

STUDI HUBUNGAN POSISI JARAK BUMI TERHADAP BULAN DENGAN KEJADIAN GEMPA BUMI DAN POLA SEBARAN EPISENTERNYA DI WILAYAH SUMATERA UTARA
Maharani Sofiana Puspa¹⁾, Madlazim²⁾

¹⁾Program studi S1 Fisika, FMIPA, UNESA, E-mail puspamahar@gmail.com

²⁾Dosen Fisika, FMIPA, UNESA, E-mail madlazimm@yahoo.com

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang memiliki tingkat aktifitas rawan bencana alam yang sangat tinggi. Secara geografis kepulauan Indonesia yang berada di daerah pertemuan tiga lempeng tektonik utama. Dimana sebagian besar wilayah Indonesia berada di dalamnya. Pergerakan lempeng Indo-Australia yang relatif ke arah utara dan menyusup kedalam lempeng Eurasia, sementara lempeng Pasifik bergerak relatif ke arah barat. Sehingga Indonesia rawan terhadap kejadian gempa bumi. Salah satu wilayah di Indonesia yang sering terjadi gempa bumi yaitu daerah Sumatera Utara, karena wilayah ini memiliki zona sesar Semangko yang dapat menyebabkan timbulnya gempa bumi. Hal ini bisa terjadi dengan adanya salah satu faktor pemicu posisi jarak bulan saat *perigee* dan *apogee* yang memiliki pengaruh terhadap bumi dalam bentuk gangguan terhadap gravitasi. Pada penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pola sebaran episenter kejadian gempa bumi dari hubungan posisi jarak bumi terhadap bulan pada saat *perigee* dan *apogee* di wilayah Sumatera Utara dan mendeskripsikan hubungan antara aktivitas gempa bumi dengan posisi jarak bumi terhadap bulan di wilayah Sumatera Utara. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari data historis gempa bumi USGS (*United States Geological Survey*) sekitar periode 1973 sampai 2014, data posisi jarak bulan saat *perigee* dan *apogee* diunduh dari *website Time and Date* pada periode yang sama, dan pengeplotan pola sebaran episenter gempa menggunakan *software ArcGIS 10*. Metode yang digunakan adalah mencari korelasi antara frekuensi gempa dan posisi jarak bulan saat *perigee* dan *apogee* menggunakan *software Ms.Excel*, sehingga dapat diketahui frekuensi relatif gempa. Dari hasil penelitian ini diperoleh bahwa frekuensi gempa bumi 19% pada posisi jarak bulan saat *perigee*. Ketika posisi jarak bulan saat *apogee* frekuensi gempa adalah 31%. Hal ini ditemukan adanya keterkaitan hubungan frekuensi gempa bumi pada posisi jarak bulan.

Kata Kunci: Pola sebaran episenter, *Perigee*, *Apogee*, Kejadian gempa bumi

Abstract

Indonesia is one of archipelago country that has very high vulnerable natural disaster. Geographically, Indonesia is located in junction area of three main tectonic plates. The most areas of Indonesia are inside of it. The movement of Indo-Australia plate relatively to the north and penetrate to the inside of Eurasia plate, while Pacific plate relatively move to the west. Therefore Indonesia is vulnerable toward the occurrence of earthquake. One territory of Indonesia in which is often experiencing earthquake is North Sumatera, because this area has Semangko cesarean zone which may induces earthquake. Earthquake can be occurred by the one trigger existence that is moon distance position at *perigee* and *apogee* which has influence toward the earth in form of gravitation disturbance. This research aimed to describe the epicenter distribution pattern of earthquake occurrence from the correlation of earth distance to the moon at *perigee* and *apogee* at North Sumatera territory. In this research, data used are secondary data obtained from earthquake historical data of USGS (*United States Geological Survey*) along period 1973 to 2014, data of moon position at *perigee* and *apogee* downloaded from *Time and Date website* at same period, and pattern plotting of earthquake epicenter distribution using *ArcGIS 10 software*. Method used is seeking correlation between earthquake frequency and distance position of the moon at *perigee* and *apogee* by using *Ms. Excel software*, then known earthquake relative frequency. Result of this research obtained that earthquake frequency 19% when the moon distance position is at *perigee*. When the moon distance position is at *apogee*, the earthquake frequency is 31%. By this, found that there are correlation of earthquake frequency and moon distance position.

Keywords: Epicenter distribution pattern, *Perigee*, *Apogee*, Earthquake occurrence

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang memiliki tingkat aktivitas rawan bencana alam yang sangat tinggi. Secara geografis kepulauan Indonesia yang berada di daerah pertemuan tiga lempeng tektonik utama yaitu lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan lempeng Pasifik. Dimana sebagian besar wilayah Indonesia berada di dalamnya. Pergerakan lempeng Indo-Australia yang relatif ke arah utara dan menyusup

kedalam lempeng Eurasia, sementara lempeng Pasifik bergerak relatif ke arah barat. Apabila jalur pertemuan lempeng berada di laut sehingga terjadi gempa bumi.

Selain itu di Indonesia terdapat juga sabuk vulkanik pada bagian timur dan selatan yang memanjang dari pulau Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, dan pulau Sulawesi yang sisinya berupa pegunungan vulkanik dan daratan rendah yang sebagian di dominasi oleh rawa-

rawa. Hal ini berpotensi terhadap rawan bencana alam seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, banjir, dan tanah longsor. Secara geografis daerah Sumatera Utara yang terletak pada batas wilayah 1° LU sampai 4° LU dan 98° BT sampai 100° BT merupakan provinsi yang berada di zona sesar Semangko yang dapat berpotensi besar terjadinya gempa.

Salah satu fenomena alam yang terjadi karena adanya pelepasan energi atau pergeseran elastis di daerah sekitar patahan, tempat tertentu dan dapat menimbulkan kerugiannya yaitu gempa bumi. Secara geologis dan klimatologis letak wilayah Indonesia termasuk dalam daerah rawan bencana alam. Terjadinya gempa bumi karena adanya pergeseran lempeng tektonik bumi, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh salah satu pemicu yaitu adanya posisi jarak antara bumi terhadap bulan yang mempengaruhi gaya gravitasi bumi sehingga banyak menimbulkan kejadian gempa bumi.

Dalam sistem tata surya suatu gaya yang paling mendasar adalah gaya gravitasi. Gaya tersebut sangat berperan penting di dalam pembentukan sistem tata surya. Gaya gravitasi berperan sangat penting dalam setiap fase dinamika bumi dan salah satu faktor pada semua proses geologi yang terjadi di atas maupun di dalam bumi seperti gletser, sungai, angin, gunung api, penyesuaian dari kerak bumi, tektonik lempeng, dan pada sistem hidrologi dalam terjadinya aliran air ke arah yang lebih rendah. (Noor, 2014)

Studi hubungan posisi jarak bumi terhadap bulan dengan kejadian gempa bumi memberikan informasi tentang banyak kejadian gempa yang telah terjadi dengan meningkatnya frekuensi gempa pada saat posisi *perigee* dan *apogee* serta pola sebaran episenternya. Dalam satu tahun sekali, bulan berada pada *titik terdekat (perigee)* dan sekali mencapai *titik terjauh (apogee)* dari bumi. Saat bulan berada pada titik terdekatnya dari bumi sekitar 360.000 km lempeng tektonik akan lebih stabil. Saat bulan berada pada titik terjauhnya dari bumi sekitar 400.000 km dapat memicu gangguan pada lempeng tektonik bumi sehingga timbul kejadian gempa karena gaya gravitasi yang memicu pergeseran lempeng di bumi, seperti geseran, tekanan, dan tarikan. Pada saat bulan berada pada titik terjauh (*apogee*) adalah gaya gravitasi yang relatif kecil yang dialami oleh bumi. Maka sangat besar peluang terjadinya gempa bumi akibat pergeseran lempeng saat bulan pada titik terjauh.

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya dalam hubungan langsung antara fenomena langit dan aktivitas seismik, posisi jarak antara bulan terhadap bumi dihitung pada saat semua gempa besar selama 109 tahun terakhir. Hal ini ditemukan bahwa frekuensi gempa bumi sangat rendah 4,4% untuk jarak bulan kurang dari 360.000 km (*perigee*). Pada jarak bulan besar lebih besar dari 400.000

km (*apogee*), frekuensi *earthquake* 27% sangat tinggi. (Qureshi and Ibrahim, 2011)

Dari hal tersebut, maka topik penelitian ini mengenai hubungan posisi jarak bumi terhadap bulan dengan kejadian gempa bumi dan pola episenternya disekitar daerah Sumatera Utara yang masih sedikit sekali. Hasil penelitian ini hanya berlaku di daerah yang diteliti saja sedangkan masih banyak lagi daerah-daerah di Indonesia yang berpotensi gempa bumi, atas dasar inilah yang membuat perlu dilakukannya penelitian mengenai “**Studi Hubungan Posisi Jarak Bumi Terhadap Bulan Dengan Kejadian Gempa Bumi Dan Pola Sebaran Episenternya Di Wilayah Sumatera Utara**”.

METODE

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini berjenis penelitian korelasional yang berbasis komputasi. Variabel dalam penelitian ini tidak ada yang dimanipulasi. Data gempa yang digunakan yaitu data historis gempa bumi diakses dan diunduh dari USGS (*United States Geological Survey*) melalui *website* (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search>), serta data mengenai posisi jarak bulan terhadap bumi yang diunduh melalui *website* (<http://www.timeanddate.com/>). Sedangkan *software* yang digunakan untuk membuat pola sebaran episenter gempa yaitu *Ms.Excel*, dan *software* ArcGIS10.

B. Sumber Data dan Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder gempa yang dapat diakses dari USGS (*United States Geological Survey*) melalui *website* (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search>) pada periode 1973 sampai 2014. Daerah yang dijadikan objek penelitian adalah wilayah Sumatera Utara dengan batas wilayah latitude 1° LU sampai 4° LU dan longitude 98° BT sampai 100° BT dengan besar magnitudo yang digunakan yaitu 1 sampai 7 SR, dan kedalaman 1 sampai 400 km. Sedangkan data *perigee* dan *apogee* mengenai posisi jarak bulan terhadap bumi yang diakses dan diunduh melalui *website* (<http://www.timeanddate.com/>) dari periode 1973 sampai 2014 dan daerah yang dijadikan objek yaitu Medan sebagai ibu kota Sumatera Utara.

C. Teknik Pengumpulan Data

Data gempa yang digunakan adalah data sekunder gempa dari periode 1973 sampai 2014. Pada penelitian ini diperlukan prosedur untuk memudahkan analisis data gempa bumi dalam studi kegempaan secara matematis. berikut diagram alur pengumpulan data:

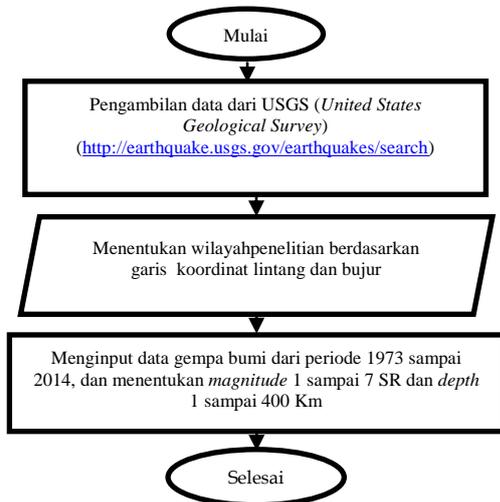


Diagram alur pengumpulan data

D. Alur Pengolahan Data

Pengolahan data gempa bumi dan data jarak bulan menggunakan *software Ms. Excel* dan pola sebaran episenter gempa menggunakan *software ArcGIS10*. Untuk mempermudah pengolahan data dibuat diagram alur sebagai berikut:

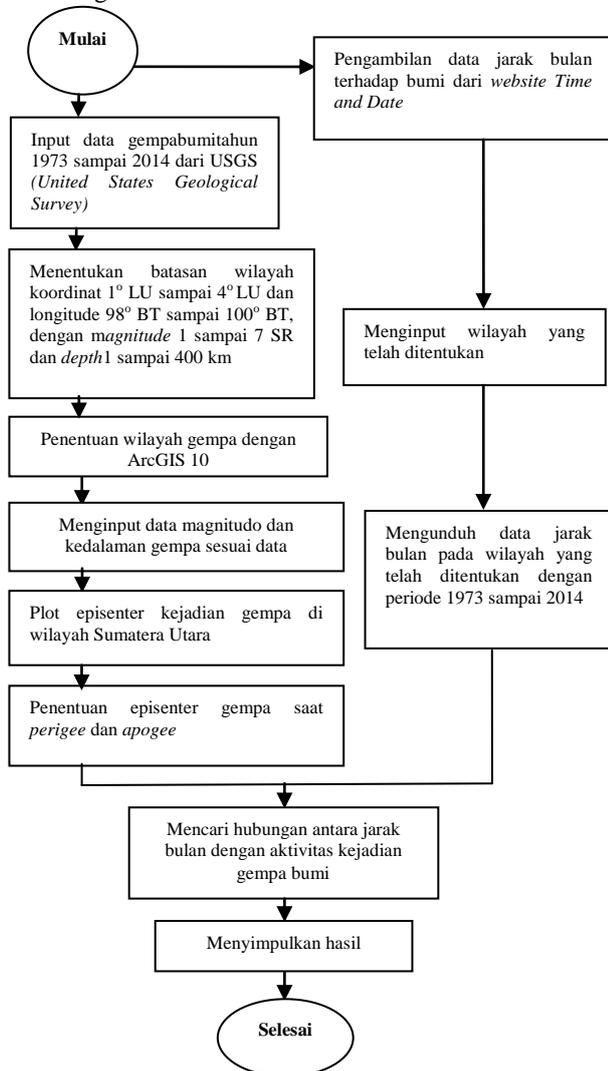


Diagram alur pengolahan data

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Dari pengolahan data yang dilakukan dengan *software Ms. Excel*, ArcGIS10 menggunakan data gempa bumi pada periode 1973 sampai 2014 dan data jarak bulan pada periode 1973 sampai 2014, maka didapatkan hasil penelitian berupa grafik, tabel, serta peta pola sebaran episenter gempa bumi sebagai berikut:

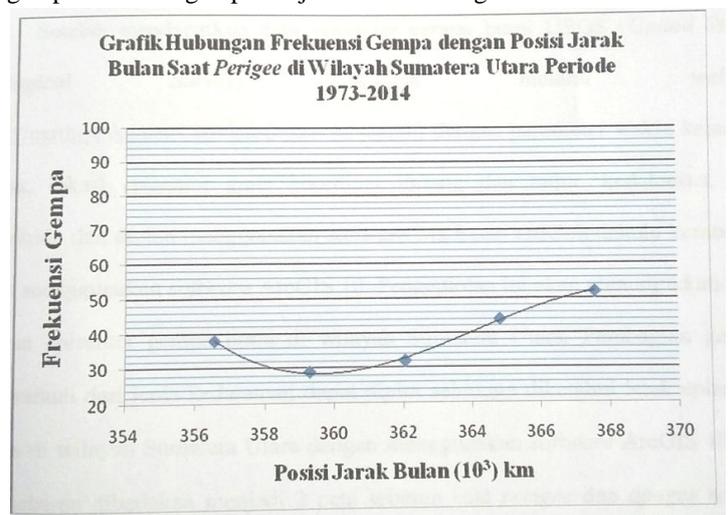
Posisi Jarak Bulan Perigee 10 ³ km (x)					Frekuensi Gempa Bumi (y)	Frekuensi Relatif
356,542	<	D	<	359,310	38	0,195
359,310	≤	D	<	362,078	29	0,149
362,078	≤	D	<	364,845	32	0,164
364,845	≤	D	<	367,613	44	0,226
367,613	≤	D	≤	370,381	52	0,267
					195	

Tabel 1. Tabel data distribusi posisi jarak bulan saat perigee dengan frekuensi gempa di wilayah Sumatera Utara

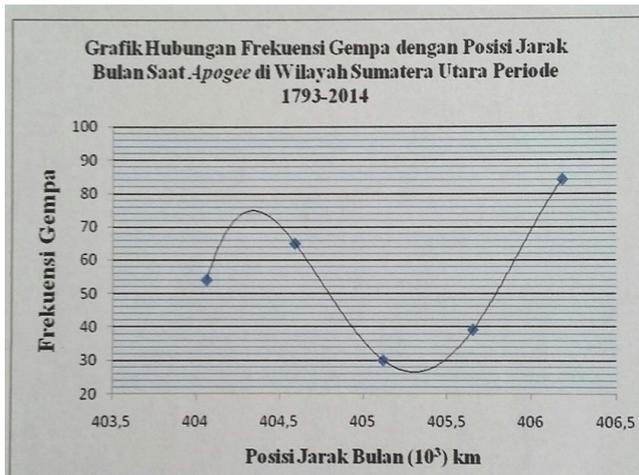
Posisi Jarak Bulan Perigee 10 ³ km (x)					Frekuensi Gempa Bumi (y)	Frekuensi Relatif
404,064	<	D	<	404,594	54	0,199
404,594	≤	D	<	405,124	65	0,239
405,124	≤	D	<	405,654	30	0,110
405,654	≤	D	<	406,184	39	0,143
406,184	≤	D	≤	406,714	84	0,309
					272	

Tabel 2. Tabel data distribusi posisi jarak bulan saat apogee dengan frekuensi gempa di wilayah Sumatera Utara

Dari hasil pengolahan data menggunakan *software Ms. Excel* didapatkan grafik hubungan antara frekuensi gempa bumi dengan posisi jarak bulan sebagai berikut:

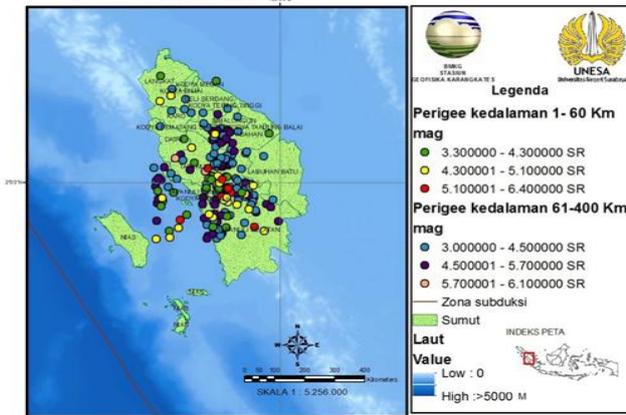


Gambar 1. Grafik korelasi antara frekuensi gempa dan posisi jarak bulan saat perigee



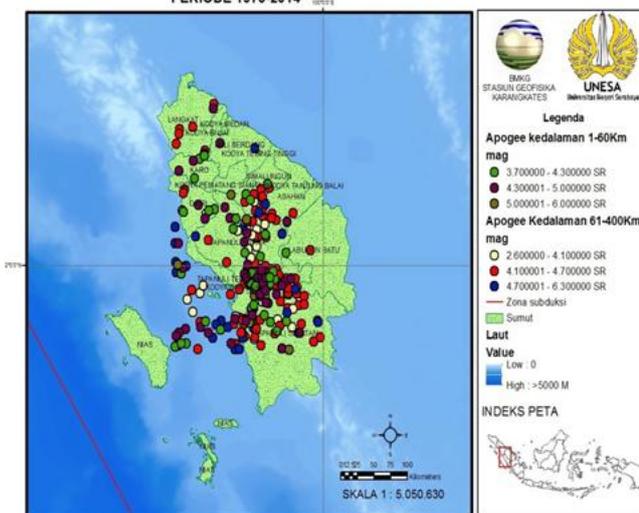
Gambar 2. Grafik korelasi antara frekuensi gempa dan posisi jarak bulan saat apogee

PETA SEBARAN EPISENTER GEMPA BUMI SAAAT POSISI PERIGEE DI WILAYAH SUMATERA UTARA PERIODE 1973-2014



Gambar 3. Peta sebaran episenter gempa bumi saat posisi perigee

PETA SEBARAN EPISENTER GEMPA BUMI SAAAT POSISI APOGEE DI WILAYAH SUMATERA UTARA PERIODE 1973-2014



Gambar 4. Peta sebaran episenter gempa bumi saat posisi apogee

B. Pembahasan

Pada penelitian ini didapatkan grafik dari frekuensi gempa bumi selama periode 1973 sampai 2014 dan posisi jarak bulan dalam interval 10^3 km. Seperti tabel 1. dan tabel 2. distribusi posisi jarak bulan dengan frekuensi gempa di wilayah Sumatera Utara dan dapat dicari nilai frekuensi relatifnya untuk memudahkan analisis. Untuk tabel 1. pada jarak *perigee* atau terdekatnya frekuensi relatif gempanya 19% saat 356542 km, sedangkan pada jarak *apogee* atau terjauh 406184 km frekuensi relatif gempa adalah 31%. Dari tabel 1. dan 2. dapat dihasilkan grafik menggunakan *software* Ms.Excel seperti pada gambar 1. dan 2. Dimana pada gambar 1. dan gambar 2. sumbu X merupakan posisi jarak bulan 10^3 km dari nilai posisi jarak bulan yang didapat dari katalog *Time and Date* dan sumbu Y merupakan nilai frekuensi gempa dari data gempa bumi USGS (*United States Geological Survey*). Pada kedua grafik korelasi tersebut, dapat dilihat bahwa tanda titik-titik yang telah ditentukan oleh sumbu X dan sumbu Y digambarkan berupa diagram pencar. Saat memperhatikan letak tanda titik-titik dalam diagram, tanda titik-titik terlihat di sekitar garis dan nampak bahwa ada gejala kelurusan antara tanda titik-titik dan garis polinomial, karena memiliki titik minimum, maksimum, dan titik puncak. Pada grafik korelasi antara frekuensi gempa dan posisi jarak bulan saat *perigee* terjadi 38 kejadian gempa pada saat jarak 356542 km ke 359310 km, frekuensi gempa menurun pada saat jarak 359310 km ke 362078 km terjadi 29 kejadian gempa, lalu frekuensi gempa kembali meningkat saat jarak 362078 km ke 364845 km terjadi 32 kejadian gempa, pada jarak 364845 km ke 367613 km terjadi peningkatan frekuensi gempa lebih besar yaitu 44 kejadian dari jarak sebelumnya dan pada jarak 367613 km ke 370381 km mengalami peningkatan titik puncak lebih besar frekuensi gempa sebanyak 52 kejadian gempa. Sedangkan yang terlihat pada grafik korelasi antara frekuensi gempa dan posisi jarak bulan saat *apogee* terjadi 54 kejadian gempa pada saat jarak 404064 km ke 404594 km, frekuensi gempa meningkat pada saat jarak 404594 km ke 405124 km terjadi 65 kejadian gempa, lalu frekuensi gempa menurun saat jarak 405124 km ke 405654 km terjadi 30 kejadian gempa, pada jarak 405654 km ke 406184 km terjadi peningkatan frekuensi gempa sebesar 39 kejadian dari jarak sebelumnya dan pada jarak 406184 km ke 406714 km mengalami peningkatan titik puncak lebih besar frekuensi gempa sebanyak 84 kejadian gempa dari frekuensi gempa sebelumnya. Hal ini karena aktivitas seismik bumi menunjukkan bahwa kerak dalam kedaaan yang dinamis, maka dinamika tersebut dikarenakan beberapa hal keadaan di dalam bumi salah satunya pergerakan lempeng yang disebabkan oleh pelepasan

energi. Bahwa gerakan kerak bumi disebabkan oleh keadaan di luar bumi juga. Kemungkinan frekuensi minimum gempa bumi terjadi saat *perigee*, karena kerak bumi sangat terikat oleh gaya bulan dan memberikan perlawanan terhadap pergerakan lempeng. Gerakan lempeng di dalam kerak bumi dapat dipicu oleh gaya gravitasi bulan, maka gerakan lempeng inilah yang menyebabkan terjadinya gempa bumi. Diketahui dari plot grafik korelasi masing-masing jarak bulan saat *perigee* dan *apogee*. Frekuensi lebih meningkat tajam saat pada posisi *apogee* dikarenakan kurangnya keterkaitan gaya bulan saat titik terjauh dari bumi sehingga pada kerak bumi terdapat pergerakan lempeng yang relatif bebas dari *perigee* menunjukkan bahwa pada puncaknya keterkaitan bulan frekuensinya menjadi lebih kecil. Maka aktivitas seismik gempa lebih besar saat titik terjauhnya terhadap bumi.

Dari data yang didapatkan diatas, dapat diperoleh pola sebaran episenter saat *perigee* dan *apogee* di wilayah Sumatera Utara periode 1973 sampai 2014. Pola sebaran tersebut dapat diplot menggunakan *software* ArcGIS 10. Pengeplotan ini akan menunjukkan pola sebaran episenter gempa bumi di wilayah Sumatera Utara. Pembagian gempa berdasarkan dari jenis kedalaman dan terdapat beberapa jenis magnitudo. Dapat diketahui pola sebaran episenter gempa bumi saat *perigee* lebih sedikit dibandingkan dengan pola sebaran episenter gempa bumi saat *apogee*. Hal ini dipicu oleh posisi jarak bulan memiliki pengaruh terhadap bumi dalam bentuk gangguan terhadap gravitasi. Pada saat bulan berada pada titik terjauh (*apogee*) gaya gravitasi relatif kecil yang dialami oleh bumi, maka sangat berpeluang untuk terjadinya gempa bumi yang diakibatkan pergeseran lempeng menjadi tidak stabil. Sedangkan saat bulan berada pada titik terdekat (*perigee*) gaya gravitasi relatif besar yang dialami oleh bumi, maka kecil peluang untuk terjadinya gempa karena pergeseran lempeng lebih stabil.

Tanda warna-warna pada peta tersebut juga menunjukkan jenis kedalaman dan klasifikasi besar nilai magnitudo. Peta Gambar 3. sebaran episenter saat *perigee* pada kedalaman 1 sampai 60 km yang berwarna hijau memiliki klasifikasi nilai magnitudo 3,3 sampai 4,3 SR; warna kuning memiliki klasifikasi nilai magnitudo 4,3 sampai 5,1 SR; warna hijau 5,1 sampai 6,4 SR. Pada kedalaman 61 sampai 400 km yang berwarna biru menunjukkan 3,0 SR sampai 4,5 SR; warna ungu menunjukkan 4,5 sampai 5,7 SR; warna merah muda 5,7 sampai 6,1 SR; sedangkan garis yang berwarna merah menunjukkan garis subduksi. Sedangkan peta gambar 4. sebaran episenter saat *apogee* pada kedalaman 1 sampai 60 km yang berwarna hijau memiliki klasifikasi nilai magnitudo 3,7 sampai 4,3 SR; warna ungu memiliki klasifikasi nilai magnitudo 4,3 sampai 5,0 SR; warna

coklat memiliki klasifikasi nilai magnitudo 5,0 sampai 6,0 SR. Pada kedalaman 61 sampai 400 km yang berwarna merah muda menunjukkan 2,6 sampai 4,1 SR; warna merah menunjukkan 4,1 sampai 4,7 SR; warna biru menunjukkan 4,7 sampai 6,3 SR sedangkan garis yang berwarna merah menunjukkan garis subduksi. Sesuai pola sebaran episenter saat *perigee* dan *apogee* di wilayah Sumatera Utara pada kedalaman 1 sampai 60 km, maka masing-masing *perigee* dan *apogee* memiliki nilai magnitudo sebesar 3,3 sampai 6,4 SR dan 3,7 sampai 6,0 SR termasuk gempa bumi dangkal. Sedangkan Sesuai pola sebaran episenter saat *perigee* dan *apogee* di wilayah Sumatera Utara pada kedalaman 61 sampai 400 km, maka masing-masing *perigee* dan *apogee* memiliki nilai magnitudo sebesar 3,0 sampai 6,1 SR dan 4,7 sampai 6,3 SR termasuk gempa bumi menengah.

Berdasarkan pembahasan diatas menunjukkan hubungan yang jelas antara frekuensi gempa dan posisi jarak bulan, dari hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Muhammad Shahid Qureshi and Rashid Ibrahim, 2010) yang berjudul "*On the Dependence of Earth's Seismic Activity on Lunar Distances*" penelitian tersebut dilakukan untuk mempelajari frekuensi gempa bumi dan dibandingkan dengan jarak bulan, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk mencari korelasi antara jarak bulan dan frekuensi gempa bumi pada seluruh jarak bulan (dari *perigee* ke *apogee*) interval jarak bulan dibagi menjadi (D) di 10^5 km. Hasil penelitiannya diperoleh frekuensi relative menunjukkan bahwa 4,4% atau gempa bumi kurang terjadi pada jarak terdekatnya yakni $3.56 < D < 3.60$, pada interval terakhir dimana frekuensi relatifnya sekitar 27% yaitu paling banyak gempa bumi terjadi pada *apogee* $4.00 \leq D \leq 4.066$. Data gempa bumi dikumpulkan dari Katalog Centennial, diperbarui oleh Engdahl, Van Der Hilst dan Buland gempa Katalog, Penentuan awal episenter dari daftar bulanan *The United States Geological Survey*. Distribusi jarak bulan selama periode (Mei 1900 sampai April 2009), jelas menunjukkan bahwa frekuensi jumlah gempa (*earthquake*) memiliki hubungan fungsional yang kuat pada jarak bulan. Tampaknya saat bulan berada pada jarak maksimum (dekat dengan *apogee*) aktivitas seismik jauh lebih besar dari saat bulan berada pada jarak yang lebih rendah (saat dekat dengan *perigee*). Pada aktivitas seismik bumi ini menunjukkan bahwa kerak dalam kondisi yang dinamis dikarenakan beberapa faktor internal bumi disebabkan oleh pelepasan energi, dan beberapa faktor eksternal juga. Penyebaran pada bidang tanah menunjukkan kondisi frekuensi gempa bumi bahwa ada kemungkinan minimum untuk terjadinya *earthquake* disaat *perigee*. Diketahui dari jarak bulan meningkatkannya jumlah *earthquake* karena kekuatan

bulan kurang pada kerak bumi dan pergerakan lempeng yang relative bebas.

Dalam hubungan langsung antara fenomena langit dan aktivitas seismik jarak antara bulan dan bumi dihitung pada saat semua gempa besar selama 109 tahun terakhir. Hal ini ditemukan bahwa frekuensi gempa bumi (*earthquake*) sangat rendah (4,4%) untuk jarak kurang dari 360.00 km (*perigee*). Pada jarak bulan lebih besar dari 400.000 km (*apogee*), frekuensi *earthquake* sangat tinggi (27%).

PENUTUP

Simpulan

Pada penelitian ini didapatkan frekuensi gempanya rendah 19% saat 356542 km pada jarak *perigee* atau terdekatnya, kemudian pada jarak *apogee* atau terjauh 406184 km frekuensi gempa adalah 31%. Hal ini karena aktivitas seismik bumi menunjukkan bahwa kerak dalam keadaan yang dinamis, maka dinamika tersebut dikarenakan beberapa keadaan di dalam bumi salah satunya pergerakan lempeng yang disebabkan oleh pelepasan energi. Gerakan lempeng di dalam kerak bumi dapat dipicu oleh gaya gravitasi bulan, maka gerakan lempeng inilah yang menyebabkan terjadinya gempa bumi. Frekuensi lebih meningkat tajam saat jarak terjauh (*apogee*) dikarenakan kurangnya keterkaitan hubungan bulan saat titik terjauh dari bumi sehingga pada kerak bumi terdapat pergerakan lempeng yang relatif bebas dari jarak terdekat (*perigee*) menunjukkan bahwa pada puncaknya keterkaitan bulan frekuensinya menjadi lebih kecil. Maka aktivitas seismik gempa lebih besar saat titik terjauhnya terhadap bumi.

Dari penelitian ini dapat diperoleh pola sebaran episenter saat *perigee* dan *apogee* di wilayah Sumatera Utara periode 1973 sampai 2014. Pengeplotan pada peta akan menunjukkan pola sebaran episenter gempa bumi di wilayah Sumatera Utara bahwa daerah Sumatera Utara merupakan daerah dengan tingkat seismisitas yang tinggi jika dilihat dari banyak gempa yang terjadi. Dapat diketahui pola sebaran episenter gempa bumi saat *perigee* lebih sedikit dibandingkan dengan pola sebaran episenter gempa bumi saat *apogee*. Pada saat bulan berada pada titik terjauh (*apogee*) gaya gravitasi relatif kecil yang dialami oleh bumi, maka sangat besar peluang untuk terjadinya gempa bumi yang diakibatkan pergeseran lempeng menjadi tidak stabil. Sedangkan saat bulan berada pada titik terdekat (*perigee*) gaya gravitasi relatif besar yang dialami oleh bumi, maka sangat kecil peluang untuk terjadinya gempa karena pergeseran lempeng lebih stabil. Sesuai pola sebaran episenter saat *perigee* dan *apogee* di wilayah Sumatera Utara pada kedalaman 1 sampai 60 km, maka masing-masing *perigee* dan *apogee* memiliki nilai magnitudo sebesar 3,3 sampai 6,4 SR dan

3,7 sampai 6,0 SR termasuk gempa bumi dangkal. Sedangkan Sesuai pola sebaran episenter saat *perigee* dan *apogee* di wilayah Sumatera Utara pada kedalaman 61 sampai 400 km, maka masing-masing *perigee* dan *apogee* memiliki nilai magnitudo sebesar 3,0 sampai 6,1 SR dan 4,7 sampai 6,3 SR termasuk gempa bumi menengah.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian selanjutnya agar pengambilan data sebanyak-banyaknya agar semakin banyak data yang diperoleh, maka hasil yang didapatkan akan memiliki peluang lebih baik dan lebih akurat. Untuk memperluas wilayah objek penelitian agar dapat membandingkan wilayah mana yang lebih berpotensi terjadinya gempa bumi. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan dengan mempertimbangkan faktor lain seperti faktor geologi untuk digunakan sebagai bahan pertimbangan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Giancoli, Douglas C. 1985. *Physics*. United States of America.
- Hamilton, W. 1979. *Tectonic of Indonesia Region. Geological Survey Professional Paper*. United States Government Printing Office: Washington.
- Howell, Benjamin. 1956. *Introduction to Geophysics*. Mc Graw Company.
- Ibrahim, Gunawan. dan Subardjo. 2005. *Pengetahuan Seismologi*. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Kachakhidze, M. K., Kiladze, R., Kachakhidze, N., Kukhianidze, V., and Ramishvili, G. 2010. Connection Of Large Earthquakes Occurring Moment With The Movement Of The Sun And The Moon And With The Earth Crust Tectonic Stress Character. *Journal of Natural Hazards Earth System Sciences*. 2010.
- Konsultan, Tim SIG Geomatik. *Modul Pelatihan SIG (Sistem Informasi Geografis) ArcGIS*. 2010. Makassar: PT Geomatik-Konsultan.
- Lomax, A. and Michelini, A. 2010. Tsunami early warning using earthquake rupture duration and *P*-wave dominant-period: the importance of length and depth of faulting. *geophys*.
- Nandi. 2006. *Gempa Bumi*. Jakarta: Universitas Pendidikan Indonesia.

- Noor, Djauhari. 2009. *Pengantar Geologi*. Bogor: CV Graha Ilmu. Edisi Pertama 2009.
- Pattinama, Jandri Welson. 2009. *Estimasi magnitude gempa local menggunakan durasi signal (Stasiun Geofisika Kendari)*. Tangerang: AKADEMI METEOROLOGI DAN GEOFISIKA.
- Putrohari, [Rovicky](#). 2007. [Awasi Perigee-Bulan terdekat dengan bumi.](#) (Online), <http://rovicky.wordpress.com/2007/10/26/awas-perigee/>. Diakses pada: 24 Desember 2014.
- Riana, Helvin. 2012. *Korelasi Antara Magnitudo Gempabumi lokal Dengan Periode Dominan Gelombang P Di Wilayah Sumatera Barat*. Skripsi Sarjana FMIPA.
- Supriyanto, Eng. 2007. *Analisis Data Geofisika: Memahami Teori Inversi*. Diklat Jurusan Fisika Komputasi Universitas Indonesia.
- Susetyo, Budi. *Statistika Untuk Analisis Data Penelitian*. 2012. Bandung: PT Refika Aditama.
- Time and Date. [April 4, 2012] *Moon Distance Calculator*. Diunduh dari: <http://www.timeanddate.com/>. Diakses pada: 30 Desember 2014, 13.45.
- Qureshi, Muhammad Shahid. and Ibrahim, R. 2010. On the Dependence of Earth's Seismic Activity on Lunar Distances. *Journal of Geography and Geology*. Vol. 3, No. 1.
- Tipler, Paul A. 1998. *Fisika*. Jakarta: Erlangga.
- United State Geological Survey. [May 5, 1999]. *Inside the Earth*. Diunduh dari: <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/inside.html>. Pada: 6 Desember 2014, 10:48.
- United State Geological Survey. [July 24, 2012]. *Body Wave*. Diunduh dari: <http://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/?term=body%20wave>. Pada: 4 Desember 2014, 15:14.
- Walker, John. 1997. *The Moon at Perigee and Apogee. Fourmilab Table of Contents*. Switzerland.
- Wibisono, Yusuf. *Metode Statistik*. 2005. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Yih-Min Wu, and Kanamori, H. 2008. *Development Of an Earthquake Early Warning System Using Real-Time Strong Motion Signals*. Taipei, Taiwan: Dept. of Geosciences, National Taiwan Univ.
- Yulianti, Ria Catur. 2011. *Rekayasa Gempa*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar Universitas Mercubuana.