

Pemanfaatan Citra Satelit dan SIG Guna Menentukan Jalur Evakuasi Tsunami di Wilayah Pulau Bali Bagian Selatan

Teguh Budiman¹, Dadang Gunawan², Setyo Budiyo³, R.A.G. Gultom⁴

^{1,2,3,4}Universitas Pertahanan RI, Kawasan IPSC Sentul, Sukahati, Kec. Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat
teguhbudiman123@gmail.com

Abstract

The State of Indonesia is a country that is traversed by the Ring of Fire, which means that the State of Indonesia has the privilege that there are many volcanoes in Indonesia. This is also caused by the existence of a subduction line that surrounds Indonesia from the west end to the east end, making Indonesia a country frequently hit by earthquakes. The purpose of this research is to make evacuation routes more efficient and effective in terms of safety and smoothness where these independent evacuation routes are supported by new theories that are more supportive than new tools that can support research and also data that which can show the differences that are useful in making this evacuation route map. The method used in this study basically emphasizes quantitative research methods, although qualitative ones must still be used. This research method uses quantitative and qualitative methods. Quantitative research uses statistics in testing the data so that the relationship between variables can be obtained objectively. Qualitative research is an attempt by researchers to collect scientific data in a descriptive, verifiable and grounded research format so that the results can be accounted for.

Keyword: Ring of Fire, Subduction, Earthquake

Abstrak

Negara Indonesia adalah negara yang dilalui oleh jalur *Ring of Fire* atau Cincin Api yang artinya Negara Indonesia mempunyai keistimewaan yaitu terdapat banyak sekali gunung berapi yang ada di Indonesia. Hal ini juga disebabkan oleh adanya jalur *Subduksi* yang mengelilingi Indonesia mulai dari ujung barat sampai ujung timur sehingga membuat Indonesia menjadi negara yang sering dilanda gempa bumi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat jalur evakuasi yang lebih efisien dan efektif dalam segi keamanan dan kelancaran dimana jalur-jalur evakuasi mandiri ini didukung oleh teori-teori baru yang lebih mendukung kemudian perangkat-perangkat baru yang bisa mendukung penelitian dan juga data-data yang baru yang dapat menampilkan perbedaan-perbedaan yang berguna dalam membuat peta jalur evakuasi ini. Metode yang digunakan dalam penelitian ini pada dasarnya menonjolkan pada metode penelitian kuantitatif walaupun kualitatif tetap harus dipakai. Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif. Penelitian kuantitatif menggunakan ilmu statistik dalam pengujian data-datanya sehingga dapat diperoleh hubungan antara variabel secara objektif. Penelitian kualitatif merupakan suatu upaya peneliti untuk mengumpulkan data ilmiah dalam format diskriptif, verifikatif dan grounded research sehingga hasilnya dapat dipertanggungjawabkan.

Kata Kunci: Ring of Fire, Subduksi, Gempabumi

Copyright (c) 2023 Teguh Budiman, Dadang Gunawan, Setyo Budiyo, R.A.G. Gultom

Corresponding author: Teguh Budiman

Email Address: teguhbudiman123@gmail.com (Kawasan IPSC Sentul, Sukahati, Kec. Citeureup)

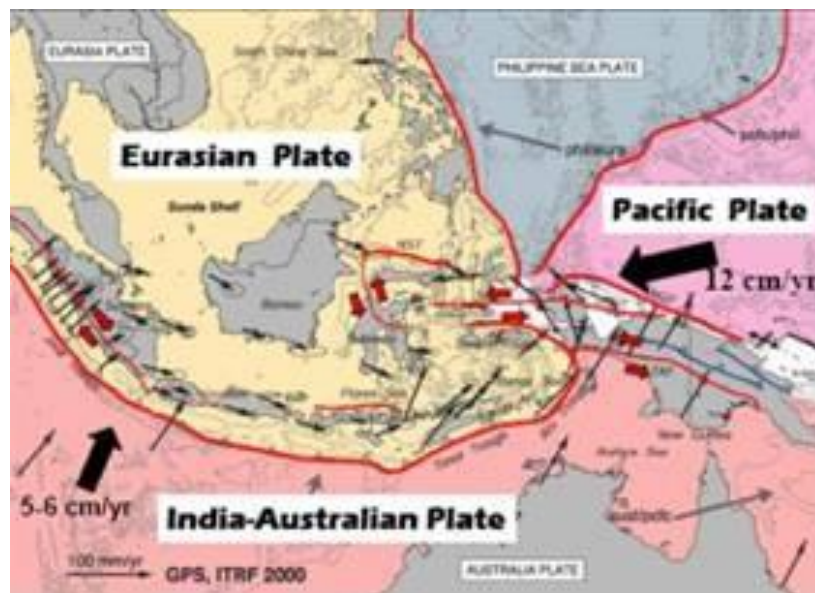
Received 12 February 2023, Accepted 18 February 2023, Published 18 February 2023

PENDAHULUAN

Negara Indonesia adalah negara yang dilalui oleh jalur *Ring of Fire* atau Cincin Api yang artinya Negara Indonesia mempunyai keistimewaan yaitu terdapat banyak sekali gunung berapi yang ada di Indonesia. Hal ini juga disebabkan oleh adanya jalur *Subduksi* yang mengelilingi Indonesia mulai dari ujung barat sampai ujung timur sehingga membuat Indonesia menjadi negara yang sering dilanda gempa bumi. Ancaman keamanan nasional menurut Christopher Schoemaker mengemukakan :
“national security was seen primarily as the protection from external invasion, an attitude primarily

driven by the war. As a result, the original concept had a strong military component". Artinya Christopher Schoemaker melihat ancaman nasional semata hanya dari serangan negara luar yang melakukan invasi militer sehingga menimbulkan peperangan dan mengakibatkan kerugian jiwa dan ekonomi dalam skala yang terukur. Bencana yang dapat ditimbulkan dari berbagai ancaman nasional tersebut dapat bermacam-macam. Dimana bencana tersebut akan menjadi menyebabkan kerugian yang bisa melumpuhkan kegiatan ekonomi dan kegiatan sehari-hari sehingga dapat menurunkan pertahanan negara.

Keberadaan dari tambang minyak gas dan juga sumber mineral yang lain tentunya dipengaruhi oleh kondisi dimana letak dari Indonesia adalah ada pada tiga pertemuan lempeng besar yaitu lempeng Eurasia, lempeng India-Australia dan lempeng Pasifik. Dengan adanya aktifitas lempeng tersebut membuat aktifitas geologi di Indonesia menjadi sangat kompleks dimana terjadi tumbukan-tumbukan tektonik di sepanjang pesisir Indonesia dan menyebabkan adanya banyak patahan-patahan dan lipatan-lipatan geologis. Daerah selatan Indonesia ini terdapat jalur pegunungan Mediteranian dan terbentuk zona subduksi yaitu zona tumbukan antar lempeng akibat pertemuan antara Lempeng Eurasia dan Lempeng Indo-Australia. Batas dari pertemuan kedua lempeng ini berupa palung lautan (*Oceanic Trench*) disebelah selatan gugusan pulau Jawa, Bali dan Nusa Tenggara



Gambar 1. Kondisi umum tektonik lempeng Indonesia

Penelitian Global Position System yg dilakukan pada tahun 1989 tentang pergerakan Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia menyimpulkan bahwa lempeng Indo-Australia bergerak ke arah Lempeng Eurasia 67 mm/years ke arah N11°E4°(Tregoiing et al, 1994) dimana hasil ini mendekati hasil teoritis model NUVEL-1 sebesar 71 mm/years tetapi dengan arah yang mengarah lebih ke utara yaitu N20°E3° (DeMets et al, 1990). Kondisi ini mengakibatkan Pulau Bali sebagai salah satu daerah yang berseismisitas tinggi karena berhadapan langsung dengan Jalur Subduksi

Paparan Sunda dan aktifitas tepi benua Australia serta kelanjutan garis Busur Sunda kearah timur yang bertemu dengan Busur Banda. Pergerakan dari lempeng-lempeng tersebut berdampak pada adanya tipe-tipe tektonik ciri dari sistem subduksi seperti terdapat palung laut, zona Benioff yaitu zona yang sering terjadi fracture, cekungan busur luar, dan jalur pegunungan, kemudian dampak yang lain adalah adanya zona gempa bumi berupa slab dengan kedalaman 100 Km dan kemiringan yang mencapai 65° dimana kedalamannya mencapai 650 Km dibawah bagian utara Pulau Bali.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat jalur evakuasi yang lebih efisien dan efektif dalam segi keamanan dan kelancaran dimana jalur-jalur evakuasi mandiri ini didukung oleh teori-teori baru yang lebih mendukung kemudian perangkat-perangkat baru yang bisa mendukung penelitian dan juga data-data yang baru yang dapat menampilkan perbedaan-perbedaan yang berguna dalam membuat peta jalur evakuasi ini. Dengan pembaharuan yang ada dalam penelitian ini diharapkan peta jalur evakuasi tsunami di Pulau Bali bagian Selatan menjadi lebih efektif dan lebih efisien dimana dalam penerapannya nanti masyarakat lebih peduli dan lebih mudah dalam mengakses jalur evakuasi tersebut. Dengan pembaharuan yang ada dalam penelitian ini diharapkan peta jalur evakuasi tsunami di Pulau Bali bagian Selatan menjadi lebih efektif dan lebih efisien dimana dalam penerapannya nanti masyarakat lebih peduli dan lebih mudah dalam mengakses jalur evakuasi tersebut. Dengan adanya pembaharuan data-data gempabumi untuk melihat dan memprediksikan daerah-daerah yang kemungkinan dapat terjadi bencana alam selain tsunami akan dapat diprediksikan dan juga akan dapat diperhitungkan sebelumnya.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini pada dasarnya menonjolkan pada metode penelitian kuantitatif walaupun kualitatif tetap harus dipakai. Cresswell (1994) berpendapat bahwa metode penelitian kuantitatif merupakan metode yang digunakan untuk menguji teori tertentu dengan meneliti hubungan antar variabel dimana variabel tersebut dapat diukur dengan instrumen penelitian sehingga data yang berdasar angka penelitian tersebut dapat dianalisa dengan statistik.

HASIL DAN DISKUSI

Penentuan jalur evakuasi mandiri mempunyai peranan penting dalam misi penyelamatan bangsa Indonesia sehingga dapat menghindari korban jiwa dan dapat encegah banyaknya kerugian yang dialami oleh negara karena bencana alam Tsunami itu sendiri. Tsunami pada dasarnya akan terjadi jika gempabumi memenuhi syarat-syarat, seperti kekuatan gempabumi harus diatas 6.5 magnitudo, kedalaman gempabumi dibawah 10km, dan yang paling utama adalah terjadinya deformasi lantai samudera. Dengan syarat-syarat itu kemudian kemungkinan untuk terjadinya tsunami pun menjadi lebih besar peluangnya. Sifat tsunami menjadi diperhitungkan karena tsunami mempunyai rata-rata time estimate arrival dibawah 20 menit dan tsunami merupakan suatu gelombang besar yang datang berkali-kali seperti ombak tetapi mempunyai volume yang lebih besar.

Dengan volume yang lebih besar dan kecepatan yang sangat tinggi, mengakibatkan tsunami mempunyai power yang deahsyat untuk merusak apapun yang dilaluinya apapun itu.

Pertahanan Negara

Dalam Undang-undang no.23 tahun 2019 pasal 1 dikatakan bahwa pertahanan negara adalah segala usaha untuk mempertahankan kedaulatan negara, keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, dan keselamatan segenap bangsa dari ancaman serta gangguan terhadap keutuhan bangsa dan negara. Sedangkan ancaman yang dimaksud adalah tercantum dalam pasal 4 yang menyebutkan Ancaman sebagaimana dimaksud dapat berwujud agresinya, terorisme, komunisme, separatisme, pemberontakan bersenjata, bencana alam, kerusakan lingkungan, pelanggaran wilayah perbatasan, perompakan dan pencurian sumber daya alam, wabah penyakit, peredaran dan penyalahgunaan narkoba, serangan siber, serangan nuklir, serangan biologi, serangan kimia, atau wujud Ancaman yang membahayakan kedaulatan negara, keutuhan wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, dan keselamatan segenap bangsa. Dalam Undang-Undang tersebut jelas bahwa upaya untuk melindungi segenap bangsa dan negara Indonesia dari ancaman bencana alam harus ditegakkan dan harus dilaksanakan sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Penentuan jalur evakuasi mandiri tsunami tidaklah semudah seperti membuat peta jalan biasa, dimana untuk menentukan jalur-jalur evakuasi tersebut haruslah memenuhi standard yang telah ditetapkan baik melalui peraturan pemerintah seperti undang-undang ataupun melalui peraturan yang lain sesuai kaidah yang diperlukan. Dengan membuat peta jalur evakuasi yang baru, berarti ada suatu pembaharuan yang sangat berarti dari penelitian tersebut sehingga usulan karya tersebut dapat diterima dan dapat diaplikasikan di lapangan. Untuk mengaplikasikan apa yang telah dihasilkan oleh suatu penelitian pun tidaklah mudah karena harus melalui beberapa langkah-langkah yang kiranya tidak boleh ditinggalkan karena melibatkan beberapa instansi yang berkepentingan dalam hal ini. Dengan adanya pembaharuan dalam menentukan peta jalur evakuasi mandiri tersebut, berarti bisa jadi mengubah jalur yang sudah ada ataupun tidak perlu merubah jalur yang sudah ada dimana inti dari penelitian ini pada dasarnya hanya sebatas himbauan yang berdasar dengan adanya data-data ilmiah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat jalur evakuasi yang lebih efisien dan efektif dalam segi keamanan dan kelancaran dimana jalur-jalur evakuasi mandiri ini didukung oleh teori-teori baru yang lebih mendukung kemudian perangkat-perangkat baru yang bisa mendukung penelitian dan juga data-data yang baru yang dapat menampilkan perbedaan-perbedaan yang berguna dalam membuat peta jalur evakuasi ini. Dengan pembaharuan yang ada dalam penelitian ini diharapkan peta jalur evakuasi tsunami di Pulau Bali bagian Selatan menjadi lebih efektif dan lebih efisien dimana dalam penerapannya nanti masyarakat lebih peduli dan lebih mudah dalam mengakses jalur evakuasi tersebut. Dengan adanya pembaharuan data-data gempa bumi untuk melihat dan memprediksikan daerah-daerah yang kemungkinan dapat terjadi bencana alam selain tsunami akan dapat diprediksikan dan juga akan dapat diperhitungkan sebelumnya. Juga dengan kejadian sebab gempa bumi yaitu likuifaksi yang dapat menelan apapun yang ada di atasnya, dengan data gayaberat

dan data geologi yang dipadukan diharapkan menjadi data yang sempurna untuk menghindari dan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang informasi penting ini sedini mungkin.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini pada dasarnya menonjolkan pada metode penelitian kuantitatif walaupun kualitatif tetap harus dipakai. Creswell (1994) berpendapat bahwa metode penelitian kuantitatif merupakan metode yang digunakan untuk menguji teori tertentu dengan meneliti hubungan antar variabel dimana variabel tersebut dapat diukur dengan instrumen penelitian sehingga data yang berdasar angka penelitian tersebut dapat dianalisa dengan statistik. Sedangkan Hermawan (2005) berpendapat bahwa metode kuantitatif merupakan suatu pendekatan penelitian yang lebih bersifat objektif dengan pengumpulan dan analisa data kuantitatif menggunakan statistik. Dari kedua pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa penelitian kuantitatif menggunakan ilmu statistik dalam pengujian data-datanya sehingga dapat diperoleh hubungan antara variabel secara objektif. Tentu sangat cocok jika penelitian ini menggunakan metode penelitian karena dalam penelitian ini objek yang diteliti adalah berupa jalan untuk jalur evakuasi dimana penelitian ini membandingkan variabel yang ada sebelumnya dengan variabel yang baru menurut penelitian ini. Perbedaan variabel yang baru ini adalah di kualitas jalur yang akan dipakai dimana dalam penelitian ini juga menggunakan metode kualitatif. Koentjaraningrat (1993) mengemukakan penelitian kualitatif merupakan desain penelitian yang mempunyai tiga format yaitu deskriptif, verifikatif dan format grounded research. Namun menurut David Williams (1995) berpendapat bahwa penelitian kualitatif merupakan suatu upaya seorang peneliti untuk mengumpulkan data berdasarkan latar ilmiah sehingga hasil yang didapatkan pun akan bersifat ilmiah dan dapat dipertanggungjawabkan. Dari kedua pendapat tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa penelitian kualitatif merupakan suatu upaya peneliti untuk mengumpulkan data ilmiah dalam format deskriptif, verifikatif dan grounded research sehingga hasilnya dapat dipertanggungjawabkan. Sebagai contoh dalam penelitian ini penentuan jalur evakuasi mandiri tsunami mempunyai pendekatan metode kualitatif dengan penelitian dalam penentuan jalur yang terhindar dari spot likuifaksi dimana untuk mendapatkan data spot likuifaksi ini memerlukan data-data seperti data geologi, geografi dan data gayaberat sehingga dari data-data tersebut dideskriptifkan sebagai spot yang berpotensi dapat mengalami likuifaksi lalu data spot tersebut diverifikasi dengan letak dan pembuktian di laboratorium dan dibandingkan penelitian di lapangan.

Data Gempabumi dan Tsunami

Dalam penentuan jalur evakuasi mandiri tsunami tersebut, untuk menentukan kualitasnya bagus atau tidaknya adalah dengan menilik apakah data-data yang dipakai bagus atau tidak. Penelitian ini pada dasarnya memakai data-data yang sudah ada dimana jika disederhanakan dalam pendeskriptifannya, penelitian ini memprediksikan masa yang akan datang jika terjadi tsunami dengan menggunakan data-data masa lampau dimana data masa lampau tersebut merupakan data valid dan dapat dipertanggungjawabkan untuk menjadi acuan data prediksi masa yang akan datang. Data

pertama yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data gempa bumi daerah Pulau Bali bagian selatan dan data gempa bumi sepanjang jalur subduksi bagian selatan. Data gempa bumi tersebut diperlukan untuk mengetahui berapa kali seringnya Pulau Bali bagian Selatan dihantam oleh kekuatan gempa bumi dengan magnitudo di atas 6 Magnitudo sehingga dari data itu kita dapat mengerti seberapa rawan Pulau Bali bagian selatan dengan gempa bumi besar. Setelah itu data kerusakan dan akibat dari gempa bumi besar tersebut tentunya harus diperoleh dari berbagai sumber sehingga dapat memvalidasi data yang diperoleh untuk prediksi di yang akan datang. Sebagai contoh, jika di daerah selatan Pulau Bali pernah mengalami gempa bumi 6 Magnitudo dan menurut hasil data historis mengatakan bahwa banyak terjadi rekahan-rekahan pada tanah dan muncul air dari dalam tanah, maka berarti daerah tersebut berpotensi merupakan spot yang mempunyai potensi terjadi likuifaksi. Tentunya data tersebut merupakan perputaran waktu dari data lampau dimana sekiranya semakin banyak data yang diperoleh dan semakin tua data yang diperoleh dapat membantu dalam menentukan data-data ilmiah nantinya. Kemudian data selanjutnya adalah data tsunami di daerah selatan pulau Bali baik tsunami itu tepat di selatan pulau Bali ataupun di sekitar Pulau Bali seperti di selatan Jawa atau selatan NTB-NTT. Data tersebut diperlukan untuk mengetahui pengaruh dan dampak yang terjadi dengan pulau Bali bagian selatan akibat dari berbagai kejadian tsunami masa lampau tersebut. Dampak-dampak tersebut dapat meliputi dimana saja daerah yang terdampak dari tsunami tersebut dan kerusakan apa saja yang ditimbulkan, kemudian sampai mana gelombang tsunami tersebut dapat menjangkau daratan. Data ini sangat penting untuk diperoleh karena akan dibandingkan dengan data simulasi tsunami nantinya apakah cocok ataupun mendekati atau tidak. Kemudian dari data tsunami tersebut dapat dianalisis pula sebab-sebab dari tsunami yang dapat menjangkau daratan disebabkan oleh apa saja, seperti contoh apakah tsunami Lombok dapat mencapai daerah selatan Denpasar karena lanskap rantai samudera atau adanya sebab lain. Setelah itu tentunya data jalur evakuasi yang sudah ada di lapangan untuk menjadi acuan awal sehingga dapat membantu penelitian dalam menghemat waktu. Jalur-jalur evakuasi mandiri yang sudah ada tentunya juga menjadi bagian dari penelitian dimana nantinya akan dibandingkan dengan jalur evakuasi yang baru jika memang perlu membuat jalur evakuasi yang baru. Penelitian ini tentunya memerlukan data geologi dalam penelitiannya dimana data geologi sangatlah penting untuk mendukung penelitian dalam melihat ke bawah tanah. Selain data satelit yang digunakan untuk melihat lanskap permukaan juga diperlukan suatu data yang digunakan untuk melihat permukaan ke bawah tanah dimana dari data tersebut dapat mendukung dan mencocokkan hasil data peneliti yang lain sehingga saling mendukung. Peta geologi lembar pulau Bali dapat didapatkan secara mudah sehingga dapat dianalisis dengan mudah dan cepat dimana hasil analisisnya dapat mendukung hasil analisa data geologi untuk mencari data densitas batuan di lapangan. Data-data pendukung lain yang diperlukan tentunya adalah data citra satelit yang dapat diperoleh dalam hal ini dapat melalui Google Earth Engine. Dari data satelit yang digunakan peneliti dapat melihat dari atas seperti apa penampakannya dan data tersebut dapat menjadi data pendukung dalam membuat peta jalur evakuasi sehingga data yang ditampilkan menjadi lebih lengkap. Kemudian

data lapangan juga dapat didukung dengan citra satelit sehingga dapat saling mendukung dan menguatkan dalam penentuan jalur evakuasi yang baik. Dalam penentuan jalur evakuasi yang diteliti in tujuannya adalah menghindari daerah yang berpotensi terjadi likuifaksi dimana hal-hal yang perlu diperhatikan dalam kejadian likuifaksi tersebut adalah dengan perpaduan antara data geologi dan data gayaberat. Data gayaberat diperlukan untk melihat secara menyeluruh kebawah dengan melihat nilai densitas suatu batuan terebut sehingga dapat dipadukan dan dicocokkan dengan data geologi sehingga dapat dianalisa dan didapat suatu kesimpulan dimanakah dan apakah daerah tersebut mempunyai potensi untuk terjadi likuifaksi. Hal ini sangat penting dilakukan karena jika belajar dari kejadian gempabumi Palu 2018 terdapat kejadian likuifaksi yang membuat tanah menjadi seperti lumpur hidup secara tiba-tiba dan dapat menghanyutkan bangunan diatasnya. Secara teknis likuifaksi terjadi karena kondisi tanah dan batuan di daerah tersebut terdiri dari tanah yang kurang solid dan terdapat sumber mata air tanah atau mempunyai hsitoris bekas waduk ataupun yang lain sehingga saat terjadi gempabumi besar maka daerah tersebut terkena tekanan dari energi gempabumi dan membuat tanah yang tidak solid tersebut bercampur dengan air yang terangkat keatas sehingga tanah di tempat itu menjadi lumpur dalam sekejab dan membuat seperti lumpur hidup. Hal ini tentunya sangatlah berbahaya melihat pastinya luasan dareah yang berpotensi likuifaksi tersebut pastinya sangat luas sehingga jika likuifaksi terjadi di suatu daerah yang terjadi di jalur evakuasi atau di tempat evakuasi sementara ataupun tempat evakuasi final ini akan dapat membahayakan masyarakat. Selain itu data yang diperlukan juga adalah data sungai yang bermuara ke laut dimana data ini sangatlah penting untuk dilihat karena sungai adalah jalur masuknya air dari laut ke daratan. Seperti pengalaman yang terjadi pada tsunami Aceh 2004, air laut yang masuk ke daratan juga ternyata melalui sungai yang dimana sungai trsebut menjadi tempat untuk amplifikasi tekanan air laut sehingga sebutan luapan air laut yang melalui sungai menjadi lebih kuat dan dapat membahayakan masyarakat. Sungai dapat menjadi tempat amplifikasi tekanan air laut karena dengan kedalaman dan ruang yang sempit dan didukung dengan kecepatan air yang begitu cepat dapat membuat air laut melewati sungai dengan mudah dan kuat untuk dapat menuju daratan lebih jauh lagi. Hal ini tentunya sangat penting untuk diperhatikan lebih lanjut karena dalam penentuan jalur evakusai tentunya harus memperhatikan letak sungai yang dapat berpotensi untuk mengaplifikasi kekuatan tsunami tersebut. Dan hal lain lagi adalah adanya teluk yang terbentuk dari segi morfologi pulau Bali, dimana teluk-teluk akan menjadi amplifikasi kekuatan tsunami karena dengan menyempitnya suatu bidang maka air akan terpantulkan secara berulang dan dapat menambah kekuatan dari tsunami tersebut.

Instrumentasi Penelitian

Dalam pengolahan data, penelitian harus didukung oleh beberapa instrumen baik itu instrumen yang bersifat benda ataupun bersifat non benda. instrumen atau alat bantu yang digunakan tersebut sangatlah penting dalam penelitian untuk pengolahan data sehingga dapat membantu peneliti untuk menyelesaikan penelitiannya. Ibarat manusia yang ingin menuju ke suatutempat yang sangat jauh, pastinya manusia memerlukan alat transportasi untuk dapat sampai di tempat tujuan dengan

cepat dan selamat sehingga manusia harus menggunakan alat transportasi pilihan agar dapat sampai. Jika ingin cepat sampai tentunya harus menggunakan pesawat tetapi biaya yang dibutuhkan sangat mahal. Jika tidak mempunyai uang yang banyak tentunya bisa memakai mobil hanya saja waktu yang ditempuh akan lebih lama dan memerlukan tenaga yang banyak. Begitu juga dengan penelitian ini membutuhkan suatu instrumen, dalam hal ini ada beberapa instrumen yang peneliti gunakan antara lain berbentuk software dan hardware. Sanjaya (2015) mengungkapkan bahwa instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data-data penelitian sehingga didapatkan data empiris. Sedangkan menurut Indrawan dan Yaniarti (2014) berpendapat bahwa instrumen penelitian merupakan alat untuk menukur suatu himpunan data yang diharapkan dalam suatu penelitian. Dari kedua pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa instrumen adalah suatu alat yang digunakan dalam penelitian untuk mengumpulkan data-data sehingga didapatkan suatu data yang bersifat empiris. Sebagai contoh dalam penelitian ini untuk mengetahui apakah tempat tersebut merupakan spot likuifaksi maka peneliti menggunakan software Surfer dan Grav3D sehingga dapat terlihat nilai densitas suatu tempat tersebut untuk mendapatkan data tentang potensi tempat tersebut dapat terjadi likuifaksi jika terjadi gempa bumi yang bermagnitudo besar. Jelas bahwa instrumen sangatlah penting dalam penelitian ini, apalagi dalam penelitian ini memerlukan tools yang dapat digunakan untuk membuat peta sehingga dalam penelitian ini peneliti menggunakan ArcGIS Tools agar dapat mempermudah penelitian dalam membuat peta. Data-data yang diperoleh dengan instrumen-instrumen tersebut ternyata memang perlu menggunakan instrumen lain untuk menampilkan data empiris sehingga dapat menjadi suatu kajian yang penting dalam penelitian ini. Selain instrumen ArcGIS tentunya juga ada instrumen lain seperti Microsoft Office yang peneliti gunakan untuk membentuk laporan penelitian sehingga dapat disajikan dengan baik dan dapat dinikmati oleh penikmat penelitian. Penentuan jalur evakuasi mandiri tsunami tidaklah semudah seperti membuat peta jalan biasa, dimana untuk menentukan jalur-jalur evakuasi tersebut haruslah memenuhi standard yang telah ditetapkan baik melalui peraturan pemerintah seperti undang-undang ataupun melalui peraturan yang lain sesuai kaidah yang diperlukan. Dengan membuat peta jalur evakuasi yang baru, berarti ada suatu pembaharuan yang sangat berarti dari penelitian tersebut sehingga usulan karya tersebut dapat diterima dan dapat diaplikasikan di lapangan. Untuk mengaplikasikan apa yang telah dihasilkan oleh suatu penelitian pun tidaklah mudah karena harus melalui beberapa langkah-langkah yang kiranya tidak boleh ditinggalkan karena melibatkan beberapa instansi yang berkepentingan dalam hal ini. Dengan adanya pembaharuan dalam menentukan peta jalur evakuasi mandiri tersebut, berarti bisa jadi mengubah jalur yang sudah ada ataupun tidak perlu merubah jalur yang sudah ada dimana inti dari penelitian ini pada dasarnya hanya sebatas himbauan yang berdasarkan dengan adanya data-data ilmiah. Penelitian ini untuk membuat jalur evakuasi yang lebih efisien dan efektif dalam segi keamanan dan kelancaran dimana jalur-jalur evakuasi mandiri ini didukung oleh teori-teori baru yang lebih mendukung kemudian perangkat-perangkat baru yang bisa mendukung penelitian dan juga data-data yang baru yang dapat menampilkan perbedaan-perbedaan yang berguna dalam

membuat peta jalur evakuasi ini. Dengan pembaharuan yang ada dalam penelitian ini diharapkan peta jalur evakuasi tsunami di Pulau Bali bagian Selatan menjadi lebih efektif dan lebih efisien dimana dalam penerapannya nanti masyarakat lebih peduli dan lebih mudah dalam mengakses jalur evakuasi tersebut. Dengan adanya pembaharuan data-data gempa bumi untuk melihat dan memprediksikan daerah-daerah yang kemungkinan dapat terjadi bencana alam selain tsunami akan dapat diprediksikan dan juga akan dapat diperhitungkan sebelumnya. Juga dengan kejadian sebab gempa bumi yaitu likuifaksi yang dapat menelan apapun yang ada di atasnya, dengan data gayaberat dan data geologi yang dipadukan diharapkan menjadi data yang sempurna untuk menghindari dan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang informasi penting ini sedini mungkin.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dengan bertahap dimana sumber-sumber dari data yang ada akan dikumpulkan menjadi satu dan diolah yang kemudian nanti akan menjadi data yang baru untuk dianalisa dan dipresentasikan menjadi sebuah acuan dalam membuat peta evakuasi mandiri. Dalam teknik pengumpulan data ini ada beberapa aspek yang dapat digarisbawahi seperti data yang bersumber dari internet dan data yang bersumber dari pengamatan langsung. Menurut Sugiyono (2015) sumber data primer merupakan sumber data yang langsung diberikan atau didapatkan dari sumbernya langsung. Biasanya data primer merupakan data yang didapat dari kuisioner sehingga data yang didapat merupakan orisinal dari sumbernya langsung. Kuisioner memang dibuat untuk mendapatkan data yang bersifat langsung sehingga menjamin keaslian datanya. Sedangkan Sugiono (2015) juga berpendapat bahwa data sekunder merupakan data yang sumbernya tidak didapat secara langsung. Data sekunder biasanya berupa dokumen-dokumen baik itu dari buku ataupun dari internet. Kedua sumber data tersebut sama-sama penting karena pastinya dalam setiap penelitian sama-sama membutuhkan dua sumber data tersebut. Data primer dan data sekunder tidak dapat dipisahkan karena saling mendukung sama lain dan juga melengkapi sehingga akan sangat penting dalam pengumpulan data penelitian. Dalam penelitian ini peneliti juga menggunakan dua sumber data baik itu data sekunder ataupun data primer dimana data primer nanti akan diperoleh dengan cara memberikan kuisioner ataupun lewat wawancara langsung ke masyarakat yang bersedia menjadi koresponden secara sukarela. Data primer tersebut akan dikumpulkan dan akan dihimpun untuk menjadi acuan data sekunder nantinya. Dan data sekunder akan diperoleh dari berbagai buku ataupun dari beberapa jurnal ilmiah internasional ataupun jurnal nasional sehingga dapat melengkapi dalam referensi penelitian ini. Penentuan jalur evakuasi mandiri tsunami tidaklah semudah seperti membuat peta jalan biasa, dimana untuk menentukan jalur-jalur evakuasi tersebut haruslah memenuhi standard yang telah ditetapkan baik melalui peraturan pemerintah seperti undang-undang ataupun melalui peraturan yang lain sesuai kaidah yang diperlukan. Dengan membuat peta jalur evakuasi yang baru, berarti ada suatu pembaharuan yang sangat berarti dari penelitian tersebut sehingga usulan karya tersebut dapat diterima dan dapat diaplikasikan di lapangan. Untuk mengaplikasikan apa yang telah dihasilkan oleh suatu penelitian pun tidaklah mudah karena harus

melalui beberapa langkah-langkah yang kiranya tidak boleh ditinggalkan karena melibatkan beberapa instansi yang berkepentingan dalam hal ini. Dengan adanya pembaharuan dalam menentukan peta jalur evakuasi mandiri tersebut, berarti bisa jadi mengubah jalur yang sudah ada ataupun tidak perlu merubah jalur yang sudah ada dimana inti dari penelitian ini pada dasarnya hanya sebatas himbauan yang berdasarkan dengan adanya data-data ilmiah.

Grand and Gap Theory

Dalam penulisan penelitian ini tidaklah lepas dari teori-teori yang akan digunakan oleh peneliti. Teori diperlukan untuk memberikan kerangka yang lebih konseptual agar terstruktur dan koheren, sehingga peneliti dalam menyusun penelitian bisa memahami fenomena yang sedang diteliti dalam perspektif yang benar. Dengan adanya teori akan menggiring penelitian menjadi lebih terstruktur dan terkonsep dengan kesesuaian kebutuhan dalam sebuah penelitian. Seperti contoh dalam penelitian ini memerlukan teori tentang lempeng tektonik sehingga konsepnya jelas bahwa penelitian ini merupakan penelitian yang berkonsep tentang bencana alam tektonik. Jika penelitian berkonsep tentang bahaya bencana alam tektonik namun dalam teorinya membahas tentang teori bursa saham tentunya akan menjadi kacau dan tidak koheren dan akan membuat penelitian menjadi membahas tentang apapun tidak terarah dan tidak sesuai dengan konsep penelitian. Jenis-jenis teori ada dibagi menjadi tiga jenis yaitu grand theory, middle theory dan applied theory. Grand Teori merupakan bahasa yang dikemukakan oleh seorang ahli sosiologis yang bernama Charles Wright Mills pada tahun 1959 dalam buku yang berjudul "The Sociological Imagination" untuk menunjukkan bentuk teori abstraksi tinggi yang berfungsi untuk pengaturan formal dan susunan dari konsep-konsep lebih penting dibandingkan pengertian terhadap dunia sosial. Secara ringkas grand teori merupakan sebuah teori induk yang menjelaskan tentang suatu fenomena secara umum. Grand teori digunakan untuk menjelaskan suatu hal yang mendasar pokok. Sedangkan Middle Theory

Dalam penelitian ini akan terjadi beberapa gap yang dapat timbul dimana ini akan normal terjadi karena adanya pembaharuan dalam penelitian ini. Gap yang timbul dapat terjadi karena ada beberapa pembaharuan dimana terdapat suatu hal yang pada jalur evakuasi lama tidak mempunyai parameter yang dimiliki oleh jalur evakuasi yang baru. Gap atau perbedaan pastinya akan ada di beberapa aspek seperti gap teori yang berarti akan ada beberapa teori yang berbeda daripada teori yang lama. Maksud dari adanya gap ini pun bukan untuk membuat gambaran jalur evakuasi yang lama menjadi buruk akan tetapi maksud dari adanya gap ini berarti ada suatu hal yang harus diperbaharui demi keselamatan bersama sesuai dengan apa yang menjadi tujuan dari penelitian ini. Gap teori terjadi karena dalam pembentukan peta evakuasi yang dahulu menggunakan teori yang dahulu dimana tidak menggunakan parameter-parameter yang baru, sedangkan pada penentuan jalur evakuasi yang baru ini menggunakan teori yang relatif baru untuk digunakan dalam penentuan jalur evakuasi. Teori yang baru akan digunakan dalam penelitian ini seperti halnya teori gaya berat dimana peneliti gunakan untuk mencocokkan densitas batuan dengan susunan batuan pada peta geologi setempat. Penggunaan data gayaberat akan menjadi penting karena dengan data densitas

batuan akan menjadi pencocokan batuan untuk menganalisis apakah pada tempat tersebut mempunyai potensi untuk terjadi likuifaksi atau tidak. Teori yang kedua yaitu adanya teori lempeng tektonik dimana akan mendukung untuk penelitian dalam data gempabumi dan tsunami. Dalam hal ini teori-teori yang baru juga termasuk tentang gempabumi dan tsunami pun akan turut menjadi pendukung dalam penelitian ini sehingga jalur yang akan dibentuk dapat terhindar dari beberapa jalur gempabumi. Teori tentang lempeng seeperti halnya sudah dibahas dalam pendahuluan, dapat menjadi referensi yang bagus sehingga jalur evakuasi akan dapat terhindar dari jalur-jalur gempabumi yang akan dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan yang parah dan bisa menyebabkan adanya rekahan-rekahan pada tanah. Teori tsunami menjadi hal yang penting karena dalam penelitian inilah tsunami menjadi tokoh utama. Terjadinya pembaharuan tentang pengertian tsunami khususnya tentang syarat-syarat terjadinya tsunami tentunya ada perkembangan karena perjalanan waktu terjadi perkembangan pengetahuan dan perkembangan teori yang baru. Selain dengan teori gap, juga ada metodologi gap dimana tentunya metode yang digunakan dalam penelitian ini ada pembaharuan seiring dengan adanya penggunaan instrumen baru. Memang pastinya ada metodologi yang sama dengan penelitian terdahulu karena pada dasarnya penelitian ini juga mengembangkan metode yang lama dengan pembaharuan sehingga terdapat kesamaan dan juga perbedaan dalam pemakaian metode. Penentuan jalur evakuasi mandiri tsunami tidaklah semudah seperti membuat peta jalan biasa, dimana untuk menentukan jalur-jalur evakuasi tersebut haruslah memenuhi standard yang telah ditetapkan baik melalui peraturan pemerintah seperti undang-undang ataupun melalui peraturan yang lain sesuai kaidah yang diperlukan. Dengan membuat peta jalur evakuasi yang baru, berarti ada suatu pembaharuan yang sangat berarti dari penelitian tersebut sehingga usulan karya tersebut dapat diterima dan dapat diaplikasikan di lapangan. Untuk mengaplikasikan apa yang telah dihasilkan oleh suatu penelitian pun tidaklah mudah karena harus melalui beberapa langkah-langkah yang kiranya tidak boleh ditinggalkan karena melibatkan beberapa instansi yang berkepentingan dalam hal ini. Dengan adanya pembaharuan dalam menentukan peta jalur evakuasi mandiri tersebut, berarti bisa jadi mengubah jalur yang sudah ada ataupun tidak perlu merubah jalur yang sudah ada dimana inti dari penelitian ini pada dasarnya hanya sebatas himbauan yang berdasar dengan adanya data-data ilmiah. Gap yang terjadi dalam penggunaan metode ini seperti halnya dalam pengumpulan data gempabumi yang dilakukan untuk mengetahui historis kegempaan di sekitar pulau Bali sehingga didapatkan data yang pasti dalam penentuan sumber gempabumi yang berpotensi terjadinya tsunami dan juga akibat-akibat dari gempabumi yang dapat mengikuti seperti terjadi rekahan ataupun dengan terjadi kerusakan lain akibat adanya gempabumi. Kemudian metode pengumpulan data histori tsunami dimana menjadi sangat penting karena dalam hal ini akan dapat mengetahui efek dari tsunami dan efek dari tsunami tersebut terhadap kejadian tsunami itu. Kemudian metode pengumpulan data gayaberat yang digunakan untuk mencari nilai densitas batuan sehingga dapat mengetahui dimana ada potensi likuifaksi di daerah yang akan dijadikan penelitian. Kemudian lebih lagi dalam metode pengolahan data menjadi banyak perbedaan dimana dari data-data yang dikumpulkan masing-masing

mempunyai metode pengolahan data yang berbeda-beda dan hasilnya akan saling menjadi keterkaitan dan saling mendukung. Metode pengolahan data yang digunakan juga menjadi penting karena dengan adanya data yang sudah dikumpulkan kemudian dikumpulkan menjadi satu dan menjadi sebuah acuan dalam membuat jalur evakuasi yang sesuai dengan tujuan penelitian ini. Setelah metode pengolahan data kemudian metode penyajian data nya pun juga berbeda sehingga menimbulkan gap dalam penyajiannya. Peneliti ini menjajikan hasil dari pengolahan data dalam bentuk peta evakuasi yang berbeda dengan peta evakuasi yang sebelumnya sehingga dapat membaharui yang menjadi tujuan dalam penelitian ini yaitu mampu menampilkan daerah-daerah yang tidak terkena dampak gempa bumi besar seperti retakan tanah yang dapat membahayakan masyarakat, kemudian likuifaksi yang dapat mematikan dan menghancurkan bangunan-bangunan di sekitarnya dan tentunya longsor tebing-tebing jurang yang dapat mengganggu bahkan berbahaya jika longsor terjadi saat evakuasi sedang berjalan. Itulah gap yang terjadi dalam penelitian ini yang dapat terjadi karena adanya suatu pembaharuan yang diperlukan dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat jalur evakuasi yang lebih efisien dan efektif dalam segi keamanan dan kelancaran dimana jalur-jalur evakuasi mandiri ini didukung oleh teori-teori baru yang lebih mendukung kemudian perangkat-perangkat baru yang bisa mendukung penelitian dan juga data-data yang baru yang dapat menampilkan perbedaan-perbedaan yang berguna dalam membuat peta jalur evakuasi ini. Dengan pembaharuan yang ada dalam penelitian ini diharapkan peta jalur evakuasi tsunami di Pulau Bali bagian Selatan menjadi lebih efektif dan lebih efisien dimana dalam penerapannya nanti masyarakat lebih peduli dan lebih mudah dalam mengakses jalur evakuasi tersebut. Dengan adanya pembaharuan data-data gempa bumi untuk melihat dan memprediksikan daerah-daerah yang kemungkinan dapat terjadi bencana alam selain tsunami akan dapat diprediksikan dan juga akan dapat diperhitungkan sebelumnya.

KESIMPULAN

Ancaman keamanan negara merupakan suatu keadaan yang dapat menjadikan tatanan negara menjadi tidak teratur secara nasional. Ancaman negara dapat berupa militer dan nonmiliter. Dalam menghadapi suatu ancaman, negara harus siap dalam semua parameter sehingga saat ancaman itu terjadi maka korban yang ditimbulkan tidaklah banyak. Negara Indonesia adalah negara yang dilalui oleh jalur *Ring of Fire* atau Cincin Api yang artinya Negara Indonesia mempunyai keistimewaan yaitu terdapat banyak sekali gunung berapi yang ada di Indonesia. Hal ini juga disebabkan oleh adanya jalur *Subduksi* yang mengelilingi Indonesia mulai dari ujung barat sampai ujung timur sehingga membuat Indonesia menjadi negara yang sering dilanda gempa bumi. Tsunami pada dasarnya akan terjadi jika gempa bumi memenuhi syarat-syarat, seperti kekuatan gempa bumi harus di atas 6.5 magnitudo, kedalaman gempa bumi dibawah 10km, dan yang paling utama adalah terjadinya deformasi lantai samudera. Dengan syarat-syarat itu kemudian kemungkinan untuk terjadinya tsunami pun menjadi lebih besar peluangnya. Sifat tsunami menjadi diperhitungkan karena tsunami

mempunyai rata-rata time estimate arrival dibawah 20 menit dan tsunami merupakan suatu gelombang besar yang datang berkali-kali seperti ombak tetapi mempunyai volume yang lebih besar. Dengan volume yang lebih besar dan kecepatan yang sangat tinggi, mengakibatkan tsunami mempunyai power yang deahsyat untuk merusak apapun yang dilaluinya apapun itu

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif. penelitian kuantitatif menggunakan ilmu statistik dalam pengujian data-datanya sehingga dapat diperoleh hubungan antara variabel secara objektif. Penelitian kualitatif merupakan suatu upaya peneliti untuk mengumpulkan data ilmiah dalam format diskriptif, verifikatif dan grounded research sehingga hasilnya dapat dipertanggungjawabkan.

Data primer dan data sekunder tidak dapat dipisahkan karena saling mendukung sama lain dan juga melengkapi sehingga akan sangat penting dalam pengumpulan data penelitian. data primer nanti akan diperoleh dengan cara memberikan kuisisioner ataupun lewat wawancara langsung ke masyarakat yang bersedia menjadi koresponden secara sukarela. Data primer tersebut akan dikumpulkan dan akan dihimpun untuk menjadi acuan data sekunder nantinya. Dan data sekunder akan diperoleh dari berbagai buku ataupun dari beberapa jurnal ilmiah internasional ataupun jurnal nasional sehingga dapat melengkapi dalam referensi penelitian ini

Teori diperlukan untuk memberikan kerangka yang lebih konseptual agar terstruktur dan koheren, sehingga peneliti dalam menyusun penelitian bisa memahami fenomena yang sedang diteliti dalam perspektif yang benar. Dengan adanya teori akan menggiring penelitian menjadi lebih terstruktur dan terkonsep dengan kesesuaian kebutuhan dalam sebuah penelitian. Grand Teori merupakan bahasa yang dikemukakan oleh Charles Wright Mills menunjukkan bentuk teori abstraksi tinggi yang berfungsi untuk pengaturan formal dan susunan dari konsep-konsep lebih penting dibandingkan pengertian terhadap dunia sosial. Secara ringkas grand teori merupakan sebuah teori induk yang menjelaskan tentang suatu fenomena secara umum. Grand teori digunakan untuk menjelaskan suatu hal yang yang mendasar pokok.

Gap teori terjadi karena adanya perbedaan masa dan waktu begitu juga dalam perbedaan metode dan pengumpulan data serta perbedaan tujuan yang terjadi. Gap teori terjadi karena dalam pembentukan peta evakuasi yang dahulu menggunakan teori yang dahulu dimana tidak menggunakan parameter-parameter yang baru, sedangkan pada penentuan jalur evakuasi yang baru ini menggunakan teori yang relatif baru untuk digunakan dalam penentuan jalur evakuasi. Gap yang timbul dapat terjadi karena ada beberapa pembaharuan dimana terdapat suatu hal yang pada jalur evakuasi lama tidak mempunyai parameter yang dimiliki oleh jalur evakuasi yang baru. Maksud dari adanya gap ini berarti ada suatu hal yang harus diperbaharui demi keselamatan bersama sesuai dengan apa yang menjadi tujuan dari penelitian ini.

REFERENSI

BMKG. 2019. Katalog Tsunami Indonesia. Jakarta

BNPB. 2012. Menuju Indonesia Tangguh Menghadapi Tsunami. Jakarta

BNPB. 2016. RBI (Risiko Bencana Indonesia). Jakarta

BNPB. 2019. Katalog Desa/Kelurahan Rawan Tsunami (klas bahaya tinggi dan sedang). Jakarta

GTZ IS GITEWS. 2010. Rencana Evakuasi Tsunami Untuk Kelurahan Kuta, Bali. Bali

GTZ IS GITEWS. 2010. Panduan Perencanaan Untuk Evakuasi Tsunami. Jakarta

Hoppe, MW. 2010. Pengetahuan Tentang Resiko. GITEWS (German-Indonesian Cooperation For Tsunami Early Warning System

I Nengah Sinarta, I Wayan Ariyana Basoka. 2019. The Potential Of Liquefaction Disasters Based On The Geological, Cpt, And Borehole Data At Southern Bali Island. Journal of Applied Engineering Science.

UU Nomor 23 Tahun 2019 TENTANG PERTAHANAN NEGARA

UU_24_2007-TENTANG BENCANA