

PENDEKATAN DAN METODA PENELITIAN FENOMENA GEMPA BUMI

Basuki

Mahasiswa Program Studi Doktor Arsitektur Konsentrasi Arsitektur Digital Unika Soegijapranata, Semarang

E-mail: bas1arst@gmail.com

Sri Rejeki

Program Studi Doktor Arsitektur Konsentrasi Arsitektur Digital Unika Soegijapranata, Semarang

E-mail: vege@unika.ac.id

Abstrak

Artikel ini membahas perkembangan berbagai pendekatan dan metode terhadap gempa bumi. Studi dilakukan melalui pendekatan kualitatif berdasarkan data sekunder dari artikel, laporan, buku yang diperoleh dari media internet. Keabsahan data dicek melalui triangulasi sumber dan metode. Hasil penelitian menemukan bahwa pengetahuan tentang gempa bumi bersifat multidisiplin yang melibatkan bidang filsafat, teknik, sosiologi, ekonomi, kesehatan, pendidikan dan manajemen bencana. Sebelum abad ke-16, pengetahuan tentang gempa bumi berasal dari pengalaman, mitos, kepercayaan, filsafat dan agama. Ilmu pengetahuan tentang gempa bumi dalam pendekatan sains modern mulai berkembang sejak abad ke-16, awal era industrialisasi abad ke-19 sampai sekarang. Pandangan sains modern mengalami berbagai kemajuan dalam mengungkapkan sisi mekanis gempa bumi, serta aspek-aspek lain sosio-kultural, ekonomi, kesehatan, pendidikan dan manajemen yang saling melengkapi. Penelitian dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif lintas disiplin, seperti melalui studi fenomenologi, etnografi, sejarah, studi kasus, eksperimen, survei. Artikel ini merekomendasikan perlunya pendekatan holistik melalui pendekatan sistem interdisipliner dalam pengembangan pengetahuan tentang gempa bumi.

Kata kunci: pendekatan penelitian, metoda penelitian, gempa bumi.

Abstract

This article discusses the development of various approaches and methods to earthquakes. The study was conducted through a qualitative approach based on secondary data from articles, reports, books obtained from internet media. The validity of the data was checked through triangulation of sources and methods. The results of the study found that knowledge about earthquakes was multidisciplinary involving the fields of philosophy, engineering, sociology, economics, health, education and disaster management. Prior to the 16th century, knowledge about earthquakes came from experience, myth, belief, philosophy and religion. The science of earthquakes in a modern scientific approach began to develop since the 16th century, the beginning of the 19th century industrialization era until now. The view of modern science has made various advances in revealing the mechanical side of earthquakes, as well as other complementary aspects of socio-cultural, economic, health, educational and management. Research is conducted through cross-disciplinary quantitative and qualitative approaches, such as through phenomenology studies, ethnography, history, case studies, experiments, surveys. This article recommends the need for a holistic approach through an interdisciplinary systems approach in developing knowledge about earthquakes.

Keywords: research approach, research method, earthquake

I. PENDAHULUAN

Gempa bumi tidak hanya berhubungan dengan ilmu pengetahuan alam, tetapi terkait dengan banyak disiplin ilmu lain yang berkaitan (Davidson, 1997; McCallen, 2020). Pengetahuan tentang gempa bumi memiliki sejarah panjang dalam kehidupan manusia. Gempa bumi tidak hanya berkaitan dengan pergerakan lempengan bumi, runtuhnya infrastruktur akibat gempa, namun juga terkait dengan bahaya sekunder seperti kebakaran, tanah longsor dan tsunami. Akhir-akhir ini, pengetahuan gempa bumi tidak hanya terkait dengan ilmu rekayasa (*engineering*), namun juga melibatkan ilmu-ilmu sosial (*social engineering*), ekonomi, filsafat, sejarah bahkan agama (Goltz *et al.*, 2017; Davidson, 1997; McCallen, 2020).

Pengetahuan tentang gempa telah muncul sebelum era sains modern. Masyarakat Yunani kuno, Romawi, Babilonia, Ibrani, mitologi Hindu, masyarakat tradisional Indonesia sering menghubungkan fenomena gempa dengan kepercayaan masyarakat terhadap kekuasaan Sang Pencipta dan keseimbangan alam. Alam melakukan penyesuaian alami terhadap ketidakseimbangan sendiri baik pengaruh manusia atau tanpa intervensi manusia. Masyarakat tradisional Indonesia seperti masyarakat Jawa zaman dahulu, ada kebiasaan memukul kentongan

ramai-ramai sebagai peringatan dini terhadap gempa. Masyarakat tradisional Indonesia telah lama mengembangkan bangunan simetris dan fleksibel untuk bertahan terhadap gempa. Masyarakat tradisional juga menghubungkan fenomena gempa bumi dengan tanda-tanda alam.

Era Renaissance abad ke-16 dan abad ke-17 merupakan awal dari sejarah seismologi. Breventano pada pertengahan abad ke-15 dari Pavia, sebuah kota kecil di Italia Utara menulis "*Treatise on the earthquake*" [Risalah tentang gempa] (Albini, 2009; Albini *et al.*, 2012). Breventano melakukan penelitian dengan memeriksa sumber-sumber sejarah abad-abad sebelumnya tentang gempa bumi dan fenomena alam lainnya. Hal yang menonjol dalam "Risalah"-nya adalah bahwa Breventano berhasil mengambil informasi tentang lebih dari dua ratus gempa bumi, selama dua ribu tahun, antara tahun 504 SM. dan 1575 M, meliputi seluruh wilayah Eropa-Mediterrania, dan Hindia Barat pada awal abad ke-16. Esai Breventano serta karya penulis kontemporer Inggris Stephen Batman, "*The Doome warning all man to the Judgement*" pada tahun 1580-an. Sebuah risalah kemudian disajikan juga, karya Marcello Bonito pada akhir abad ke-16 "*Terra Tremante* [Bumi Gemetar]", yang dapat dengan mudah didefinisikan sebagai daftar gempa bumi di seluruh dunia. Karya Bonito dan Breventano

dianggap sebagai pendekatan modern riset awal yang membuka jalan menuju sejarah seismologi modern (Albini, 2009; Albini *et al.*, 2012).

Ilmu pengetahuan tentang gempa telah berkembang cepat sejak periode industrialisasi di paruh kedua abad kesembilan belas. Manusia telah belajar berdasarkan pengalaman serta beradaptasi terhadap pelepasan tiba-tiba energi seismik dari lempengan Bumi. Ilmu pengetahuan tentang gempa mengalami kemajuan yang signifikan terkait seismologi dan teknik gempa. Pendekatan utama lainnya berkaitan dengan pemahaman baru tentang sistem sosial dan ekonomi. Dua pendekatan yang saling melengkapi. Penelitian dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dan kualitatif lintas disiplin, seperti melalui studi fenomenologi, etnografi, sejarah, studi kasus, eksperimen, survei. Penelitian diantaranya terkait dampak ekonomi, sosial, kesehatan dan manajemen risiko terhadap gempa. Penelitian juga terkait dengan peran kebijakan, perusahaan asuransi dan partisipasi masyarakat luas. Misalnya, kemiskinan, akses lapangan kerja, akses politik, membuat sebagian masyarakat hidup di wilayah rawan gempa dengan konstruksi rumah tidak layak untuk ketahanan terhadap gempa. Kepercayaan masyarakat, akhirnya banyak masyarakat tidak banyak mengindahkan peringatan dini terhadap bahaya gempa. Perhatian khusus diberikan pada

pandangan filosofis alam atau ilmiah tentang gempa bumi, dan pada kisah-kisah religius dan mitologis tentang fenomena tersebut, menunjukkan kebutuhan pemahaman yang lebih lengkap tentang gempa bumi di luar batas pengetahuan tradisional. Sejauh ini, belum tersedia penjelasan secara lengkap mengapa gempa bumi terjadi – baik pengetahuan kuno atau modern, religius atau ilmiah..

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui pendekatan kualitatif melalui pendekatan penelitian sejarah. Studi ini dilakukan dengan tujuan untuk memahami perkembangan pendekatan dan metode penelitian tentang gempa dari pendekatan tradisional sebelum era sains modern, sampai pendekatan sains modern dan era sistem (post modern). Periode pendekatan tradisional yaitu pada periode sebelum abad ke-16 sebagai awal metode ilmiah tentang gempa bumi. Periode sains modern dimulai abad ke-16 sampai akhir abad ke-20. Periode pasca sains modern dimulai akhir abad ke-20 sampai sekarang. Penelitian ini menggunakan sumberdata sekunder dari literatur internet baik dalam bentuk: sejarah alam, risalah filosofis, kisah-kisah religius dan mitologis, buku, artikel dan laporan. Analisis dilakukan dengan pendekatan deksriptif kualitatif.

III. PEMBAHASAN

Pendekatan dan metoda penelitian fenomena gempa bumi dari pendekatan tradisional sebelum era sains modern, sampai pendekatan sains modern dan era sistem (post modern) diuraikan sebagai berikut.

1. Sebelum Era Sains Modern

Sejak zaman purbakala, manusia senantiasa mengajukan pertanyaan-pertanyaan tentang dunia sekitarnya, maupun tentang peranannya sendiri di dunia itu. Upaya untuk mencari pengetahuan (*love of wisdom*) oleh para ahli Yunani kuno sebagai "ilmu filsafat". Sewaktu manusia secara progresif mulai melihat kekompleksan dunia, maka ia membedakan secara lebih formal: bagian dunia eksternal, objektif, atau bagian fisik dunia dan dunia internalnya sendiri. Pengetahuan dimasukkan ke bidang filsafat dalam artian yang lebih sempit dan filsafat fisik atau *science* dalam artian yang lebih luas.

Sejak 2000 SM, masyarakat Babilonia, Ibrani, Yunani, Romawi, Cina, Jepang, Indonesia dan pulau-pulau Pasifik lainnya, penduduk asli Amerika, penduduk Eropa Selatan dan Cekungan Mediterania, dan banyak kelompok lain telah menceritakan kisah-kisah tentang peristiwa gempa bumi (Albini, 2009; Albini *et al.*, 2012; Lomnitz & Wisner, 2012). Cerita dalam bentuk tertulis dan lisan. Dalam

banyak kasus, cerita tidak hanya diturunkan ke generasi berikutnya, tetapi juga lintas budaya dan geografi.

Dalam memahami *ontology* gempa bumi kita dapat belajar dari mitologi Yunani kuno, orang-orang Yunani Kuno percaya bahwa gempa bumi disebabkan marahnya dewa lautan yang bernama Poseidon. Ketika Poseidon marah, ia akan memukul tongkat trisulanya ke permukaan laut dan membuat bumi ini bergoyang. Tingkah lakunya yang susah ditebak dan kasar membuat ia juga dijuluki sebagai "*Earth Shaker*". Mitologi serupa di Yunani dapat kita jumpai di pelosok Nusantara sebagai kearifan lokal yang luhur.

Dalam mitologi Hindu yang masih dipegang kuat di beberapa tempat di Bali, bumi ditopang oleh seekor gajah raksasa yang berdiri di atas punggung kura-kura Bedawang-nala, yang berdiri di atas lilitan ular. Gempa bumi terjadi ketika salah satu dari hewan-hewan tersebut bergerak. Dalam cerita pewayangan Jawa dengan setting cerita Mahabharata, gempa bumi dikaitkan dengan tokoh dewa bernama Anantaboga dan dewa Bedawang-nala. Anantaboga merupakan dewa berwujud naga. Ia mempunyai anak Dewi Nagarini yang tinggal di khayangan Saptapratala atau Saptabumi. Ketika gempa bumi terjadi, diyakini itu disebabkan Dewa Anantaboga yang sedang marah besar hingga mengguncang bumi. Mitos dalam cerita

pewayangan Jawa ini terpengaruh oleh budaya hindu berasal dari India. Bagi masyarakat Jawa zaman dahulu, ada kebiasaan memukul kentongan ramai-ramai hingga bertalu-talu saat gempa terjadi. Irama kentongan disebut kenthong "*titir*" dan menjadi peringatan agar masyarakat waspada. Saat memukul kentongan, masyarakat juga mengucapkan mantra yang berbunyi "*kukuh bakuh... kukuh bakuh...*" beberapa kali. Tujuan membaca mantra itu agar bangunan rumah tetap kuat dan tidak roboh sekaligus meminta agar Anantaboga tak lagi marah. Kearifan local jawa yang sangat luhur dalam rangka mitigasi bencana gempa, kearifan ini menjadi satu pelajaran yang bisa diambil. Masyarakat sejak dahulu sudah sangat peduli dengan sesamanya dalam memberi tahu akan bahaya yang dapat mengancam jiwa dan harta benda mereka (Zamidra, 2012).

Masyarakat Sunda menyebut gempa bumi dengan sebutan '*lini*' atau '*lindu*' (jawa). Menurut mitos masyarakat Sunda, gempa bumi disebabkan oleh sebuah batu di sebuah gunung yang bisa bergerak mengguncang bumi. Sebagai mana masyarakat jawa, masyarakat sunda pun akan membunyikan peralatan seadanya saat bumi berguncang akibat gempa. Bunyi bunyian dan teriakan suara masyarakat dimaksudkan untuk memberitah keluarga dan tetangga agar menyelamatkan jiwa dan hartanya. Dalam cerita mitologi yang arif teriakan disebut

kan sebagai upaya memberi tahu yang maha kuasa penguasa batu agar menghentikan guncangnya karena masih ada umat manusia.

Di Pulau Nias, masyarakat percaya mitos gempa bumi disebabkan marahnya dewa-dewa yang tinggal di bawah tanah. Menurut legenda masyarakat Pulau Nias dalam legenda yang dipercaya ditopang oleh dewa bernama Bauwadanohia yang juga disebut Simayamayarao atau Lature Dano. Selain Bauwadanohia, ada dewa lain yang membantu menopang dan sekitarnya. Yakni Lasorogae Sitolu Daha atau Lasorogae Sidua Demo. Namun, dewa-dewa ini bisa marah karena banyaknya penduduk setempat yang melanggar aturan yang disebut Fondrako atau Famato Harimao.

Sehingga, para dewa mengguncang bumi dan masyarakat menyebut peristiwa gempa bumi dengan nama '*duru dano*'. Sama seperti masyarakat Sunda, masyarakat akan berteriak-teriak saat gempa terjadi. Teriakan mereka berbunyi, "*Biha tua! Biha tua! Biha tua!*" yang artinya "*Sudah kek! Sudah kek! Sudah kek!*" Teriakan ini bertujuan agar para dewa tak lagi marah. Selain itu, biasanya masyarakat Pulau Nias menggelar ritual pemujaan dan pengakuan melanggar aturan setelah gempa bumi terjadi. ini juga bertujuan agar bencana gempa bumi tak terulang lagi.

Di Mongolia, penduduk setempat mengidentifikasi korelasi antara gerakan tertentu katak, seperti menggelengkan kepalanya atau merentangkan salah satu kakinya, dengan gempa di wilayah tertentu. Cerita serupa seperti: kura-kura oleh suku Indian Algonquin dan Iroquois di Amerika Utara, 6 tentang ular di Maluku dan di Sumatera, tentang kepiting di Persia, dan tentang babi di Sulawesi (sebelumnya Celebes).

2. Era Sains Modern

Pengetahuan fisika gempa mengalami perkembangan sejak era manajemen ilmiah. Gerak lempeng didorong oleh arus konveksi besar di lapisan luar bumi. Penemuan ini menimbulkan banyak pertanyaan yang belum terpecahkan, seperti: apakah konveksi melibatkan seluruh lapisan, atau hanya bagian luarnya saja? Bagaimana aliran plastis lapisan luar menyebabkan patahan di kerak bumi? Mengapa bisa kita memprediksi gempa bumi?

Masalahnya adalah bahwa manusia tidak memiliki akses langsung ke dalam bumi. Pengetahuan tidak langsung tentang dalam bumi berasal dari apa yang dapat disampaikan oleh gelombang seismik kepada manusia. Lubang terdalam dibor ke dalam bumi pada kedalaman 13 km - kurang dari 0,3 persen dari jalan ke pusat bumi. Gempa bumi sebagian besar berasal sampai ke 20 km dari permukaan bumi.

Kemajuan besar adalah penggunaan pengukuran satelit bumi yang tepat (geodesi) yang menggunakan sistem penentuan posisi global atau dikenal dengan global position system (GPS). Ini telah memungkinkan untuk mengamati piring gerak di waktu riil, sehingga mengkonfirmasi prediksi dari lempeng tektonik (NRC 2003).

Gempa bumi di USA dan Jepang (Albini *et al.*, 2012) memberikan dampak langsung kerugian ekonomi yang meningkat secara eksponensial sejak 1970. Selama periode yang sama telah terjadi bencana gempa bumi besar di negara-negara berkembang. Bahaya sekunder, seperti sebagai tsunami, dan tanah longsor juga meningkat. Gempa Peru tahun 1970 (M7.8) menewaskan 66.800 orang. Hampir setengahnya adalah karena longsor dari es dan salju, yang mengubur kota Yungay. Tidak ada yang selamat dari longsor salju. Tsunami, tanah longsor dan likuifaksi adalah bahaya gempa sekunder yang umum terjadi. Tsunami adalah gelombang laut besar yang dihasilkan oleh gempa.

Pada prinsipnya, semua struktur dapat dibuat tahan gempa karena percepatan pergerakan tanah secara horizontal pada periode puncak jarang mencapai dua kali percepatan gravitasi. Dengan demikian ada kontribusi desain dan rekayasa untuk pengurangan risiko gempa bumi. Selain itu, ada kontribusi dari

perencanaan, regulasi, teknologi peringatan gempa dan aksi berbasis masyarakat .

Misalnya, di Jepang ada kelompok relawan pemadam kebakaran berbasis lingkungan dan bangunan tradisional di Jepang cenderung menggunakan bahan yang ringan dan fleksibel. Pasca bencana gempa bumi yang menghancurkan Lisbon, Portugal pada tahun 1755, Lisbon membangun kembali kota Lisbon dengan izin wajib bangunan untuk mencegah kebakaran, lebar jalan dan tinggi maksimum bangunan. Pengetahuan berkembang tentang penyebab dari gempa bumi, bermacam gerakan tanah (percepatan) yang di permukaan. Pada akhir 1920-an dan awal 1930-an Jepang dan California melakukan kodifikasi bangunan yang resisten terhadap desain horizontal sebesar sepuluh persen dari gaya gravitasi. Struktur direkayasa dibangun untuk menahan dorongan dari segala arah sebesar sepuluh persen dari gaya gravitasi. Pada tahun 1967 terjadi revolusi dalam pemahaman tentang penyebab geologis gempa bumi. Pemahaman tersebut yaitu penemuan lempeng tektonik, mengikuti gagasan umum pergeseran benua yang dikemukakan oleh Alfred Wegener (Albini *et al.*, 2012).

Gempa bumi juga dapat dampak yang luas terhadap kehidupan sosial dan ekonomi. Perusahaan asuransi Swiss memperkirakan bahwa lebih dari 1 juta orang meninggal di 360 gempa bumi besar dalam periode tahun 1960 –

2010. Pada tahun 2000 - 2009 menjadi yang paling banyak menimbulkan korban, dengan memberikan dampak 450.000 korban jiwa. Pada tahun 1994, gempa Northridge California Magnitude (M) 6,7, memberikan dampak kerugian finansial US \$ 44 miliar, meskipun hanya tujuh puluh dua korban meninggal duni), pada tahun 1995 gempa Kobe, Jepang dengan Magnitude M6.8, memberikan dampak kerugian finansial \$100 miliar, 6.434 tewas), gempa bumi dan tsunami Sumatra-Andaman pada tahun 2004 M 9.3, diperkirakan memberikan dampak kerusakan dalam kisaran beberapa miliar dolar AS, dengan 229.866 tewas), gempa bumi Kashmir (M7.6) pada tahun 2005 menewaskan 79.000 di Pakistan dan 1.400 di India, gempa Haiti pada 2010 dengan M7.0, memberikan dampak korban 200.000 tewas dan gempa Chili tahun 2010 dengan M8.8, sekitar 1.000 tewas). Angka kerusakan yang dilaporkan untuk dua gempa bumi terakhir ini mencapai miliaran dolar (Albini *et al.*, 2012).

Pemikiran baru tentang bencana dan keberlanjutan semakin berpengaruh dalam membentuk kebijakan, khususnya dalam analisis bahaya seismik dan pengurangan risiko. Ini mungkin dikaitkan dengan wawasan bahwa sistem sosial tidak hanya rentan tetapi juga berkontribusi terhadap risiko secara tidak langsung. Sebagai contoh, deforestasi dapat meningkatkan ketidakstabilan lereng dan

karenanya bahaya sekunder terhadap gempa bumi. Pendekatan social diantaranya terinspirasi oleh penelitian yang fokus pada akses dekat dengan mata pencaharian, sumberdaya alam dan sumberdaya lainnya. Orang miskin dan terpinggirkan hidup di daerah rawan gempa dengan konstruksi bangunan rumah yang belum mengantisipasi risiko gempa.

Ilmu sosial juga memberikan wawasan tentang persepsi risiko. Sebuah contoh pada para korban gempa Chile tahun 2010. Kebanyakan dari para korban disebabkan oleh tsunami, meskipun sistem peringatan tsunami itu beroperasi di sepanjang pantai. Orang-orang memiliki persepsi rasa aman. Filosofi pasar bebas yang dominan yang telah ada sejak awal 1980-an cenderung menyebabkan pemerintah untuk menolak tanggung jawab untuk manajemen risiko bencana. Manajemen risiko sebagian besar ditransfer ke perusahaan swasta seperti perusahaan asuransi, dan peran pemerintah yang terbatas pada regulasi dan tanggap darurat. Di banyak negara, sebagian besar infrastruktur kehidupan (air, listrik, telekomunikasi), serta banyak layanan sosial (pendidikan, perawatan kesehatan), telah diprivatisasi. Sektor swasta diasumsikan lebih efisien daripada dikelola pemerintah atau perusahaan negara.

Asuransi gempa telah muncul sebelum gempa 1906 di San Francisco. Gempa bumi di

seluruh dunia menyumbang sekitar empat puluh dua persen kerugian ekonomi dari peristiwa bencana alam dari tahun 1950 – 2008. Jumlahnya mencapai \$819 miliar. Sejak tahun 1960 biaya rata - rata bencana gempa bumi telah meningkat secara eksponensial di seluruh dunia. Hal ini berlaku untuk kerugian baik yang diasuransikan dan tidak diasuransikan. Swiss memperkirakan bahwa ekonomi dunia kehilangan \$230 miliar pada tahun 2005 karena bencana, tetapi hanya \$83 miliar yang diasuransikan. Bencana yang dipicu oleh bencana alam memberikan kontribusi terbesar. Badai Katrina menyumbang \$ 135 miliar dari kerugian pada tahun tersebut, namun bencana gempa Pakistan / Kashmir hnyay berdampak finansial sebesar \$ 5 miliar karena nilai aset yang rendah (Albini *et al.*, 2012).

Metoda penelitian fenomena gempa bumi meliputi pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Penelitian kualitatif memiliki ciri menggunakan setting alami dengan peneliti sebagai instrumen utama dalam mengambil data dari settingnya, penelitian bersifat deskriptif dan data berupa kata kata bukan angka. Penelitian lebih menekankan pada proseskerja atau tanggapan terhadap suatu kejadian/ fenomena dalam kehidupan manusia sehari-hari, dan menggunakan pendekatan induktif untuk mendapatkan makna dari proses menelaah kehidupan masyarakat. Telaah terhadap

kehidupan masyarakat dilakukan secara dalam dapat dimulai dari mitos yang terjadi didalam masyarakat dan catatan sejarah yang mungkin didapat dari dongeng.

Dari ketiga mitos sebagai tanggapan atas peristiwa alam gempa bumi, masyarakat Indonesia merespon dengan berbagai cara. Fenomena ini bisa diteliti dengan berbagai teori penelitian salah satunya Metoda Fenomenologi. Metoda ini berfokus pada mencari sumber data dari cerita pengalaman pelaku dalam kehidupan sehari-hari dalam merespon suatu kejadian. Pendekatan hermeneutika dapat digunakan untuk menginterpretasikan atau menafsirkan makna dari mitos yang berkembang di masyarakat. Dalam setting masyarakat di atas dapat dilihat bagaimana respon masyarakat tradisional menanggapi gejala alam gempa bumi dalam kehidupan sehari-hari, apakah respon tersebut masih dilakukan dan pelajaran apa yang bisa diambil dari riset terhadap mitos tersebut, ini pertanyaan ilmiah yang harus dijawab melalui riset ini.

Peristiwa mitos gempa juga dapat ditelaah menggunakan penelitian Etnografi, dimana penelitian ini menekankan pada perilaku budaya masyarakat. Dalam penelitian etnografis peneliti harus menjadi bagian dari perilaku kebudayaan masyarakat itu sendiri agar mendapatkan data yang lebih dalam. Penelitian etnografi melihat respon masyarakat suatu

tempat terhadap gempa berdasar mitologi, akan dapat melihat sejauh mana perilaku kultural masyarakat saat peristiwa gempa terjadi. Riset tidak mungkin dilakukan dalam waktu singkat, peneliti harus tinggal dan menjadi bagian dari pelaku saat merespon fenomena gempa. Apakah respon kultur masyarakat menanggapi gempa saat ini berbeda dengan masa lalu, dan bagaimana respon masyarakat sekarang adalah pertanyaan yang harus dijawab melalui riset ini.

Peristiwa gempa bumi menimbulkan mitos pada daerah tertentu, mitos ini diceritakan secara turun temurun melalui budaya tutur, dongeng, pementasan, dan catatan sejarah. Pada daerah dimana gempa jarang terjadi mitos terkait gempa bumi mungkin tidak ada, jejak sejarah gempa mungkin dapat diteliti melalui penelitian Historis. Penelitian Historis berusaha merekonstruksi kondisi masa lampau secara obyektif dan akurat melalui pengumpulan catatan artefak dan laporan verbal dari naskah dan tutur. Data dalam penelitian Historis disusun secara sistematis berdasar periodisasi peristiwa dari sumber langsung yang otentik. Artefak peninggalan budaya termasuk bagaimana bangunan masa lampau disusun menjadi focus penelitian histori dilakukan terhadap fenomena gempa bumi di suatu masyarakat.

Penelitian Kasus bisa dipilih untuk mendapat data lapangan secara apa adanya saat peristiwa gempa bumi baru saja terjadi, riset ini dilakukan untuk mendapat gambaran latar belakang kenapa bangunan dapat rusak atau runtuh. Apakah masyarakat membangun bangunan bardasar kearifan local yang sudah berjalan turun temurun atau menggunakan teknologi baru. Penelitian ini memiliki subyek yang terbatas dengan variable dan focus yang luas dimensinya. Penelitian dilakukan pada lingkup kelompok sosial atau masyarakat tertentu saja untuk mendapat gambaran yang lebih mendalam.

Penelitian Kuantitatif mendasarkan telaah pada epistemologi positivistik yang didasari pada data dan fakta yang dapat diukur. Semua variable yang diteliti merupakan sesuatu yang sudah ada sebelumnya dan dapat dilihat secara empiris. Penelitian dilakukan seputar bagaimana hubungan antar variable saling terkait satu sama lain. Dalam kasus tanggapan respon masyarakat terkait gempa maka data dapat diambil dari pengukuran terkait dimensi bangunan, ukuran struktur, susunan elemen, umur, kekuatan, yang dibangun masyarakat. Data yang diambil akan dicari korelasinya, dibuat prediksi nya (regresi) dan dicari factor determinannya. Adakah semua data data yang diperoleh mempunyai keterkaitan langsung dengan kesiapan dan dampak yang akan terjadi

manakala gempa mengguncang. Hasil penelitian kuantitatif dapat berupa pengembangan ilmu pengetahuan terkait kegempaan maupun temuan pemecahan masalah praktis terkait struktur dan bentuk bangunan.

Metoda penelitian campuran kualitatif dan kuantitatif dapat dilakukan secara bersama dalam kasus ini. Penelitian campuran dimaksudkan agar hasil penelitian bisa saling melengkapi hingga akan dicapai hasil yang lebih obyektif, terukur, mendalam dan factual. Model penggabungan metoda penelitian dimungkinkan untuk digabung (Bryman, 1988; Creswell, 1994):

- 1) Penelitian kualitatif digunakan untuk memfasilitasi penelitian kuantitatif.
- 2) Penelitian kuantitatif digunakan untuk memfasilitasi penelitian kualitatif.
- 3) Kedua pendekatan diberi bobot yang sama.
- 4) Triangulasi

Penelitian kualitatif dan kuantitatif memiliki dasar filosofis yang berbeda hingga kadang tidak dilakukan secara bersama, setidaknya beberapa ahli tidak menyarankannya. Penelitian kuantitatif berdasar pada pendekatan epistemology obyektif positivis yang mengedepankan realitas dengan ukuran, hitungan matematis dan dilakukan dengan bukti empiris. Sementara penelitian kualitatif lebih mengedepankan fakta naturalis

fenomenologis yang kadang melibatkan unsur subyektifitas penelitiannya.

Dalam pengumpulan data penelitian kuantitatif instrument yang akan digunakan mencari data telah terlebih dahulu dipersiapkan secara cermat dan terstruktur, biasanya berupa angket (kuesioner). Instrumen ini mengurangi risiko masuknya imajinatif dan subyektifitas peneliti, karena penenliti tidak secara langsung terlibat. Jenis penelitian ini mudah digunakan dalam skala penenelitian yang luas namun kurang mendalam dalam menggali masalah. Penggunaan dua metoda akan saling menguatkan dan saling melengkapi kekurangan masing masing, hasil kombinasi metoda akan lebih obyektif, terstruktur, namun factual dan mendalam.

3. *Manajemen Sains Pasca Modern*

Fenomena yang tidak terduga dan tidak sepenuhnya belum pahami tentang gempa bumi, memberi tantangan batas-batas pengetahuan. Ketidakstabilan dan ketidakpastian ini menjadi paling jelas dalam menghadapi fenomena fisik seperti gempa bumi, yang terus menentang pemahaman manusia. Teori global lempeng tektonik menjelaskan banyak hal yang diketahui tentang gempa bumi, tetapi tidak menjelaskan semuanya. Fenomena baru sering di luar jangkauan teori ilmiah, misalnya, adalah gempa bumi New Madrid tahun 1811-1812, yang tidak

terjadi di sepanjang batas lempeng tetapi malah mengguncang bagian dalam benua Amerika Utara. Hal ini salah satu tantangan terbesar ilmu pengetahuan.

Kajian-kajian terhadap interkoneksi semesta yang non linier dan kompleks melahirkan beberapa sains baru, seperti *Chaos* dan Komplekstisitas. Beberapa pendekatan sains baru, seperti *Chaos* dan Komplekstisitas tersebut merupakan tanggapan terhadap kegagalan era sains modern dan menjadi babak baru lahirnya sains pasca modern (Posmodernisme). Max Weber, memprediksi bahwa pada awal tahun dari abad ke-20 orang yang akan terperangkap di dalam kandang besi yang disebut "rasionalitas". *Epistemology modernist* mengasumsikan pola orde yang bisa dicerna dalam dunia fisik dan sosial, dan dalam dunia sosial ini mengasumsikan sebuah asosiasi positivist dan rasional diantara sarana dan tujuan. Modernisme adalah pencapaian pengetahuan melalui penalaran dan pengetahuan sehingga didapatkan diasumsikan faktual dan benar.

Pada era modern, manusia berupaya untuk "membongkar dunia" untuk menganalisis isinya dan pengalaman-pengalaman kita tentangnya, yang membawa kita ke bagian-bagian akhir yang tak mungkin dibagi lagi. Era sains modern bermuara pada reduksionisme yang mengijinkan bahwa semua fenomena alam

hanya dapat diterima jika dapat direduksi menjadi pengertian-pengertian umum yang kebenarannya tidak dapat lagi diragukan. Elemen-elemen tersebut dianggap berhubungan melalui hukum-hukum kausal, yakni hukum-hukum yang menyebabkan dunia berperilaku seakan-akan mesin. Konsep mekanistik demikian tentang dunia tidak memberikan tempat pada ilmu untuk mempelajari "kebebasan keinginan" mencari tujuan.

Salah satu keuntungan untuk mendefinisikan alam sebagai entitas yang berbeda dari moral dan agama adalah bahwa menciptakan kesempatan untuk menjelajahi dunia fisik dan banyak karakteristik dan perilakunya secara lebih rinci. Disiplin yang berbeda memiliki nama berbeda yang dimaksudkan untuk menentukan jenis ilmu yang dilakukan peneliti, seperti biologi, kimia, atau fisika. Beberapa spesialis merasa perlu untuk secara berkala memperkuat batas-batas yang menentukan dari disiplin ilmu mereka masing-masing, tetapi batas-batas di antara mereka tidak selalu jelas. Dalam segala perkembangan itu kemudian timbul pikiran bahwa Bagian (*Part*) tidak mungkin lagi menentukan Keseluruhan (*Whole*). Memang Bagian tetap penting dan harus diusahakan kesempurnaannya. Akan tetapi usaha itu tidak dapat lepas dari keharusan untuk juga memperhatikan perkembangan Bagian-Bagian

lain atau perkembangan Keseluruhan. Beberapa kasus menjadi semakin kabur sebagai gabungan (*hybrid*) dari disiplin baru yang berkembang, sebagai contoh bidang dari *paleobiogeography*, *geoarchaeology*, dan *archaeoseismology*. Dorongan untuk mendefinisikan disiplin baru atau hibrida sering berasal dari kebutuhan menggunakan beberapa pendekatan dan metodologi untuk lebih efektif menjawab pertanyaan penelitian tertentu atau untuk menyelidiki fenomena fisik tertentu.

Demikian juga dalam studi untuk memahami gempa bumi, kurangnya pemahaman yang tepat membutuhkan dan mengilhami jenis pertanyaan baru dan jalan baru bagi penelitian. Batas-batas disiplin penting karena mereka mendefinisikan siapa yang bertanggung jawab atas apa, yang membantu melegitimasi dan memberi makna kepada individu dan institusi yang terlibat. Namun, mereka juga dapat berfungsi sebagai penghalang, terutama ketika fenomena fisik yang dipelajari tidak dapat didefinisikan dan tidak selalu beroperasi dalam batas yang diketahui. Pemasangan karakter gempa bumi dengan dunia yang sarat dengan batas-batas dari manajemen ilmiah dan pengalaman manusia menciptakan tantangan yang sangat besar, yang membutuhkan inovasi dan kemampuan beradaptasi.

Spesialisasi dalam ilmu pengetahuan tetap penting, tetapi harus dilengkapi dengan

pendekatan antar-disiplin ilmu. Berkembanglah pendekatan sistem (*System's Approach*) dan Analisa Sistem (*System's Analysis*) (Bertalanffy, 1972; Corning, 2002). Analisa dalam cara berpikir tetap penting, tetapi harus dilanjutkan dengan observasi secara menyeluruh atau holistik (*Holistic Approach*) (Corning, 2002). Terdapat interpretasi yang berbeda-beda secara radikal tentang apa artinya tapi munculnya "reduksionis" dan teoretikus "Holistik" memiliki pandangan yang sangat berbeda tentang masalah sebab-akibat. Namun, dua posisi kutub berlawanan tampaknya tidak dapat damaikan. Reduksionisme, atau bagian analisis rinci dan interaksi mereka, sangat penting untuk menjawab "bagaimana" dalam evolusi cara kerja sistem yang kompleks? Pendekatan Holistik diperlukan untuk menjawab pertanyaan "Mengapa" - mengapa susunan tertentu bagian berevolusi? Dalam rangka untuk menjawab pertanyaan "Mengapa", sebuah paradigma lebih luas diperlukan. (Corning, 2002)

5) Tidak seperti halnya disiplin-disiplin ilmiah sebelumnya yang berupaya untuk saling memisahkan diri dan kemudian melaksanakan sub pembagian; interdisiplin-interdisiplin baru justru berupaya untuk memperluas diri, melaksanakan kombinasi dan mereka makin lama makin memperhatikan lebih banyak aspek iralitas. *Systems science* merupakan limit bagi proses

tersebut; ia merupakan suatu peleburan (amalgamasi) semua bagian dari ilmu menjadi suatu keseluruhan yang terintegrasi. Jadi: *Systems science* bukanlah sebuah *science*, tetapi, ia adalah *science* dipandang secara keseluruhan dan ia diterapkan terhadap studi mengenai keseluruhan (*The Study of Wholes*). Bahkan, *systems science* melangkah lebih lanjut: ia tidak mengakui nilai pemisahan ilmu dan *humanities*. Kedua hal tersebut dianggapnya sebagai dua sisi mata uang logam tertentu.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Karakteristik gempa yang tidak dapat diprediksi, tidak dapat ditentukan, dan berpotensi merusak memberikan tantangan berbagai pemahaman multi perspektif. Masih banyak yang belum diketahui tentang gempa bumi, termasuk secara spesifik kapan dan di mana tepatnya gempa akan terjadi. Komunitas ilmiah selalu berusaha melakukan studi gempa bumi baik dalam batas-batas dari pengetahuan maupun diluar batas-batas penelitian ilmiah. Terlepas dari warisan mitos kuno cerita gempa bumi selama ribuan tahun dan penting bagi orang-orang yang mencoba memahami fenomena alam. Ilmuwan modern banyak mengabaikan warisan ini demi pendekatan ilmiah untuk penelitian gempa. Misalnya: tanda-tanda binatang tertentu terhadap gempa, struktur

bangunan lokal dapat menjadi inspirasi untuk penelitian ilmiah.

Ilmuwan fisika tidak mungkin mempelajari cerita rakyat atau agama untuk pengetahuan baru tentang mengapa gempa bumi terjadi. Namun demikian, pengetahuan dari kitab-kitab agama tentang gempa bumi harus dapat diakui sebagai sumber pengetahuan berharga bagi pemahaman tentang sejarah dan masyarakat. Perspektif Agama sering diabaikan dalam pendekatan ilmiah, padahal perspektif agama tidak hanya memberikan pengetahuan namun juga makna dalam menangani masalah. Hal ini memerlukan pendekatan Holistik di samping Analitik..

DAFTAR PUSTAKA

- Albini, (2009), *"Treatises on Earthquakes" in late Renaissance (16th-17th cent), at the roots of historical seismology*. held 19-24 April, 2009 in Vienna, Austria <http://meetings.copernicus.org/egu2009>, p.1516
- Albini, Paola & Calvi, G. & Stucchi, Massimiliano. (2012). The Ferrara earthquakes of 1570 -1574 and the flowering of essays on earthquake history. *Progettazione Sismica*
- Bertalanffy. (1972). The History and Status of General System Theory. *The Academy of Managerial Journal* Vol. 15 No. 407-426
- Corning, (2002). *The Re-Emergence Of "Emergence": A Venerable Concept In Search Of A Theory*. Institute For the Study of Complex Systems
Corning@complexsystems.org Website:
www.complexsystems.org
- Creswell. John W. (1994). *Research Design, Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approachs*, Second edition, London: Sage Publications.
- Davidson, R. (1997). EERI Annual Student Paper Award a Multidisciplinary Urban Earthquake Disaster Risk Index. *Earthquake Spectra*, 13(2), 211–223. <https://doi.org/10.1193/1.1585942>
- Goltz, James D.; Bourque, Linda B. (2017). Earthquakes and human behavior: A sociological perspective. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21(), 251–265. doi:10.1016/j.ijdr.2016.12.007
- Lomnitz, C. & Wisner, Ben. (2012). *Earthquakes*. The Routledge Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction. 310-321.
- McCallen, D., Petrone, F., Miah, M., Pitarka, A., Rodgers, A., & Abrahamson, N. (2021). EQSIM—A multidisciplinary framework for fault-to-structure earthquake simulations on exascale computers, part II: Regional simulations of building response. *Earthquake Spectra*, 37(2), 736–761. <https://doi.org/10.1177/8755293020970980>
- Zamidra (2012). *Makhluk Mitologi Sedunia*. CIF Jakarta