

BAB II

GAMBARAN UMUM TENTANG *TRIPLE DISASTER* DAN SEMANGAT KIZUNA

Jepang merupakan negara yang rawan mengalami bencana alam. Bencana alam yang sering menimpa Negeri Sakura ini adalah gempa bumi, *tsunami*, *thyphoon*, badai salju, tanah longsor, dan lain-lainnya. Pada tahun 2011 Jepang mengalami *triple disasters* yang merupakan bencana terburuk bagi masyarakat Jepang. *Triple disaster* merupakan tiga bencana yang terjadi di Jepang dalam satu waktu secara bersamaan. *Triple disaster* terdiri atas 3 bencana yaitu gempa bumi, *tsunami*, dan krisis nuklir Fukushima.

2.1 Gempa Bumi

2.1.1 Pengertian Gempa Bumi

Gempa bumi adalah berguncangnya bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif aktivitas gunung api atau runtuhnya batuan. Bencana gempa bumi memang bencana alam yang sering terjadi karena posisi geografis dapat membuat bencana gempa bumi tidak dapat dihindari. Gempa merupakan goncangan atau gerakan yang terjadi pada permukaan bumi akibat pelepasan energi endogen. Pusat gempa bisa terjadi karena aktivitas gunung berapi (vulkanik) dan bisa juga karena pergerakan lempeng (tektonik). Selain itu gempa bumi juga dapat disebabkan oleh letusan gunung berapi, longsor dahsyat, jatuhnya meteor raksasa ke bumi, dan ledakan nuklir yang berkekuatan besar. Menurut Bayong, gempa bumi adalah gerakan atau getaran pada kulit bumi yang disebabkan oleh tenaga endogen (Bayong, 2006: 12).

Gempa bumi sering terjadi di kawasan gunung berapi dan dekat dengan barisan pegunungan muda di tepian lempeng. Pergerakan lempeng membuat batuan di perut bumi mengalami tegangan dan gesekan hebat. Jika tekanan terlalu kuat, sejumlah besar energi dari dalam bumi tiba-tiba dilepaskan dalam

bentuk gelombang kejut yang disebut gelombang seismik. Gelombang ini merambat dan menempuh jarak yang panjang sehingga menimbulkan getaran hebat sampai ke permukaan (Pusparini, Sari, 2011: 2).

Bencana alam seperti gempa bumi memang bencana yang tidak dapat dihindari. Banyak dampak yang disebabkan oleh bencana alam. Getaran hebat yang disebabkan oleh gempa bumi menimbulkan banyak kerusakan. Banyak bangunan yang runtuh. Gempa bumi juga dapat memakan korban jiwa seperti manusia yang meninggal akibat tertimpa oleh reruntuhan bangunan.

2.1.2 Jenis-Jenis Gempa Bumi

a. Gempa Bumi Tektonik

Gempa bumi tektonik merupakan jenis gempa yang paling sering terjadi dan menimbulkan banyak kerusakan secara fisik. Jenis gempa ini paling banyak menyebabkan jatuhnya korban jiwa. Gempa bumi tektonik terjadi akibat pelepasan energi dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik bumi yang terjadi secara tiba-tiba. Proses pelepasan energi secara tiba-tiba ini yang dapat menimbulkan getaran sampai ke permukaan bumi. Gempa bumi tektonik pernah terjadi di Aceh pada tahun 2004 yang dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai Gempa Aceh 2004.

Pergerakan lempeng-lempeng tektonik bumi secara terus-menerus akan menimbulkan penumpukan energi dalam jumlah besar yang sewaktu-waktu akan terlepas. Peristiwa pelepasan energi secara tiba-tiba akibat pergerakan lempeng-lempeng bumi disebut gempa bumi tektonik. Banyak bangunan yang akan runtuh dan jalanan yang akan rusak akibat gempa bumi tektonik (Andi, 2014: 36).

b. Gempa Bumi Vulkanik

Dibandingkan dengan gempa bumi tektonik, gempa bumi vulkanik dapat dikatakan relatif lebih jarang terjadi. Gempa bumi vulkanik hanya dapat terjadi di belahan bumi yang sekitarnya terdapat gunung berapi aktif. Beberapa belahan bumi yang di sekitarnya terdapat gunung berapi aktif adalah daerah *Ring of Fire*, salah satunya negara Jepang. Gempa bumi

vulkanik terjadi akibat pergerakan magma di dalam perut bumi. Letusan atau erupsi gunung berapi terjadi karena peningkatan pergerakan magma di dalam perut bumi. Getaran yang ditimbulkan oleh gempa bumi vulkanik dapat dirasakan oleh manusia dan hewan yang berada di sekitar gunung berapi berada.

Proses terjadinya gempa bumi vulkanik diawali dengan aktivitas magma yang berada di bawah gunung berapi yang mendapatkan tekanan secara terus menerus. Tekanan tersebut mengakibatkan pergerakan magma di dalam perut bumi. Pergerakan magma secara terus-menerus ini akan menimbulkan pengumpulan energi yang sewaktu-waktu akan dilepaskan (Andi, 2014: 37).

Gempa bumi vulkanik pernah terjadi di Indonesia pada tahun 1883. Letusan gunung berapi yang sangat dahsyat terjadi di Jawa Barat, yaitu meletusnya Gunung Krakatau. Letusan gempa bumi ini menyebabkan goncangan dan bunyi yang terdengar sampai sejauh 5.00 km. Letusan yang disebabkan oleh meletusnya Gunung Krakatau menyebabkan adanya gelombang pasang "*Tsunami*" setinggi 36 meter di lautan. Letusan Gunung Krakatau ini juga memakan korban jiwa sekitar 36.000 orang (Respati, Ratna, 2010: 2).

c. Gempa Bumi Runtuhan

Gempa bumi runtuh adalah gempa bumi yang disebabkan oleh runtuh suatu objek, baik dari tanah atau batuan. Gempa bumi runtuh juga dapat disebabkan oleh runtuhnya lereng gunung ataupun bukit akibat tidak dapat menahan beban. Gempa bumi runtuh umumnya terjadi di daerah pegunungan kapur, lereng gunung, atau pantai ber dinding curam. Gempa bumi runtuh memiliki kekuatan yang kecil atau tidak terlalu besar dan sifatnya lebih lemah. Getaran yang ditimbulkan gempa bumi runtuh menyesuaikan objeknya. Semakin besar objek yang mengalami runtuh maka semakin besar juga getaran yang ditimbulkan oleh gempa bumi ini. Gempa bumi runtuh pernah terjadi di Indonesia, tepatnya di Sumatera Utara. Gempa runtuh ini terjadi sekitar 450.000 tahun yang lalu. Gempa bumi ini terjadi akibat adanya aktivitas tektonik yang tidak stabil sehingga

mengakibatkan tersisanya lubang besar di bawah permukaan bumi. Tanah yang berada di permukaan bumi tidak kuat untuk menopang lubang besar sehingga mengakibatkan tanah disekitarnya amblas dan menyebabkan gempa bumi runtuh (https://ilmugeografi.com/bencana-alam/gempa-bumi-runtuhan/amp).

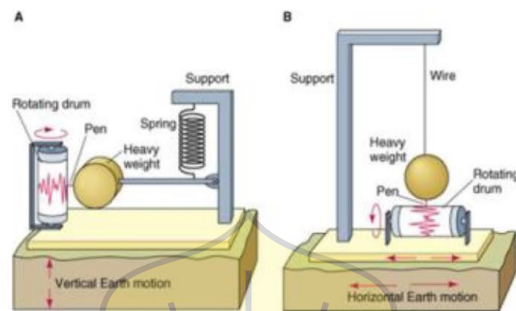
d. Gempa Bumi Buatan

Gempa bumi buatan merupakan gempa bumi yang dihasilkan oleh manusia seperti aktivitas manusia. Aktivitas-aktivitas manusia yang besar dapat menyebabkan getaran sehingga terjadi gempa bumi. Beberapa contoh aktivitas manusia yang dapat menyebabkan gempa bumi buatan yakni peledakan dinamit, peluncuran nuklir, peluncuran roket, dan peruntuhan gedung. Gempa bumi buatan pernah terjadi di Basel, Switzerland pada tahun 2006, yaitu gempa yang terjadi akibat dari pembuatan tenaga geothermal (panas bumi). Gempa bumi buatan bersifat lokal. Maksudnya adalah getaran-getaran gempa bumi buatan hanya dapat dirasakan oleh daerah-daerah yang berada di dekat pusat gempa saja. Gempa bumi buatan memiliki dampak negatif, seperti kerusakan bangunan, kerusakan alam, dan kematian (https://ilmugeografi.com/amp/s/ilmugeografi.com/bencana-alam/gempa-bumi-buatan/amp?espv=1).

2.1.3 Kekuatan Gempa Bumi

Menurut BMKG (2010), tanda atau parameter yang biasa digunakan untuk mengukur bahwa telah terjadi gempa bumi adalah waktu terjadinya (*origin time*), lokasi pusat gempa (episentrum), kedalaman pusat gempa (hiposentrum), dan kekuatan gempa (*magnitude*). Gempa bumi kejadiannya berlangsung dalam waktu yang singkat sehingga dapat menimbulkan bencana. Kejadiannya kembali pun tidak dapat diprediksi dan tidak dapat dicegah. Getaran gempa bumi dapat dirasakan secara fisik oleh manusia, namun manusia tidak dapat mengukur kekuatan gempa tersebut. Kekuatan suatu gempa hanya dapat diukur menggunakan alat yang disebut seismometer atau seismograf. Seismograf dapat mencatat lama dan intensitas gelombang atau getaran gempa.

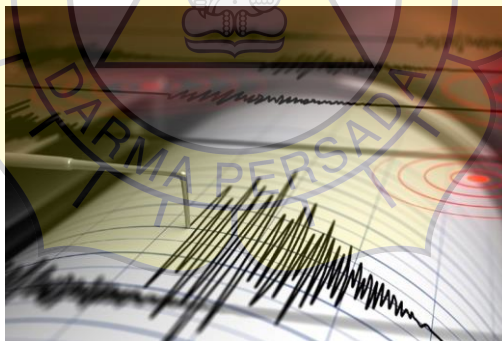
Ada dua jenis seismograf yang digunakan untuk mengukur kekuatan gempa bumi, yaitu seismograf vertikal dan seismograf horizontal. Seismograf vertikal adalah jenis seismograf yang digunakan untuk mencatat getaran atau gelombang gempa vertikal. Seismograf horizontal adalah jenis seismograf yang digunakan untuk mencatat getaran atau gelombang gempa horizontal (www.google.com/amp/s/ilmugeografi.com/ilmu-bumi/pengertian-seismograf/amp?espv=1).



Gambar 2.1.3.1 seismograf horizontal dan vertikal.

Sumber: (m.edukasi.kemendikbud.go.id).

Bentuk cetakan dari hasil perekaman seismograf terhadap kekuatan gempa bumi yang terjadi disebut seismogram.



Gambar 2.1.3.2 Seismogram

Sumber: (kompas.com, 2020, 13 Februari).

2.1.4 Dampak Gempa Bumi

Gempa bumi bisa terjadi kapan saja baik pagi, siang, atau malam hari. Gempa bumi juga bisa terjadi di mana saja baik di Indonesia, Cina, India, Pakistan, dan Jepang. Gempa bumi yang terjadi tidak memberikan kesempatan kepada penduduknya untuk menyelamatkan diri. Gempa bumi dapat

menghancurkan bangunan-bangunan hanya dalam beberapa detik saja. Gempa bumi juga dapat menewaskan dan melukai manusia dalam waktu yang singkat.

Dampak gempa bumi dengan skala yang besar dapat menyebabkan robohnya rumah-rumah penduduk, rusaknya bangunan-bangunan seperti toko, sekolah, dan lain-lainnya. Gempa bumi juga dapat menyebabkan timbulnya *tsunami*, tanah longsor, dan kebakaran. Jika sumber gempa bumi berada di dasar lautan maka gempa tersebut dapat menimbulkan *tsunami*. Kebakaran yang diakibatkan oleh gempa bumi dapat menyebabkan korsleting listrik atau kebocoran gas. Bangunan-bangunan yang roboh dapat memakan korban jiwa dan luka-luka. Masyarakat yang tewas dan terluka diakibatkan juga karena terhempas dan tenggelam oleh ombak *tsunami* dan tertimbun tanah longsor, dan terjebak dalam kebakaran.

Arah getaran gempa bumi dapat merambat ke atas (vertikal) dan mendatar (horizontal). Getaran gempa bumi yang merambat secara vertikal dapat menjatuhkan atap dan memecahkan jendela bangunan sedangkan jenis getaran gempa bumi yang merambat secara horizontal dapat mengakibatkan robohnya bangunan secara keseluruhan. Gempa bumi juga dapat menimbulkan guncangan pada tanah yang menimbulkan rusaknya struktur bangunan dan perubahan tanah.

2.1.5 Upaya Mitigasi Gempa Bumi

Gempa bumi memang merupakan bencana yang tidak dapat dihindari. Upaya mitigasi merupakan tindakan manusia yang berusaha mengurangi dampak bencana. Upaya mitigasi yang dilakukan manusia untuk dapat mengurangi dampak bencana gempa bumi yaitu:

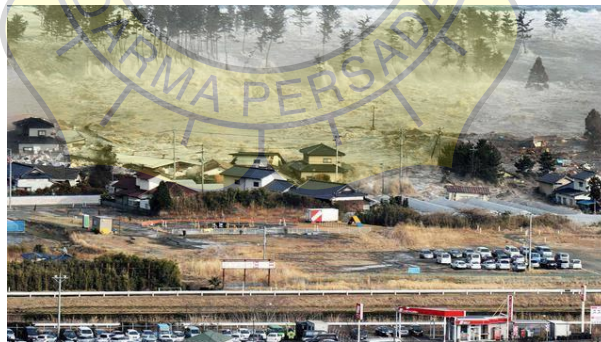
1. Membangun bangunan di wilayah yang rawan gempa bumi dengan menggunakan kontruksi tahan terhadap gempa bumi.
2. Tidak membangun bangunan di atas tanah timbun yang tidak memenuhi tingkat kepadatan yang sesuai dengan daya dukung tanah.
3. Menyiapkan alur dan tempat evakuasi bencana.

4. Menyelenggarakan pendidikan dini menghadapi bencana melalui jalur pendidikan formal dan non-formal (www.vsi.esdm.go.id).

2.2 Tsunami

2.2.1 Pengertian Tsunami

Tsunami dalam Bahasa Jepang ditulis dalam dua karakter “*tsu* / 津” yang memiliki arti pelabuhan, dan “*nam* / 波” yang memiliki arti gelombang. Jika digabungkan maka keduanya memiliki arti “gelombang besar di pelabuhan”. *Tsunami* adalah gelombang laut yang sangat tinggi dan panjang akibat terjadinya gempa tektonik di dasar lautan. Gelombang *tsunami* memiliki sifat yang berbahaya karena dapat merambat ke segala arah. Kedatangan *tsunami* juga tidak dapat dicegah sehingga korban jiwa yang berjatuh akibat *tsunami* tidak sempat menyelamatkan diri karena tersapu dengan gelombang *tsunami* yang kecepatannya sangat kencang. Jakarta *Tsunami Information Centre* (2006), mengatakan kecepatan *tsunami* bergantung pada kedalaman perairan yang mengakibatkan gelombang tersebut mengalami percepatan atau perlambatan dalam melintasi dasar lautan sesuai dengan kedalaman yang berbeda-beda (JTIC, 2006: 14).



Gambar 2.2.1 *Tsunami*

Sumber: (liputan6.com, 2018, 8 Oktober).

Tsunami merupakan gelombang air yang kekuatan kecepatannya sangat dahsyat. Kekuatan utama bencana alam *tsunami* terdapat pada gelombang itu sendiri. Gelombang *tsunami* sangat berbahaya karena kecepatan air dapat menghantam apapun. Banyak dampak yang akan ditimbulkan setelah terjadinya

tsunami. Dampak yang ditimbulkan seperti banyak korban jiwa, terbawanya kendaraan-kendaraan oleh arus air yang deras, dan rusaknya permukiman.

2.2.2 Proses Terjadinya *Tsunami*

Bencana alam *tsunami* merupakan bencana alam yang kekuatan utamanya terdapat pada gelombang itu sendiri. Hantaman dari gelombang *tsunami* dapat mencapai puluhan kilometer dan dapat menerjang apa saja yang diterjangnya. Proses terjadinya *tsunami* yaitu:

1. Adanya gerakan vertikal pada lempeng yang berupa patahan.
2. Pertahanan dapat menyebabkan dasar laut naik seperti gempa bumi.
3. Keseimbangan air terganggu,
4. Munculnya gelombang *tsunami* yang bergerak menuju pantai (www.google.com/amp/s/ilmugeografi.com/bencana-alam/proses-terjadinya-tsunami/amp?espv=1).

Menurut Purwanto, proses terjadinya *tsunami* ada empat macam, yaitu:

1. Terjadi gempa saat dua lempeng (plat tektonik) kulit bumi bertabrakan. Tabrakan dua lempeng batuan yang mahalua menimbulkan getaran sangat dahsyat.
2. Getaran yang terjadi akibat tabrakan itu menyebabkan air laut di atas pusat getaran naik-turun beberapa meter tergantung besar kecilnya gempa. Karena itu, mula-mula muka air di sekitar pusat gempa tersedot. Inilah yang menyebabkan air laut di pantai tiba-tiba surut.
3. Gelombang yang terjadi selama getaran itu kemudian disebut *tsunami*. Kecepatannya sangat tinggi, sekitar 800 kilometer/jam.
4. Semakin mendekati daratan atau menjelang pantai, kecepatan gelombang yang menurun hingga sekitar 40-50 kilometer/jam tetapi ketinggiannya bisa mencapai 15 meter.

Proses di atas dapat terjadi apabila kekuatan gempa cukup besar yaitu di atas atau setidaknya 60 SR (Purwanto, 2008: 21).

Tsunami tidak selalu disebabkan oleh gempa bumi biasa atau dua lempeng yang bertabrakan. Gelombang yang disebabkan oleh *tsunami* juga

sangat besar dan cepat. Gelombang tinggi yang cepat dan tinggi ini dapat memakan korban jiwa dan kerugian. Kecepatan *tsunami* bisa mencapai ratusan km/jam.

2.2.3 Tanda-Tanda Terjadinya *Tsunami*

Bencana alam biasanya terjadi diakibatkan oleh sesuatu dan terkadang kedatangan suatu bencana alam dapat diprediksi. Misalnya banjir, banjir dapat diprediksi kedatangannya setelah dilanda hujan deras dalam kurun waktu yang lama. *Tsunami* juga dapat diprediksi kedatangannya. Beberapa tanda-tanda yang menunjukkan kedatangan *tsunami* yaitu:

1. Terjadinya getaran yang berasal dari dalam laut dan memiliki kekuatan yang cukup besar. Kekuatan besar ini dapat berupa gempa bumi bawah laut, gunung meletus bawah laut. Getaran yang luar biasa dapat menjadikan gelombang *tsunami* karena guncangan yang kuat.
2. Air laut surut mendadak. Setelah getaran yang besar terjadi, maka air laut tiba-tiba akan surut. Air permukaan laut yang surut disebabkan tersedotnya air laut akibat getaran yang kuat.
3. Binatang-binatang akan menjauhi daerah pantai. Ini merupakan salah satu tanda terjadinya *tsunami*. Banyak binatang yang berbondong-bondong akan menjauhi daerah pantai. Hal ini disebabkan sensor binatang lebih kuat daripada manusia. Binatang-binatang tersebut akan menyelamatkan diri agar tidak terkena gelombang *tsunami* yang dapat mengancam hidup mereka (www.goole.com/amp/s/ilmugeografi.com/bencana-alam/proses-terjadinya-tsunami/amp?espv=1).

Kedatangan *tsunami* ternyata juga dapat diprediksi. Ada tanda-tanda yang menunjukkan akan terjadinya kedatangan *tsunami*. Jika seseorang yang tinggal di wilayah pesisiran pantai seharusnya mengetahui pemahaman akan tanda-tanda kedatangan *tsunami*. Air laut yang mendadak surut merupakan salah satu tanda terjadinya bencana alam *tsunami*. Dengan adanya tanda-tanda ini, masyarakat dapat lebih waspada dan memahaminya sehingga dapat mengurangi risiko yang ada.

2.2.4 Dampak *Tsunami*

Semua bentuk bencana alam tentunya akan menimbulkan banyak kerusakan pada bangunan-bangunan dan kematian. Apabila gelombang *tsunami* kedatangannya sangat besar akan menimbulkan dampak yang sangat besar. *Tsunami* juga dapat menyeret apapun yang dilaluinya kemudian terseret sehingga banyak yang tidak ditemukan dan hilang. Ada beberapa dampak *tsunami* yaitu:

1. Banyak memakan korban.

Tsunami yang terjadi banyak memakan korban. Para korban ada yang mengalami luka-luka bahkan hingga meninggal dunia. Sapan gelombang *tsunami* yang dahsyat menimbulkan hantaman yang sangat besar sehingga banyak manusia yang terseret dengan cepat dan menghantam apapun yang mengakibatkan manusia mengalami kesakitan bahkan terbentur hingga mati.

2. Membuat binatang-binatang mati.

Gelombang *tsunami* tidak hanya membuat manusia meninggal saja tetapi binatang-binatang pun akan mati. Keadaan binatang tidak akan luput dari hempasan gelombang laut sehingga banyak binatang akan mati. Binatang-binatang yang mati ini berupa binatang darat atau binatang yang tidak dapat berenang karena gelombang *tsunami* merupakan gelombang yang berbentuk air. Binatang yang mati yaitu binatang yang berada di lingkungan masyarakat dan di hutan.

3. Merusak tanaman.

Tsunami tidak hanya membuat manusia dan binatang mati. *Tsunami* juga membuat banyak tanaman mengalami kerusakan. Tanaman yang berada di darat akan mengalami kerusakan akibat ombak yang kecepatannya sangat dahsyat. Tanaman yang tidak memiliki akar akan mudah terbawa oleh ombak air. Akibatnya banyak tanaman dan tanah yang akan terlihat gundul setelah dihantam *tsunami*.

4. Merusak bangunan.

Gelombang *tsunami* dapat menghancurkan bangunan-bangunan yang dihantamnya. Hantaman yang sangat keras dapat menyebabkan bangunan-

bangunan rusak. Beberapa jenis bangunan yang rusak akibat hantaman *tsunami* yaitu rumah, sekolah-sekolah, dan tempat ibadah. Bangunan yang rusak terutama fasilitas umum dapat membuat aktivitas masyarakat setelah *tsunami* akan mengalami kerepotan. Karena bangunan-bangunan yang rusak banyak korban akan mengungsi secara bersama-sama ke posko pengungsian yang akan disediakan.

5. Menimbulkan banyak penyakit.

Dampak yang tidak langsung dari terjadinya bencana alam *tsunami* adalah timbulnya wabah atau bibit penyakit. Penyakit yang akan datang biasanya beraneka ragam yang akan menyerang masyarakat yang berada di posko pengungsian. Tempat pengungsian akan ditinggali oleh banyak orang. Apabila keadaan lingkungan posko pengungsian kotor maka banyak bibit penyakit yang akan timbul sehingga dapat menyerang para pengungsi dengan mudah dan cepat.

6. Menimbulkan trauma.

Banyak kerusakan yang disebabkan oleh *tsunami* yang dapat dilihat secara langsung. Salah satu dampak yang dapat dirasakan oleh korbannya yaitu dampak psikologis. Dampak psikologis yang terjadi di kalangan korban yaitu trauma. Bencana alam *tsunami* akan mudah sekali menimbulkan trauma karena korban yang *shock* melihat ombak besar yang datang secara cepat menghantam. Bahkan ada juga yang harus kehilangan anggota keluarganya.

7. Pencemaran lingkungan.

Terjadinya bencana *tsunami* ini memang banyak meninggalkan dampak. Bencana *tsunami* dapat berdampak berupa pencemaran lingkungan. Hampir semua bencana tentunya menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan membuat lingkungan menjadi tidak sehat. Gelombang *tsunami* menghantam apapun yang berada di daratan dan membasahinya dengan air laut. Air laut yang membasahi lingkungan dapat membuat banyak tempat terlihat becek serta genangan air yang memberikan kesan kotor pada lingkungan dan membuat banyak sampah berserakan.

8. Merusak lahan pertanian dan tambak.

Dampak terakhir yang ditimbulkan bencana *tsunami* ini adalah rusaknya lahan pertanian dan tambak. Lahan pertanian yang pada awalnya subur akan rusak setelah diterjang ombak yang besar. Lahan pertanian yang rusak dapat berdampak tidak adanya makanan yang dihasilkan dari tanah pertanian dan masyarakat akan kesulitan mendapatkan pasokan bahan makanan. Selain rusaknya lahan pertanian, *tsunami* juga dapat merusak tambak. Tambak yang rusak membuat banyaknya ikan yang akan terbawa oleh arus ombak. Masyarakat juga tidak akan dapat mengkonsumsi ikan (www.google.com/amp/s/ilmugeografi.com/bencana-alam/proses-terjadinya-tsunami/amp?espv=1).

Tsunami yang terjadi banyak menimbulkan dampak. Banyak kerugian yang akan dialami oleh penduduk wilayah yang mengalaminya. *Tsunami* juga dapat membuat masyarakat susah untuk menyelamatkan diri. Banyak masyarakat yang akan kehilangan rumah dan keluarganya. Selain itu, *tsunami* menghancurkan berbagai bangunan sehingga susah untuk mencari tempat pengungsian, mendapatkan makan dan minum. Setelah terjadinya *tsunami*, masyarakat yang kehilangan salah satu anggota keluarganya akan mengalami kesulitan untuk mencari keluarganya yang hilang. Gelombang *tsunami* setinggi 10 meter menyebabkan rusaknya reaktor nuklir di Fukushima.

2.3 Nuklir

2.3.1 Pengertian Nuklir

Energi adalah suatu kemampuan untuk melakukan kerja. Setiap aktivitas makhluk hidup tentunya memerlukan energi. Energi terdiri dari energi panas, energi cahaya, energi gerak, energi listrik, dan energi nuklir. Energi panas adalah energi yang menghasilkan rasa panas, misalnya kompor. Energi cahaya adalah energi yang dihasilkan oleh matahari. Energi gerak adalah energi yang dapat membuat suatu benda mengalami pergerakan, misalnya angin. Energi listrik adalah energi yang memerlukan aliran listrik, misalnya setrika dan AC. Energi nuklir adalah energi yang dihasilkan dari reaksi pembelahan atom yang

kemudian di ubah menjadi energi listrik. Energi nuklir berkaitan dengan reaksi nuklir. Reaktor nuklir adalah suatu instalasi yang bekerja berdasarkan reaksi fisi atau reaksi pembelahan inti atom secara berantai dan terkendali (Kuntoro, Iman, 2018: 5).

Energi memang sangat penting dalam setiap aktivitas manusia. Banyak energi yang dibutuhkan oleh manusia. Misalnya seperti energi panas, cahaya, gerak, listrik, dan energi nuklir. Energi nuklir merupakan salah satu alternatif sumber energi yang layak dipertimbangkan. Energi nuklir berkaitan dengan reaksi nuklir. Energi yang dihasilkan dalam reaksi fisi nuklir dapat digunakan untuk keperluan manusia.

2.3.2 Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) adalah pembangkit yang memanfaatkan energi nuklir untuk menghasilkan listrik. Energi nuklir dihasilkan dari reaksi nuklir antara partikel neutron dengan inti atom bahan bakar nuklir (Firdausy, Carunia Mulya, 2007: 3). Ada beberapa pertimbangan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) sebagai sumber energi listrik yaitu:

1. Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) menggunakan uranium alam sebagai bahan bakar nuklir. Uranium alam tersedia banyak di alam dan kandungan energinya sangat tinggi.
2. Persediaan sumber energi fosil semakin menipis karena sekarang mayoritas menggunakan sumber ini.
3. Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) tidak mengakibatkan emisi gas karbondioksida.

Selain itu ada juga beberapa pertimbangan lainnya Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir sebagai sumber energi yaitu:

1. Plutonium, merupakan hasil samping dari Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) yang dapat digunakan sebagai bahan bakar nuklir yang menggunakan reaktor nuklir jenis pembiak (*breeder reactor*).
2. Jumlah limbah yang dihasilkan sedikit dibandingkan dengan sumber energi lain.

3. Bahan bakar nuklir untuk Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) lebih mudah diangkat karena volumenya relatif lebih kecil dibandingkan bahan bakar batubara (Firdausy, Carunia Mulya, 2007: 6).

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) merupakan sumber energi yang lebih praktis dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Selain praktis, Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) juga menghasilkan limbah yang lebih sedikit. Namun ada beberapa pertimbangan dalam penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) serta bahaya yang akan ditimbulkan.

2.3.2.1 Bahaya Nuklir Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

Tenaga nuklir merupakan sumber alternatif energi yang banyak digunakan oleh negara maju. Salah satu negara maju yang menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) yaitu Jepang. Adapun bahaya yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) antara lain:

1. Ledakan yang dihasilkan oleh nuklir dapat menghasilkan radiasi yang sangat tinggi yang melepaskan elektron dan mampu merusak DNA,
2. Jika suatu daerah terkena ledakan nuklir, maka nuklir akan naik ke atmosfer dan kemudian tetap berada di atmosfer selama bertahun-tahun sebelum mengendap di udara atau dipermukaan tanah.
3. Bahaya yang terjadi di Ukraina pada tahun 1986 yang merupakan bencana terburuk dari ledakan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) menewaskan 30 pekerja dan menyebabkan relokasi dari 300.000 penduduk. Pada tahun-tahun berikutnya ribuan anak-anak yang tinggal dekat pabrik mengalami kanker tiroid.
4. Jepang mengalami ledakan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) sejak tahun 1999. Pada tahun 2011, Jepang juga mengalami bencana gempa bumi dan *tsunami* yang menyebabkan kecelakaan pada Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) yang merusak sistem pendingin. Pemerintah mengevakuasi 2.000 penduduk dari radius 20 kilometer di sekitar pabrik (www.google.com.amps/www.4muda.com/fakta-manfaat-dan-bahaya-energi-nuklir-amp?espv=1).

Selain lebih praktis, Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) juga dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan masyarakat. Radiasi yang diakibatkan oleh ledakan nuklir dapat merusak DNA. Negara-negara seperti Ukraina dan Jepang mengalami bencana akibat meledaknya Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). Banyak penduduk yang meninggal akibat ledakan tersebut. Banyak kerugian yang dialami akibat meledaknya Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN).

2.3.3 Reaktor Nuklir

Reaktor adalah tempat berlangsungnya suatu reaksi. Berdasarkan pada proses reaksinya, reaktor terbagi menjadi beberapa jenis, yakni reaktor kimia, reaktor bakar, dan reaktor nuklir. Reaktor nuklir adalah suatu instalasi yang bekerja berdasarkan reaksi fisi atau reaksi pembelahan inti atom secara berantai dan terkendali. Reaktor kimia terjadi apabila ada reaksi kimia seperti reaktor yang terpasang pada pabrik pupuk dan pabrik kertas. Reaktor bakar apabila di dalamnya terjadi proses reaksi pembakaran seperti yang terdapat di pabrik baja (Adiwardoyo, dkk, 2010: 1).

Menurut Iman Kuntoro, berdasarkan kegunaannya reaktor nuklir terdiri dari dua jenis, yaitu reaktor penelitian dan reaktor daya.

1. Reaktor penelitian.

Reaktor penelitian adalah reaktor yang memanfaatkan neutron baru yang dihasilkan dan membuang panasnya. Reaktor penelitian digunakan untuk kegiatan pendidikan, pelatihan, penelitian bahan, produksi radiosotop dan uji material. Reaktor penelitian memiliki daya termal dari beberapa watt sampai 50 MW (Kuntoro, Iman, 2018: 7).

2. Reaktor daya.

Reaktor daya adalah reaktor yang memanfaatkan energi panas dan mengelilingi radiasinya. Reaktor daya digunakan untuk menghasilkan energi dan memiliki daya besar mulai dari 2000 MW sampai 500 MW untuk menghasilkan uap yang dibutuhkan oleh

turbin dan pada akhirnya menghasilkan daya listrik atau PLTN (Kuntoro, Iman, 2017: 7).

Reaktor nuklir memiliki kegunaan bagi manusia. Reaktor nuklir dapat digunakan sebagai reaktor penelitian yang bermanfaat dalam bidang pendidikan dan uji material. Selain itu, reaktor juga dapat digunakan sebagai reaktor daya. Reaktor daya bermanfaat menghasilkan energi untuk menghasilkan daya listrik atau PLTN.

2.3.3.1 Komponen-Komponen Utama Reaktor Nuklir

Reaktor nuklir terdiri dari komponen-komponen utama yaitu:

1. Tangki reaktor.

Tangki reaktor yaitu tangki yang berupa tabung (silinder) atau bola yang terbuat dari logam campuran yang memiliki tebal sekitar 25 cm. Fungsi dari tangki reaktor ini adalah sebagai wadah untuk menempatkan komponen-komponen reaktor lainnya dan sebagai tempat berlangsungnya reaksi nuklir. Tangki yang memiliki dinding tebal ini juga dapat berfungsi sebagai penahan radiasi supaya tidak keluar dari sistem reaktor.

2. Teras reaktor.

Teras reaktor berfungsi sebagai tempat untuk bahan bakar. Teras reaktor dibuat dari logam yang tahan panas. Teras reaktor dibuat berlobang (kolom) untuk mendapatkan bahan bakar.

3. Bahan bakar nuklir.

Bahan bakar merupakan komponen yang memiliki peran penting untuk berlangsungnya reaksi nuklir. bahan bakar ini dibuat dari isotop alam seperti Uranium.

4. Bahan pendingin

Bahan pendingin ini berfungsi untuk mencegah terjadinya akumulasi panas yang berlebihan.

5. Elemen kendali

Reaksi nuklir bisa tidak terkendali apabila partikel-partikel dari *neutron* yang dihasilkan sebelumnya tidak tertangkap atau diserap. Elemen kendali

dapat berfungsi menghentikan operasi reaktor (*shut down*) apabila terjadi kecelakaan.

6. Moderator

Moderator ini memiliki fungsi sebagai memperlambat laju neutron cepat (moderasi) yang dihasilkan dari reaksi inti hingga mencapai kecepatan neutron thermal. Bahan yang digunakan untuk moderator adalah air atau grafit (Adiwardoyo, dkk, 2010: 6-8)

Reaktor nuklir memiliki komponen-komponen utama. Komponen-komponen reaktor ini sangat penting dan memiliki peran masing-masing. Setiap komponen-komponen dapat berfungsi untuk melindungi reaktor nuklir. Apabila terjadi kegagalan pada satu komponen reaktor maka dapat dicegah oleh komponen reaktor lainnya.

2.3.3.2 Sistem Keselamatan Reaktor

Keamanan nuklir merupakan masalah yang menjadi penting bagi dunia internasional maupun nasional. Adapun aspek keamanan yang digunakan yaitu mencegah terjadinya kemungkinan kecelakaan serta memperkecil dampak yang diakibatkan. Aspek yang dikenal dengan nama sistem pertahanan berlapis (*defence in depth*) yang memiliki lima pertahanan utama, yaitu:

1. Komponen-komponen reaktor

Komponen-komponen reaktor nuklir tentunya harus memenuhi standar kualitas tinggi dan dapat diandalkan. Komponen-komponen tersebut ialah pompa-pompa, katup-katup, tangka, pemipaan, kontrol, dan instrumentasi. Komponen-komponen tersebut dapat memperkecil kemungkinan kegagalan.

2. Sistem proteksi reaktor

Rancangan keselamatan reaktor yaitu memanfaatkan sifat-sifat alam yang menjamin adanya keselamatan yang melekat sehingga reaktor nuklir memiliki sistem yang dapat menoleransi kekeliruan yang disebabkan oleh operator. Reaktor nuklir juga dilengkapi dengan peralatan keselamatan lainnya yang dirancang menggunakan prinsip-prinsip sebagai berikut:

a. Pemisahan.

Komponen-komponen yang berbeda dipisahkan untuk sistem keselamatan secara fisis satu dengan lainnya. Maksud dari pemisahan ini yaitu bahwa kegagalan mekanis suatu lokasi tidak mempengaruhi kerja komponen yang berada di dekatnya.

b. Diversiti.

Terdapat banyak cara bahkan lebih dari satu untuk melakukan suatu pekerjaan, seperti dengan sistem yang berbeda-beda akan dapat memadamkan reaktor.

c. Redundansi.

Terdapat banyak komponen yang diperlukan, seperti ada dua pompa yang dipasang paralel akan tetapi hanya satu yang digunakan.

d. Saling tak gayut.

Sistem keselamatan yang saling tak gayut satu dengan yang lainnya, seperti ada beberapa jalur pemasok daya.

e. Kegagalan yang aman

Apabila terjadi suatu kegagalan pada komponen maka secara otomatis bergerak pada kondisi yang aman, seperti daya listrik yang dibutuhkan untuk mematikan reaktor.

3. Konsep hambatan ganda

Konsep hambatan ganda mengusahakan tetap terkungkungnya zat-zat radioaktif dalam sistem reaktor daya (PLTN) dan tidak menyebar ke lingkungan yang mengakibatkan bahaya radiasi bagi penduduk yang tinggal di daerah sekitarnya (Adiwardojo, dkk, 2010: 11).

4. Pemeriksaan dan pengujian

Secara rutin tentunya dilakukan pemeriksaan dan pengujian untuk setiap pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) terhadap sistem keselamatan dan komponen-komponen reaktor. Tujuan pemeriksaan secara rutin ini untuk menjamin kelangsungan operasi dan perbaikan apabila terjadi kerusakan. Instansi atau badan pengawas yang berwenang akan mengawasi dengan ketat seluruh persyaratan konstruksi, peralatan sistem keselamatan dan prosedur

pengoperasian. Badan pengawas berhak mencabut izin operasi apabila kondisi persyaratan tidak terpenuhi.

5. Operator

Pendidikan dan pelatihan operator reaktor nuklir merupakan sebuah aspek yang sangat penting dari anggapan keselamatan pertahanan. Operator menjadi pengendali Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) yang diseleksi sangat ketat. Operator harus melalui serangkaian ujian untuk mendapatkan izin mengoperasikan reaktor nuklir. Izin tersebut akan dikeluarkan oleh badan yang berwenang mengawasi penggunaan tenaga nuklir (Adiwardoyo, dkk, 2010: 9-13).

Sistem keamanan nuklir sangatlah penting. Sistem keamanan ini digunakan untuk mencegah terjadinya kecelakaan dan kegagalan. Sistem pertahanan ini memiliki lima pertahanan utama. Setiap pertahanan memiliki kualitas dan manfaat sendiri apabila terjadi kegagalan.

2.4 Semangat “Kizuna”

Pada tahun 2011, Jepang dikabarkan mengalami tiga bencana alam secara bersamaan. Tiga bencana alam atau yang dikenal sebagai “*Triple Disaster*” yang terjadi sangat memukul sendi kehidupan masyarakat Jepang. *Triple disaster* ini juga merupakan tiga bencana yang tidak akan dilupakan oleh masyarakat Jepang dan dunia.

Masyarakat Jepang membuktikan pada dunia bahwa mereka adalah manusia yang tabah dan tangguh. Mereka tidak mengeluh dalam menghadapi penderitaan yang mereka alami. Masyarakat Jepang membuktikan bahwa mereka tetap semangat dalam menghadapi cobaan yang terjadi. Salah satu semangat yang ada pada diri masyarakat Jepang adalah semangat *kizuna*.

Kizuna (絆) dalam Bahasa Inggris memiliki arti *bonds (between people)*, *(emotional) ties, relationship, connection*. Dapat disimpulkan dalam Bahasa Indonesia bahwa *Kizuna* (絆) memiliki arti peduli antara sesama. Selain itu ada juga semangat “*ganbarou*” yang memiliki arti bekerja keras sampai akhir. Semangat yang dimiliki masyarakat Jepang tidak hilang di saat bencana dan krisis terjadi. Ini

karena semangat yang telah mereka miliki (Yamashita Hani, dan Junanto Herdiawan, 2012: 186).

Masyarakat Jepang juga memiliki akhlak yang tinggi. Masyarakat Jepang saling membantu dan sopan dalam kondisi apapun. Mereka juga memiliki kepribadian disiplin, mencintai kebersihan, dan gemar menolong orang lain. Kepribadian masyarakat Jepang tidak pudar meski dalam kondisi apapun. Pada kondisi kritis pun sifat baik tetap muncul di dalam diri orang Jepang. Meskipun bencana alam menghantam negara mereka namun masyarakat tidak kehilangan jati diri mereka.

Tiga bencana yang terdiri dari gempa bumi tektonik dan *tsunami* menyebabkan meledaknya Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) di Fukushima. Hal ini merupakan bencana yang tidak dapat dilupakan masyarakat Jepang. Banyak kerusakan yang dialami oleh masyarakat Jepang. Selain itu, masyarakat Jepang juga banyak yang kehilangan anggota keluarganya. Namun masyarakat Jepang tentunya tidak menyerah. Mereka justru bersama-sama bangkit dan menghadapi bencana alam atau *Triple Disaster* ini, yang terjadi pada bulan Maret tahun 2011.

