

KAJIAN RENCANA TATA RUANG WILAYAH BERDASARKAN RISIKO BENCANA GEMPA BUMI DI KOTA JAYAPURA

Werenfrida Yabansabra¹, Harmonis Rante², Duha Awaluddin Kurniatullah³

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Magister Perencanaan Wilayah dan Kota
Program Pascasarjana Universitas Cenderawasih

^{2), 3)} Program Magister Perencanaan Wilayah dan Kota
Program Pascasarjana Universitas Cenderawasih

Alamat Korespondensi
e-mail: kambungtaop@gmail.com

ABSTRACT

A study has been conducted on the typology of earthquake disaster-prone areas in the city of Jayapura and the suitability of Regional Spatial Planning (RTRW) for land use capacity in the city of Jayapura. The study on earthquake disaster-prone area typology aims to determine the distribution of stability levels of the area against the risk of earthquakes. This study employs a weighting matrix method for area stability based on the Minister of Public Works Regulation No. 21 of 2007 concerning Guidelines for Spatial Planning of Volcanic Eruption and Earthquake-Prone Areas (Department of Public Works, 2007). The research results indicate that the final score for the city of Jayapura is between 30 - 45, which falls into all stability categories: stable and less stable. The percentage of area for each category is 97.81% for Stable Type A, 1.91% for Stable Type B, and 0.28% for Less Stable Type C. The typology of earthquake disaster-prone areas in Jayapura based on stability scores falls into categories A, B, and C.

The study on the suitability of the Regional Spatial Planning (RTRW) for 2013-2033 with the land use capacity in Jayapura was assessed by scoring data on land capacity and land use, followed by an overlay analysis. This resulted in a land capacity suitable for development of 57,039.39 hectares, or about 60.48% of the study area, while approximately 37,272.96 hectares, or around 39.52%, were deemed unsuitable.

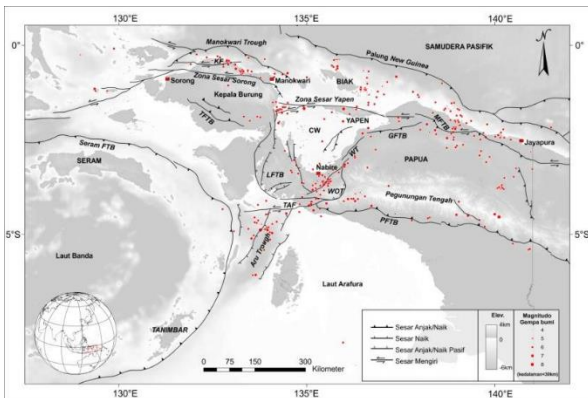
Keywords: Typology, RTRW, Jayapura City

1. PENDAHULUAN

Pulau Papua memiliki kondisi geologi yang kompleks sebagai hasil interaksi lempeng tektonik Australia dan Caroline (Charlton, 2000; Hall, 2002; Tregoning dan Gorbato, 2004). Penulis lain menyebutkan bahwa Papua terutama bagian kepala burung merupakan daerah interaksi antara tiga lempeng yaitu Australia, Pasifik, dan Eurasia (Milsom dkk, 1992). Lempeng Carolina memiliki kecepatan relatif terhadap lempeng Pasifik yang sangat kecil atau tidak sama sekali (Hegarty dan Weissel, 1988; Cloos dkk, 2005; DeMets dkk, 2010) sehingga lempeng Carolina ini disebut sebagai

lempeng mikro yang bergerak bersama dengan lempeng Pasifik. Akibat dari interaksi tersebut, beberapa zona deformasi utama yang ada di Papua antara lain Zona Sesar Sorong, Zona Sesar Yapen, Zona Sesar Mamberamo, Trough Manokwari, Palung New Guinea, Zona Sesar dan Lipatan Papua, Sabuk Sesar dan Lipatan Lengguru, Zona Sesar Waipoga, Sesar Tarera-Aiduna, Trough Aru (Gambar 1). Deformasi di Papua oleh beberapa penulis diperkirakan berlangsung pada Neogene Akhir (Pigram dan Panggabean, 1981; Dow dkk, 1988; Robinson dkk, 1988) dengan perubahan yang signifikan pada lima juta tahun yang lalu (Pubellier

dkk., 2003; Pubellier dkk., 2004)

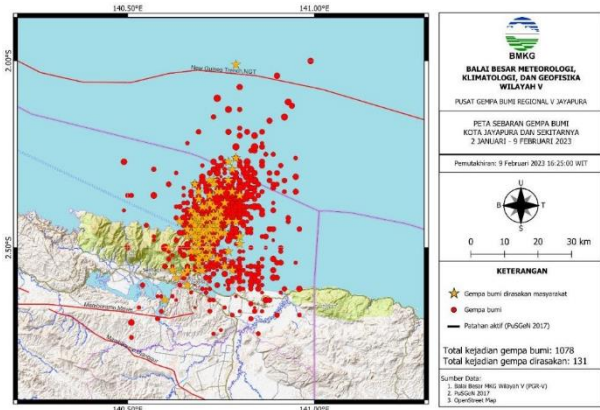


Gambar 1. Peta Regional tektonik Papua dan kegempaan. KF: Sesar Koor, SFZ: Zona Sesar Sorong, YFZ: Zona Sesar Yapen, GFTB: Sabuk Lipatan Gautier-Torateli, TAF: Sesar Tarera-Aiduna, LFTB: Sabuk Sesar dan Lipatan Lengguru, CW: Teluk Cendrawasih, TFTB: Sabuk Lipatan Taminabuan, WOT: Sesar Anjak Weyland (Pamumpuni, 2016)

Wilayah Kota Jayapura dan sekitarnya pernah mengalami rentetan bencana gempa bumi secara terus menerus sepanjang bulan Januari – Februari tahun 2023. Gempabumi besar (*main shock*) yang pertama terjadi pada tanggal 2 Januari pukul 01:24:33 WIB dengan Magnitude 4,9 yang di sdh diupdate M 5,4. Pusat Gempa bumi (epicenter) terletak pada koordinat 2.53°LS 140.74°BT dan pusat gempa berada di darat yaitu di Tanjung Suadja, 14 km Timur Laut Kota Jayapura pada kedalaman 10 km. Dengan memperhatikan lokasi episenter dan kedalaman hiposenternya, gempa bumi yang terjadi merupakan jenis gempa bumi dangkal, diduga akibat adanya aktivitas sesar lokal yang melintasi Jayapura. Gempa bumi tersebut telah menimbulkan guncangan pada beberapa daerah dengan intensitas hingga IV skala Mercalli Modified Intensity (MMI).

Disusul gempabumi besar (*main shock*) yang terjadi pada hari Kamis, tanggal 09 Februari 2023, jam 13:27:59 WIB dengan Magnitude 5.2, berpusat pada koordinat 2.5°LS 140.70°BT terletak di 1 km Baratdaya dengan kedalaman 10 km. Gempa bumi yang terjadi ini bisa diklasifikasikan sebagai gempa bumi subduksi dangkal (*megathrust earthquake*). Dengan memperhatikan lokasi episenter dan kedalaman hiposenternya, gempa bumi yang terjadi merupakan jenis gempa bumi dangkal

akibat adanya aktivitas pergerakan sesar mendatar (fault). Hasil analisis mekanisme sumber menunjukkan bahwa gempabumi memiliki mekanisme pergerakan geser (strike slip).



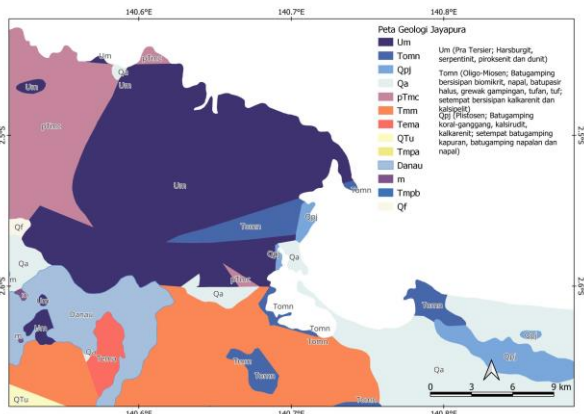
Gambar 2. Peta sebaran gempa bumi Kota Jayapura Bulan Januari – Februari 2023 (BMKG, 2023)

Akibat kejadian bencana gempa bumi yang terjadi menyebabkan terjadinya kerusakan rumah warga, fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, fasilitas umum dan tempat peribadatan pada beberapa distrik yang ada di wilayah kota Jayapura. Dampak bencana gempa bumi tersebut menyebabkan 2 distrik di wilayah Kota Jayapura mengalami kerusakan yang cukup parah dibandingkan dengan distrik-distrik yang ada di sekitarnya, yaitu Distrik Jayapura Utara dan Distrik Jayapura Selatan. Hal ini menjadi dasar permasalahan yang perlu dikaji. Setelah dikaji ternyata kondisi fisik Kawasan dua distrik ada Sebagian kecil masuk dalam kategori Kawasan Rawan Bencana Kurang Stabil Tipe C, Dimana walaupun secara geologi memiliki batuan beku ultramafic yang kompak/ keras dan sedikit batugamping tetapi daerah ini berada dalam radius gempa yang sangat dekat, dekat dengan zona sesar bahkan memiliki kelerengn yang cukup terjal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stratigrafi Regional

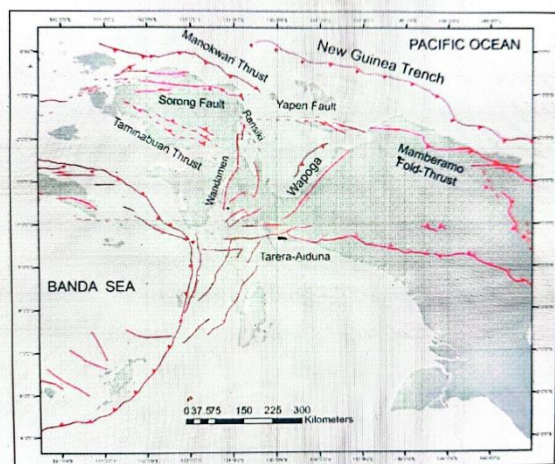
Secara stratigrafi daerah Kota Jayapura tersusun oleh batuan beku, sedimen dan metamorfik yang berasal dari umur pra Tersier, Tersier hingga Kuartar, yang dapat dilihat pada peta geologi Papua pada gambar 3.



Gambar 3 .Peta Geologi Regional Lembar Jayapura (Suwarna & Noya,1985)

2.2 Struktur Geologi Papua

Tektonik pulau Papua di dominasi oleh proses konvergensi miring dengan sudut ~ 60° dari lempeng pasifik terhadap pulau Papua sehingga ada partisi vector tektonik, yaitu menjadi pemendekan (*shortening*) dan pergerakan lateral mengiri. Pemendekan tektonik diakomodasi oleh zona sesar anjak-lipatan Mamberamo, dan zona sesar anjak-lipatan papua.

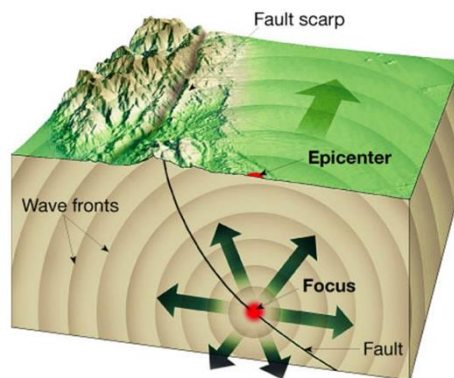


Sumber: Pamumpuni (2017)

Gambar 4. Peta Sesar aktif di Pulau Papua (Natawidjaja, 2021)

2.3 Gempa Bumi

Gempa bumi adalah fenomena adanya getaran atau guncangan tanah yang ditimbulkan oleh lewatnya gelombang seismik yang dipancarkan oleh suatu sumber energi elastik yang dilepaskan secara tiba-tiba ke permukaan bumi. Berdasar penyebabnya, antara lain gempa bumi tektonik, gempa bumi vulkanik, gempa bumi runtuh dan gempa bumi akibat aktivitas manusia sedangkan berdasarkan kedalamannya terdiri dari gempa bumi dalam (> 300 km), gempa bumi menengah (70 – 300 km) dan gempa bumi dangkal (< 70 km).



Gambar 5. Ilustrasi Gelombang seismic memancar dari pusat bumi.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan skoring, pendekatan analisis GIS (Geography Information System) dan Analisis spasial dengan cara overlay atau Metode Overlay adalah suatu sistem informasi dalam bentuk grafis yang dibentuk dari penggabungan berbagai peta individu (memiliki informasi/database yang spesifik). Data-data yang digunakan dalam penelitian ini dengan mengkaji data sekunder.

Metode yang digunakan dalam menentukan tipologi Kawasan rawan bencana adalah dengan menggunakan Matriks Pembobotan kestabilan wilayah yang berpedoman pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 21 Tahun 2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Letusan Gunung Api dan Gempa bumi (Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

Dalam menentukan daya dukung peruntukan lahan peneliti berpedoman pada

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dan Penataan Ruang Wilayah UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang yang mengatur bagaimana tata ruang di Indonesia harus direncanakan dan dikelola. Dalam konteks daya dukung lahan, undang-undang ini mengamankan bahwa perencanaan tata ruang harus mempertimbangkan kemampuan lahan dan penggunaan lahan yang ada. dasarnya ini juga sehingga dipakai 2 parameter itu untuk menentukan daya dukung lahan. Teknik Analisa dilakukan dengan membuat skoring kemampuan lahan, dan skoring penggunaan lahan eksaiting yang kemudian dianalisa daya dukung lahan menggunakan teknik *overlay* peta pembobotan dan skoring menggunakan aplikasi GIS, hasil tersebut di *overlay* pada rencana pola ruang Kota Jayapura sehingga diperoleh prosentase kesesuaian RTRW Kota Jayapura terhadap daya dukung peruntukan lahannya.

Tabel 1. Matriks Pembobotan Untuk Kestabilan Wilayah Terhadap Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi (Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

NO.	INFORMASI GEOLOGI	KELAS INFORMASI	NILAI KEMAMPUAN	BOBOT	SKOR	
1	Geologi (sifat fisik dan keteknikan batuan)	Andesit, granit, diorit, metamorf, breksi vulkanik, aglomerat, breksi sedimen, konglomerat	1	3	3	
		Batupasir, tufa kasar, batulanau, arkose, greywacke, batugamping	2		6	
		Pasir, lanau, batulumpur, napal, tufa halus, serpih	3		9	
		Lempung, lumpur, lempung organik, gambut	4		12	
2	Kemiringan Lereng	Datar – Landai (0 - 7 %)	1	3	3	
		Miring – Agak Curam (7 – 30 %)	2		6	
		Curam – Sangat Curam (30 – 140 %)	3		9	
		Terjal (> 140 %)	4		12	
3	Kegempaan	MMI	α	Richter		
		I, ii, iii, iv, v	< 0,05 g	< 5	1	5
		Vi, vii	0,05 – 0,15 g	5 – 6	2	10
		Viii	0,15 – 0,30 g	6 – 6,5	3	15
		Ix, x, xi, xii	> 0,30 g	> 6,5	4	20
4	Struktur Geologi	Jauh dari zona sesar	1	4	4	
		Dekat dengan zona sesar (100 – 1000 m dari zona sesar)	2		8	
		Pada zona sesar (<100 m dari zona sesar)	4		16	

Klasifikasi Kestabilan	Rentang Skor	Tipologi Kawasan
Stabil	30-40	A
		B
Kurang Stabil	41-50	C
		D
Tidak Stabil	51-60	E
		F

Tabel 2 Skoring penentuan tipologi kawasan rawan bencana (PERMEN PU No 21)

Setelah setiap parameter di beri bobot dan skor di *overlay* dan dijumlahkan total skornya, sehingga dapat diketahui tingkat kestabilan suatu kawasannya atau tipologinya.

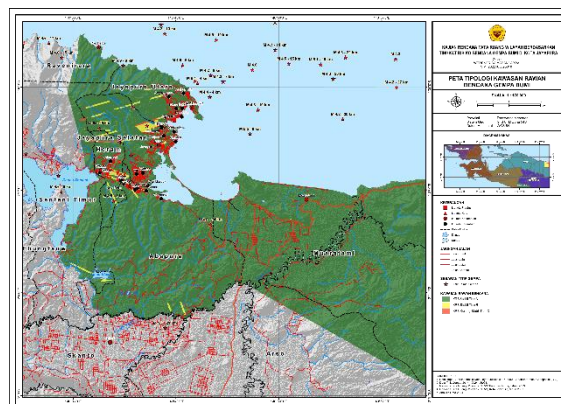
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Tipologi Kestabilan Kawasan Rawan Bencana

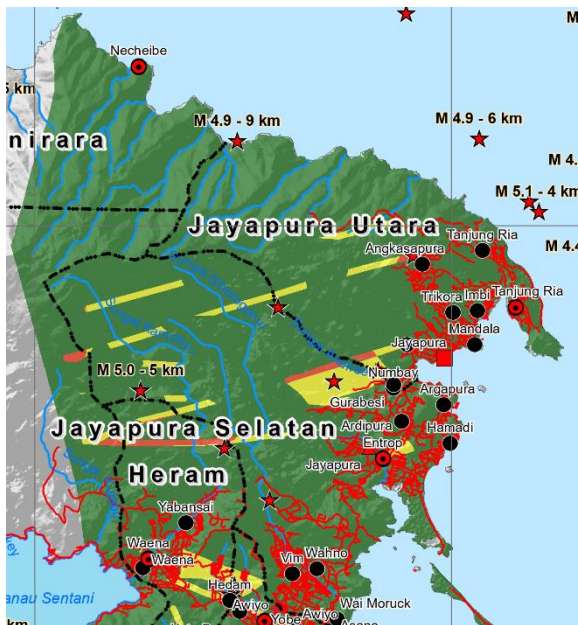
Dari hasil skoring klasifikasi kestabilan tipologi Kawasan, didapatkan hasil bahwa Kota Jayapura merupakan Kawasan yang stabil terhadap kerawanan bencana gempa bumi dengan tipologi kawasannya adalah Kawasan rawan bencana tipe A, tipe B dan Kawasan Kurang Stabil Tipe C. Berikut ini adalah peta tipologi Kawasan rawan bencana gempa bumi pada Kota Jayapura.

Tabel 3. Tipologi Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi

No	Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi	Luas (Ha)	Luas (%)
1	KRB Stabil Tipe A	92247,19	97,81
2	KRB Stabil Tipe B	1801,7	1,91
3	KRB Kurang Stabil Tipe C	263,56	0,28
	Total	94312,45	100



Gambar 6. Peta Tipologi Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi



Gambar 7. Perbesaran Peta Tipologi Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi di Distrik Jayapura Utara dan Distrik Jayapura Selatan

Tipe kawasan rawan gempa bumi ditentukan berdasarkan tingkat risiko gempa bumi yang didasarkan pada informasi geologi dan penilaian kestabilan. Berdasarkan hal tersebut, maka kawasan rawan gempa bumi dapat dibedakan menjadi 3 tipe kawasan, sebagai berikut:

4.1.1 Kawasan Rawan Bencana Gempabumi Stabil Tipe A

Kawasan tipe ini memiliki kemampuan lahan didalam menghadapi risiko bencana gempa bumi lebih stabil, dimana tipe A menunjukkan bahwa daerah penelitian dengan luas 97,81 % tersebut berlokasi jauh dari daerah zona sesar/ struktur geologi yang rentan terhadap getaran gempa bumi. Kawasan ini juga dicirikan dengan adanya kombinasi saling melemahkan dari faktor dominan yang berpotensi untuk merusak. Bila intensitas gempa bumi tinggi (*Modified Mercalli Intensity / MMI VIII*) maka efek merusaknya diredam oleh sifat fisik batuan yang kompak dan kuat.

4.1.2 Kawasan Rawan Bencana Gempabumi Stabil Tipe B

Kawasan ini memiliki faktor yang menyebabkan tingkat kerawanan bencana gempa

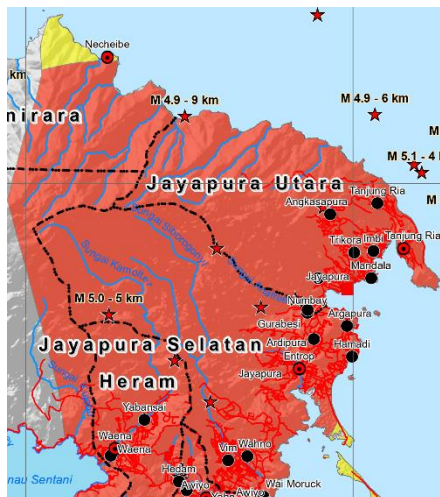
bumi pada tipe ini tidak disebabkan oleh satu faktor dominan, tetapi disebabkan oleh lebih dari satu faktor yang saling mempengaruhi, yaitu intensitas gempa bumi tinggi (*MMI VIII*) dan sifat fisik batuan menengah. Kawasan ini cenderung mengalami kerusakan cukup parah terutama untuk bangunan dengan konstruksi sederhana, luas Kawasan tipe ini mencakup 1,91 % dari keseluruhan daerah penelitian.

4.1.3 Kawasan Rawan Bencana Gempabumi Kurang Stabil tipe C

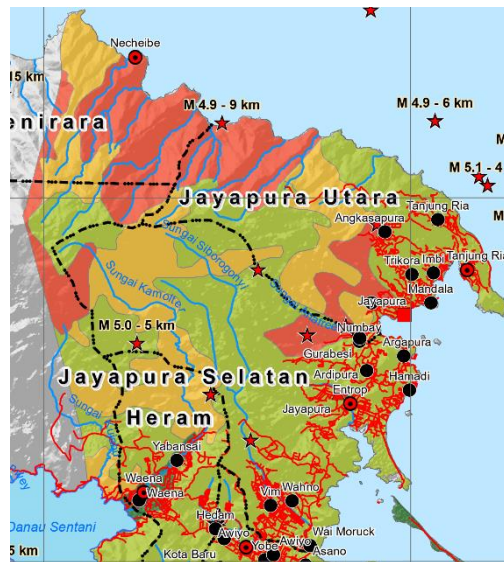
Kawasan ini terdapat paling tidak dua faktor dominan yang menyebabkan kerawanan tinggi pada kawasan ini. Kombinasi yang ada antara lain adalah intensitas gempa bumi tinggi dan sifat fisik batuan lemah; atau kombinasi dari sifat fisik batuan lemah dan berada dekat zona sesar cukup merusak. Kawasan ini mengalami kerusakan cukup parah dan kerusakan bangunan dengan konstruksi beton terutama yang berada pada jalur sepanjang zona sesar. Luas Kawasan tipe ini mencakup 0,28 % dari keseluruhan daerah penelitian

Dampak bencana gempa bumi tersebut menyebabkan 2 distrik di wilayah Kota Jayapura mengalami kerusakan yang cukup parah dibandingkan dengan distrik-distrik yang ada di sekitarnya, yaitu Distrik Jayapura Utara dan Distrik Jayapura Selatan. Hal ini menjadi dasar permasalahan yang perlu dikaji.

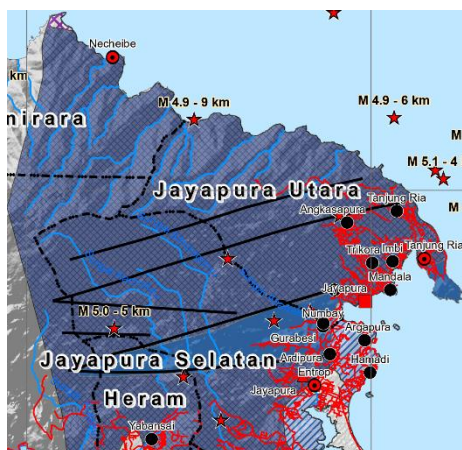
Setelah dikaji ternyata kondisi fisik Kawasan dua distrik ada Sebagian kecil masuk dalam kategori Kawasan Rawan Bencana Kurang Stabil Tipe C, Dimana walaupun secara geologi memiliki batuan beku ultramafic yang kompak/ keras dan sedikit batugamping tetapi daerah ini berada dalam radius gempa yang sangat dekat, dekat dengan zona sesar bahkan memiliki kelerengan yang cukup terjal. Peta diperbesar supaya lebih jelas dilihat.



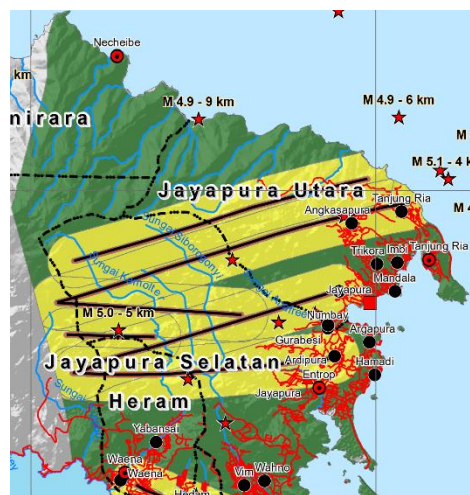
Gambar 8. Perbesaran Peta Radius Gempa Bumi di Distrik Jayapura Utara dan Distrik Jayapura Selatan



Gambar 11. Perbesaran Peta Kelerenghan



Gambar 9. Perbesaran Peta Geologi



Gambar 10. Perbesaran Peta Geologi struktur

4.2 Penentuan Kesesuaian RTRW Kota Jayapura tahun 2011 – 2031 terhadap daya dukung peruntukan lahan di Kota Jayapura.

4.2.1 Analisis Daya Dukung Lahan Kota Jayapura

Daya dukung peruntukan lahan berfungsi sebagai batasan alami yang harus diperhatikan dalam perencanaan tata ruang dan pengembangan wilayah agar dapat berlangsung dengan baik dan berkelanjutan tanpa merusak lingkungan atau menurunkan kualitas hidup di masa depan. Daya dukung peruntukan lahan dapat diartikan sebagai kemampuan suatu wilayah untuk menyediakan lahan yang sesuai dengan kebutuhan berdasarkan kemampuan lahan dan penggunaannya.

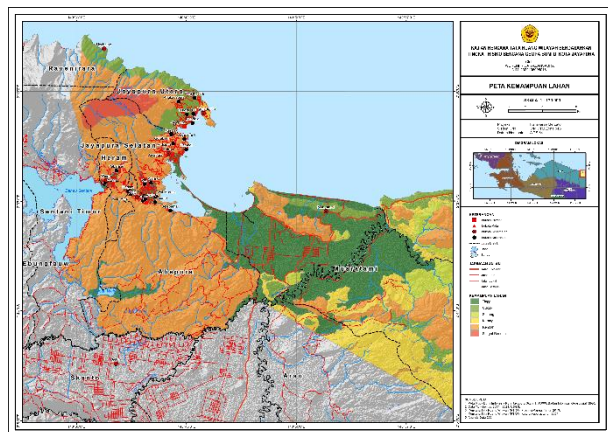
Dari hasil analisis dan perhitungan scoring Satuan Kemampuan Lahan Kota Jayapura, diketahui bahwa terdapat 6 kemampuan lahan di Kota Jayapura, yaitu:

- Kemampuan lahan tinggi dengan luas 21.544,65 ha atau sekitar 22,8 % luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerenghan 0-2% (Dataran);
- Kemampuan lahan cukup dengan luas 7.363,88 ha atau sekitar 7,8% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerenghan 2-5
- Kemampuan lahan tinggi dengan luas 21.544,65 ha atau sekitar 22,8% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerenghan 0-2% (Landai);
- Kemampuan lahan sedang dengan luas 3.306,325 ha atau sekitar 3,5%

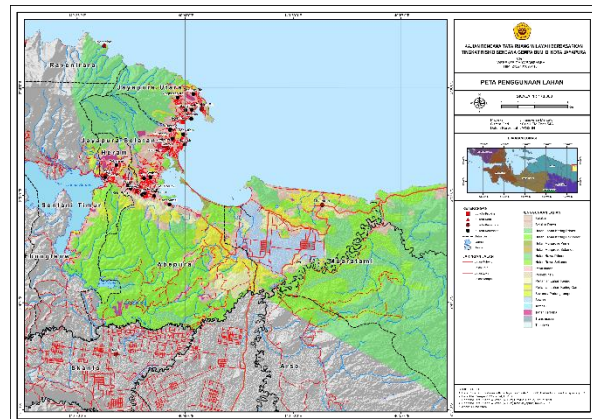
- luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan 5-15% (Bergelombang);
- c. Kemampuan lahan kurang dengan luas 11.924,57 ha atau sekitar 12,6% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan 15-25% (Perbukitan sedang);
- d. Kemampuan lahan rendah dengan luas 45.901,45 ha atau sekitar 48,7% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan 25-40% (Perbukitan terjal);
- e. Kemampuan lahan sangat rendah dengan luas 23.10,326 ha atau sekitar 2,4% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan >40%. (Perbukitan sangat terjal).

Pengklasifikasian kemampuan lahan ini bertujuan untuk mengetahui apakah suatu lahan sudah sesuai dengan kemampuannya. Semakin curam lereng, semakin besar rasio erosi, dan semakin sulit untuk digunakan dalam kegiatan seperti pengembangan wilayah hidup manusia. Penggunaan lahan biasanya akan sangat berkaitan dengan pola ruang, karena pada pola ruang akan mensinkronkan antara penggunaan lahan eksisting dan rencana tata ruang disuatu wilayah, mencakup tentang bagaimana lahan tersebut diatur dan didistribusikan untuk berbagai fungsi, seperti pemukiman, pertanian, industri, kawasan konservasi, infrastruktur dan lainnya.

Kemampuan lahan di Kota Jayapura dipengaruhi oleh topografi yang bervariasi, kondisi geologi, iklim, serta penggunaan lahan saat ini. Berikut adalah aspek-aspek utama yang mempengaruhi kemampuan lahan Kota Jayapura:



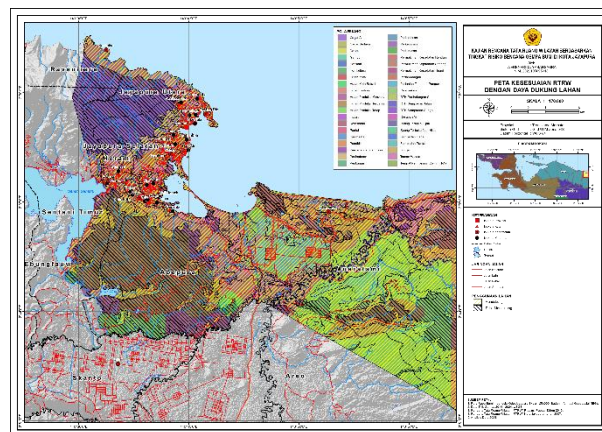
Gambar 12. Peta Kemampuan Lahan



Gambar 13. Peta Daya Dukung Lahan

4.2.2 Analisa Kesesuaian RTRW Kota Jayapura Terhadap Daya Dukung

Untuk menentukan kesesuaian RTRW Kota Jayapura terhadap daya dukung lahan, maka perlu dioverlaykan data/ peta Daya Dukung Lahan dengan data atau peta Pola ruang Kota Jayapura sehingga dapat diketahui prosentase daya dukung lahan terhadap pola ruang yang ada seperti terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 14. Peta Kesesuaian RTRW terhadap Daya Dukung Lahan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian dan pembahasan, yang telah dilakukan menunjukkan bahwa :

1. Tingkat kesesuaian Tipologi Kawasan Rawan Bencana gempa bumi berdasarkan matriks pembobotan untuk kestabilan wilayah terhadap Kawasan Rawan Bencana gempa bumi diperoleh nilai skor kestabilan wilayah Kota Jayapura berada pada

rentang nilai 30 – 45, Berdasarkan nilai tersebut wilayah Kota Jayapura berada pada kategori :

- a. Kawasan Rawan Bencana Stabil Tipe A dengan luas daerah 92.247,19 Ha atau 97,81 % dari seluruh luas wilayah Kota Jayapura
- b. Kawasan Rawan bencana Stabil Tipe B dengan luas daerah 1801,7 Ha atau 1,91 % dari keseluruhan luas wilayah Kota Jayapura
- c. Kawasan Rawan Bencana Kurang Stabil Tipe C dengan luas daerah 263,56 Ha atau 0,28% dari seluruh luas wilayah Kota Jayapura

2. Tingkat kesesuaian RTRW Kota Jayapura terhadap daya dukung lahan:

- a. Analisa Daya Dukung Lahan Kota Jayapura terdapat 6 Satuan kemampuan lahan antara lain Kemampuan lahan tinggi dengan luas 21.544,65 ha atau sekitar 22,8% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan 0-2% (Dataran);
- b. Kemampuan lahan cukup dengan luas 7.363,88 ha atau sekitar 7,8% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan 2-5% (Landai);
- c. Kemampuan lahan sedang dengan luas 3.306,325 ha atau sekitar 3,5% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan 5-15% (Bergelombang);
- d. Kemampuan lahan kurang dengan luas 11.924,57 ha atau sekitar 12,6% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan 15-25% (Perbukitan sedang);
- e. Kemampuan lahan rendah dengan luas 45.901,45 ha atau sekitar 48,7% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan 25-40% (Perbukitan terjal);
- f. Kemampuan lahan sangat rendah dengan luas 23.10,326 ha atau sekitar 2,4% luas Kota Jayapura, serta memiliki kelerengan >40%. (Perbukitan sangat terjal).

Analisa kesesuaian RTRW Kota Jayapura terhadap Daya Dukung Lahan diperoleh dari skoring kemampuan lahan dan penggunaan lahan yang telah ada/ eksisting, kemudian di overlay untuk mengetahui data tersebut mendukung atau tidak. Dari kajian data-data tersebut diperoleh :

- a. Daya dukung lahan yang mendukung pengembangan dengan luas 57039,49 Ha atau 60,48%.
- b. Daya dukung lahan yang tidak mendukung sehingga perlu mendapat beberapa pertimbangan untuk dikembangkan mencakup luas 37272,96 Ha atau 39,52 % .

6. DAFTAR PUSTAKA

- Charlton, T. R. 2000. Tertiary Evolution Of The Eastern Indonesia Collision Complex. *Journal Of Asian Earth Sciences*, 18, 603-631.
- Demets, C., Gordon, R. G., Argus, D. F. & Stein, S. 1990. Current Plate Motions. *Geophysical Journal International*, 101, 425-478.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Penataan Ruang, 2017, *Pedoman Penataan Kawasan Rawan Letusan Gunung Berapi dan Kawasan Rawan Gempa Bumi*, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.21/PRT/M/2007
- Dow, D. B., Robinson, G. P., Hartono, U. & Ratman, N. 1988. *Geology Of Irian Jaya*, Preliminary Geological Report, Bandung, Geological Research And Development Center - Bureau Of Mineral Resources.
- Milsom, J. (1985): New Guinea and the western Melanesian arcs, dalam A. E. M. Nairn, F. 311 G. S., and S. Uyeda, eds *The ocean basins and margins: The Pacific Ocean 7A*, Plenum Press, New York.
- Suwarna, N.(-) (no date) *Peta Geologi lembar jayapura (Peg. Cycloops), Irian Jaya Geological Map of the jayapura (peg. Cycloops) quadrangle, Irian Jaya, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (-)*. Available at: <https://onsearch.id/Record/IOS1.INLIS00000000050056> (Accessed: 04 November 2024).



- Pubellier, M., Ali, J. & Monnier, C. 2003. Cenozoic Plate Interaction Of The Australia And Philippine Sea Plates: "Hit-And-Run" Tectonics. *Tectonophysics*, 363, 181-199.
- Pubellier, M., Monnier, C., Maury, R. & Tamayo, R. 2004. Plate Kinematics, Origin And Tectonic Emplacement Of Supra-Subduction Ophiolites In Se Asia. *Tectonophysics*, 392, 9-36
- Tregoning, P., dan Gorbatov, A. (2004): Evidence for active subduction at the New Guinea Trench, *Geophysical Research Letters*, 13, L13608.