

Mathematical Analysis of the Eight-Year Cycle in the Eight-Year Calculation Method (A Study of the Calendar System in the Book “Ajā’ib al-Makhlūqāt wa Gharā’ib al-Mawjūdāt”)

Analisis Matematis Siklus Delapan Tahun dalam Metode Hisab Delapan (Studi terhadap Sistem Penanggalan pada kitab “Ajā’ib al-Makhlūqāt wa Gharā’ib al-Mawjūdāt”)

Ikhsan Kamilan Latif¹, Ismail²

Institut Agama Islam Negeri Langsa¹, Institut Agama Islam Negeri Lhokseumawe²
Email: ikhsankamilanlatif@iainlangsa.ac.id¹, ismail@iainlhokseumawe.ac²

Abstract: This study investigates the origin and validity of the Eight-Year Hisab Method, a calendrical system commonly used in Islamic calendars of the Malay-Indonesian archipelago, such as the Javanese Islamic calendar and regional taqwim traditions. The research focuses on tracing its historical roots through an analysis of Zakariya al-Qazwini’s cosmographical work, ‘Ajā’ib al-Makhlūqāt, and applies a mathematical approach to reconstruct the eight-year cycle it presents. Employing a qualitative library research method, the study draws upon primary texts and secondary astronomical data, particularly the Jean Meus lunar conjunction data. The findings reveal an accumulated time of approximately 2.94168 days in each eight-year cycle, implicitly indicating the presence of three leap years. Statistical analysis shows a significant improvement in correlation—rising from a negative value to 0.64—when a one-year temporal adjustment is applied every ± 96 years. Although this model exhibits less precision than the 30-year cycle, it demonstrates sufficient accuracy for practical calendar use. The study concludes that al-Qazwini was among the earliest scholars to formally structure an eight-year lunar cycle, and his model remains relevant for reconstructing lunar-based civil calendars today.

Keywords: *The Wonders of Creation, Eight Calculations, Zakariya al-Qazwini*

Abstract: Penelitian ini berangkat dari kebutuhan untuk menelusuri akar dan validitas metode Hisab Delapan yang umum digunakan dalam kalender Islam Nusantara, seperti dalam kalender Jawa Islam dan Taqwim ulama-ulama Melayu. Fokus utama kajian ini adalah mengidentifikasi jejak historis metode tersebut melalui analisis karya Zakariya al-Qazwini, khususnya dalam kitab ‘Ajā’ib al-Makhlūqāt, serta menerapkan pendekatan matematis untuk merekonstruksi siklus delapan tahunnya. Metode yang digunakan adalah penelitian kepustakaan dengan pendekatan kualitatif terhadap naskah primer dan data astronomis sekunder berupa ijtimak riil dari Jean Meus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam setiap siklus delapan tahun terdapat akumulasi waktu 2,94168 hari, yang secara implisit merepresentasikan tiga tahun kabisah. Korelasi statistik antara tabel al-Qazwini dan data ijtimak meningkat signifikan setelah dilakukan penyesuaian berupa loncatan satu tahun setiap ± 96 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa metode Hisab Delapan memiliki dasar matematis yang cukup kuat, meskipun secara presisi masih berada di bawah sistem 30 tahun. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa al-Qazwini merupakan salah satu tokoh awal yang memformulasikan sistem hisab delapan tahunan secara terstruktur, dan model ini tetap relevan dalam rekonstruksi kalender sipil berbasis bulan.

Kata Kunci: *Ajā’ib al-Makhlūqāt, Hisab Delapan, Zakariya al-Qazwini,*

PENDAHULUAN

Hisab Delapan merupakan salah satu metode hisab dengan memanfaatkan siklus delapan tahun dalam penyusunan sebuah kalender sipil. Metode ini umum digunakan pada kalender melayu



ataupun Nusantara baik dalam bentuk lunisolar ataupun lunar seperti kalender Jawa Islam¹ yang disusun oleh Sultan Agung pada tahun 1633 M2. Meskipun kalender Jawa Islam berasal dari kalender Saka namun siklus delapan tahun tidaklah dapat dikatakan berasal dari pengaruh kalender Saka dikarenakan pola siklus delapan tahunan juga ditemukan pada Risalah Asy-Syaikh ‘Abd Ar-Rauf Fi At-Taqwim karya Syaikh Abdurauf as-Singkili (1615-1693)³ dan pola yang sama juga ditemukan dalam kitab Tajul Muluk (1266 H/ 1849 M) karya Syaikh Abbas kuta Karang⁴. Ketiga model taqwim ini tidak hanya mengadopsi siklus delapan tahun, tetapi juga menunjukkan kemiripan dalam penyusunan almanak yang mencerminkan kesinambungan tradisi ilmiah dalam penanggalan Islam Nusantara.

Menariknya, jika ditelusuri lebih jauh, pola siklus delapan tahun dalam penyusunan almanak ternyata telah hadir jauh sebelumnya, setidaknya sejak abad ke-13 M. Periode ini bertepatan dengan masa keemasan ilmu pengetahuan Islam, ketika para cendekiawan menjelajahi harmoni antara langit dan bumi. Salah satu karya monumental pada masanya adalah ‘*Aja’ib al-Makbluqat wa Gharab al-Manjudat* karya Zakariya al-Qazwini (1203-1283 M), sebuah ensiklopedia kosmografi yang memadukan keajaiban alam dengan wawasan astronomi. Karya ini menjadi titik acuan penting untuk memahami konteks historis dan teoretis metode Hisab Delapan dalam tradisi Islam yang lebih luas.

Meskipun siklus delapan tahun telah dikenal dalam tradisi penanggalan Islam, kajian mendalam tentang akarnya serta analisis matematisnya masih terbatas. Penelitian sebelumnya, seperti studi Hasna (2019)⁵ tentang Taqwim Syaikh Abbas kuta Karang atau analisis Muhammad dkk (2022)⁶ tentang korelasi antara kalender Jawa Islam dan kalender Hijriah, begitu juga dengan

¹ Baharrudin Zainal dkk., “The Use of the Eight-Year Cycle in the Early Malay Calendar,” *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 10, no. 11 (29 November 2020): 1234, <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v10-i11/8200>.

² Izzuddin Ahmad, “Hisab Rukyat Islam Kejawaen (Studi atas Metode Hisab Rukyah Sistem Aboge),” *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam* 9, no. 1 (24 April 2015): 127, <https://doi.org/10.24090/mnh.v9i1.516>.

³ Wali Cosara, “Hisab Awal Bulan Syiah Kuala (Menyunting Dari Naskah Risalah Asy-Syaikh ‘Abd ArRauf Fi At-Taqwim),” *AL - AFAQ: Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi* 4, no. 1 (30 Juni 2022): 117, <https://doi.org/10.20414/afaq.v4i1.5137>.

⁴ عباس, تاج الملك المرصع بانواع الدرر و الجوهر المنظمت (فيناع: المعارف, بدون السنة), 10.

⁵ Hasna Tuddar Putri, “Hisab Urfi Syekh Abbas Kutakarang: Kajian Etnoastronomi dalam Penentuan Awal Bulan Hijriah,” *Media Syari’ah* 21, no. 1 (28 Februari 2020): 52, <https://doi.org/10.22373/jms.v21i1.6476>.

⁶ Muhammad Sholehuddin, “Analisis Kesesuaian Kalender Jawa Islam dengan Kalender Hijriyah,” *AL - AFAQ: Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi* 4, no. 1 (30 Juni 2022): 40–50, <https://doi.org/10.20414/afaq.v4i1.4198>.

Izza (2021)⁷ lebih berfokus pada aspek historis dan budaya tanpa mengeksplorasi secara spesifik perhitungan matematis siklus delapan dalam penyusunan sebuah kalender sipil. Penelitian ini menawarkan kebaruan ilmiah dengan: (1) mencari akar metode Hisab Delapan melalui analisis karya al-Qazwini, (2) menerapkan pendekatan matematis untuk merekonstruksi siklus delapan tahun dalam kitab *'Ajā'ib al-Makhlūqāt*. Dengan demikian, penelitian ini mengisi kekosongan literatur melalui analisis matematis yang belum banyak dieksplorasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif berbasis kepustakaan (library research). Data dikumpulkan dari sumber primer, yaitu teks kitab *"'Ajā'ib al-Makhlūqāt wa Gharā'ib al-Manjūdāt"*, serta sumber sekunder seperti jurnal, buku, dan artikel ilmiah terkait penanggalan Islami. Subjek penelitian adalah sistem penanggalan berbasis siklus delapan tahun dalam tradisi Islam, dengan fokus pada aspek matematis dan historis.

Argumen utama penelitian ini adalah bahwa metode Hisab Delapan tidak hanya merupakan tradisi lokal Nusantara, tetapi juga memiliki akar dalam wacana kosmografi Islam abad ke-13, sebagaimana tercermin dalam *'Ajā'ib al-Makhlūqāt*. Melalui analisis matematis, penelitian ini berupaya membuktikan bahwa siklus delapan tahun dalam metode Hisab Delapan memiliki presisi ilmiah yang tinggi, meskipun metode penyusunan almanaknya berbeda dari pendekatan al-Qazwini, sehingga memperkaya pemahaman tentang warisan intelektual Islam dalam penanggalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

'Ajā'ib al-Makhlūqāt wa Gharā'ib al-Manjūdāt karya Zakariya al-Qazwini (1203–1283 M) merupakan sebuah ensiklopedia yang menggambarkan alam semesta, mulai dari langit, benda-benda langit seperti planet dan bintang, serta pergerakannya dan musim yang terjadi sepanjang tahun dan juga menjelaskan tentang bumi dan bentuk permukaannya serata makhluk ciptaan Allah SAW sebagai sebuah bentuk penghayatan terhadap hasil penciptaan dari sang pencipta. Salah satu dari sub pembahasan ensiklopedia tersebut adalah taqwim hijriah

Karya ini memberikan wawasan penting tentang tradisi keilmuan Islam pada abad ke-13. Dalam penelitian ini, fokus diarahkan pada analisis tabel *جدول الشهور والأيام*, dengan dua tujuan utama: pertama, untuk menelusuri asal-usul metode Hisab Delapan melalui pendekatan penanggalan yang digunakan al-Qazwini; dan kedua, untuk merekonstruksi pola siklus delapan tahunan secara matematis berdasarkan data yang tercantum dalam tabel tersebut.

⁷ Izza Nur Fitrotun Nisa', "HISTORISITAS PENANGGALAN JAWA ISLAM," *ELFALAKY* 5, no. 1 (2 Oktober 2021), <https://doi.org/10.24252/ifk.v5i1.23938>.

Mencari akar metode Hisab Delapan melalui analisis karya al-Qazwini

Metode Hisab Delapan, yang menjadi ciri khas sistem penanggalan sipil di kawasan Melayu dan Nusantara, didasarkan pada siklus delapan tahunan (windu) dalam penyusunan almanak. Penggunaan metode ini tampak jelas dalam berbagai sumber seperti *Kalender Jawa Islam* (1633 M), *Risalah Asy-Syaikh 'Abd ar-Rauf fi at-Taqwim* (1615–1693 M), dan *Tajul Muluk* (1266 H/1849 M). Untuk menelusuri asal-usul metode tersebut, salah satu rujukan penting adalah karya *'Ajā'ib al-Makhlūqāt wa Gharā'ib al-Manjūdāt* yang ditulis oleh Zakariya al-Qazwini (1203–1283 M). Karena karya ini muncul jauh lebih awal dibandingkan sumber-sumber Melayu tersebut, sehingga berpotensi menjadi salah satu pijakan awal dalam perkembangan sistem penanggalan berbasis siklus delapan tahun. Al-Qazwini dalam karyanya mencatat secara rinci konsep kalender Hijriah berdasarkan hilal sebagai berikut:

الشهر عندهم عبارة عن الزمان الذي بين الهلالين، ويتفق ذلك في كل سنة من سنينهم اثنتي عشرة مرة لأن سنينهم ثلاثمائة وأربعة وخمسون يوماً وكسر من يوم، فإذا جعلنا شهراً ثلاثين شهراً تسعة وعشرين صارت الشهور منطبقه على أيام السنة، و إذا صارت الكسور يوماً زادوه في آخر ذي الحجة، وقد نطق بذلك الكتاب المجيد: ﴿ إِنَّ عِدَّةَ الشُّهُورِ عِنْدَ اللَّهِ اثْنَا عَشَرَ شَهْرًا فِي كِتَابِ اللَّهِ يَوْمَ خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ مِنْهَا أَرْبَعَةٌ ۗ حُرْمٌ ۗ ﴾⁸

Al-Qazwini mendefinisikan bulan sebagai “الشهر عندهم عبارة عن الزمان الذي بين الهلالين” (waktu antara dua kemunculan hilal),. Definisi ini mencerminkan bahwa pendekatan astronomi Islam klasik terukur pada pengamatan hilal yang menjadi dasar dalam penentuan awal bulan. Konsep ini tentulah menegaskan bahwa penanggalan didasarkan pada bulan sinodis belumlah memenuhi katagori dari bulan Hijriah, yaitu periode antara dua bulan sabit baru yang rata-rata berdurasi 29,53059 hari.

Lebih lanjut, al-Qazwini menyatakan bahwa “يتفق ذلك في كل سنة من سنينهم اثنتي عشرة مرة لأن” “سنينهم ثلاثمائة وأربعة وخمسون يوماً وكسر من يوم” (setiap tahun terdiri dari 12 bulan dengan jumlah hari sekitar 354 hari dan pecahan). Penjelasan ini sesuai dengan karakteristik kalender lunar yang mengacu pada satu bulan sinodis, yang menghasilkan rata-rata 354,36708 hari per tahun⁹. Pengakuan terhadap “pecahan hari” menunjukkan kesadaran al-Qazwini akan ketidaksesuaian antara jumlah hari dalam 12 bulan sinodik dengan bilangan bulat, sebuah masalah yang harus diatasi dalam penyusunan almanak, serta diselesaikan dengan konsep waktu antara dua kemunculan hilal

⁸ زكريا القزويني، عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات، 1 ed. (بيروت: مؤسسة الأعلمي، 2000)، 67.

⁹ أحمد غزالي، ارشاد المرید الي معرفة علم الفلك على رصد الجدید، 4 ed. (سمبانك: مدرسة المبارک، 2015)، 60.

Untuk menyeimbangkan jumlah hari dalam setahun, al-Qazwini menjelaskan bahwa “**فإذا** **جعلنا شهراً ثلاثين وشهراً تسعة وعشرين صارت الشهور منطبقة على أيام السنة**” (bulan diatur bergantian antara 30 dan 29 hari agar sesuai dengan jumlah hari dalam setahun). Pendekatan ini adalah teknik hisab klasik dalam penanggalan lunar, yang memungkinkan total hari dalam 12 bulan mendekati 354 atau 355 hari. Dalam tradisi Islam, pengaturan ini sering didasarkan pada kombinasi pengamatan hilal dan perhitungan matematis, Al-Qazwini juga menyebutkan mekanisme koreksi waktu: “**وإذا صارت** **”الكسور يوماً زادوه في آخر ذي الحجة**” (jika pecahan hari mencapai satu hari, ditambahkan pada akhir Dzulhijjah). Ini menggambarkan sistem interkalasi sederhana, di mana hari tambahan dimasukkan ke bulan terakhir tahun Hijriah untuk menyesuaikan penanggalan dengan fase bulan. Sebagai penutup, al-Qazwini mengutip Al-Qur’an (QS. At-Taubah: 36) untuk memberikan legitimasi teologis: “**...وقد نطق بذلك الكتاب المجيد**” (Al-Qur’an telah menyebutkan bahwa jumlah bulan adalah 12, dengan empat di antaranya suci). Rujukan ini menegaskan bahwa penanggalan lunar tidak hanya merupakan praktik ilmiah, tetapi juga memiliki dasar wahyu, yang memperkuat otoritas sistem penanggalan dalam konteks keagamaan.

Al-Qazwini dalam karyanya merancang metode sederhana dan praktis pada abad ke-13 yang disebut dengan hisab delapan sebagai berikut:

خاتمة: في معرفة أوائل هذه الشهور. وقد عمل لها جدول ليسهل علمها. أما طريق العمل بما أن تلقي عدد سنين الهجرة من أولها إلى السنة التي أنت فيها أو السنة التي تريد معرفة أول شهر من شهورها ثمانية ثمانية، فما بقي تعد من تحت الشهر الذي أنت طالب أوله، فاليوم الذي ينتهي فيه العدد هو أول ذلك الشهر، وإن بقي ثمانية بعد أن أسقطتها كلها كان أول الشهر اليوم الذي في البيت الأخير¹⁰

Terjemahan “Penutup: Mengenai pedoman untuk mengetahui awal bulan (hijriah), telah dibuat tabel untuk memudahkan penyusunannya (kalender). Cara penggunaannya adalah mengurangi jumlah tahun Hijriah dari awal hingga tahun yang diinginkan dengan kelipatan delapan. Sisa hasil dari operasi perhitungan merupakan awal hari bulan yang akan ditentukan, maka hasil akhir dari operasi perhitungan (pembagian) adalah hari awal bulan pada tahun tersebut. Jika setelah mengurangi semua (tahun) tersisa delapan, maka awal bulan adalah hari yang tertera pada kolom terakhir

Metode yang dirancang oleh Al-Qazwini merupakan sebuah pendekatan aritmatika sederhana, metode ini dapatlah dikatakan sebagai cara cepat untuk mengetahui awal bulan dalam kalender Hijriah tanpa harus melakukan pengamatan langsung terhadap hilal. Dalam penjelasannya, Al-Qazwini menyebutkan bahwa ia telah membuat tabel khusus yang membantu memperkirakan awal bulan. Penggunaan tabel ini sangat bergantung pada penghitungan jumlah

¹⁰ القزويني، عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات، 71.

tahun Hijriah yang telah berlalu sejak tahun pertama Hijrah hingga tahun yang ingin diketahui.

Adapun langkah-langkahnya dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Ambil tahun Hijriah (n) yang ingin diketahui awal bulannya.
2. Kurangi tahun dengan delapan secara berulang hingga tersisa angka kurang dari delapan (dalam istilah sekarang, kita mengenalnya dengan pembagian menggunakan modulus 8).
3. Sisa dari hasil operasi modulus digunakan untuk menghitung baris tertentu pada tabel yang menunjukkan hari awal bulan pada tahun tersebut.
4. Jika sisa pembagian adalah nol (atau dengan kata lain, sisa yang terakhir tersisa adalah delapan), maka awal bulan dapat langsung dilihat dari baris terakhir dalam **tabel 1**.

Contoh Perhitungan

Untuk tahun 1446 Hijriah, awal Muharram:

- $n = 1446$. (Bagi dengan angka 8 secara berulang)
- $Sisa = 1446 \text{ Mod } 8 = 6$ ($n \text{ Mod } 8$)
- lihat kolom ke 4 pada **tabel 1**. Untuk bulan Muharam
- Jadi, awal Muharram tahun 1446 jatuh pada hari senin (**lihat tabel 1**)
- Metode yang ditawarkan oleh al-Qazwini dalam pendekatan matematika modulu:

($n \text{ Mod } 8$)

Al-Qazwini mencoba menyederhanakan sistem penanggalan yang berbasis peredaran bulan melalui pola matematis yang berulang setiap delapan tahun (Hisap Delapan). Metode ini menjadi semacam "kalkulator manual" untuk perencanaan ibadah, kegiatan sosial, dan administrasi pemerintahan. Untuk menerapkan metode ini, diperlukan acuan berupa tabel khusus yang telah disusun, seperti berikut:

Tabel 1. Tabel Awal Hari Bulan Hijriah (Metode Hisab Delapan) karya Zakaria al-Qazwini¹¹

¹¹ القزويني, 71.

جدول الشهور والأيام

محرم	صفر	ربيع	ربيع	جمادى	جمادى	رجب	شعبان	رمضان	شوال	نوالقعدة	نوالحجة
		الأول	الثاني	الأولى	الثانية						
الاثنين	الأربعاء	الخميس	السبت	الأحد	الثلاثاء	الأربعاء	الجمعة	السبت	الاثنين	الثلاثاء	الخميس
الجمعة	الأحد	الاثنين	الأربعاء	الخميس	السبت	الأحد	الثلاثاء	الأربعاء	الجمعة	السبت	الاثنين
الثلاثاء	الخميس	الجمعة	الأحد	الاثنين	الأربعاء	الخميس	السبت	الأحد	الثلاثاء	الأربعاء	الجمعة
الأحد	الاثنين	الأربعاء	الجمعة	السبت	الاثنين	الثلاثاء	الخميس	الجمعة	الأحد	الاثنين	الأربعاء
الخميس	السبت	الأحد	الثلاثاء	الأربعاء	الجمعة	السبت	الاثنين	الثلاثاء	الخميس	الجمعة	الأحد
الاثنين	الثلاثاء	الخميس	السبت	الأحد	الثلاثاء	الأربعاء	الجمعة	السبت	الاثنين	الثلاثاء	الخميس
السبت	الأحد	الثلاثاء	الخميس	الجمعة	الأحد	الاثنين	الأربعاء	الخميس	السبت	الأحد	الثلاثاء
الأربعاء	الجمعة	السبت	الاثنين	الثلاثاء	الخميس	الجمعة	الأحد	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	السبت

Metode “hisab delapan” yang dirancang oleh al-Qazwini tampak begitu sederhana, pemilihan angka delapan sebagai dasar siklus perhitungannya tentu memunculkan pertanyaan antara angka tersebut muncul secara arbitrer, ataupun memiliki landasan matematis dan astronomis di baliknya. Pemahaman terhadap asal-usul angka delapan ini tidak hanya mengungkap kejelian al-Qazwini dalam membaca pola waktu, tetapi juga menunjukkan bagaimana pendekatan ilmiah dan praktik keagamaan terintegrasi dalam peradaban Islam pada abad pertengahan.

Secara matematis, kalender Hijriah yang beracuan pada priodik bulan sinodis mengaruskan adanya siklus 30 tahun, disebabkan penyempurnaan pecahan pada hitungan hari di setiap tahun sebesar 0, 36708 hari. Hal ini berpengaruh kepada terjadi penambahan 11 hari pada 11 tahun (kabisat) dalam satu siklus. namun al-Qazwini memilih siklus delapan tahun bukan 30 tahun tentunya memiliki alasan yang dapat dipertanggungkan baik secara formil ataupun materil. Peneliti dapat menduga bahwa al-Qazwini memilih siklus delapan tahun sebagai pendekatan yang lebih efisien namun tetap menunjukkan pola pergeseran hari pekan yang konsisten dalam kalender Hijriah. Hal ini dapatlah peneliti buktikan dengan pendekatan numerik pada tabel berikut:

Parameter	Siklus 30 Tahun	Siklus 8 Tahun al-Qazwini
Priodik Bulan Sinodis	29,53059 hari	29,53059 hari
Tahun	354,36708 hari	354,36708 hari
Sisa pecahan tahunan	0,36708 hari	0,36708 hari
Total pecahan waktu	11,0124 hari	2,93664 hari

Jumlah kabisat	11 tahun	3 tahun
Jumlah basithah	19 tahun	5 tahun
Margin kesalahan	$\pm 0,0124$ hari	$\pm 0,06336$ hari

Tabel 2. Analisis siklus 8 tahun al-Qazwini

Siklus Tahun	Sisa Pecahan Tahun Sinodis	Akumulasi Hari Kabisah
5 Tahun	0,36771	1,83855
6 Tahun		2,20626
7 Tahun		2,57397
8 Tahun		2,94168
9 Tahun		3,30939
10 Tahun		3,67710
11 Tahun		4,04481

Tabel 3. Akumulasi Hari Kabisah Berdasarkan Sisa Pecahan Tahun Sinodis

Berdasarkan data pada tabel 2 dan 3, kita melihat bahwa dalam siklus 8 tahun, terjadi akumulasi waktu 2,94168 hari, yang secara praktis dapat diterjemahkan menjadi 3 tahun kabisah dalam kurun waktu tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa siklus delapan tahun adalah angka terkecil yang sangat mencerminkan nilai akumulatif pecahan sinodis bulan. Meskipun deviasi atau margin kesalahannya relatif lebih besar dibandingkan dengan sistem 30 tahun (yang lebih akurat secara astronomis), siklus 8 tahun tetap cukup akurat untuk kebutuhan praktis, terutama dalam konteks pembuatan tabel hisab. Dengan demikian, data diatas memperkuat argumen bahwa pendekatan al-Qazwini yang menggunakan siklus 8 tahun untuk penghitungan pergeseran waktu bukanlah keputusan arbitrer melainkan memiliki dasar formil dan materil yang kuat.

Pendekatan matematis untuk merekonstruksi siklus delapan tahun dalam kitab '*Ajâ'ib al-Makhlûqât*

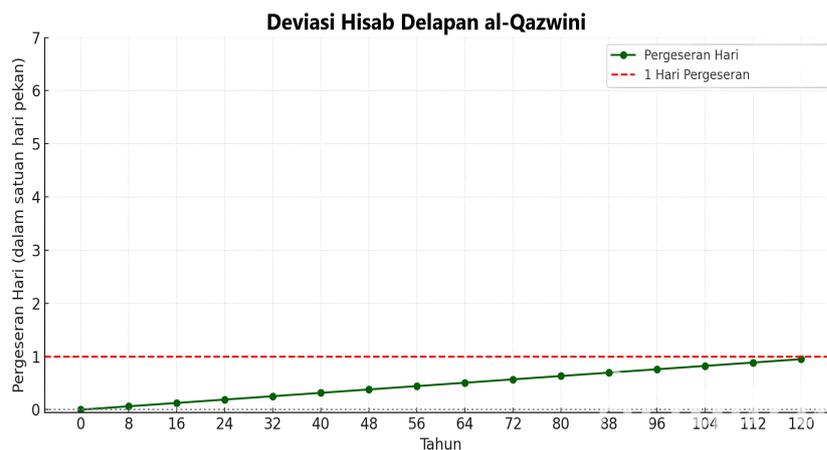
Siklus 8 tahun yang disusun oleh al-Qazwini memiliki deviasi terhadap priodik bulan sinodis sebesar $\pm 0,06336$ hari. dalam kurun waktu yang panjang deviasi tersebut akan menimbulkan probelema yang harus dipecahkan, agar *taqvim hijri* tidak bergeser jauh dengan hasil

rukyyatul bilal yang menjadi konsep bulan hijriah dalam pandangan al-Qazwini sendiri. Bentuk deviasi yang terjadi dapat kita perhatikan pada tabel berikut:

Tahun	Hari kumulatif faktual	Hari Kumulatif al-Qazwini	Deviasi(Δ)
1	354.36708	354	-0.36708
2	708.73416	708	-0.73416
3	1063.10124	1063	-0.10124
4	1417.46832	1417	-0.46832
5	1771.8354	1771	-0.8354
6	2126.20248	2126	-0.20248
7	2480.56956	2480	-0.56956
8	2834.93664	2835	0.06336

Tabel 4. Deviasi pada siklus al-Qazwini

Untuk memahami pola deviasi ini secara visual, kita dapat memetakan data tersebut ke dalam grafik yang mengilustrasikan kecenderungan koreksi yang harus terjadi dalam rentang tahun yang panjang. Hal ini menjadi dasar kuat bahwa meskipun secara kasar siklus 8 tahun cukup praktis, terdapat deviasi yang secara matematis dapat dianalisis dan dikompensasi.



Grafik 1. Deviasi pada siklus al-Qazwini

Berdasarkan analisis grafik, terlihat bahwa deviasi kumulatif antara perhitungan hisab al-Qazwini dan nilai bulan sinodis mencapai 1 hari dalam rentang waktu 120 tahun. Oleh karena itu, diperlukan koreksi sebesar 1 hari setiap 120 tahun terhadap tabel yang disusun oleh al-Qazwini (**Tabel 1**). Kalender Jawa Islam yang juga menggunakan siklus 8 tahunan memajukan 1 hari setiap

120 tahun dalam penyusunan taqwimnya¹² Sebaliknya, taqwim yang disusun oleh Syekh Abdurrauf As-Singkili¹³ dan Syekh Abbas Kuta Karang tidak melakukan koreksi, melainkan hanya memodifikasi bentuk tabel al-Qazwini. Hal ini menjadi argumen kuat bahwa hisab delapan bersumber dari al-qazwini.

Analisis Tabel al-Qazwini

Untuk mengkaji lebih lanjut karakteristik hisab al-Qazwini dengan pendekatan matematis, analisis mendalam terhadap tabelnya menjadi langkah krusial. **Tabel.1** merupakan cerminan dalam menyusun pola tahun kabisat dan basitah yang hasil dari pecahan bulan sinodis, Dengan memetakan data tersebut, kita dapat mengidentifikasi pola deviasi kumulatif, efektivitas sistem untuk jangka pendek hingga menengah, serta mengusulkan penyesuaian yang diperlukan untuk menyelesaikan deviasi 1 hari dalam kurun 120 tahun. Berikut grafik analisis dari tabel hisab al-Qazwini, yang akan memperjelas dinamika siklus delapan tahunan tersebut.



Grafik.2. Pola Pergeseran Hari Pekan Siklus 8 Tahun Pada Tabel Al-Qazwini

Grafik 2 menggambarkan pola pergeseran hari pekan untuk bulan *Muharram*, *Safar*, dan *Syawal* selama siklus 8 tahun dalam sistem hisab al-Qazwini. Sumbu horizontal mewakili tahun ke-1 hingga ke-8 dari siklus, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan urutan hari dalam satu pekan (Ahad = 1, ..., Sabtu = 7). Terlihat bahwa setiap bulan menunjukkan pola periodik yang konsisten, di mana hari pertama tiap bulan mengalami pergeseran teratur dari tahun ke tahun dengan dua

¹² Agung Prabowo dan Diah Paramita Amitarwati, "Beginning of Fasting Based on the Javanese Aboge and Asapon Calendars" 2, no. 4 (2022): 167.

¹³ Arwin Juli Rakhmadi, *Ilmu Falak Dalam Syakh Abdru Rauf Singkil (Kajian Atas Naskah Risalah fi at-Taqwim)*, 1 ed. (Yogyakarta: Bildung, 2020), 35.

pola yakni 4 (empat) hari pada tahun basitah dan 5 (lima) hari pada tahu kabisah terkecuali pada bulan Syawal ditemukan anomali. Pola ini dapat dijabarkan dengan pedekatan modulo berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kabisah} &= 355 \text{ Mod } 7 = 5 \\ \text{Basitah} &= 354 \text{ Mod } 7 = 4 \end{aligned}$$

Berdasarkan siklus 8 tahun tentunya mengharuskan adanya 3 tahun kabisah, namun al-Qazwini hanya memasukkan dua tahun kabisah saja yakni pada tahun ke-3 dan tahun ke-6. Sementara khusus untuk bulan Syawal pada tahun ke-8 terjadinya anomali dengan pergeseran sebesar 6 (enam) hari dari tahun ke-7, kemungkinan besar anomali ini bukanlah disebabkan oleh salah penyalinan ulang, dikarenakan hal serupa juga ditemukan pada percetakan yang lebih lama yang telah melalui pemeriksaan pakar Jerman¹⁴.

Pada tahun kedelapan dalam siklus al-Qazwini, muncul dua bentuk kejanggalan yang mencolok: pertama, terjadinya pergeseran hari pekan pada bulan Syawal yang tidak mengikuti pola reguler seperti bulan-bulan lainnya—yakni bergeser enam hari dari tahun sebelumnya, padahal seharusnya hanya empat atau lima; kedua, jika nama-nama hari pada tabel dikonversikan kembali menjadi jumlah hari dalam satu tahun, maka totalnya tidak lagi sesuai dengan umur tahun sinodis yang semestinya, yaitu sekitar 354 / 355. Tabel tahun kedelapan justru mencerminkan jumlah hari yang lebih panjang dari seharusnya, menunjukan ada kekeliruan. Berikut tabel konversinya:

Tahun ke-	Bulan Hijriah												Jumlah Hari
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	354
2	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	354
3	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	30	355
4	29	30	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	354
5	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	354
6	29	30	30	29	30	29	30	29	30	29	30	30	355
7	29	30	30	29	30	29	30	29	30	29	30	29	354
8	30	29	30	29	30	29	30	30	30	29	32	30	358

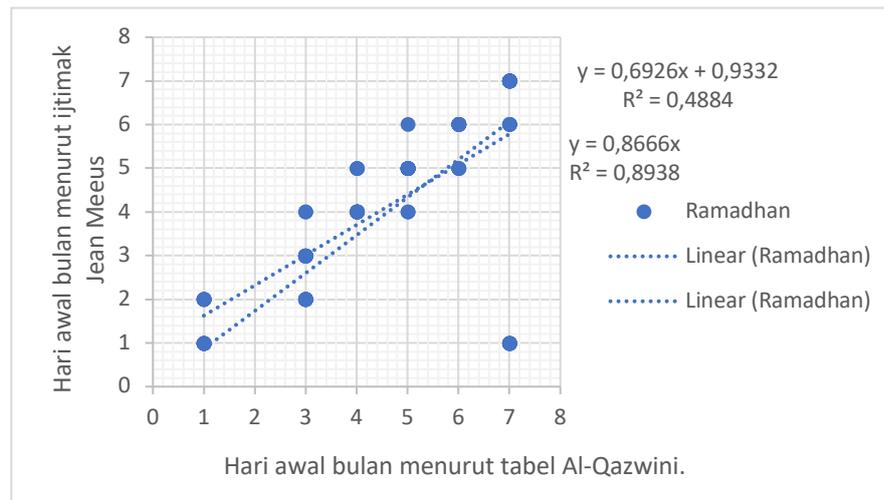
Tabel.5. konversi tabel al-Qazwini dari awal hari bulan ke dalam jumlah hari bulan

Temuan-temuan awal terkait kejanggalan pada tahun kedelapan dalam siklus al-Qazwini mendorong analisis lebih lanjut untuk menakar akurasi dan kesesuaian **Tabel.1**, jika dihadapkan dengan data astronomis riil. Untuk itu, dilakukan perbandingan antara hari-hari awal bulan penting yakni Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijah yang terdapat dalam **Tabel.1** al-Qazwini dengan hasil perhitungan ijtihak tanpa melihat parameter *Imkan Rukyah*, disebabkan tabel disusun berdasarkan

¹⁴ Ferdinand Wüstenfeld, *Kosmographie Erster Theil كتاب عجائب المخلوقات Die Wunder der Schöpfung*. (Göttingen: Dieterichschen Buchhandlung, 1849), 73.

priodik bulan sinodis rata-rata. Perbandingan dilakukan terhadap data Ijtimak Jean Meus yang riil, dalam rentang 96 tahun (12 siklus), antara tahun 1425 H hingga 1520 H.

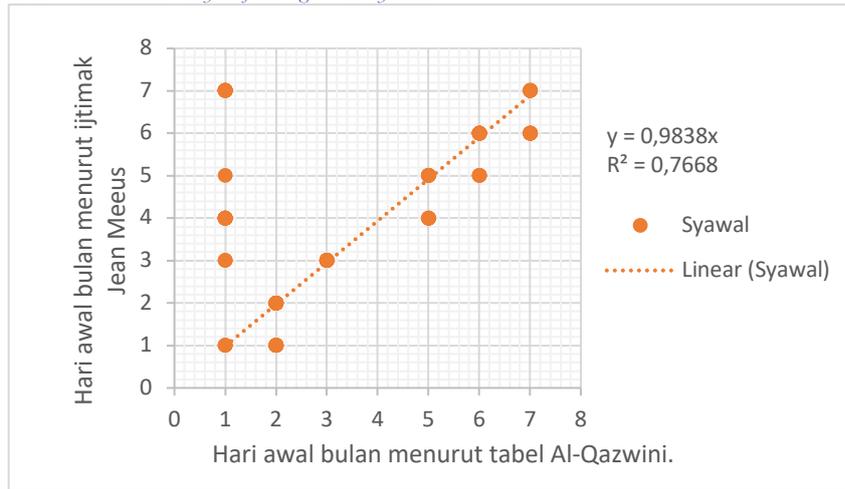
Hasil perbandingan menunjukkan bahwa data al-Qazwini memiliki korelasi negatif sebesar -0,30695 yang menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan liner yang kuat. Namun demikian disaat dilakukan penyesuaian berupa “loncatan” satu tahun lebih cepat. Hasilnya menunjukkan bahwa korelasi dengan data ijtimak Jean Meus meningkat secara signifikan menjadi 0,644218. Untuk memperjelas temuan tersebut dapatlah divisualisasikan pada grafik berikut:



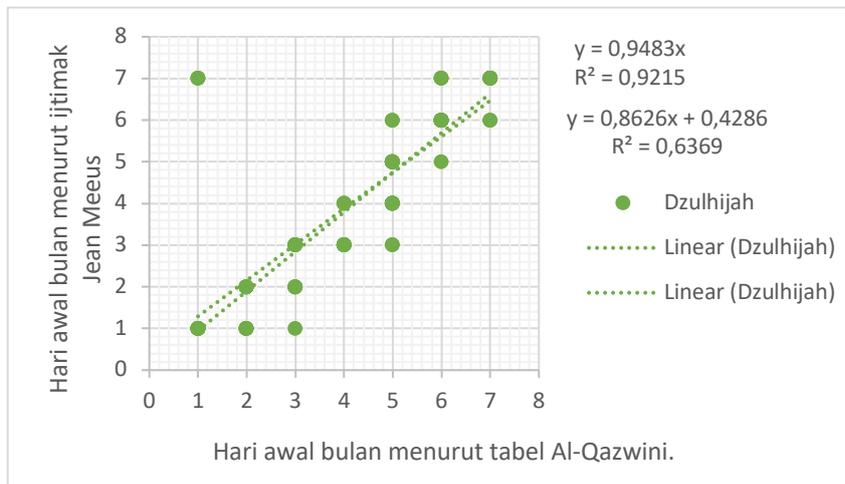
Grafik.3 Perbandingan Hari Awal Bulan Ramadhan: Tabel Al-Qazwini vs. Ijtimak Jean Meeus (Penyesuaian Loncat Satu Tahun)

Analisis regresi linier menunjukkan dua model: pertama, $y = 0.6926x + 0.9332$ dengan $R^2 = 0.4884$ (korelasi 0.6989), mencerminkan selisih awal 0.9 hari akibat perbedaan metodologi; kedua, $y = 0.866x$ dengan $R^2 = 0.5938$ (korelasi 0.771), yang meningkatkan keselarasan pasca-penyesuaian. Meski pola linier terlihat, titik penyimpangan pada $y = 6-7$ menunjukkan outlier potensial. Model dengan intercept lebih relevan karena menangkap offset sistematis dari perbedaan panjang bulan dimana al-qazwini selalu konsisten Ramadhan berjumlah 30 hari, sementara model tanpa intercept, meskipun R^2 -nya lebih tinggi, kurang realistis. Penyesuaian loncat satu tahun memperbaiki korelasi.

Pendekatan serupa diterapkan pada bulan Syawal dan Dzulhijah untuk menilai konsistensi pola korelasi setelah penyesuaian loncatan satu tahun.



Grafik.4 Perbandingan Hari Awal Bulan Syawal: Tabel Al-Qazwini vs. Ijtimak Jean Meeus (Penyesuaian Loncat Satu Tahun)



Grafik.5 Perbandingan Hari Awal Bulan Dzulhijah: Tabel Al-Qazwini vs. Ijtimak Jean Meeus (Penyesuaian Loncat Satu Tahun)

Hasil analisis regresi linier terhadap awal bulan Ramadhan, Syawal, dan Dzulhijah menunjukkan bahwa, setelah dilakukan penyesuaian berupa loncatan satu tahun pada siklus tabel al-Qazwini, terjadi peningkatan keselarasan yang signifikan antara data tabel dan hasil perhitungan ijtimak riil Jean Meus. Pada bulan Ramadhan, pola regresi menunjukkan korelasi moderat dengan adanya offset sistematis akibat perbedaan asumsi jumlah hari dalam bulan tersebut (selalu 30 hari dalam tabel). Grafik Syawal memperlihatkan kesesuaian linier yang lebih kuat, sejalan dengan kenyataan bahwa al-Qazwini menetapkan 29 hari untuk Syawal lebih mendekati nilai sinodis rata-rata. Adapun Dzulhijah menampilkan keselarasan tertinggi, dengan nilai determinasi mencapai 0,92 pada model tanpa intersep, mencerminkan presisi tinggi pola delapan tahunan al-Qazwini dalam merespons panjang bulan sinodis secara jangka panjang. Ketiga grafik tersebut secara keseluruhan mengindikasikan bahwa sistem al-Qazwini memiliki struktur matematis yang, meskipun berbasis

pola tetap, mampu mencerminkan realitas astronomis jika disesuaikan titik awalnya secara periodik. Temuan ini mendukung bahwa tabel tersebut bukanlah sistem kalender statis, melainkan model prediktif praktis yang bersifat adaptif terhadap pergeseran astronomis jangka panjang.

Bulan	Persamaan Regresi	Slope (kemiringan)	R ²
Ramadhan	$y = 0.6926x + 0.9332$	0.6926	0.4884
Syawal	$y = 0.9838x$	0.9838	0.7668
Dzulhijah	$y = 0.9483x$	0.9483	0.9215

Tabel.6. Garis regresi dan interpretasi

Slope < 1 menunjukkan bahwa tabel bergerak lebih cepat dari data ijtimak riil. Artinya: data tabel ‘menyusul’ waktu sebenarnya dan pada titik tertentu akan perlu meloncat agar tidak semakin melenceng. Ketika ketiga slope tersebut dirata-ratakan, diperoleh nilai sekitar 0,8749. Jika diasumsikan satu tahun terdiri dari 30 hari efektif (untuk pendekatan per bulan), maka akumulasi selisih waktu antara tabel dan data riil dalam rentang 96 tahun (setara 12 siklus) menghasilkan kelebihan sekitar 363 hari, atau kira-kira satu tahun lunar penuh. Dari data regresi pada tabel dapat kita formulakan formula koreksi pada hisab delapan al-Qazwini terkait loncatan tahun dengan tetap menggunakan tabel al-Qazwini sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Loncatan (tahun)} = 354.3671(1-m) \times 30 \times t$$

- t: jumlah tahun simulasi (misalnya 96)
- m : slope regresi linear
- 354.3671 = rata-rata panjang tahun sinodis

Temuan ini memperkuat hipotesis bahwa tabel al-Qazwini, agar tetap relevan terhadap realitas sinodis, memerlukan penyesuaian setiap beberapa dekade. Dengan kata lain, meskipun pola delapan tahunnya dapat dipertahankan secara struktural, titik awal siklus perlu digeser secara berkala untuk menjaga sinkronisasi. Koreksi yang direkomendasikan adalah berupa “loncatan” satu tahun setiap ± 96 tahun, angka ini bukan berasal dari sistem baku, melainkan hasil simulasi berbasis perbandingan antara data tabel al-Qazwini dan hasil ijtimak astronomis Jean Meus untuk periode 1425–1520 H. Penting untuk dicatat bahwa siklus dasar (epoch) al-Qazwini tidak pernah disebutkan secara eksplisit dalam manuskrip, sehingga tidak memungkinkan untuk menetapkan awal siklus secara pasti. Di sisi lain, pendekatan koreksi 120 tahun juga tidak sesuai, karena al-Qazwini hanya mencantumkan dua tahun kabisah dalam satu siklus delapan tahun, bukan tiga

sebagaimana mestinya dalam sistem lunar murni. Oleh karena itu, rekonstruksi ini tidak berangkat dari kriteria imkan rukyah ataupun hasil observasi hilal, melainkan murni didasarkan pada perbandingan dengan data ijtimak aktual, sehingga menekankan pendekatan matematis-astronomis ketimbang normatif-empiris.

Dalam konteks periode 1425–1520 H, koreksinya dapat diterapkan dengan menambahkan satu tahun pada tahun target (n), sehingga formula yang digunakan menjadi: $(n + 1) \bmod 8$, kemudian hasilnya dirujuk ke tabel al-Qazwini.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa al-Qazwini adalah salah satu tokoh awal yang merumuskan metode hisab berbasis siklus delapan tahun, sebagaimana terlihat dalam karyanya ‘Ajā’ib al-Makhlūqāt. Metode ini tidak dibuat secara sembarangan, tetapi didasarkan pada perhitungan matematis yang cukup kuat. Dalam setiap delapan tahun, terjadi akumulasi waktu sekitar 2,94 hari, yang secara praktis mewakili adanya tiga tahun kabisah. Hal ini menjadikan angka delapan sebagai bilangan terkecil yang cukup akurat untuk menggambarkan siklus sinodis bulan secara berkala. Meskipun sistem ini tidak setepat siklus 30 tahun yang umum digunakan dalam ilmu falak, siklus delapan tahun tetap memberikan tingkat ketepatan yang memadai untuk kebutuhan praktis, seperti penyusunan kalender dan tabel hisab. Dengan demikian, pendekatan al-Qazwini memiliki dasar matematis dan historis yang kuat, serta layak dianggap sebagai bentuk awal dari metode hisab delapan tahunan yang kemudian berkembang menjadi kalender jawa Islam, taqwinya abdurauf as-singkili dan taqwim susunan syaikh abbas kuta karang.

Selanjutnya, melalui pendekatan matematis dan analisis regresi terhadap data ijtimak riil (berdasarkan perhitungan Jean Meus, bukan rukyah), ditemukan bahwa siklus delapan tahun al-Qazwini tetap mempertahankan pola pergeseran harian yang konsisten, namun memerlukan penyesuaian titik awal secara periodik agar tetap sinkron dengan realitas astronomis. Hasil korelasi tertinggi ($r = 0,644218$) diperoleh saat tabel al-Qazwini digeser satu tahun lebih awal, yang menunjukkan bahwa rekonstruksi optimal memerlukan loncatan satu tahun setiap ± 96 tahun. Koreksi ini setara dengan penggeseran satu kolom pada tabel al-Qazwini. Karena tidak ditemukannya epoch asli (titik awal siklus) dalam naskah al-Qazwini, maka penyesuaian ini bersifat dinamis dan harus disandarkan pada simulasi data sinodis. Dengan demikian, rekonstruksi yang diajukan dalam penelitian ini menggabungkan ketelitian numerik dan fleksibilitas siklikal, guna menjaga akurasi sistem delapan tahunan dalam konteks modern, tanpa mengorbankan warisan metode klasik.

BIBLIOGRAPHY

- Ahmad, Izzuddin. "Hisab Rukyat Islam Kejawan (Studi atas Metode Hisab Rukyah Sistem Aboge)." *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam* 9, no. 1 (24 April 2015): 123–40. <https://doi.org/10.24090/mnh.v9i1.516>.
- Cosara, Wali. "Hisab Awal Bulan Syiah Kuala (Menyunting Dari Naskah Risalah Asy-Syaikh 'Abd ArRauf Fi At-Taqwim)." *AL - AFAQ : Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi* 4, no. 1 (30 Juni 2022): 110–28. <https://doi.org/10.20414/afaq.v4i1.5137>.
- Ferdinand Wüstenfeld. *Kosmographie Erster Theil كتاب عجائب المخلوقات Die Wunder der Schöpfung*. Göttingen: Dieterichschen Buchhandlung, 1849.
- Fitrotun Nisa', Izza Nur. "HISTORISITAS PENANGGALAN JAWA ISLAM." *ELFALAKY* 5, no. 1 (2 Oktober 2021). <https://doi.org/10.24252/ifk.v5i1.23938>.
- Prabowo, Agung, dan Diah Paramita Amitarwati. "Beginning of Fasting Based on the Javanese Aboge and Asapon Calendars" 2, no. 4 (2022).
- Putri, Hasna Tuddar. "Hisab Urfi Syekh Abbas Kutakarang: Kajian Etnoastronomi dalam Penentuan Awal Bulan Hijriah." *Media Syari'ah* 21, no. 1 (28 Februari 2020): 52. <https://doi.org/10.22373/jms.v21i1.6476>.
- Rakhmadi, Arwin Juli. *Ilmu Falak Dalam Syakh Abdru Rauf Singkil (Kajian Atas Naskah Risālah fī at-Taqwīm)*. 1 ed. Yogyakarta: Bildung, 2020.
- Sholehuddin, Muhammad. "Analisis Kesesuaian Kalender Jawa Islam dengan Kalender Hijriyah." *AL - AFAQ : Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi* 4, no. 1 (30 Juni 2022): 40–50. <https://doi.org/10.20414/afaq.v4i1.4198>.
- Zainal, Baharrudin, Zurita Mohd Yusoff, Jamalluddin Hashim, dan Wan Ismail Wan Abdullah. "The Use of the Eight-Year Cycle in the Early Malay Calendar." *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 10, no. 11 (29 November 2020): Pages 1232-1239. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v10-i11/8200>.
- سيمانك: مدرسة المبارك, 2015. احمد غزالي. ارشاد المرید الي معرفة علم الفلك على رصد الجديد. 4 بيروت: مؤسسة الأعلمی, 2000. القزويني, زكريا. عجائب المخلوقات و غرائب الموجودات. 1 عباس. تاج الملك المرصع بانواع الدرر و الجواهر المنظمات. فيناع: المعارف, بدون السنة