

PERKIRAAN BAHAYA SEISMIK SECARA DETERMINISTIK SEBAGAI KAJIAN PERENCANAAN INFRASTRUKTUR DI KOTA JAYAPURA

STEVEN Y.Y. MANTIRI¹ DAN EGO S. SINAGA²

^{1, 2)} Program Studi Geofisika FMIPA Universitas Cenderawasih Jayapura

¹⁾ Email: svenlly@gmail.com

²⁾ Email: srivajawati@ymail.com

ABSTRAK

Penelitian tentang perkiraan bahaya seismik untuk pengkajian sistem gempa bumi berupa percepatan tanah maksimum secara deterministik dilakukan untuk wilayah Kota Jayapura. Perkiraan ini sebagai pengkajian perencanaan infrastruktur di Kota Jayapura. Tujuan penelitian ini yaitu memperkirakan dan memetakan bahaya seismik secara deterministik berdasarkan nilai percepatan tanah maksimum untuk gempa bumi maksimum di wilayah Kota Jayapura. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengukuran langsung di lapangan dan analisis perhitungan di laboratorium komputasi. Sinyal mikrotremor diukur langsung di lapangan dengan menggunakan alat perekam seismograf. Data mikrotremor dianalisis dengan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) untuk memperoleh frekuensi, periode dominan tanah dan amplifikasi setempat, dimana nilai-nilai ini digunakan untuk menghitung nilai percepatan tanah maksimum. Perkiraan bahaya seismik diperkirakan berdasarkan interval nilai percepatan tanah maksimum. Perkiraan bahaya seismik menggunakan 7 kejadian gempa bumi besar di wilayah atau sekitar Kota Jayapura.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkiraan bahaya seismik secara deterministik berdasarkan nilai percepatan tanah maksimum bergantung pada data mikrotremor dan gempa bumi kontrol yang digunakan. Skala bahaya seismik untuk wilayah Kota Jayapura yaitu pada skala bahaya rendah dan sedang, namun didominasi oleh skala bahaya rendah. Skala bahaya sedang untuk wilayah Kota Jayapura yaitu di sekitar titik JPR 45 di sekitar Perumahan PEMDA Waena Distrik Heram.

Kata Kunci: bahaya seismik, percepatan tanah maksimum, deterministik, Kota Jayapura

PENDAHULUAN

Kota Jayapura merupakan ibukota Provinsi Papua yang terletak di daerah paling timur wilayah Indonesia dengan batas-batas koordinat yaitu 1°28'17,26" LS - 3°58'08,2" LS dan 137°34'10,6" BT - 141°0'8'22" BT. Kota Jayapura termasuk kategori kota yang sedang berkembang, dimana Pemerintah Kota masih terus mengembangkan dan membangun

infrastruktur untuk mendukung proses kehidupan yang berlangsung di kota tersebut.

Wilayah Kota Jayapura memiliki kondisi seismisitas seirama dan dipengaruhi kuat oleh sistem tatanan tektonik regional yang terjadi atas wilayah Papua dan Papua Barat. Papua dan Papua Barat terletak pada daerah pertemuan 3 lempeng kerak bumi yaitu lempeng Pasifik (lempeng Caroline) yang bergerak

dari utara relatif ke arah barat menyusup di bawah lempeng Hindia-Australia, dimana lempeng Hindia-Australia bergerak relatif ke arah utara dan lempeng Hindia-Australia menyusup di bawah lempeng Eurasia di sebelah barat Papua dan Papua Barat. Akibat kondisi ini, wilayah Papua dan Papua Barat mengalami gaya pemampatan berarah barat daya-timur laut yang menyebabkan di wilayah ini terjadi banyak patahan, lipatan, dan pegunungan. Dampak kondisi ini menyebabkan wilayah Papua dan Papua Barat banyak di guncang gempa bumi bahkan telah dilanda oleh banyak gempa bumi dengan skala magnitudo yang relatif besar.

Perkiraan bahaya secara deterministik merupakan perkiraan bahaya terhadap guncangan gempa bumi maksimum. Setiap gempa bumi memberikan efek guncangan yang berbeda-beda. Perkiraan bahaya seismik secara deterministik masih jarang dilakukan untuk wilayah Papua dan Papua Barat. Perkiraan bahaya seismik pada pengkajian sistem gempa bumi dapat berupa ordinat spektral, percepatan tanah maksimum, kecepatan tanah maksimum, dan perpindahan tanah maksimum. Percepatan tanah maksimum merupakan variabel atau indikator yang paling sering dipakai pada kajian dasar pembangunan infrastruktur di suatu wilayah pembangunan. Variabel ini dapat ditentukan dengan beberapa proses yaitu dengan melibatkan data mikrotremor, kajian geologi tempat, dan tanpa melibatkan data mikrotremor dan geologi tempat. Data mikrotremor berupa frekuensi dominan tanah, periode dominan tanah, dan amplifikasi getaran tanah. Kajian tentang perkiraan bahaya seismik bertujuan untuk memperkirakan bahaya seismik secara deterministik berdasarkan

nilai percepatan tanah maksimum dan memetakannya untuk gempa bumi maksimum di wilayah Kota Jayapura. Kajian ini sebagai kelengkapan data dasar zonasi rawan gempa bumi di wilayah Papua dan sebagai data dasar pada perencanaan dan pengembangan infrastruktur wilayah di Kota Jayapura.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Bahaya dan Resiko Seismik

Kata “bahaya” dan “resiko” merupakan dua istilah yang berbeda. Menurut Dowrick (2003), kata “bahaya” hampir identik dengan “risiko”, dan dua kata ini digunakan dalam literatur resiko dengan variasi halus yang dapat membingungkan. Dua istilah ini jika dikaitkan dengan kegempaan maka akan terbentuk dua frasa yang berbeda yaitu bahaya seismik (*seismic hazard*) dan resiko seismik (*seismic risk*). Bahaya seismik adalah setiap fenomena fisik (misalnya getaran tanah, kegagalan tanah) terkait dengan gempa bumi yang dapat menghasilkan efek yang merugikan pada aktivitas orang. Bahaya seismik sering dievaluasi untuk kemungkinan kejadian yang diberikan, misalnya seperti untuk gerakan tanah. Di samping itu, resiko seismik adalah probabilitas bahwa konsekuensi sosial atau ekonomi dari gempa bumi akan sama atau melebihi nilai tertentu pada suatu tempat, di beberapa tempat, atau di suatu daerah, selama waktu paparan yang ditentukan. Dowrick (2003) menjelaskan bahwa resiko seismik merupakan hasil dari bahaya seismik seperti dijelaskan dengan hubungan

$$\text{Resiko seismik} = \text{Bahaya seismik} \times \text{Kerentanan} \times \text{Nilai} \quad (1)$$

dimana *Kerentanan* adalah jumlah kerusakan, yang disebabkan oleh tingkat bahaya yang diberikan, dan dinyatakan

sebagai sebuah fraksi dari *Nilai* kerusakan dalam pertimbangan.

2. Perkiraan Bahaya Seismik Secara Deterministik

Perkiraan bahaya seismik sangat diperlukan dalam perkiraan gerakan tanah untuk potensial gempa bumi yang paling mungkin. Perkiraan bahaya seismik mengacu pada perkiraan beberapa pengukuran gerakan tanah kuat yang diharapkan untuk terjadi di lokasi suatu tempat yang diperhatikan. Masukan dasar yang dibutuhkan dalam pendekatan perkiraan bahaya seismik adalah menyangkut data seismisitas, tektonik, informasi kondisi tanah dan geologi yang mendasar sekitar wilayah yang diperhatikan, serta karakteristik atenuasi parameter gerakan. Ada dua metode yang biasa digunakan untuk perkiraan bahaya seismik yaitu perkiraan bahaya seismik secara deterministik (*Deterministic Seismic Hazard Analysis – DSHA*) dan perkiraan bahaya seismik secara probabilistik (*Probabilistic Seismic Hazard Assessment – PSHA*). Kedua metode ini, biasanya sama-sama digunakan untuk memperkirakan parameter gerakan tanah dari persamaan hubungan atenuasi secara empiris, dimana persamaan atenuasi ini dinyatakan dalam magnitude gempa bumi, jarak ke tempat tertentu, dan kondisi tempat yang diperhatikan, yang menyangkut kondisi tanah dan geologi (Gupta, 2002). Skala parameter gerakan tanah berkaitan dengan skala intensitas tempat yang diperhatikan, misalnya skala MMI (*Modified Mercalli Intensity*) (Wood dan Neumann, 1931). Metode pendekatan deterministik pada prinsipnya adalah untuk menghitung dampak dari kejadian gempa bumi secara spesifik yang terjadi pada suatu area tertentu dan metode pendekatan ini

sepenuhnya berbeda dan saling melengkapi dengan pendekatan probabilistik (Vaccari *et al.*, 2001). Perkiraan bahaya seismik dapat berupa ordinat spektral, percepatan tanah maksimum, kecepatan tanah maksimum, dan perpindahan tanah maksimum.

Perkiraan bahaya secara deterministik merupakan bentuk umum dari perkiraan kerawanan untuk guncangan gempa bumi maksimum (untuk kasus yang paling buruk). Hasil perkiraan bahaya seismik secara deterministik (DSHA) didasarkan pada gempa bumi tunggal dengan jarak yang ditetapkan dari tempat yang dipilih. Kramer (1996) menjelaskan metode ini dalam 4 (empat) langkah proses sebagai berikut:

- (1). Mengidentifikasi dan mengkarakterisasi (geometri dan potensial) semua sumber gempa bumi yang mampu memberikan guncangan secara signifikan pada lokasi titik tertentu.
- (2). Menghitung jarak dari sumber ke lokasi titik perhitungan untuk setiap sumber yang diidentifikasi pada langkah 1. Jarak yang terukur dapat meliputi jarak episenter dan jarak hiposenter, tergantung pada jarak yang diukur dalam hubungan atenuasi.
- (3). Memilih gempa bumi pengontrol, dimana gempa bumi tersebut dapat memberikan efek guncangan yang besar (secara khusus percepatan) pada lokasi tertentu dengan menggunakan hubungan atenuasi. Gempa bumi tersebut dinyatakan dalam bentuk magnitude dan jarak episenternya dari tempat yang ditentukan.
- (4). Menentukan bahaya pada lokasi titik yang ditentukan oleh gempa bumi pengontrol.

3. Skala Bahaya Seismik

Perkiraan bahaya seismik merupakan upaya untuk meramalkan kemungkinan tingkat aktivitas seismik dan kekuatan masa depan, berdasarkan pengetahuan tentang masa lalu dan sekarang, dan ketaktentuan signifikan yang muncul sebagian karena proses yang terlibat tidak sepenuhnya dipahami dan sebagian karena data yang relevan umumnya langka dan berubah-ubah dalam kualitas. Perkiraan bahaya seismik didasarkan pada variabel percepatan tanah maksimum dan kecepatan tanah maksimum. *United States Geological Survey* (USGS) mengembangkan suatu

skala intensitas instrumental yang mana pemetaan percepatan tanah maksimum dan kecepatan tanah maksimum pada suatu skala intensitas sama dengan skala intensitas MMI (Wood dan Neumann, 1931). Dengan memperhatikan skala intensitas, guncangan yang dirasakan dan potensi kerusakan maka kajian bahaya seismik dapat dinyatakan dalam bentuk skala bahaya terhadap gempa bumi. Skala bahaya ini didasarkan pada nilai percepatan tanah maksimum dan kecepatan tanah maksimum yang dievaluasi. Skala bahaya terhadap gempa bumi ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Skala bahaya seismik

No.	Percepatan Tanah Maksimum		Kecepatan Tanah Maksimum (cm/s)	Skala Bahaya
	(g)	(gal)		
1	0,0000 – 0,1800	0,00 – 180,00	0,00 – 16,00	Rendah
2	0,1800 – 0,6500	180,00 – 650,00	16,00 – 60,00	Sedang
3	0,6500 – 1,2400	650,00 – 1240,00	60,00 – 116,00	Tinggi
4	> 1,2400	> 1240,00	> 116,00	Tinggi Sekali

4. Percepatan Tanah Maksimum

Percepatan gelombang gempa bumi yang sampai di permukaan bumi disebut percepatan tanah. Nilai percepatan tanah yang diperhitungkan pada perencanaan bangunan adalah nilai percepatan tanah maksimum. Satuan yang digunakan dalam pengukuran percepatan tanah maksimum adalah centimeter per detik² atau disebut *gal*. Penentuan nilai percepatan tanah maksimum di suatu tempat dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan alat pengukur yaitu accelerograf dan dengan cara perhitungan pendekatan secara empiris. Metode empiris merupakan cara alternatif jika jaringan accelerograf kurang mendukung. Pendekatan metode empiris, tidak selalu benar, namun cukup

memberikan gambaran umum tentang percepatan tanah maksimum (Ibrahim dan Subardjo, 2003). Penentuan nilai percepatan tanah maksimum dengan metode empiris terbagi dalam 3 bentuk persamaan atenuasi yaitu persamaan atenuasi yang melibatkan periode alami tanah, persamaan yang melibatkan faktor geologi dan persamaan yang tidak melibatkan periode dominan tanah (mikrotremor) dan faktor geologi. Penentuan nilai percepatan tanah dengan melibatkan periode alami tanah (mikrotremor) dapat dihitung berdasarkan persamaan Kanai (1966) yaitu

$$\alpha_g = \frac{5}{\sqrt{T_0}} 10^{0.61M - \left(1.66 + \frac{3.6}{R}\right) \log R + 0.167 - \frac{1.83}{R}} \quad (2)$$

dengan T_0 adalah periode dominan tanah, M adalah magnitudo gempa bumi dan R adalah jarak hiposenter.

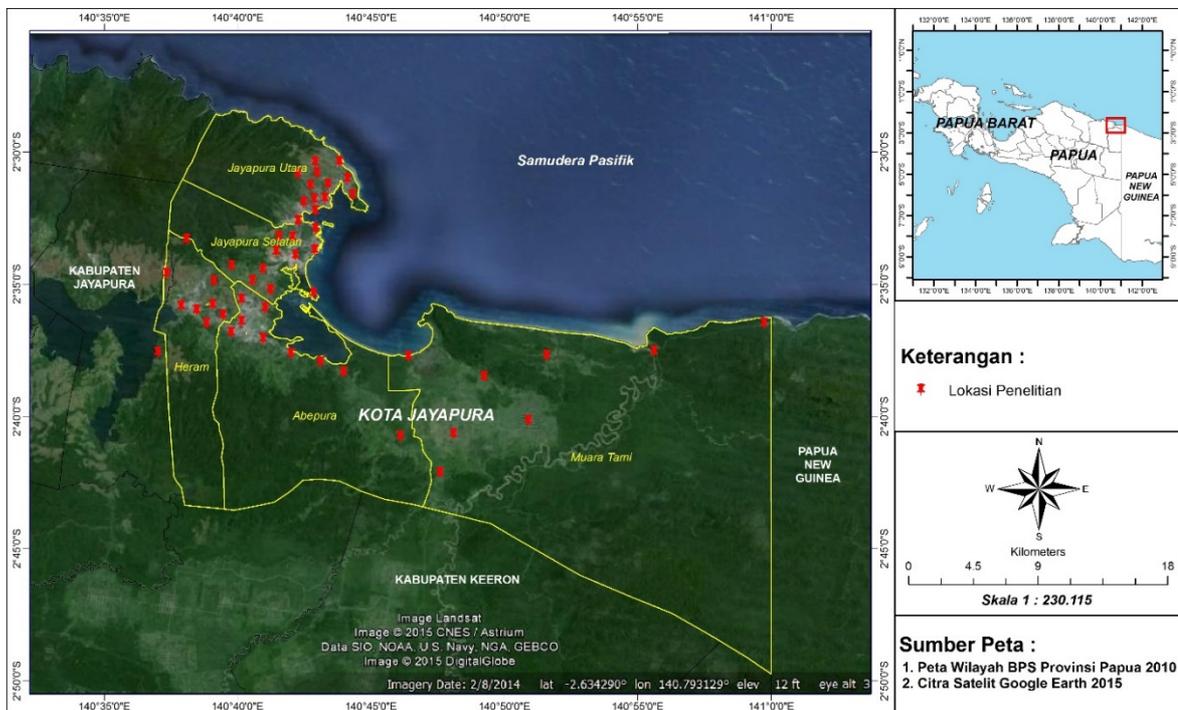
5. Mikrotremor

Mikrotremor merupakan vibrasi lemah di permukaan bumi yang berlangsung terus menerus akibat adanya sumber getar seperti aktivitas manusia, industri dan lalu lintas (Kanai, 1983). Mikrotremor didasarkan pada perekaman *ambient noise* (getaran lingkungan) untuk menentukan parameter dinamika (*damping ratio* dan frekuensi natural) dan fungsi perpindahan (frekuensi dan amplifikasi) bangunan (Nakamura, 2000). Analisis mikrotremor dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik lapisan tanah berdasarkan parameter periode dominan dan faktor penguat gelombang (amplifikasi). Data yang diperoleh dari hasil pengukuran mikrotremor berupa data gelombang tiga komponen (EW, NS, V). Hingga saat ini ada beberapa teknik yang banyak digunakan untuk menganalisa

data vibrasi, salah satunya adalah *Single Station Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio on noise* (NHVSR) yang kemudian dikembangkan oleh Lermo dan Chavez Garcia (1993). Pada saat ini metode NHVSR lebih dikenal dengan nama metode HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). Metode HVSr merupakan metode membandingkan spektrum komponen horizontal terhadap komponen vertikal dari gelombang mikrotremor. Periode dominan suatu lokasi secara dasar dapat diperkirakan dari periode puncak perbandingan H/V mikrotremor. Analisis HVSr pada spektrum mikrotremor akan memberikan frekuensi dominan tanah. Dalam Young dan Freedman (2008), nilai periode dominan tanah di tempat itu dihitung berdasarkan hubungan :

$$T = \frac{1}{f} \tag{3}$$

dengan T adalah periode (s), dan f adalah frekuensi (Hz).



Gambar 1. Lokasi pengukuran mikrotremor

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat perekam mikrotremor dan analisis perhitungan di laboratorium komputasi. Pengambilan data mikrotremor mengacu pada aturan yang ditetapkan oleh *SESAME European Research Project* (2004). Data mikrotremor yang terekam dilapangan dianalisis dengan menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) untuk memperoleh nilai nilai frekuensi dan periode dominan tanah. Nilai frekuensi dan periode dominan tanah digunakan untuk menghitung nilai percepatan tanah maksimum. Perhitungan nilai percepatan tanah maksimum secara deterministik menggunakan data sejarah gempa bumi besar yang terjadi di sekitar wilayah Kota Jayapura. Skala bahaya seismik dianalisis berdasarkan nilai percepatan tanah maksimum. Lokasi pengukuran mikrotremor ditunjukkan pada gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Seismisitas

Wilayah Jayapura tergolong sebagai wilayah dengan aktivitas kegempaan yang cukup tinggi. Wilayah Jayapura dan sekitarnya dengan batas wilayah kajian $2^{\circ} - 4^{\circ}$ LS dan $139 - 141,5^{\circ}$ BT mengalami kejadian gempa

bumi sebanyak 1670 kejadian (ANSS Catalog) selama kurun waktu 1963 – 2016 atau kurang lebih 54 tahun. Jumlah rata-rata kasar kejadian gempa bumi untuk kurun waktu tersebut sekitar 30 kejadian per tahun. Jumlah kejadian gempa bumi dengan magnitudo $\geq 5,0$ SR sekitar 454 kejadian. Jumlah kejadian gempa bumi $< 5,0$ SR sekitar 1216 kejadian. Bahaya gempa bumi secara deterministik ditentukan menggunakan data sejarah gempa bumi besar yang pernah terjadi sebagai gempa bumi kontrol, seperti ditunjukkan pada tabel 2.

2. Bahaya Gempa Bumi Wilayah Jayapura

Gempa bumi tanggal 22 September 1964, pukul 20:39:07.00 GMT memberikan distribusi nilai percepatan tanah maksimum ditunjukkan pada gambar 2. Nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 8,6783 gal pada titik JPR 48 terletak di Perbatasan Yoka dan Puai Distrik Heram pada koordinat 2.6266 LS dan 140.6166 BT. Nilai percepatan tanah maksimum tertinggi yaitu 72,9136 gal terdapat pada titik JPR 27 terletak di Pos KOSTRAD Yonif 323 Distrik Muara Tami pada koordinat 2.6262 LS dan 140.9268 BT. Interval nilai percepatan tanah maksimum tergolong pada skala bahaya seismik rendah.

Tabel 2. Sejarah gempa bumi besar sebagai gempa bumi kontrol

No.	Waktu Kejadian (Tanggal, Jam)	Posisi (Lintang dan Bujur)	Kedalaman (km)	Magnitudo (SR)
1	22-09-1964, 20:39:07.00	2,8000 LS dan 141,0000 BT	19,10	4,7
2	19-09-1984, 20:26:19.35	2.6150 LS dan 140.5920 BT	42,4	5,1
3	28-02-1989, 18:33:47.70	2.5330 LS dan 140.8590 BT	54,8	4,9
4	27-02-1998, 20:23:12.38	2.7820 LS dan 140.8740 BT	15,5	5,4
5	21-10-2003, 21:31:01.55	2.5160 LS dan 140.5720 BT	10,0	5,3
6	20-01-2004, 00:25:28.10	2.5110 LS dan 140.6040 BT	19,1	4,7
7	05-10-2007, 07:16:31.06	2.7240 LS dan 141.0120 BT	10,0	4,4

Gempa bumi tanggal 19 September 1984, pukul 20:26:19.35 GMT memberikan distribusi nilai percepatan tanah maksimum ditunjukkan pada gambar 3. Nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 10,9058 gal pada titik JPR 26 terletak di perbatasan RI – PNG Distrik Muara Tami pada koordinat 2.6084 LS dan 140.9954 BT. Nilai percepatan tanah maksimum tertinggi yaitu 280,0733 gal terdapat pada titik JPR 50 di kompleks gereja GPdI Ekklesia Padang Bulan Distrik Heram pada koordinat 2.6086 LS dan 140.6471 BT. Interval nilai percepatan tanah maksimum tergolong pada 2 skala bahaya seismik yaitu skala bahaya rendah dan sedang. Skala bahaya sedang di sekitar titik JPR 45, JPR 46 dan JPR 50.

Gempa bumi tanggal 28 Februari 1989, pukul 18:33:47.70 GMT memberikan distribusi nilai percepatan tanah maksimum ditunjukkan pada gambar 4. Nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 16,1505 gal pada titik JPR 48 terletak di Perbatasan Yoka dan Puai Distrik Heram pada koordinat 2.6266 LS dan 140.6166 BT. Nilai percepatan tanah maksimum tertinggi yaitu 119,7626 gal terdapat pada titik JPR 27 di Pos KOSTRAD Yonif 323 Distrik Muara Tami pada koordinat 2.6262 LS dan 140.9268 BT. Interval nilai percepatan tanah maksimum tergolong pada skala bahaya seismik rendah.

Gempa bumi tanggal 27 Februari 1998, pukul 20:23:12.38 GMT memberikan distribusi nilai percepatan tanah maksimum ditunjukkan pada gambar 5. Nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 13,4744 gal pada titik JPR 48 terletak di Perbatasan Yoka dan Puai Distrik Heram pada koordinat 2.6266 LS dan 140.6166 BT. Nilai percepatan tanah maksimum

tertinggi yaitu 84,5392 gal terdapat pada titik JPR 27 di Pos KOSTRAD Yonif 323 Distrik Muara Tami pada koordinat 2.6262 LS dan 140.9268 BT. Interval nilai percepatan tanah maksimum tergolong pada skala bahaya seismik rendah.

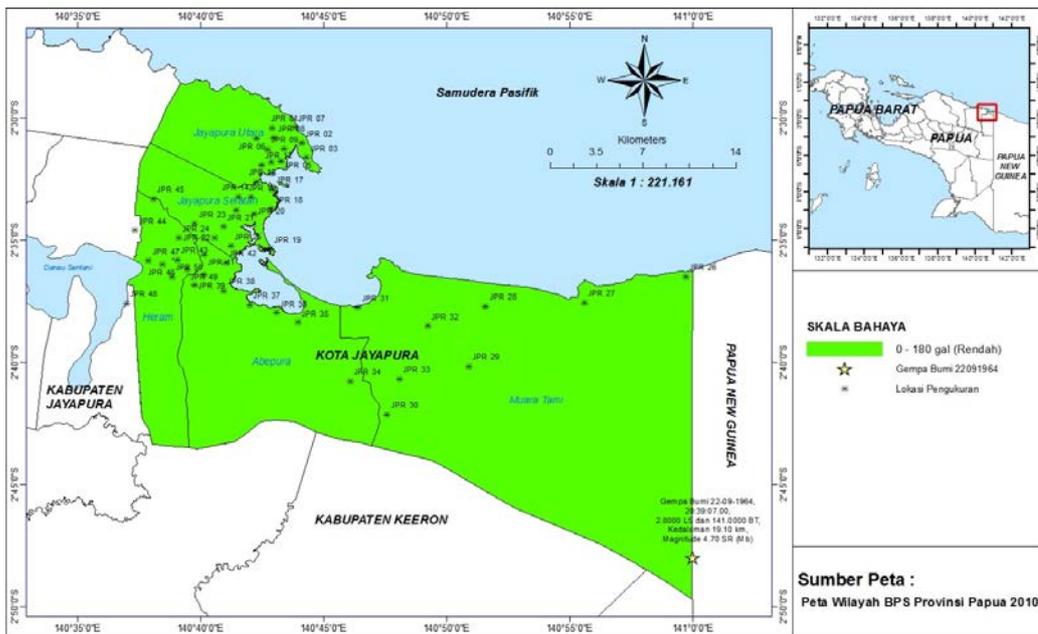
Gempa bumi tanggal 21 Oktober 2003, pukul 21:31:01.55 GMT memberikan distribusi nilai percepatan tanah maksimum untuk gempa bumi ini ditunjukkan pada gambar 5.5. Nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 9,9022 gal pada titik JPR 26 terletak di sekitar Perbatasan RI - PNG Distrik Muara Tami pada koordinat 2.6084 LS dan 140.9954 BT. Nilai percepatan tanah maksimum tertinggi yaitu 207,8697 gal terdapat pada titik JPR 45 di sekitar Perumahan PEMDA Waena Distrik Heram pada koordinat 2.5555 LS dan 140.6347 BT. Interval nilai percepatan tanah maksimum tergolong pada skala bahaya seismik rendah. Interval nilai percepatan tanah maksimum tergolong pada 2 skala bahaya seismik yaitu skala bahaya rendah dan sedang. Skala bahaya sedang di sekitar titik JPR 45.

Gempa bumi tanggal 20 Januari 2004, pukul 00:25:28.10 GMT memberikan distribusi nilai percepatan tanah maksimum ditunjukkan pada gambar 6. Nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 10,9098 gal pada titik JPR 26 terletak di sekitar Perbatasan RI - PNG Distrik Muara Tami pada koordinat 2.6084 LS dan 140.9954 BT. Nilai percepatan tanah maksimum tertinggi yaitu 249,1415 gal terdapat pada titik JPR 45 di sekitar Perumahan PEMDA Waena Distrik Heram pada koordinat 2.5555 LS dan 140.6347 BT. Interval nilai percepatan tanah maksimum tergolong pada skala bahaya seismik rendah. Interval nilai percepatan tanah maksimum tergolong pada 2 skala bahaya

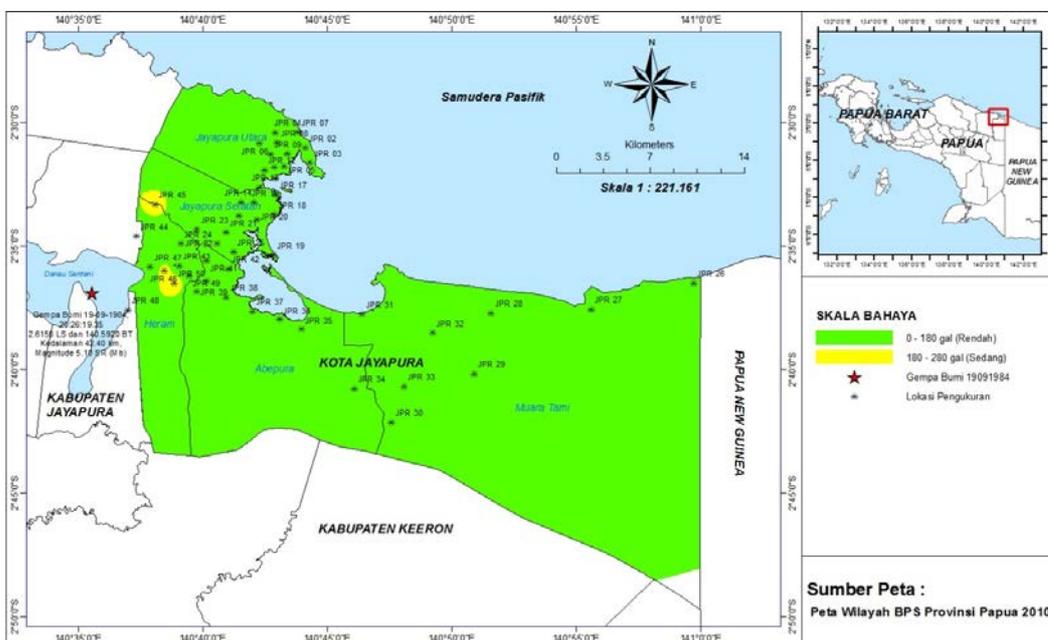
seismik yaitu skala bahaya rendah dan sedang. Skala bahaya sedang di sekitar titik JPR 45.

Gempa bumi tanggal 5 Oktober 2007, pukul 07:16:31.06 GMT memberikan distribusi nilai percepatan tanah maksimum untuk gempa bumi ini ditunjukkan pada gambar 5.7. Nilai percepatan tanah maksimum terendah yaitu 9,0699 gal pada titik JPR 48 terletak

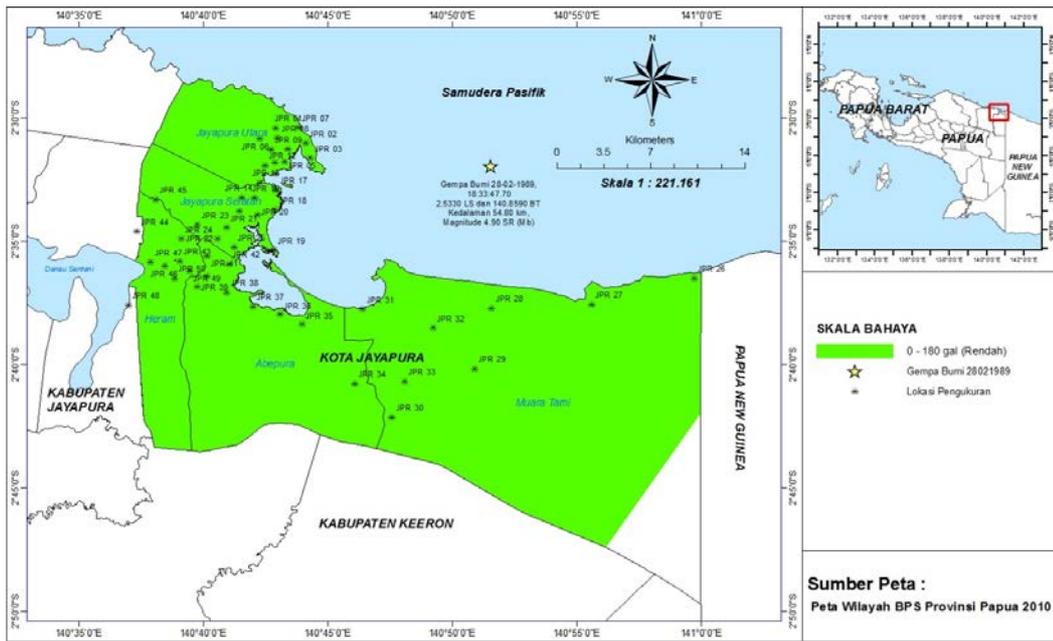
di perbatasan Kampung Yoka dan Puai, Distrik Heram pada koordinat 2.6266 LS dan 140.6166 BT. Nilai percepatan tanah maksimum tertinggi yaitu 107,6347 gal terdapat pada titik JPR 27 di di Pos KOSTRAD Yonif 323 Distrik Muara Tami pada koordinat 2.6262 LS dan 140.9268 BT. Interval nilai percepatan tanah maksimum tergolong pada skala bahaya seismik rendah.



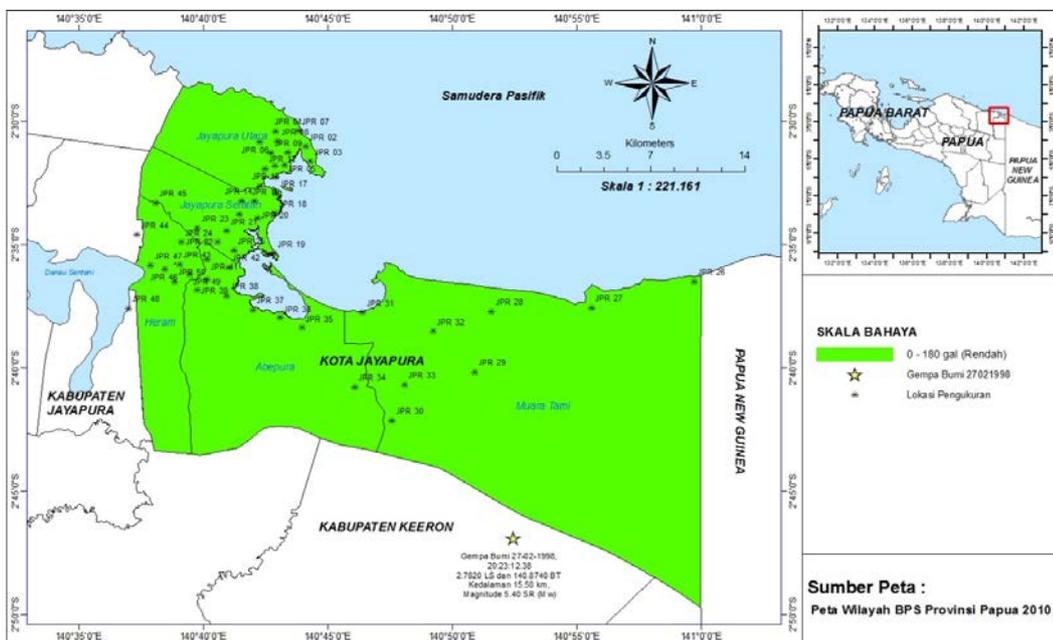
Gambar 2. Peta bahaya gempa bumi untuk kejadian 22 September 1964



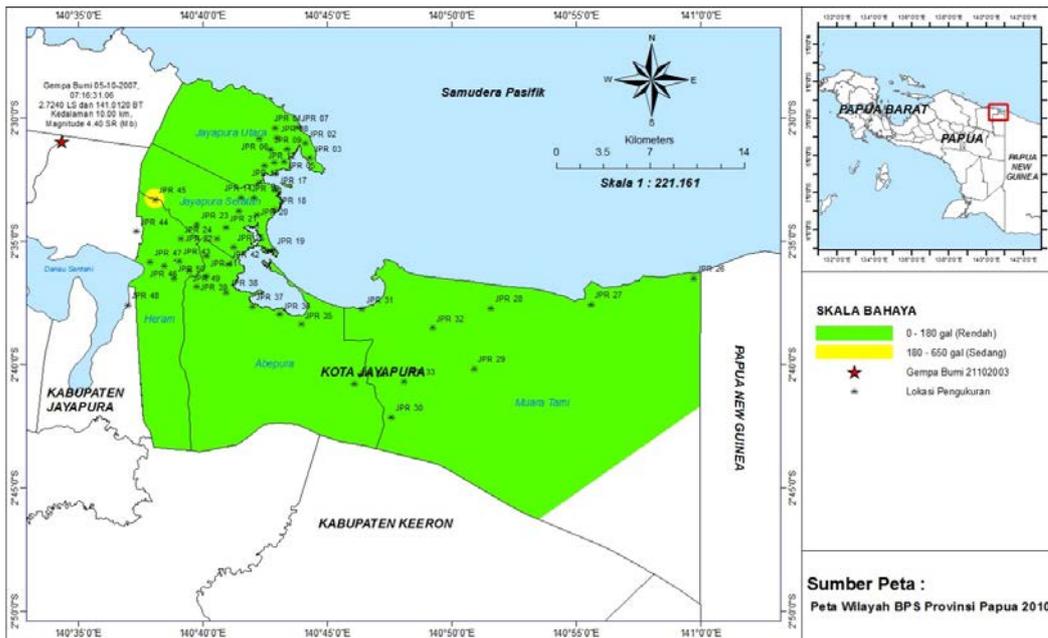
Gambar 3. Peta bahaya gempa bumi untuk kejadian 19 September 1984



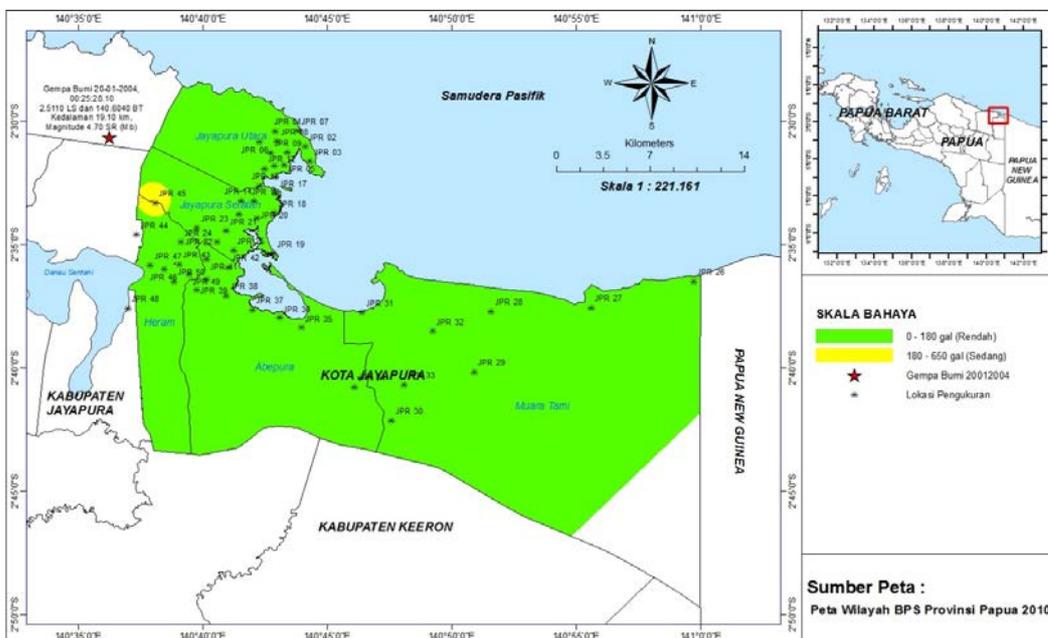
Gambar 4. Peta bahaya gempa bumi untuk kejadian 28 Februari 1989



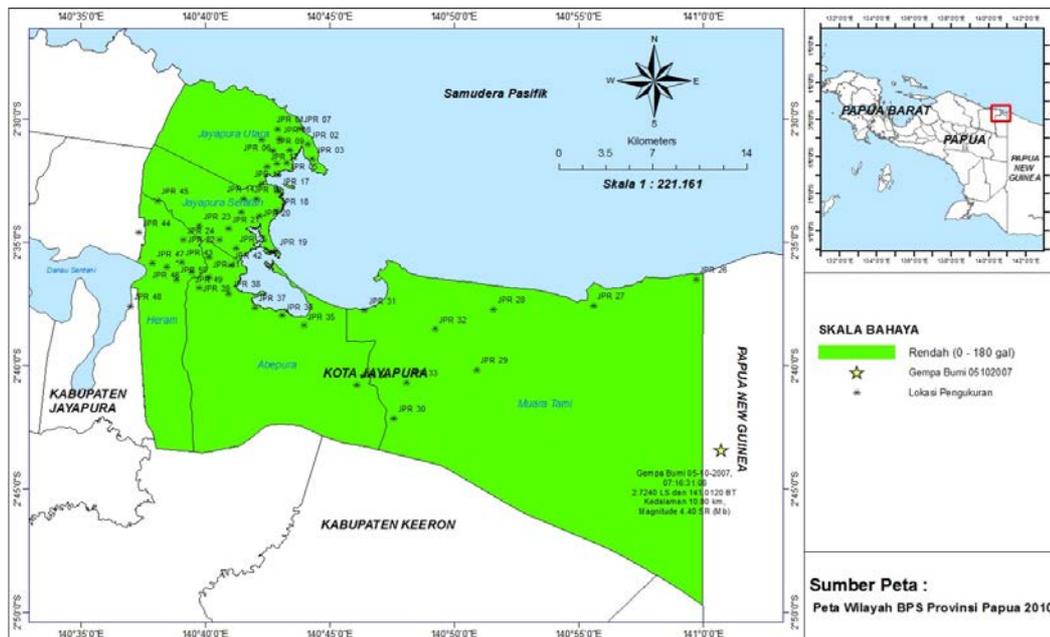
Gambar 5. Peta bahaya gempa bumi untuk kejadian 27 Februari 1998



Gambar 6. Peta bahaya gempa bumi untuk kejadian 21 Oktober 2003



Gambar 6. Peta bahaya gempa bumi untuk kejadian 20 Januari 2004



Gambar 7. Peta bahaya gempa bumi untuk kejadian 5 Oktober 2007

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Penelitian tentang perkiraan bahaya seismik untuk pengkajian sistem gempa bumi berupa percepatan tanah maksimum secara deterministik dilakukan untuk wilayah Kota Jayapura. Perkiraan secara deterministik menggunakan data mikrotremor dan 7 kejadian gempa bumi besar sebagai kontrol. Adapun kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini yaitu:

1. Skala bahaya seismik untuk wilayah Kota Jayapura yaitu skala bahaya rendah dan sedang, namun didominasi oleh skala bahaya rendah.
2. Skala bahaya sedang untuk wilayah Kota Jayapura yaitu di sekitar titik JPR 45 di sekitar Perumahan PEMDA Waena Distrik Heram.

2. Saran

Beberapa saran yang perlu dipertimbangkan dalam kaitannya dengan penelitian ini yaitu:

1. Perlu dibandingkan dengan penelitian secara probabilistik.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan gempa bumi besar lain sebagai kontrol.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode percepatan tanah lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada LPPM Universitas Cenderawasih atas bantuan dana penelitian BOPTN UNCEN 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- ANSS (Advanced National Seismic System), Berkeley Seismological Laboratory, University of California, www.quake.geo.berkeley.edu.
Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), www.bmkg.go.id.

- Dowrick, D., 2003. *Earthquake Risk Reduction*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England.
- Gupta, I.D., 2002, The State of the art in Seismic Hazard Assesment, *ISET Journal of Earthquake Technology*, 428, 39, 311-346.
- Ibrahim, G. dan Subardjo, 2003. *Pengetahuan Seismologi*, Badan Meteorologi dan Klimatologi, Manado.
- Kanai, K., 1966. *Improved Empirical Formula for Characteristics of Stray Earthquake Motion*, Prociding Japan Earthquake Symposium, pp. 1 – 4 (in Japanese).
- Kanai, K., 1983. *Engineering seismology*, University of Tokyo Press, Tokyo, Japan, 251. Katz, L.J. 1976, *Microtremor assesment of local geological conditions*, Bulletin of the Seismological Society of America, 66, pp. 45-60.
- Kramer, S.L., 1996, *Geotechnical Earthquake Engineering*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Lermo, J., and Chavez-Garcia, F.J., 1993. *Site Effect Evaluation Using Spectral Ratios with Only One Station*, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol 83, No. 5, pp. 1574 – 1594.
- Nakamura, Y., 2000. *Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Applications*, 12th WCEE (World Conference on Earthquake Engineering), Auckland, New Zealand.
- SESAME, 2004. *Guidelines for the Implementation of the H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations - Measurements, Processing and Interpretation*, SESAME European research project, European Commission – Research General Directorate.
- United States Geological Survey (USGS), www.usgs.gov.
- Vaccari, F., Tadili, B., Qadi, A.E., Ramdani, M., Brahim, L.A., and Limouri, M., 2001, Deterministic Seismic Hazard Assesment for North Morocco, *Journal of Solar Energy Engineering: Summer*, 1, 3, 1-12
- Wood, H.O. and Neumann, F., 1931. *Modified Mercalli Intensity Scale of 1931*, Buletin of the Seismological Society of America, 21, 277-283.
- Young, H.D. and Freedman, R.A., 2008. *Sears and Zemansky's university physics: with modern physics*, 12th edition, page: 487-491, Pearson Education, Inc., San Fransisco.