DEAGREGASI BENCANA GEMPA BANJARMASIN DAN PERBANDINGAN KURVA HAZARD DENGAN SUMBER GEMPA SESAR

Tirsa Fajrin Mochtar¹⁾, Nurul Puteri Matdoan²⁾,
Della Natasya Putri³⁾, Imam Trianggoro Saputro⁴⁾

1),2),3),4) Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong
Email : ctirsactirsa@gmail.com

ABSTRAK

Kota Banjarmasin adalah ibu kota provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia. Banjarmasin yang dijuluki Kota Seribu Sungai ini memiliki wilayah seluas 98,46 km² yang wilayahnya merupakan delta atau kepulauan yang terdiri dari sekitar 25 buah pulau kecil (delta) yang dipisahkan oleh sungai-sungai di antaranya pulau Tatas, pulau Kelayan, pulau Rantau Keliling, pulau Insan dan lain-lain.[4] Berdasarkan data BPS Kota Banjarmasin tahun 2016, Banjarmasin memiliki penduduk sebanyak 675.440 jiwa dengan kepadatan 9.381 jiwa per km². [5] Wilayah metropolitan Banjarmasin yaitu Banjar Bakulamemiliki penduduk sekitar 1,9 juta jiwa. Kota Banjarmasin terletak pada 3°15' sampai 3°22' Lintang Selatan dan 114°32' Bujur Timur, ketinggian tanah asli berada pada 0,16 m di bawah permukaan laut dan hampir seluruh wilayah digenangi air pada saat pasang. Kota Banjarmasin berlokasi daerah kuala sungai Martapura yang bermuara pada sisi timur Sungai Barito. Letak Kota Banjarmasin nyaris di tengah-tengah Indonesia, kota Banjarmasin Dari seluruh catatan Indeks Resiko Bencana yang disusun BNPB, Ibu Kota Provinsi Banjarmasin memiliki risiko bencana gempa bumi. Sebanyak 55,88 persen (19 kota/kab.) memiliki risiko tinggi gempa bumi, dan 44,12 persen risikonya tingkat sedang. Kota Banjarmasin beriklim sabana tropis di mana angin muson barat bertiup dari Benua Asia melewati Samudera Hindia menimbulkan musim hujan, sedangkan angin dari Benua Australia adalah angin kering yang berakibat adanya musim kemarau. Curah hujan yang turun rata-rata per tahunnya kurang lebih 2.400 mm dengan fluktuasi tahunan berkisar antara 1.600-3.500 mm, jumlah hari hujan dalam setahun kurang lebih 150 hari dengan suhu udara yang sedikit bervariasi, sekitar 26 °C. Kota Banjarmasin termasuk wilayah yang beriklim tropis. Angin Muson dari arah Barat yang bertiup akibat **tekanan** tinggi di daratan Benua Asia melewati Samudera Hindia menyebabkan terjadinya musim hujan.

Kata Kunci : Deagregasi bencana gempa, Banjarmasin

PENDAHULUAN

Kota Banjarmasin adalah ibu kota provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia. Banjarmasin yang dijuluki Kota Seribu Sungai ini memiliki wilayah seluas 98,46 km² yang wilayahnya merupakan delta atau kepulauan yang terdiri dari sekitar 25 buah pulau kecil (delta) yang dipisahkan oleh sungai-sungai di antaranya pulau Tatas, pulau Kelayan, pulau Rantau Keliling, pulau Insan

dan lain-lain.[4] Berdasarkan data BPS Kota Banjarmasin tahun 2016, Banjarmasin memiliki penduduk sebanyak 675.440 jiwa dengan kepadatan 9.381 jiwa per km². [5] Wilayah metropolitan Banjarmasin yaitu Banjar Bakulamemiliki penduduk sekitar 1,9 juta jiwa. Kota Banjarmasin terletak pada 3°15' sampai 3°22' Lintang Selatan dan 114°32' Bujur Timur, ketinggian tanah asli berada pada 0,16 m di bawah permukaan laut dan hampir seluruh wilayah digenangi air pada saat pasang. Kota Banjarmasin berlokasi daerah kuala sungai Martapura yang bermuara pada sisi timur Sungai Barito. Letak Kota Banjarmasin nyaris di tengah-tengah Indonesia , kota Banjarmasin Dari seluruh catatan Indeks Resiko Bencana yang disusun BNPB, Ibu Kota Provinsi Banjarmasin memiliki risiko bencana gempa bumi. Sebanyak 55,88 persen (19 kota/kab.) memiliki risiko tinggi gempa bumi, dan 44,12 persen risikonya tingkat sedang. Kota Banjarmasin beriklim sabana tropis di mana angin muson barat bertiup dari Benua Asia melewati Samudera Hindia menimbulkan musim hujan, sedangkan angin dari Benua Australia adalah angin kering yang berakibat adanya musim kemarau. Curah hujan yang turun rata-rata per tahunnya kurang lebih 2.400 mm dengan fluktuasi tahunan berkisar antara 1.600-3.500 mm, jumlah hari hujan dalam setahun kurang lebih 150 hari dengan suhu udara yang sedikit bervariasi, sekitar 26 °C. Kota Banjarmasin termasuk wilayah yang beriklim tropis. Angin Muson dari arah Barat yang bertiup akibat **tekanan** tinggi di daratan Benua Asia melewati Samudera Hindia menyebabkan terjadinya musim hujan. sedangkan tekanan tinggi di Benua Australia yang bertiup dari arah Timur adalah angin kering pada musim kemarau. Hujan lokal turun pada musim penghujan, yaitu pada bulan-bulan November–April. Dalam musim kemarau sering terjadi masa kering yang panjang. Curah hujan tahunan rata-rata sampai 2.628 mm dari hujan per tahun 156 hari. Suhu udara rata-rata sekitar 25 °C - 38 °C dengan sedikit variasi musiman. Fluktuasi suhu harian berkisar antara 74-91%, sedangkan pada musim kemarau kelembabannya rendah, yaitu sekitar 52% yang terjadi pada bulan-bulan Agustus,

Gambar . sketsa tektonik Banjarmasin

Gambar . (a) Sketsa elevasi peta digital banjarmasin dan (b) detail peta Banjarmasin dan sekitarnya, data percepatan tanah masih sangat sedikit, sehingga pada umumnya dalam analisis menggunakan data percepatan tanah (ground acceleration) dari wilayah lain, bahkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1726-2002 di rekomendasikan menggunakan empat buah akselerogram dari empat gempa yang berbeda, salah satunya harus diambil dari data gempa Elcentro 1940 komponen N-S (Irsyam dkk.,2008). Pemakaian data percepatan tanah (*ground acceleration*) dari wilayah atau negara lain belum tentu sesuai diterapkan untuk semua wilayah di Indonesia. Data percepatan tanah memegang peranan yang penting untuk mendapatkan hasil analisis dinamik yang akurat. Oleh karena itulah, pemilihan data percepatan tanah ini harus sesuai dengan kondisi geologi, seismologi, dan target parameter pergerakan batuan dasar seperti percepatan gempa maksimum, kandungan frekuensi dan durasi (Irsyam dkk.,2008). Mengingat parameter percepatan tanah dan respons spektra memegang peranan penting dalam penyusunan peraturan kegempaan, maka penelitian percepatan tanah dan respons spektra yang sesuai untuk Kota Banjarmasin menjadi sangat penting untuk dilakukan. Penelitian tentang rekomendasi percepatan tanah untuk Kota Banjarmasin pernah dilakukan oleh Teguh dan Purwono (2011), namun masih sebatas desain percepatan tanah pada batuan dasar dengan periode ulang gempa 500 tahun. Peraturan gempa modern saat ini sudah mengacu pada penggunaan periode ulang

gempa 2.500 tahun, sehingga rekomendasi percepatan tanah untuk Kota Banjarmasin dengan periode ulang gempa 500 tahun perlu ditinjau kembali. Dalam penelitian sebelumnya Sunardi (2013) telah menentukan percepatan tanah yang sesuai untuk Kota Banjarmasin yang mengacu pada periode ulang gempa 2.500 tahun. Penelitian ini melengkapi penelitian sebelumnya dengan menekankan penggunaan teknik spectral matching menggunakan algoritma wavelet (Abrahamson,1992; Hancockdkk.,2006).

1. PEMBAHASAN

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam *Seismic Hazard Assessment* untuk membuat prediksi kejadian gempa di masa yang akan datang (gempa rencana). Metode-metode itu diantaranya adalah *The Gumbel Type I method*, *The Line Source Method*, *The Total Probability Area Method* dan *The EQ Occurrence Distributed*.

Pada tugas kali ini, *Seismic Hazard Assessment* menggunakan *The Line Source Method* untuk membuat *Hazardcurve* yang dapat memperkirakan kejadian gempa di **Kota Banjarmasin**. Rumus Atenuasi yang digunakan adalah atenuasi **Donofan (1973)**, **Campbell (1990)**, **Campbell (1993)**, dan **Alfaro (1990)**. Kota Banjarmasin terletak pada 3°15' sampai 3°22' Lintang Selatan dan 114°32' Bujur Timur,

1. Metode

Refensi dalam penelitian ini mengikuti Azmi, Rafiqul (2017) dan Firmansyah(1999), Untuk urutan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi koordinat kota Banjarmasin.
- b. Menganalisis jarak maks. 100 km dari titik episenter gempa bumi.
- c. Membuat kurva hazard hasil dari analisis.
- d. Kesimpulan

2. Menghitung Fungsi Atenuasi

Pada analisis resiko gempa apabila lokasi yang ditinjau (*site interest*) tidak mempunyai data rekaman gempa, maka untuk memperkirakan besarnya percepatan maksimum tanah digunakan fungsi atenuasi. Yang dimaksud dengan fungsi atenuasi adalah suatu fungsi yang menggambarkan korelasi antara intensitas (i) gerakan tanah setempat, magnitude (M) dan jarak (R) dari sumber titik dalam daerah sumber gempa. Memperkirakan fungsi atenuasi untuk gerakan tanah akibat gempa telah menjadi subjek yang menarik dalam penelitian bidang kegempaan. Fungsi atenuasi merupakan alat yang penting dalam mengaplikasikan resiko

kegempaan dalam perencanaan bangunan tahan gempa. Faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi atenuasi adalah :

1. Mekanisme Gempa
2. Jarak Episenter
3. Kondisi Tanah Lokal

Fungsi Atenuasi CAMPBELL (1993)

Rumus Atenuasi Campbell:

$$\ln Y = -3,15 + 0,683M - \ln(R^2 + (0,0586 \cdot e^{(0,683M)^2})^{0,5}) - (0,015 - 0,000995)R + 0,27 \cdot F + (-0,105 \ln(R))S, \text{ rock } S=1, F=1 \text{ unt. reverse}$$

Perhitungan :

Menggunakan :

M	= 6
R	= 15 Km
F	= 1
S	= 1

$$\ln Y = -3.15 + 0.683M - \ln(R^2 + (0.0586 \cdot e^{(0.683M)^2})^{0.5}) - (0.015 - 0.000995)R + 0.27 \cdot F + (-0.105 \ln(R))S$$

Tabel 1.1. Contoh Hasil Perhitungan Atenuasi Campbell

NO	R	Y
1	-0.0956	0.908823
2	-0.28304	0.753487
3	-0.4723	0.623566
4	-0.65771	0.518038
5	-0.83256	0.434935
6	-0.99446	0.369923
7	-1.14349	0.318704
8	-1.28072	0.277837
9	-1.40748	0.244759
10	-1.52509	0.217602
11	-1.63471	0.195009
12	-1.73735	0.175986
13	-1.83388	0.159792
14	-1.92503	0.145872
15	-2.01141	0.133801
16	-2.09354	0.12325
17	-2.17188	0.113963
18	-2.24681	0.105736
19	-2.31866	0.098406
20	-2.38771	0.091839
21	-2.45423	0.08593
22	-2.51841	0.080587
23	-2.58047	0.075738
24	-2.64056	0.071321
25	-2.69885	0.067283
100	-5.27184	0.005134

Fungsi Atenuasi CAMPBELL (1990)

Rumus Atenuasi Campbell:

$$\ln Y = -2,245 + 1,09 \cdot M - 1,89 \cdot \ln(R + 0,361 \cdot e^{0,576 \cdot M}) + 0,218 \cdot F$$

F = 0 untuk strike-slip dan F = 1 untuk reverse

Perhitungan :

Menggunakan : E = 2.718282

M = 6

R = 15 Km

$$\ln Y = -2.245 + 1.09 \cdot M - 1.89 \cdot \ln(R + 0.361 \cdot e^{0.576 \cdot M}) + 0.218 \cdot F$$

Tabel 1.2. Contoh Hasil Perhitungan Atenuasi Campbell (1990)

NO	R	Y
1	1.527516	0.423643
2	1.173419	0.159922
3	0.875311	-0.13318
4	0.617879	-0.48146
5	0.391346	-0.93816
6	0.189081	-1.66558
7	0.006385	-5.05376
8	-0.1602	-1.83135
9	-0.31328	-1.16066
10	-0.45488	-0.78771
11	-0.58662	-0.53338
12	-0.70976	-0.34283
13	-0.82537	-0.19192
14	-0.93432	-0.06794
15	-1.03732	0.036642
16	-1.135	0.126635
17	-1.22788	0.20529
18	-1.31641	0.274908
19	-1.40098	0.337169
20	-1.48192	0.393338
21	-1.55954	0.44439
22	-1.63409	0.491089
23	-1.70582	0.534047
24	-1.77493	0.573759
25	-1.84159	0.61063
100	-4.26223	1.449792

Fungsi Atenuasi DANOVA (1973)

Rumus Atenuasi Donavan:

$$Y = 1080 \cdot e^{0.5 \cdot M} (R+25)^{-1.32}$$

Perhitungan :

Menggunakan : E = 2.718282

 M = 6

 R = 15 Km

$$\text{Log } Y = 1080 \cdot e^{(0.5 \cdot M)} \cdot (R+25)^{-2}$$

Tabel 1.3. Contoh Hasil Perhitungan Atenuasi Donavan (1973)

NO	R	Y
1	32.08932	3.468523
2	29.75635	3.393043
3	27.66885	3.320307
4	25.79356	3.250125
5	24.10264	3.182322
6	22.57272	3.116742
7	21.18396	3.053245
8	19.91954	2.991701
9	18.76503	2.931995
10	17.70807	2.87402
11	16.73795	2.817678
12	15.84542	2.76288
13	15.02242	2.709544
14	14.26192	2.657593
15	13.55774	2.606957
16	12.90445	2.557572
17	12.29727	2.509377
18	11.73195	2.462316
19	11.20474	2.416337
20	10.71229	2.371391
21	10.2516	2.327434
22	9.82	2.284421
23	9.415095	2.242314
24	9.034727	2.201076
25	8.676952	2.16067
100	1.388312	0.328089

Fungsi Atenuasi ALFARO (1990)

Rumus Atenuasi Donavan: $\text{Log } Y = -1.116 + 0.312 \cdot M_s - \log(R^2 + 7.9^2)^{0.5}$

Perhitungan :

Menggunakan : $E = 2.718282$

$M = 6$

$R = 15 \text{ Km}$

$$\log Y = -1.116 + 0.312 \cdot M_s - \log(R^2 + 7.9^2)^{0.5}$$

NO	R	Y
1	-0.58644	-0.23177
2	-0.5939	-0.22629
3	-0.60553	-0.21787
4	-0.62036	-0.20736
5	-0.6374	-0.19559
6	-0.65575	-0.18326
7	-0.67471	-0.17088
8	-0.69375	-0.1588
9	-0.71253	-0.1472
10	-0.73081	-0.13619
11	-0.74847	-0.12583
12	-0.76542	-0.1161
13	-0.78165	-0.10699
14	-0.79716	-0.09845
15	-0.81196	-0.09046
16	-0.82608	-0.08298
17	-0.83956	-0.07595
18	-0.85243	-0.06934
19	-0.86473	-0.06312
20	-0.87649	-0.05725
21	-0.88775	-0.05171
22	-0.89854	-0.04646
23	-0.9089	-0.04148
24	-0.91884	-0.03676
25	-0.9284	-0.03226
100	-0.58387	-0.23368

Perbandingan Fungsi-Fungsi Atenuasi

Setelah melakukan analisis dengan menggunakan fungsi atenuasi **Donofan (1973)**, **Campbell (1990)**, **Campbell (1993)**, dan **Alfaro (1990)**. di atas maka diperoleh hasil kurva hazard seperti yang tersaji pada **Gambar** berikut ini.

- Series 1 (Alfaro)
- Series 2 (donofan)
- Series 3 (Campbell 1990)
- Series (Campbell 1993)

Berdasarkan hasil Gambar di atas menunjukkan besarnya nilai percepatan tanah (*ground acceleration*) akan meningkat seiring dengan besarnya jarak yang diperhitungkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kurva hazard menunjukkan nilai terbesar pada saat menggunakan fungsi atenuasi donofan. , sedangkan nilai terkecil pada kurva hazard terjadi pada saat menggunakan fungsi atenuasi Alfaro (1990) . Kurva hazard ini dapat digunakan dalam menentukan besarnya percepatan tanah di daerah kota Banjarmasin yang disebabkan oleh sumber gempa sesar opak. Hal ini juga dapat dianggap sebagai langkah mitigasi. Upaya mitigasi perlu dilakukan untuk mengidentifikasi bencana yang akan terjadi dikemudian hari dengan mengambil langkah antisipasi. Hal ini dilakukan dalam rangka untuk mengurangi resiko yang ditimbulkan sehingga tingkat kerugian dan korban yang berjatuh dapat di minimalisir.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Besarnya nilai percepatan tanah (*ground acceleration*) akan meningkat seiring dengan besarnya nilai jarak yang diperhitungkan.
2. Kurva hazard pada daerah kota Banjarmasin akibat sesar akan menunjukkan nilai terbesar pada saat menggunakan fungsi atenuasi donofa.
3. Kurva hazard pada daerah Banjarmasin akibat sesar akan menunjukkan nilai terkecil pada saat menggunakan fungsi atenuasi alfaro 1990.

6. Daftar pustaka

1. <https://www.scribd.com/doc/30209733/perhitungan-pembebanan-gempa>
2. <http://www.scribd.com/doc/232424738/PetaSpektra-Hazard-Indonesia-DenganMenggunakanModel-Gridded-Seismicity-Untuk-Sumber-GempaBackground>
3. Irsyam, M., Sengara I.W., Adiamar, F., dan Ridwan,M., 2014. Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi PetaGempa Indonesia. [http://www.prevention web.net/files/14654_AIFDR. Pdf.](http://www.prevention web.net/files/14654_AIFDR.Pdf)