



## **Analisis Statistik Frekuensi Kejadian Gempabumi Menurut Sistem Kalender Qomariyah**

**Sebastian Hardiyanto<sup>1</sup>, Rizky Muhammad Rahman<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>*Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Jakarta Pusat*

<sup>2</sup>*Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah IV Makassar*

Email: [rizky.rahman@bmgk.go.id](mailto:rizky.rahman@bmgk.go.id)

\*Corresponding Author

---

### **Abstrak**

Indonesia berada pada tiga pertemuan lempeng tektonik aktif yang menyebabkan aktivitas tektonik di Indonesia menjadi tinggi. Kerentanan tinggi terhadap gempabumi ini memicu tingginya frekuensi gempabumi di Indonesia. Metode statistika seringkali digunakan oleh para peneliti dalam meneliti hubungan frekuensi gempabumi dengan parameter lain yang berkaitan, seperti periode ulang gempabumi, seismisitas kegempaan, atau penentuan percepatan tanah. Pada penelitian ini, penulis mencoba mengkaitkan antara frekuensi gempabumi dengan hari dalam sistem penanggalan qomariyah (hijriyah) dengan tujuan menemukan korelasi antara literatur islam dengan bencana alam gempabumi. Sistem pergantian hari pada penanggalan masehi berbeda dengan qomariyah. Untuk itu diperlukan metode khusus dalam menentukan batas waktu pergantian hari pada sistem penanggalan qomariyah. Berbagai paramater almanak dan ilmu falak seperti *Julian Day*, Deklinasi Matahari, *Altitude*, *Equation of Time*, Transit Matahari, dan *Hour Angle* dikalkulasikan untuk menentukan batas waktu pergantian hari qomariyah, yaitu waktu Maghrib, dimana pada sistem masehi adalah pada pukul 24 malam zona waktu setempat. Waktu maghrib inilah yang dijadikan acuan dasar dalam pengkoreksian hari pada penanggalan masehi menjadi hari pada penanggalan qomariyah. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data gempabumi untuk wilayah Indonesia yang terletak antara 6° LU – 11° LS dan 95° BT - 141° BT. Data diambil dari situs USGS untuk periode Januari 1900 sampai Oktober 2019 dengan magnitudo  $\geq 5$  SR. Dari hasil perhitungan matematis tersebut didapatkan kesimpulan bahwa frekuensi gempabumi terbesar terjadi pada hari Al-Itsnain (Senin) sedangkan frekuensi kejadian gempabumi terkecil terjadi pada hari al-Jumu'ah (Jum'at) dalam periode tahun 1900 – 2019.

**Kata kunci:** Maghrib, Qomariyah, Tektonik.

### **Abstract**

Indonesia is in three active tectonic plates junction which causes tectonic activity in Indonesia to be high. The statistical method is often to be used by researchers in examining the relationship of earthquake's frequencies with the other related parameters. In this study, the author tries to link the frequency of earthquakes that occurred in the Hijriy calendar system for the aim of finding a correlation between Islamic literature and earthquake natural disasters. Gregorian calendar is basically different from Hijriy calendar system. For this reason, various parameters of almanac and astronomy such as Julian Day, Sun Declination, Hour Angle and etc are calculated to determine the deadline of

changing days on the Hijriy calendar (Maghrib time) for correcting origin time from Gregorian to Hijriy calendar. The data used in this study was earthquake data for Indonesian region which is located between  $6^{\circ}$  N -  $11^{\circ}$  S and  $95^{\circ}$  -  $141^{\circ}$  E. Data was taken from the USGS site from January 1900 to October 2019 with magnitude  $\geq 5$  Richter. The results of these mathematical calculations concluded that the smallest earthquake's frequency occurred on al-Jumu'ah (Friday) during the period of 1900 - 2019.

**Keywords:** Maghrib, Qomariyah, Tectonic.

---

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia dengan cakupan wilayah teritorial yang rentan terhadap bencana geologi, salah satunya gempa bumi [1]. Gempa bumi adalah fenomena alam yang terjadi akibat terlepasnya energi yang terakumulasi ke segala arah hingga mencapai ke permukaan bumi dalam bentuk getaran [2]. Pergerakan tiba-tiba dari lapisan batuan di dalam bumi menghasilkan energi yang dipancarkan ke segala arah berupa gelombang gempa bumi atau gelombang seismik. Ketika gelombang ini mencapai permukaan bumi, getarannya dapat merusak segala sesuatu yang ada di permukaan bumi baik makhluk hidup maupun makhluk mati sehingga dapat menimbulkan korban jiwa dan harta benda [3].

Wilayah Indonesia memiliki tatanan tektonik yang kompleks. Hal ini dikarenakan Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng besar yaitu lempeng Pasifik, Indo – Australia, dan Eurasia. Pertemuan lempeng tersebut menyebabkan terbentuknya zona subduksi. Selain itu, Indonesia juga memiliki ratusan sesar yang masih aktif bergerak. Berdasarkan tatanan tektonik tersebut, Indonesia menjadi salah satu negara yang rawan terhadap gempa bumi. Penelitian berbagai topik kebumiharian yang relevan dengan kondisi tektonik Indonesia [4,5] juga telah menemukan potensi tinggi bahaya bencana seismik di wilayah Indonesia.

Seringkali manusia beranggapan bahwa gempa bumi merupakan salah satu bentuk teguran dari Tuhan YME yang bertujuan untuk memberikan peringatan tertentu. Dalam urusan keagamaan, keyakinan, atau kepercayaan beberapa data atau fakta terkadang dapat memperkuat bukti dalam mengklaim kebenaran dari ajaran-Nya. Seringkali para ilmuwan menemukan beberapa fakta atau penemuan di bidang sains yang berkorelasi positif dengan naskah / dalil dalam literatur agama tertentu yang membuat mereka yakin sepenuhnya atas ajaran agama tersebut. Dalam literatur agama Islam, ada beberapa naskah atau dalil yang menjelaskan mengenai hari khusus yang diistimewakan. Hal ini memicu penulis untuk mengklasifikasikan waktu kejadian gempa bumi terhadap hari pada sistem kalender qomariyah, karena sistem kalender qomariyah ini merujuk pada naskah / dalil asli dalam berbagai literatur Islam (seperti Al Qur'an atau Hadist) dimana perhitungan hari sebaiknya mengikuti siklus bulan.

Kalender qomariyah merupakan penanggalan yang dilakukan oleh umat Islam untuk menandai waktu-waktu penting dalam kaitannya dengan ibadah atau hari penting lainnya. Kalender ini dinamakan juga kalender hijriyah karena tahun pertama kalender ini dimulai pada tahun ketika terjadi peristiwa hijrahnya Nabi Muhammad SAW dari Makkah ke Madinah, yaitu pada tahun 622 Masehi.

Kalender qomariyah dengan kalender masehi memiliki perbedaan di dalam penentuan pergantian waktunya, terutama pada pergantian hari dan bulan. Dalam kalender Masehi, tanggal atau hari baru dimulai ketika pukul 00.00 / 0 AM (malam) waktu setempat, sementara dalam kalender qomariyah penentuan tanggal atau hari baru dimulai ketika matahari terbenam (waktu maghrib) dan akan berakhir ketika matahari terbenam (waktu maghrib) pada malam berikutnya. Adapun pada kalender qomariyah pergantian bulan barunya adalah berdasarkan pada penampakan hilal, yaitu bulan sabit terkecil yang dapat diamati dengan mata telanjang. Hal ini tidak lain disebabkan karena kalender qomariyah menggunakan sistem penanggalan yang murni berdasarkan pada siklus sinodis bulan, yaitu siklus dua fase bulan yang sama secara berurutan [6]. Fase bulan adalah penampakan wajah Bulan yang terlihat berbeda setiap saat yang disebabkan posisi relatif Bumi dan Matahari [7].

Pada penjelasan di atas tampak bahwa parameter waktu memegang peranan yang penting dalam penelitian ini karena menyangkut metode dalam menentukan batas pergantian hari dalam kalender qomariyah yang menggunakan algoritma almanak dan juga ilmu falak. Oleh karena itu, parameter gempabumi yang memegang peranan terpenting adalah waktu kejadian gempabumi (*Origin Time*), zona waktu (geografis) lokasi episenter dan juga koordinat lokasi gempabumi tersebut. Parameter gempabumi tersebut nantinya akan diinputkan ke dalam beberapa rumus almanak / ilmu falak untuk menentukan batas waktu pergantian hari pada sistem kalender qomariyah, yaitu waktu maghrib yang berbeda-beda untuk tiap-tiap lokasi episenter gempabumi dari data yang digunakan. Batas waktu maghrib inilah yang nantinya digunakan untuk mengkoreksi hari dalam kalender masehi terjadinya gempabumi menjadi hari dalam kalender qomariyah.

## 2. METODE PENELITIAN

Penentuan pergantian hari pada sistem kalender Hijriyah menurut kesepakatan para ulama adalah pada waktu maghrib [8]. Hal ini sesuai dengan literatur agama islam (Al-Qur'an) di bawah :

لا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ

“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.” (QS : Yasin ayat 40)

Namun, oleh karena waktu maghrib ini selalu berubah dan sangat bergantung pada lokasi pengamat, maka digunakanlah beberapa algoritma khusus untuk menentukan batas pergantian hari kalender qomariyah untuk masing masing tempat sekaligus sebagai awal penanda waktu ibadah sholat maghrib umat islam [9].

Ada beberapa algoritma dalam menentukan awal waktu sholat, termasuk waktu maghrib [10]. Pertama, rumus algoritma almanak digunakan dalam menghitung *Julian day* dengan menggunakan parameter waktu gempabumi. Parameter waktu tersebut adalah waktu kejadian gempabumi (*Origin Time*), sehingga rumus *Julian Day* (JD) dihitung dengan persamaan (1).

$$JD = 1720994,5 + \text{INT}(365,25*Y) + \text{INT}(30,6001(M + 1)) + B + D \quad (1)$$

dimana JD merupakan *Julian day* pada 0 UT, Y adalah tahun terjadinya gempabumi, M adalah bulan terjadinya gempabumi, A adalah konstanta dengan rumus  $\text{INT}(Y/100)$ , B adalah konstanta dengan rumus  $2+\text{INT}(A/4)-A$  dan D adalah hari terjadinya gempabumi. Jika  $M > 2$ , M dan Y tidak berubah. Jika  $M = 1$  atau  $2$ , ganti M menjadi  $M + 12$  dan Y menjadi  $Y - 1$ . Dengan kata lain, bulan Januari dan Februari dapat dianggap sebagai bulan ke 13 dan ke 14 dari tahun sebelumnya

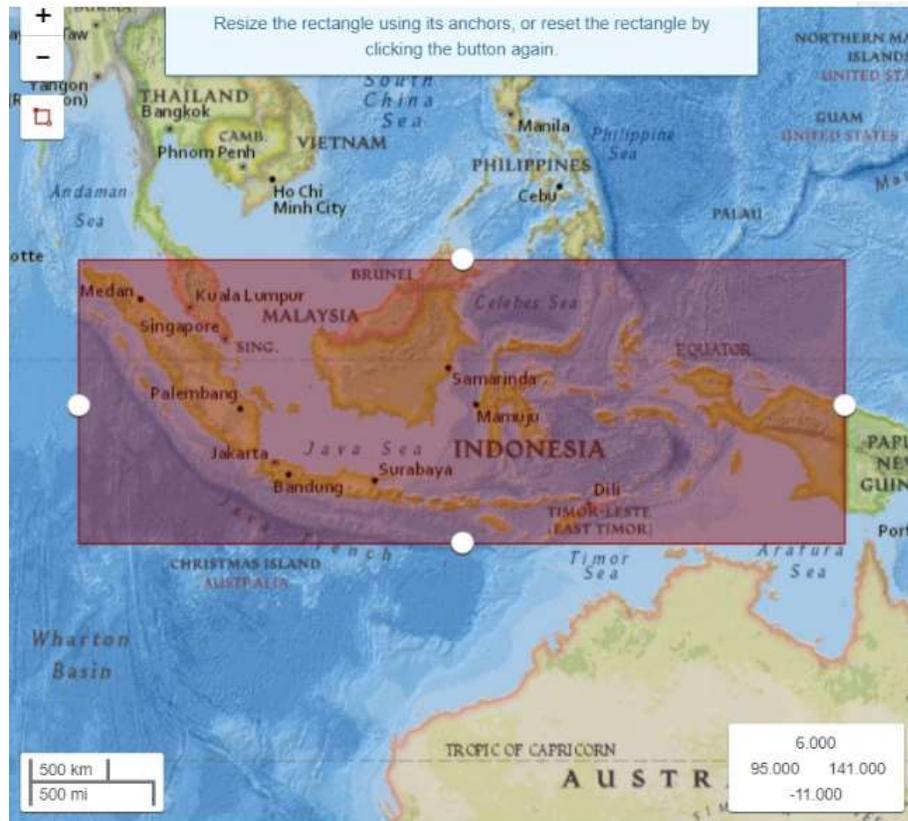
*Julian Day* merupakan nilai yang diperlukan untuk menghitung penyelesaian algoritma almanak selanjutnya yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu penentuan Sudut Tanggal dihitung dengan persamaan (2).

$$T = 2*\text{PI}*(JD - 2451545)/365,25 \quad (2)$$

dimana T merupakan sudut tanggal, JD adalah *Julian day* pada waktu lokal gempabumi.

Setelah kedua konsep algoritma almanak tersebut diperhitungkan, teori dasar lain yang mendukung penelitian ini adalah teori ilmu falak terkait algoritma posisi matahari [11]. Algoritma tersebut antara lain mencakup deklinasi matahari, bujur rata-rata matahari, *Equation of Time* (EoT), *Altitude* Matahari, *Local Hour Angle* (LHA), waktu transit dan batas waktu maghrib.

Pada penelitian ini, batasan wilayah yang digunakan adalah wilayah Indonesia yang berada pada koordinat antara **6° LU – 11° LS dan 95° BT - 141° BT** (Gambar 1). Data gempabumi yang diambil dari situs USGS (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>) adalah data dari Januari 1990 sampai Oktober 2019 dengan magnitudo minimal 5 SR [12]. Jumlah keseluruhan mencapai 11.863 data gempabumi dengan skala minimal 5 SR.



**Gambar 1.** Peta wilayah NKRI yang dijadikan Batasan wilayah dalam penelitian

Data gempabumi yang telah didapatkan dari situs USGS tersebut kemudian diolah di dalam MS Excel untuk dipisahkan beberapa parameter penting yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu parameter posisi (Koordinat Lintang dan Bujur serta kedalaman Episenter Gempabumi) dan parameter waktu (*Origin Time* gempabumi dalam jam, menit, detik, dan tanggal kejadian (*event*) masing masing gempabumi.

Selanjutnya setelah parameter dari data gempabumi dipisahkan (disortir), maka kemudian dilakukan klasifikasi masing-masing kejadian (*event*) gempabumi berdasarkan zona waktu (*time zone*) nya sebagai salah satu parameter input dalam melakukan serangkaian perhitungan Almanak maupun ilmu falak hingga mendapatkan hasil akhirnya, yakni batas waktu maghrib masing-masing lokasi episenter gempabumi. Zona waktu yang digunakan di dalam penelitian ini adalah zona waktu yang batasan nya ditentukan secara geografis (bukan batas zona waktu yang ditentukan atas kesepakatan hukum antar wilayah negara) [13], yakni zona waktu WIB, WITA, dan WIT dimana rentang zona waktu WIB adalah  $97.5^{\circ}$  -  $112.5^{\circ}$  BT (zona waktu GMT +7), rentang zona waktu WITA adalah  $112.5^{\circ}$  -  $127.5^{\circ}$  BT (zona waktu GMT +8), dan rentang zona waktu WIT adalah  $127.5^{\circ}$  -  $142.5^{\circ}$  BT (zona waktu GMT +9).

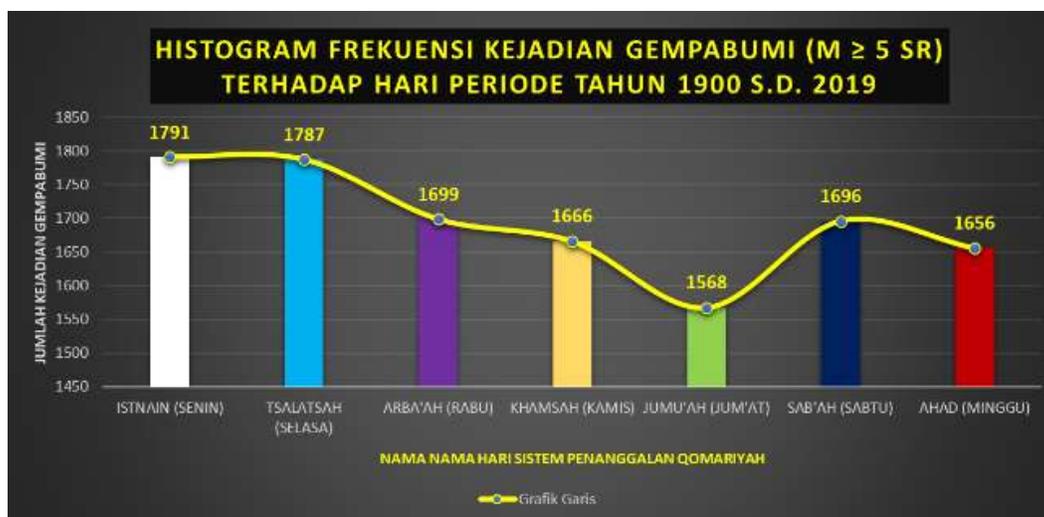
Setelah batas waktu (maghrib) tersebut diketahui, langkah terakhirnya adalah melakukan determinasi apakah waktu kejadian gempabumi (*origin time*) tersebut terjadi sebelum atau setelah batas waktu Maghrib. Jika gempabumi terjadi sebelum batas waktu

Maghrib, maka kejadian gempabumi tersebut dianggap terjadi pada hari dan tanggal yang sama pada sistem kalender Qomariyah. Kemudian jika gempabumi terjadi setelah batas waktu Maghrib, maka kejadian gempabumi tersebut dianggap terjadi pada hari dan tanggal berikutnya pada sistem kalender Qomariyah.

Pada penelitian inipun, penulis juga melakukan perhitungan statistik frekuensi kejadian gempabumi terhadap bulan di tahun Qomariyah untuk mengetahui di bulan Qomariyah manakah kejadian gempabumi paling sering atau paling jarang terjadi selama rentang waktu tahun 1900 hingga 2019 tersebut. Oleh karena nya, penulis terlebih dahulu melakukan konversi waktu kejadian gempabumi yang terdapat pada data USGS itu, dimana waktu kejadian gempabumi nya masih dinyatakan dalam sistem kalender Masehi, ke dalam bentuk sistem kalender Qomariyah. Oleh karenanya pada setiap gempabumi yang terjadi pada akhir tanggal atau hari bulan Qomariyah hasil dari konversi tersebut, penulis melakukan koreksi pergantian hari menggunakan metode yang sama dengan yang sebelumnya (melakukan determinasi), sehingga jika kejadian gempabumi yang terjadi pada hari terakhir bulan Qomariyah itu terjadi setelah batas waktu Maghrib lokalnya, maka gempabumi tersebut akan dianggap terjadi pada bulan berikutnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan statistik antara banyaknya (frekuensi) kejadian gempabumi (dengan Magnitudo  $\geq 5$  SR) terhadap hari pada penanggalan bulan Qomariyah dan juga setelah dilakukan pengkoreksian waktu kejadian gempabumi (*Origin Time*) dengan menggunakan batas pergantian hari pada sistem kalender Qomariyah (yaitu pada waktu Maghrib) untuk mengklasifikasikan kejadian gempabumi terhadap hari tersebut menghasilkan data seperti pada Gambar 4.



**Gambar 2.** Histogram hasil penelitian keterkaitan frekuensi kejadian gempabumi (Magnitudo  $\geq 5$  SR) terhadap hari pada sistem penanggalan Qomariyah

Pada Gambar 2 di atas adalah histogram banyaknya kejadian gempa bumi terhadap hari dalam sistem kalender Qomariyah. Pada histogram terlihat bahwa Hari dimana frekuensi kejadian gempa bumi yang paling sedikit jatuh pada Hari Jum'at (Jumu'ah) sedangkan yang paling sering terjadi adalah pada hari Senin (Istnain) selama periode tahun 1900 hingga tahun 2019. Hal ini berlaku pada sampel data gempa bumi berskala  $\geq 5$  SR. Tentu saja pengklasifikasian frekuensi gempa bumi ini dilakukan setelah pengkoreksian menggunakan batas waktu Maghrib yang telah dihasilkan.

Jika fakta-fakta pada hasil akhir penelitian ini dikorelasikan dengan sumber literatur religi, khususnya Agama Islam, maka penulis dapat menjelaskan beberapa literatur yang berkorelasi tinggi satu sama lain [14]. Diketahui dari hasil di atas bahwa Hari Jum'at (Jumu'ah) sistem kalender Qomariyah memiliki frekuensi kejadian gempa bumi yang paling rendah dimana hal tersebut menandakan bahwa Hari Jum'at merupakan Hari yang paling tenang, aman, dan minim bencana khususnya gempa bumi. Hal ini sesuai dengan persepektif literatur agama Islam sebagai berikut:

خَيْرُ يَوْمٍ طَلَعَتْ عَلَيْهِ الشَّمْسُ يَوْمَ الْجُمُعَةِ، فِيهِ خُلِقَ آدَمُ وَفِيهِ أُدْخِلَ الْجَنَّةَ، وَفِيهِ أُخْرِجَ مِنْهَا، وَلَا تَقُومُ السَّاعَةُ إِلَّا فِي يَوْمِ الْجُمُعَةِ

*“Sebaik-baik hari dimana matahari terbit adalah hari Jumat. Pada hari Jumat Adam diciptakan, pada hari itu dia dimasukkan ke dalam surga dan pada hari Jumat itu juga dia dikeluarkan dari Surga. Hari Kiamat tidaklah terjadi kecuali pada hari Jumat.” (HR. Muslim, no. 854).*

Menurut literatur hadist di atas, telah jelas bahwa hari terbaik itu adalah hari Jum'at (Jumu'ah) dan hal tersebut diperkuat dengan hasil penelitian ini dimana bencana gempa bumi terjadi paling sedikit (frekuensi kejadian nya paling rendah) pada hari Jum'at selama periode tahun 1990 hingga tahun 2019.

Selain itu, menurut literatur hadist tersebut, Tuhan tidak akan menurunkan kiamat kecuali pada hari Jum'at, hari yang dimuliakan dan diutamakan oleh Nya, hari yang paling baik untuk berdo'a dan sebagainya. Ini artinya Tuhan benar-benar akan menurunkan kiamat pada hari yang paling mulia dan paling tenang oleh karena sudah tidak ada manusia lagi yang menyembah Nya.

Adapun literatur hadist lainnya yang lebih melengkapi hadist di atas sebelumnya adalah hadist yang dikutip dari Al-Imam al-Syafii dan al-Imam Ahmad berikut dibawah ini :

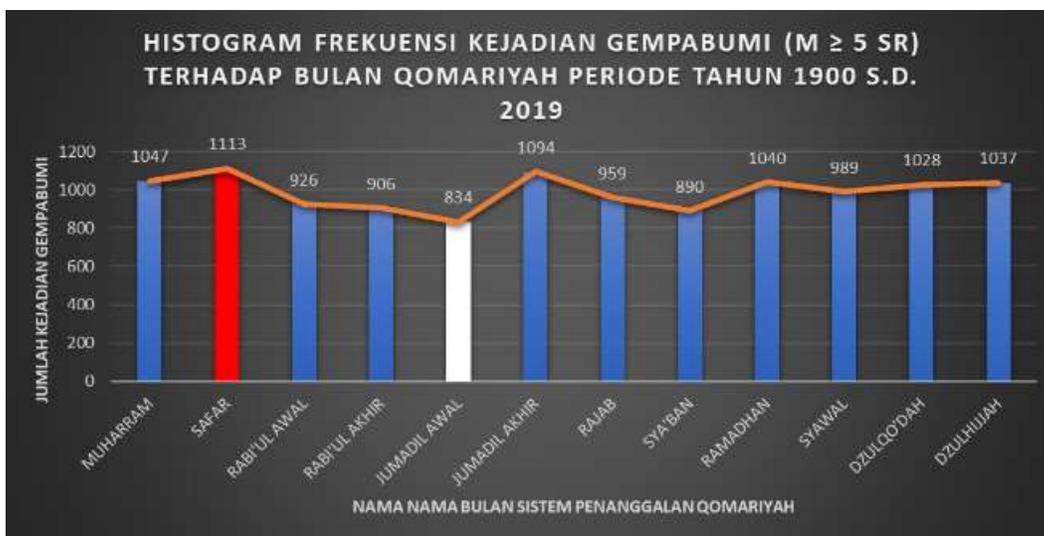
سَيِّدُ الْأَيَّامِ عِنْدَ اللَّهِ يَوْمَ الْجُمُعَةِ وَهُوَ أَكْبَرُ مِنْ يَوْمِ النَّحْرِ وَيَوْمِ الْفِطْرِ وَفِيهِ خَمْسُ خِصَالٍ فِيهِ خُلِقَ اللَّهُ آدَمَ وَفِيهِ أُهْبِطَ مِنَ الْجَنَّةِ إِلَى الْأَرْضِ وَفِيهِ تُؤَقَّى وَفِيهِ سَاعَةٌ لَا يَسْأَلُ الْعَبْدُ فِيهَا اللَّهَ شَيْئًا إِلَّا أَعْطَاهُ إِيَّاهُ مَا لَمْ يَسْأَلْهُ إِلَّا أَوْ قَطِيعَةً رَجِمَ وَفِيهِ تَقُومُ السَّاعَةُ وَمَا مِنْ مَلَكٍ مُقَرَّبٍ وَلَا سَمَاءٍ وَلَا أَرْضٍ وَلَا رِيحٍ وَلَا جَبَلٍ وَلَا حَجْرٍ إِلَّا وَهُوَ مُشْفِقٌ مِنْ يَوْمِ الْجُمُعَةِ

*“Rajanya hari di sisi Allah adalah hari Jumat. Ia lebih agung dari pada hari raya kurban dan hari raya Fithri. Di dalam Jumat terdapat lima keutamaan. Pada hari Jumat Allah menciptakan Nabi Adam dan mengeluarkannya dari surga ke bumi. Pada hari Jumat*

*pula Nabi Adam wafat. Di dalam hari Jumat terdapat waktu yang tiada seorang hamba meminta sesuatu di dalamnya kecuali Allah mengabulkan permintaannya, selama tidak meminta dosa atau memutus tali silaturrahim. Hari kiamat juga terjadi di hari Jumat. Tiada Malaikat yang didekatkan di sisi Allah, langit, bumi, angin, gunung dan batu kecuali ia khawatir terjadinya kiamat saat hari Jumat”.*

Menurut literatur hadist di atas, dikatakan bahwa bumi, angin, gunung, dan batu pun memiliki kekhawatiran akan terjadinya kiamat pada hari Jum’at, dimana hari itu adalah rajanya hari, waktu yang paling dimuliakan oleh Tuhan. Jika kita telaah lebih dalam, gunung, batu, dan bumi adalah komponen dasar bencana gempabumi, dimana pada hadist diatas dikatakan bahwa mereka semua didekatkan di sisi Tuhan pada hari Jum’at, sehingga frekuensi bencana gempabumi menjadi lebih sedikit.

Perlu diketahui pula bahwa Jum’at merupakan satu-satunya nama hari yang dijadikan nama surat dalam kitab suci Al Qur’an, yakni urutan surat ke-62 yang terdiri atas 11 ayat, 180 kata, dan 748 huruf. Di luar Jum’at, tak ada hari lain yang dijadikan nama surat dalam Al Qur’an. Setelah dilakukan perhitungan statistik antara banyaknya kejadian gempabumi (dengan Magnitudo  $\geq 5$  SR) terhadap bulan bulan pada sistem penanggalan Qomariyah dan juga telah dilakukan pengkoreksian waktu kejadian gempabumi menggunakan metode yang sama dengan metode koreksi hari, maka didapatkan hasil seperti pada Gambar 3.

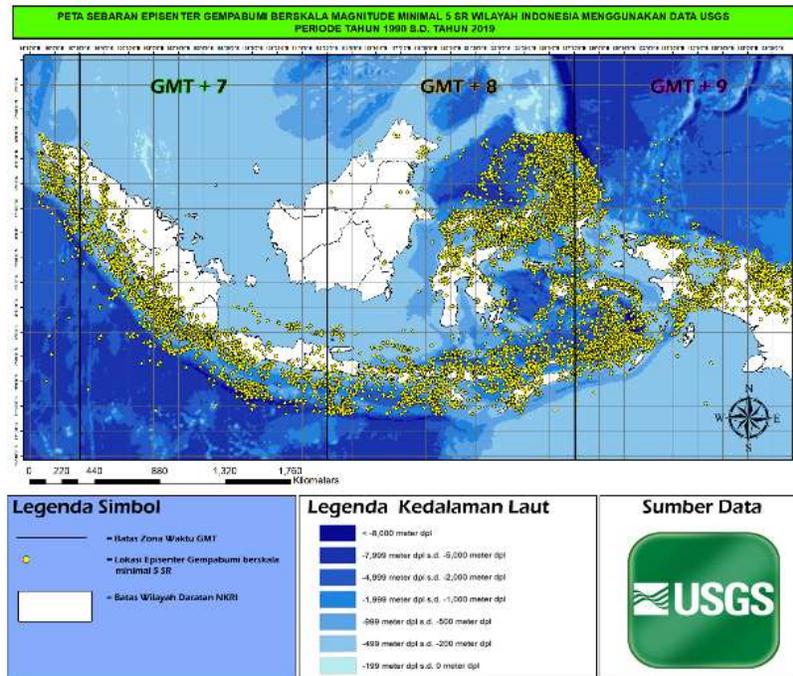


**Gambar 3.** Histogram hasil penelitian keterkaitan frekuensi kejadian gempabumi (Magnitudo  $\geq 5$  SR) terhadap bulan pada sistem penanggalan Qomariyah

Hasil statistik antara frekuensi gempabumi terhadap bulan pada sistem penanggalan Qomariyah, dapat dilihat pada Gambar 5, bahwa frekuensi kejadian gempabumi paling sedikit jatuh pada bulan Jumadil Awal sedangkan yang tertinggi terjadi pada bulan Safar untuk gempa berskala  $\geq 5$  SR selama periode tahun 1900 hingga tahun 2019.

Dengan menganggap bahwa masing-masing lokasi episenter gempa bumi yang diperoleh dari data USGS tersebut memiliki batas waktu Maghrib yang berbeda-beda, penulis berhasil menentukan waktu Maghrib dari masing-masing lokasi episenter tersebut dan menggunakan acuan tersebut untuk mengkoreksi hari terjadinya gempa bumi berdasarkan sistem kalender Qomariyah dengan menggunakan data waktu kejadian gempa bumi (*origin time*). Diketahui bahwa terdapat 7.026 data gempa bumi dari total 11.863 data gempa bumi berskala  $\geq 5$  SR yang terkoreksi menggunakan acuan batas waktu Maghrib tersebut. Sedangkan hasil dari penerapan metode yang sama pada koreksi waktu kejadian gempa bumi (*origin time*) terhadap bulan Qomariyah menunjukkan bahwa terdapat 233 data gempa bumi berskala  $\geq 5$  SR yang telah terkoreksi menggunakan acuan batas waktu Maghrib tersebut.

Disamping itu, penulis juga telah mendapatkan hasil statistik frekuensi kejadian gempa bumi selama periode tahun 1900 hingga tahun 2019 berdasarkan zona waktu geografis untuk wilayah Indonesia (Gambar 4). Pada gempa bumi berskala  $\geq 5$  SR, telah didapatkan hasil statistik frekuensi gempa bumi di zona waktu GMT + 7 sebanyak 2.238 data, di zona waktu GMT + 8 sebanyak 5.320 data, di zona waktu GMT + 9 sebanyak 3.736 data, sedangkan sisanya berada di zona waktu GMT + 6 sebanyak 569 data yang totalnya adalah 11.863 data gempa bumi.



**Gambar 4.** Peta *plotting* sebaran kejadian gempa bumi dengan skala magnitudo  $\geq 5$  SR dan total 11.863 data yang diklasifikasikan terhadap batasan zona waktu GMT yang digunakan sebagai salah satu parameter perhitungan pada penelitian

Dari hasil statistik yang telah didapatkan, gempa bumi di Indonesia lebih banyak terjadi pada wilayah zona waktu GMT +8 yang secara geografis terletak pada koordinat antara  $112.5^{\circ}$  -  $127.5^{\circ}$  BT yang pada penelitian ini berlaku untuk gempa bumi berskala magnitudo  $\geq 5$  SR selama periode tahun 1900 hingga tahun 2019 menggunakan data USGS.



**Gambar 5.** Histogram statistik frekuensi kejadian gempa bumi terhadap wilayah zona waktu GMT tempat lokasi (koordinat) episenter nya untuk gempa bumi berskala magnitudo  $\geq 5$  SR

Jika dilihat pada Gambar 5, jumlah kejadian gempa bumi berskala  $\geq 5$  SR mencapai 5.320 data pada zona waktu GMT +8. Kemudian posisi kedua dengan jumlah aktivitas gempa yang tinggi diduduki oleh wilayah Indonesia bagian timur yaitu pada zona waktu GMT +9. Dimana terdapat 3.736 data untuk yang berskala  $\geq 5$  SR selama periode tahun 1990 sampai dengan tahun 2019.

Hal ini dapat dijelaskan karena sampai pada tahun 2019 ini, terdapat sedikitnya 16 segmen Megathrust dan 295 sesar / patahan aktif di Indonesia [4]. Di Sulawesi ada dua sesar geser, yaitu Palu-Koro dan Matano yang berada dalam jalur patahan aktif yang mengakibatkan gempa bumi besar tahun 2018 [15]. Kemudian di Sumatra ada sesar Semangko, yang berawal dari Aceh sampai ke teluk Semangka, Lampung. Di Jawa ada sesar Cimandiri yang membentang dari Pelabuhan Ratu hingga Sungai Cimandiri, Selanjutnya ada sesar Opak di Yogyakarta. Kemudian ada juga di Papua. Jumlah sesar tersebut bisa saja terus bertambah karena masih banyak sumber yang belum teridentifikasi dengan baik. Hingga saat ini pun belum ada teknologi yang mampu memprediksi waktu dan lokasi titik tepatnya kapan dan di mana akan terjadi. Patahan yang berada di wilayah Indonesia bagian tengah dan timur sangat perlu diwaspadai. Hal ini karena Indonesia bagian tengah dan timur merupakan pusat tumbukan lempeng kerak bumi [16] yaitu Lempeng Indo Australia, Lempeng Eurasia,

Lempeng Pasifik dan Lempeng mikro Filipina. Ini juga yang menjadi alasan mengapa wilayah Indonesia bagian tengah dan timur Indonesia sangat sering mengalami gempa bumi seperti pada hasil statistik di atas.

#### 4. SIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan terhadap data gempa bumi yang telah diolah untuk menentukan batas waktu sistem kalender Qomariyah terlihat adanya hubungan antara hari yang ditentukan berdasarkan sistem kalender Qomariyah dengan banyaknya kejadian gempa bumi yang terjadi pada hari tersebut. Hubungan ini menjadi sebuah bukti bahwa literatur religi, khususnya dalam agama Islam, itu adalah benar dan dapat dikaji secara ilmiah.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cummins, P. R. (2017). Geohazards in Indonesia: Earth science for disaster risk reduction—introduction. *Geological Society of London: Special Publications*, Vol. 441, pp. 1-7.
- [2] Jihad, A., Ismail, N., Fadhli. (2013). Penentuan Model Kecepatan 1-D Gelombang P di wilayah Barat Provinsi Aceh. *Jurnal Megasains*. Hal. 35-42.
- [3] Sunarjo, dkk. (2012). *Gempabumi Edisi Populer*. Jakarta: BMKG.
- [4] Irsyam, M. I., Widiyantoro, S., Natawidjaja, D. H., Meilano, I., Rudiyanto, A., Hidayati, S., Triyoso, W., Hanifa, N. R., Djarwadi, D., Faizal, L. (2017). *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*. pp. 1-376. Bandung: Penerbit Pusat Studi Gempa Nasional dan Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Kementerian PUPR.
- [5] Hutchings, S. J. and Mooney, W. D. (2021). The seismicity of Indonesia and tectonic implications. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, Vol. 22, Issue 9.
- [6] Bashori, M. H. (2014). *Penanggalan Islam*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- [7] Raisal, A. Y. (2018). Berbagai Konsep Hilal di Indonesia. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 4(2), 146-155. <https://doi.org/10.30596/jam.v4i2.2478>
- [8] Kementerian Agama Republik Indonesia. (2013). *Ilmu Falak Praktik*. Jakarta : Jln. MH. Thamrin No. 6.
- [9] Jayusman. (2013). Jadwal Waktu Sholat Abadi. *Jurnal Khatulistiwa – Jurnal of Islamic Studies*, Vol III, No. 1.
- [10] Anugraha, R. (2012). *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta : Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada, 206p.
- [11] Meeus, J. (1991). *Astronomical Algorithms*. United States Of America : The University Of California, 429p. Sains dan Teknologi, Vol I, No. 1.
- [12] United States Geological Survey (USGS). (2019). *Earthquake Hazard Program: Search Earthquake Catalog*. Internet: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
- [13] Her Majesty's Nautical Almanac Office (HMNAO). (2018). *Her Majesty's Nautical Almanac Office - Astronomical Phenomena for the Year 2019*. Somerset: United Kingdom Hydrographic Office, Taunton.

- [14] Murtono, (2015). Perspektif Al-Qur'an tentang Astronomi (Analisis Sains Modern Dengan Teks Al'Qur'an). *Kaunia Jurnal*.
- [15] U. Setiyono et al., (2019). *Katalog gempabumi signifikan dan merusak 1821 - 2018*, vol. 1. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- [16] Koulali, A., S. Susilo, S. McClusky, I. Meilano, P. Cummins, P. Tregoning, G. Lister, J. Efendi, and M. A. Syafi'i. (2016). Crustal strain partitioning and the associated earthquake hazard in the eastern Sunda-Banda Arc. *Geophysical Research Letters*. Doi://10.1002/2016GL067941.