari katalog kabupaten Sukabumi dalam angka 2018 dan katalog kota Sukabumi dalam angka 2018 dan peta mentah yang diperoleh dari katalog kabupaten Sukabumi dalam angka 2018. Adapun perhitungan *PGA* dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut: Memilih katalog gempa dengan *magnitude* *Mb*, Menentukan jarak hiposenter, Menghitung nilai *PGA* menggunakan persamaan Donovan, Membuat peta kontur *PGA*, Menghitung nilai *AHP* di setiap daerah dengan nilai *PGA* yang tinggi berdasarkan peta yang telah dibuat.

Penentuan tingkat bahaya dan kerentanan bencana gempa bumi berdasarkan faktor-faktor berikut: Faktor bahaya (*hazard*) dengan indikator nilai percepatan tanah (*PGA*), dan Faktor kerentanan (*vulner ability*) dengan indikator kepadatan penduduk Menggunakan Analisis *Analytic Hierarchy Process* (*AHP*).

## 3. Hasil dan pembahasan

Jarak hiposenter gempa digunakan sebagai titik acuan dalam menyelesaikan perhitungan *PGA* menggunakan persamaan Donovan. Berdasarkan nilai *Dmin* pada katalog gempa bumi yang diperoleh dari

USGS diambil tiga buah nilai  $dmin$  yaitu pada koordinat sebagai berikut :

A.(-7.4469, 106.841)  $dmin = 0.972$ .

B.(-6.9974, 106.7289)  $dmin = 0.896$ .

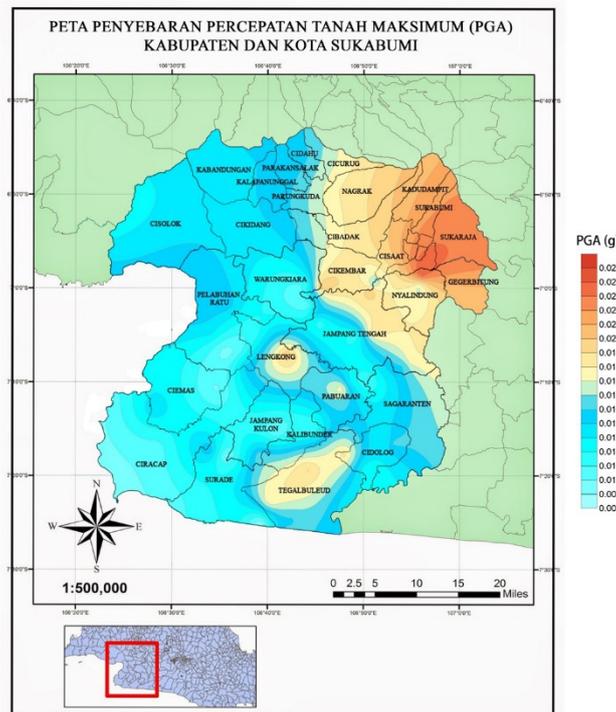
C.(-7.3174, 106.8318)  $dmin = 0.918$ .

Sehingga diperoleh koordinat titik acuan menggunakan metode lingkaran yang

berisikan yaitu(-6.848369, 107.627903). Tabel 1 menampilkan nilai  $PGA$  yang diperoleh menggunakan persamaan Donovan.

**Tabel 1.** Nilai  $PGA$  di masing-masing koordinat gempa bumi yang terjadi di kabupaten dan kota Sukabumi berdasarkan data gempa tahun 2004-2019 (1-37) dan 1990-2003 (38-74).

1	time	Lintang	Bujur	mag	magType	PGA (gal)	PGA (g)	PGA (m/s <sup>2</sup> )
2	2018-08-17T17:22:04.650Z	-7.4091	106.616	4.5	mb	11.8583	0.01209	0.11858
3	2018-02-18T04:40:11.630Z	-7.2558	106.487	4.4	mb	11.5503	0.01177	0.1155
4	2017-12-15T16:04:36.610Z	-7.1171	106.591	4	mb	9.13187	0.00931	0.09132
5	2017-10-11T16:30:37.110Z	-7.1109	106.614	4.3	mb	10.1892	0.01039	0.10189
6	2017-03-06T20:11:12.000Z	-7.1371	106.896	4.3	mb	14.8457	0.01513	0.14846
7	2017-01-12T19:45:01.130Z	-7.4129	106.932	4.5	mb	12.5336	0.01278	0.12534
8	2016-09-29T12:22:40.620Z	-7.3174	106.832	4.3	mb	11.9345	0.01217	0.11934
9	2016-08-28T06:47:35.520Z	-6.9974	106.729	4.3	mb	11.0645	0.01128	0.11065
10	2016-03-05T15:18:27.540Z	-7.1683	106.805	4.3	mb	12.4825	0.01272	0.12482
11	2016-01-15T09:05:46.660Z	-7.2528	106.677	4.2	mb	9.64497	0.00983	0.09645
12	2016-01-06T13:09:07.080Z	-7.2792	106.475	4.5	mb	10.4181	0.01062	0.10418
13	2015-10-31T18:46:16.370Z	-7.4469	106.841	4.5	mb	14.5556	0.01484	0.14556
14	2014-12-26T14:08:38.210Z	-7.2683	106.867	4.3	mb	12.6027	0.01285	0.12603
15	2014-09-24T09:30:10.010Z	-7.1477	106.867	4.4	mb	13.7323	0.014	0.13732
16	2014-05-13T23:15:17.910Z	-7.0645	106.752	4.2	mb	11.1666	0.01138	0.11167
17	2012-11-10T06:05:27.190Z	-7.373	106.666	5.1	mb	17.6753	0.01802	0.17675
18	2012-04-28T14:31:04.020Z	-7.085	106.638	4.3	mb	10.9286	0.01114	0.10929
19	2012-03-07T15:33:54.610Z	-7.083	106.565	4.6	mb	13.0396	0.01329	0.1304
20	2012-02-29T13:28:14.870Z	-7.285	106.564	4.8	mb	14.6931	0.01498	0.14693
21	2011-08-21T16:54:21.330Z	-7.13	106.906	4.8	mb	17.297	0.01763	0.17297
22	2011-07-24T08:23:36.380Z	-7.197	106.458	5	mwc	14.7376	0.01502	0.14738
23	2011-03-20T01:20:16.080Z	-7.47	106.97	4.8	mb	16.4286	0.01675	0.16429
24	2010-04-06T05:08:05.850Z	-7.382	106.491	4.3	mb	10.0737	0.01027	0.10074
25	2009-10-24T03:09:46.710Z	-7.055	106.498	4.7	mb	14.7998	0.01509	0.148
26	2008-11-15T13:00:48.030Z	-7.193	106.641	4.5	mb	13.1704	0.01343	0.1317
27	2008-10-11T04:24:13.710Z	-6.775	106.716	4.1	mb	14.0512	0.01432	0.14051
28	2008-03-03T23:34:44.310Z	-7.081	106.842	4.6	mb	18.0869	0.01844	0.18087
29	2008-02-28T00:30:12.760Z	-7.05	106.746	4.2	mb	14.1543	0.01443	0.14154
30	2007-10-20T05:50:16.890Z	-7.142	106.624	4.4	mb	14.1471	0.01442	0.14147
31	2007-07-18T21:35:31.250Z	-7.181	106.369	4.4	mb	9.00207	0.00918	0.09002
32	2006-10-30T01:00:28.450Z	-7.001	106.754	4.7	mb	19.5726	0.01995	0.19573
33	2006-09-19T10:08:31.620Z	-7.147	106.74	4.4	mb	15.1155	0.01541	0.15115
34	2006-07-17T23:00:44.440Z	-7.431	106.36	4.2	mb	9.15912	0.00934	0.09159
35	2006-03-16T05:43:09.700Z	-7.366	106.72	5	mwc	18.8568	0.01922	0.18857
36	2005-04-15T03:46:19.610Z	-7.427	106.965	4.7	mb	16.1831	0.0165	0.16183
37	2004-02-08T17:17:23.540Z	-7.194	106.597	4.3	mb	10.8188	0.01103	0.10819
1	time	Lintang	Bujur	mag	magType	PGA (gal)	PGA (g)	PGA (m/s <sup>2</sup> )
38	2003-12-22T18:02:50.120Z	-6.83	106.36	4.4	mb	9.13971	0.00932	0.0914
39	2003-07-27T12:08:01.500Z	-6.795	106.4	4.6	mb	12.7397	0.01299	0.1274
40	2003-01-23T07:21:22.350Z	-6.835	106.774	4.5	mb	17.4565	0.01779	0.17456
41	2003-01-20T20:19:21.450Z	-7.216	106.466	4.7	mb	13.5057	0.01377	0.13506
42	2002-07-08T15:05:38.430Z	-6.85	106.331	4.8	mb	11.4472	0.01167	0.11447
43	2002-04-05T08:59:46.800Z	-7.179	106.575	4.3	mb	9.602	0.00979	0.09602
44	2002-01-26T07:03:53.740Z	-6.883	106.869	4.5	mb	19.4286	0.0198	0.19429
45	2001-12-06T22:59:39.370Z	-7.137	106.479	4.5	mb	12.5843	0.01283	0.12584
46	2001-03-16T15:59:39.840Z	-7.008	106.84	4.6	mb	19.3943	0.01977	0.19394
47	2001-03-03T06:08:44.650Z	-6.783	106.341	5	mb	14.2468	0.01452	0.14247
48	2000-10-18T18:00:51.000Z	-7.449	106.623	4.5	mb	12.7173	0.01296	0.12717
49	2000-08-28T21:00:23.130Z	-7.294	106.591	3.8	mb	9.31502	0.0095	0.09315
50	2000-06-05T17:43:24.020Z	-7.359	106.664	5.1	mwc	18.4688	0.01883	0.18469
51	2000-02-15T09:27:26.810Z	-7.246	106.741	4.2	mb	10.7507	0.01096	0.10751
52	1999-07-22T17:25:07.720Z	-6.982	106.926	4.8	mb	23.8006	0.02426	0.23801
53	1999-02-28T20:22:44.670Z	-7.036	106.732	4.2	mb	10.2545	0.01045	0.10255
54	1998-07-22T11:01:07.390Z	-7	106.843	4.8	mb	15.5437	0.01584	0.15544
55	1998-03-22T03:12:44.910Z	-7.002	106.923	4.9	mb	16.3752	0.01669	0.16375
56	1998-01-07T21:50:07.250Z	-7.291	106.647	4.9	mb	15.0989	0.01539	0.15099
57	1997-11-14T23:29:12.200Z	-7.271	106.877	4.6	mb	14.9678	0.01526	0.14968
58	1997-11-13T02:55:38.780Z	-7.382	106.802	4.5	mb	12.5914	0.01284	0.12591
59	1997-08-30T04:15:55.510Z	-7.403	106.702	4.6	mb	14.5149	0.0148	0.14515
60	1997-08-05T14:29:38.310Z	-7.168	106.837	4.1	mb	10.7628	0.01097	0.10763
61	1997-02-10T05:00:21.270Z	-7.178	106.79	4.6	mb	17.3849	0.01772	0.17385
62	1996-05-07T09:23:00.530Z	-7.035	106.595	4.5	mb	14.2182	0.01449	0.14218
63	1995-10-31T12:59:54.560Z	-7.413	106.65	3.8	mb	8.39639	0.00856	0.08396
64	1995-09-05T02:32:38.420Z	-7.33	106.768	4.7	mb	16.7111	0.01703	0.16711
65	1995-03-04T06:12:50.700Z	-7.457	106.65	4.7	mb	13.6701	0.01393	0.1367
66	1995-01-12T14:37:43.550Z	-7.199	106.587	5.2	mw	16.5752	0.0169	0.16575
67	1993-03-15T04:15:35.550Z	-7.292	106.796	5.1	mb	18.0959	0.01845	0.18096
68	1992-07-11T02:25:55.050Z	-7.35	106.656	4.9	mb	16.6187	0.01694	0.16619
69	1991-01-30T11:17:02.900Z	-7.317	106.729	5	mb	18.8664	0.01923	0.18866
70	1990-11-04T15:41:38.390Z	-7.088	106.815	4.2	mb	11.483	0.01171	0.11483
71	1990-10-01T11:50:56.050Z	-7.072	106.494	4.7	mb	13.4929	0.01375	0.13493
72	1990-08-31T03:24:31.560Z	-6.984	106.37	4.9	mb	14.2763	0.01455	0.14276
73	1990-06-03T03:50:34.710Z	-7.424	106.688	4.7	mb	14.9005	0.01519	0.14901
74	1990-04-13T14:17:04.030Z	-7.12	106.695	5	mb	19.6815	0.02006	0.19682



**Gambar 1.** Peta penyebaran nilai *PGA* di kabupaten dan kota Sukabumi berdasarkan katalog gempa 1990-2019.

Daerah yang paling berisiko mengalami dampak kerusakan terbesar akibat gempa bumi sudah diperoleh melalui nilai *PGA* terbesar pada peta yaitu di daerah kota Sukabumi, kecamatan Lengkong, Tegal Buleud, Pabuaran, Nagrak, Cibadak, Cikembar, Cisaat, Kadudampit, Sukabumi, Sukaraja, Nyalindung, dan Gegerbitung. Namun data pendukung yang berasal dari variabel lain dapat ditambahkan untuk

memperkuat analisa, metode *AHP* dapat digunakan untuk memperkuat analisis tersebut.

Data yang diperlukan antara lain: jumlah penduduk usia rentan balita (jiwa), jumlah penduduk wanita, dan jumlah penduduk penyandang cacat. Tabel 3 memberikan nilai *AHP* di masing-masing daerah.

**Tabel 3.** Skor *AHP* disetiap daerah dengan nilai *PGA* tertinggi.

Kabupaten Sukabumi	Jumlah penduduk wanita	SKOR	Jumlah Balita	SKOR	Jumlah penyandang cacat	Skor	Rata-Rata Skor
Lengkong	15624	2	521	1	0	1	1.3
TegalBuleud	16698	2	693	1	0	1	1.3
Pabuaran	19187	2	878	1	0	1	1.3
Nagrak	40485	4	1562	1	0	1	2
Cibadak	55507	5	2479	2	134	5	4
Cikembar	43417	4	1588	1	0	1	2
Cisaat	59476	5	1715	1	0	1	2.3
Kadudampit	26044	3	797	1	0	1	1.6
Sukabumi	23909	3	851	1	0	1	1.6
Sukaraja	41730	4	1297	1	0	1	2
Nyalindung	23435	3	827	1	0	1	1.6
Gegerbitung	19147	2	726	1	0	1	1.3
Kota Sukabumi	Jumlah penduduk wanita	SKOR	Jumlah Balita	SKOR	Jumlah penyandang cacat	Skor	Rata-Rata Skor
Baros	16102	2	2664	2	72	5	3
LemburSitu	18626	2	3527	2	35	4	2.6
Cibereum	20987	2	4344	3	22	3	2.6
Citamiang	24663	3	4384	3	48	5	3.6
Warudoyong	26807	3	4969	3	24	3	3
Gunung Puyuh	23586	3	4368	3	33	4	3.3
Cikole	29127	3	4736	3	46	5	3.6

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, maka dapat disimpulkan bahwa daerah dengan potensi kerusakan tertinggi di kabupaten dan kota Sukabumi menurut nilai *PGA* dan analisis *AHP* adalah di kota Sukabumi tepatnya di kecamatan Citamiang dan Cikole (nilai *PGA* (0.019–0.025) g) (skala MMI IV) dan skor *AHP* 3.6 dan di kabupaten Sukabumi yaitu di kecamatan Cibadak dan Cisaat dengan nilai *PGA* yaitu (0.019–0.022) g (skala MMI IV) dan skor *AHP* berturut-turut 4.0 dan 2.3.

Sedangkan Untuk daerah dengan potensi kerusakan terendah di kabupaten dan kota Sukabumi antara lain di daerah barat daya kabupaten Sukabumi dengan nilai *PGA* yang kecil berkisar (0.008-0.013) g. Daerah dengan penyebaran *PGA* terkecil mencakup seluruh wilayahnya ada di kecamatan Ciracap dan Ciemas yang memiliki nilai *PGA* hanya 0,008g (Skala MMI I). Selain itu potensi kerusakan terendah lainnya berada di daerah Barat Laut kabupaten Sukabumi yakni di kecamatan Kابدungan, Cisolak, Cikidang, dan Warung Kiara dengan nilai *PGA* (0.008-0.013) g (skala MMI I-II).

#### Daftar pustaka

- Desmonda, dkk. 2014. Penentuan Zona Kerentanan Bencana Gempa Bumi Tektonik di Kabupaten Malang Wilayah Selatan. *Jurnal Teknik Pomits*, 3, (2).
- Gabriella, K. C., dkk. 2015. Analisis Percepatan Tanah Maksimum dengan Menggunakan Rumusan Esteva dan Donovan. *Jurnal Ilmiah Sains*, 15, (2).
- Gaffar, & Eddy Z. 2006. Deformasi Kerak Bumi Segmen-Segmen Sesar Cimandiri [Prosiding] Bandung (ID): Pusat Penelitian Geoteknolog LIPI.
- Gunawan, Y. D. 2018. Kabupaten Sukabumi Dalam Angka 2018. BPS Kabupaten Sukabumi/BPS-Statistics of Sukabumi Regency. Nomor: 32026.1802.
- Haryanto, & Iyan. 2017. Tektonik Sesar Cimandiri, Provinsi Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*, 15, (3). 255–274.
- Lunga, & Sarlina. 2016. Penentuan dan Pemetaan Nilai Percepatan Tanah Maksimum, Indeks Kerentanan Seismik dan Ground Shear Strain di Wilayah Kota Jayapura Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor [Tesis] Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh November.
- Malik, Yakub. Deskripsi Singkat Kondisi Geologi Lingkungan Sukabumi Selatan (Pembekalan Untuk PKL 2006). [PDF] Bandung [ID]: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Mayasyafa, dkk. Tanpa Tahun. Analisis Terhadap Percepatan Tanah Maksimum Gempabumi Provinsi Jawa Timur Dengan Metode Mc. Guirre R.K. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Brawijaya.
- Muhamad, M. 2010. Penentuan Karakteristik Sesar Cimandiri Segmen Pelabuhan Ratu-Citarik dengan Metode Magnet Bumi [Skripsi] Bandung (ID): Universitas Islam Negeri Jakarta.
- R, Ni Made, *et al.* 2017. Analisa Tingkat Bahaya dan Kerentanan Bencana Gempa Bumi di Wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT). *Buletin Fisika.*, 18, (1).
- Raharjo, & Sugeng. 2015. Penentuan Sesar Aktif Berdasarkan Data Geodetik dan Interpretasi Geologi Sekitar Sungai Cimandiri Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan X*. Nomor: ISBN 978-602-8206-67-9.
- Rakhman, N., dkk. 2006. Studi Kasus Gempa Bumi Yogyakarta 2006: Pemberdaya Kearifan Lokal Sebagai Modal Masyarakat Tangguh Menghadapi Bencana, *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST) Periode III Yogyakarta, 3 November 2012*.
- Rampangilei, dkk. Tanpa Tahun. *RBI* (Resiko Bencana Indonesia) [Buku] BNPB-Badan Nasional Penanggulangan Bencana
- Saman. Statistik Daerah Kota Sukabumi 2018. *Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi*. Nomor: 1101002.3272.
- Santoso. Edi, Widiyantoro. Sri, S. I Nyoman.

2011. Studi Hazard Seismik dan Hubungannya dengan Intensitas Seismik di Pulau Sumatra dan Sekitarnya. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12, (2).
- Shake Map Scientific Background. Rapid Instrumental Intensity Maps. Earthquake Hazards Program. U. S. Geological Survey. Archived from the original on 23 June 2011. Retrieved 22 March 2011.
- Sulistiawan, Hendri. 2016. Analisis Seismik Hazard Berdasarkan Data Peak Ground Acceleration (PGA) Dan Kerentanan Gempa Menggunakan Metode Mikroseismik Di Daerah Kampus Unnes Sekaran, Gunungpati, Kota Semarang. [Skripsi] Semarang [ID] Universitas Negeri Semarang.
- Tandobala, & Linda. 2011. Pemahaman Tentang Kondisi Rawan Bencana dan Tinjauan Terhadap Kebijakan dan Peraturan Terkait. *Jurnal Sabua*, 3,(1), 58-63.
- Ulfiana, dkk. 2018. Analisis Pendekatan Empiris PGA (Peak Ground Acceleration) Pulau Bali Menggunakan Metode Donovan, Mc. Guirre, Dan M.V. Mickey. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 2, (2), 87-93.