

Received: 12-06-2026	Revised: 19-07-2026	Accepted: 20-07-2026
-------------------------	------------------------	-------------------------

Penggunaan Bayangan untuk Menentukan Waktu Shalat: Kajian Tafsir Al-Qur'an terhadap Kitab *Ifrad Al-Maqal Fi Amr Az-Zilal* Karya Al-Biruni

Anisah Ramadhani Saragih

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Email: anisahramadhanisrhg@gmail.com

Hasyimsyah Nasution

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Email: hasyimsyah@uinsu.ac.id

Abstract

*This study examines the use of shadows (az-zilal) to determine prayer times through an exegetical analysis of the book *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal* by Abu Rayhan al-Biruni. The prevailing dichotomy of knowledge has led to Qur'anic verses on the theme of shadows being studied solely through linguistic or jurisprudential lenses, without involving quantitative verification through astronomical instruments. This research is a library-based study employing the thematic exegesis (tafsir maudhu'i) method and the scientific exegesis (tafsir ilmi) approach, using content analysis of E. S. Kennedy's translation. The findings reveal that among all the Qur'anic quotations in *Ifrad al-Maqal*, there are four groups of verses that directly integrate the phenomenon of shadows with the determination of prayer times: QS. Al-Furqan [25]:45–46; QS. An-Nahl [16]:48 and QS. Ar-Ra'd [13]:15; QS. Al-Isra' [17]:78; and QS. Hud [11]:114. These verses serve not only as theological legitimization but also as epistemological premises that al-Biruni transformed into a shadow trigonometry system utilizing the functions zill mustawi (cotangent) and zill ma'kus (tangent) to formulate precise boundaries for the Zuhr and Asr prayer times. This study affirms that al-Biruni is a pioneer of the scientific exegesis methodology that employs mathematics as an instrument of verification for the scientific indications of the Qur'an.*

Keywords: *Abu Rayhan al-Biruni, Shadow, Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal, Thematic Exegesis, Prayer Times.*

Abstrak

*Penelitian ini mengkaji penggunaan bayangan (az-zilal) untuk menentukan waktu shalat melalui kajian tafsir terhadap kitab *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal* karya Abu Rayhan al-Biruni. Dikotomi keilmuan yang berkembang menjadikan ayat-ayat bertema bayangan selama ini hanya dikaji secara linguistik atau fikih semata, tanpa melibatkan pembuktian kuantitatif melalui instrumen astronomi. Penelitian ini merupakan penelitian kepustakaan*

(library research) dengan metode tafsir maudhu'i dan pendekatan tafsir ilmi, melalui analisis isi (content analysis) terhadap terjemahan E. S. Kennedy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari keseluruhan kutipan ayat Al-Qur'an dalam *Ifrad al-Maqal*, terdapat empat kelompok ayat yang secara langsung mengintegrasikan fenomena bayangan dengan penentuan waktu shalat, yaitu QS. Al-Furqan [25]:45–46, QS. An-Nahl [16]:48 dan QS. Ar-Ra'd [13]:15, QS. Al-Isra' [17]:78, serta QS. Hud [11]:114. Ayat-ayat tersebut tidak hanya berfungsi sebagai legitimasi teologis, melainkan sebagai premis epistemologis yang al-Biruni transformasikan ke dalam sistem trigonometri bayangan menggunakan fungsi zill mustawi (kotangen) dan zill ma'kus (tangen) untuk merumuskan batas presisi waktu Zuhur dan Asar. Penelitian ini menegaskan bahwa al-Biruni merupakan pelopor metodologi tafsir ilmi yang menjadikan matematika sebagai instrumen verifikasi atas isyarat ilmiah Al-Qur'an.

Kata Kunci: Abu Rayhan al-Biruni, Bayangan, *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal*, Tafsir Maudhu'i, Waktu Shalat.

Pendahuluan

Al-Qur'an memuat lebih dari 750 ayat kauniyah yang menyoroti berbagai fenomena alam semesta, sebagian besar diantaranya berkaitan erat dengan astronomi¹ Kehadiran ayat-ayat ini secara saintifik merupakan manifestasi kemukjizatan Al-Qur'an sekaligus stimulus bagi manusia untuk melakukan observasi empiris melalui jalur tadabur. Dalam tradisi intelektual Islam klasik, pemikiran keagamaan dan ilmu alam tidak dipandang sebagai entitas yang terpisah, melainkan sebuah kesatuan yang utuh (*unity of knowledge*) di mana penyelidikan saintifik menjadi bagian integral dari pengabdian teologis.

Salah satu fenomena alam yang digambarkan secara eksplisit di dalam Al-Qur'an adalah dinamika pergerakan bayangan (*az-zilal*), Pergerakan bayangan bukanlah sekadar pergantian intensitas cahaya yang acak, melainkan sebuah manifestasi keteraturan mekanika langit yang terukur dan matematis.² Secara teknis-astronomis, fenomena perubahan panjang bayangan gnomon inilah yang kemudian diadopsi oleh para sarjana Muslim sebagai basis utama dalam memformulasikan awal masuknya waktu-waktu shalat, khususnya shalat Zuhur dan Asar.³

Namun, seiring berjalannya waktu, muncul dikotomi keilmuan yang memisahkan ranah spiritual-teologis dengan ranah empiris-sains.⁴ Implikasinya, teks-teks Al-Qur'an bertema bayangan sering kali hanya dikaji dari sudut pandang linguistik (*lughawiyah*) atau hukum formal (fikih) saja, sementara instrumen matematika di dalamnya dipandang sebagai entitas sekuler yang terpisah. Realitas kontemporer saat ini menunjukkan adanya kesenjangan (*gap*) yang cukup lebar; masyarakat dan penentu kebijakan ibadah cenderung bergantung sepenuhnya pada algoritma aplikasi digital praktis (*black box*) tanpa memahami logika matematis dan landasan filosofis-teologis yang mendasarinya. Ketergantungan ini berisiko mendegradasi nilai tadabur terhadap fenomena alam itu sendiri.

Untuk meruntuhkan sekat dikotomi tersebut, penting untuk menengok kembali warisan intelektual masa keemasan Islam saat integrasi ilmu dipraktikkan secara sempurna.

¹Arwin Juli Rakhmadi dkk., *Astronomi Islam*, (Medan: OIF UMSU Press), 2025, hal. 69.

²M. Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah Jilid 9*, (Jakarta: Lentera Hati), 2002, hlm. 488.

³Lutfi Nur Fadhillah, *Akurasi Awal Waktu Zuhur Perspektif Hisab dan Rukyat*, Vol. 6, No. 1, 2022, hlm. 63.

⁴Syahrin Harahap, *Wahdatul Ulum*, (Medan: Perdana Publishing), 2018, hal. 9-10

Salah satu figur sentral yang berhasil menjembatani antara ketajaman matematis dan kedalaman iman adalah Abu Rayhan al-Biruni. Melalui karya monumentalnya, *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal*, Al-Biruni melakukan dekonstruksi ilmiah mengenai pergerakan bayangan menggunakan pendekatan trigonometri, khususnya fungsi tangen dan kotangen, guna merumuskan standar hukum waktu Zuhur dan Asar dengan tingkat akurasi yang melampaui zamannya. Bagi Al-Biruni, matematika dan geometri adalah 'bahasa' konkret untuk memahami serta mengejawantahkan perintah Allah yang tersirat di dalam ayat-ayat bayangan.⁵

Mayoritas kajian terdahulu mengenai penentuan waktu shalat umumnya berfokus pada studi komparasi akurasi metode modern dengan metode klasik atau sebatas kajian fikih murni. Di sisi lain, kajian tafsir mengenai ayat-ayat bayangan sering kali berhenti pada penjelasan teologis kualitatif tanpa melibatkan pembuktian kuantitatif melalui instrumen astronomi. Posisi penelitian ini hadir untuk mengisi ruang yang belum tersentuh tersebut, dengan cara membedah bagaimana pemahaman Al-Biruni terhadap ayat-ayat bertema bayangan dalam *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal* dan bagaimana ia mentransformasikannya ke dalam formulasi matematika untuk penentuan waktu shalat. Dengan pendekatan ini, tafsir ilmi (penjelasan ayat kauniyah dengan sains) diletakkan sebagai pisau analisis metodologis untuk membaca rancang bangun pemikiran sains-keagamaan Al-Biruni.

Kajian literatur terkait penelitian ini dipetakan ke dalam empat kelompok. Pertama, kajian *Ifrad al-Maqal* dan al-Biruni bersandar pada terjemahan serta komentar matematis Edward S. Kennedy,⁶ didukung argumen George Saliba bahwa al-Biruni secara aktif mendekonstruksi dan mengembangkan sains Yunani.⁷ Kedua, dalam bidang ilmu falak dan waktu shalat (*'ilm al-miqat*), David A. King menjelaskan perkembangannya berbasis ritual,⁸ Susiknan Azhari menelusuri tradisinya di Indonesia,⁹ sedangkan Lutfi Nur Fadhilah secara spesifik membahas penentuan waktu Zuhur dan Asar berbasis panjang bayangan.¹⁰ Ketiga, pada ranah tafsir saintifik ayat kauniyah, M. Quraish Shihab dan Zaghlul Raghīb al-Najjar menjadi rujukan utama penafsiran fenomena alam, yang legitimasi epistemologisnya diperkuat oleh Umar Sidiq dan Muhammad Subhan, serta dipetakan distribusinya oleh Arwin Juli Rakhmadi dkk. Keempat, terkait integrasi sains dan agama, Syahrin Harahap mengurai akar historis dikotomi keilmuannya, sementara Alamsyah dkk. Menegaskan pendekatan saintifik ini sebagai bentuk tadabur yang selaras dengan nilai keagamaan. Hingga saat ini, belum ditemukan kajian yang secara khusus membedah pemahaman al-

⁵Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal* terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*), (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 25, hlm. 131–135.

⁶Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*), (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976).

⁷George Saliba, *Islamic Science and the Making of the European Renaissance* (Cambridge, MA: MIT Press, 2007).

⁸David A. King, *Astronomy in the Service of Islam* (Aldershot: Variorum, 1993).

⁹Susiknan Azhari, *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007).

¹⁰Lutfi Nur Fadhilah, *Akurasi awal Waktu Zuhur Perspektif Hisab dan Rukyat*, jurnal astronomi Islam dan ilmu-ilmu berkaitan, Vol. 6 No. 1, Juni, 2020

Biruni terhadap ayat-ayat bayangan dalam *Ifrad al-Maqal* secara integratif dengan analisis trigonometrinya. Penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kepustakaan (*library research*) dengan pendekatan deskriptif-analitis yang berfokus pada kajian pemikiran tokoh dalam ranah penafsiran ayat-ayat kauniyah. Metode yang digunakan adalah metode tafsir tematik (*maudhu'i*). Seluruh ayat bertema bayangan (*az-zilal*) yang dikutip al-Biruni dihimpun untuk dibedah makna semantik, akar kata, serta korelasi kontekstualnya dalam menjawab problem dikotomi keilmuan. Sementara itu, pendekatan tafsir ilmi digunakan sebagai pisau analisis untuk menjembatani dan mengeksplisitkan isyarat teks wahyu tersebut ke dalam realitas mekanika langit melalui instrumen sains-astronomi.

Data primer riset ini bersumber dari manuskrip *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal* karya Abu Rayhan al-Biruni, sedangkan kitab-kitab tafsir dan literatur ilmu falak yang relevan diposisikan sebagai data sekunder. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi dengan menelusuri, mengidentifikasi, dan mengklasifikasikan ayat-ayat bertema bayangan beserta rujukan teks astronomi yang tertuang di dalam manuskrip.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan deskriptif-analitis, yaitu: (1) inventarisasi ayat bertema bayangan dalam *Ifrad al-Maqal* dan analisis linguistik istilah *az-zilal*; (2) konseptualisasi astronomis interpretasi al-Biruni mengenai pergerakan matahari secara komparatif dengan mufasir kontemporer; serta (3) formulasi fungsi trigonometri *zill mustawi* (kotangen) dan *zill ma'kus* (tangen) rumusan al-Biruni untuk penentuan waktu shalat Zuhur dan Asar. Melalui tahapan tersebut, penelitian ini berupaya menghadirkan interpretasi yang tekstual-linguistik sekaligus kontekstual-saintifik terhadap ayat-ayat yang dikaji.

Hasil dan Pembahasan

A. Biografi Abu Rayhan al-Biruni dan Kontribusi Saintifiknya

Abu Rayhan Muhammad bin Ahmad al-Biruni lahir pada 4 September 973 M di Kath, Khwarazm (sekarang wilayah Uzbekistan) dan wafat sekitar tahun 1048 M di Ghazni (sekarang Afghanistan). Dalam panggung sejarah sains dunia, Al-Biruni diakui sebagai salah satu ilmuwan Muslim lintas disiplin (*polymath*) terbesar yang pernah ada. Kepakarannya membentang luas mulai dari astronomi, matematika, geodesi, fisika, hingga farmasi dan antropologi.¹¹ Kejeniusan Al-Biruni terletak pada metodologi penelitiannya yang sangat ketat pada masanya, di mana ia selalu menggabungkan pengamatan empiris yang jujur dengan analisis matematika yang presisi. Di bidang astronomi Islam (ilmu falak), ia melakukan banyak koreksi terhadap tabel-tabel astronomi terdahulu (baik dari Yunani maupun India) menggunakan alat ukur yang ia desain sendiri untuk menghitung kemiringan ekliptika bumi, radius bumi, hingga penentuan arah kiblat dan waktu-waktu ibadah.

¹¹Seyyed Hossein Nasr, *An Introduction to Islamic Cosmological Doctrines*, (New York: State University of New York Press, 1993), hlm. 135.

Bagi Al-Biruni, seluruh aktivitas ilmiahnya bukanlah bentuk sekularisme intelektual, melainkan sebuah manifestasi spiritualitas yang berakar kuat pada interaksinya yang mendalam terhadap teks Al-Qur'an. Ia tidak menempatkan ayat-ayat kauniyah sebatas tempelan teologis, melainkan sebagai *starting point* epistemologis. Rigoritas Al-Biruni dalam membedah ayat-ayat bertema bayangan menunjukkan bahwa ia memandang teks wahyu sebagai petunjuk absolut yang menuntut pembuktian empiris-saintifik di alam nyata. Kesadaran inilah yang menegaskan bahwa alam semesta adalah ayat yang bergerak di bawah keteraturan hukum Tuhan (*sunnatullah*).

B. Profil Kitab *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal* dan Konteks Historisnya

Kitab *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal* (إفراد المقال في أمر الظلال) yang dalam dunia akademis Barat dikenal luas melalui edisi terjemahan dan ulasan E.S. Kennedy sebagai *The Exhaustive Treatise on Shadows*, merupakan salah satu risalah sains-keagamaan paling komprehensif yang ditulis oleh Abu Rayhan al-Biruni pada abad ke-11 M (sekitar tahun 1021 M). Manuskrip ini lahir pada fase krusial dalam sejarah peradaban Islam, di mana para ilmuwan Muslim tidak lagi sekadar menerjemahkan atau mengadopsi mentah-mentah warisan sains kuno dari Yunani, Persia, dan India, melainkan telah masuk pada tahap verifikasi kritis, dekonstruksi, dan unifikasi teori secara mandiri.

Secara harfiah, *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal* dapat diterjemahkan sebagai “Pembahasan Khusus Mengenai Fenomena Bayangan”. Melalui karya ini, Al-Biruni tidak sekadar menyusun diktat matematika yang kering, melainkan berupaya menjembatani fenomena fisik-optik di alam semesta dengan kebutuhan praktis-teologis umat Islam dalam menjalankan ibadah. Kitab ini mencakup 30 bab yang membahas mulai dari definisi bayangan secara filologis dan filosofis, rekonstruksi matematis pergerakan bayangan menggunakan gnomon, hingga aplikasi kalkulasi bayangan untuk menentukan awal waktu shalat Zuhur dan Asar.

Satu hal yang menjadi pembeda utama antara *Ifrad al-Maqal* dengan buku-buku astronomi sekuler adalah intensitas dan integrasi teks wahyu di dalamnya. Al-Biruni tidak meletakkan ayat-ayat Al-Qur'an sekadar sebagai hiasan normatif, melainkan menjadikannya sebagai basis epistemologis bagi seluruh eksperimen sains yang dilakukannya. Berdasarkan pembacaan mendalam terhadap terjemahan Kennedy, al-Biruni secara eksplisit mengutip sejumlah ayat Al-Qur'an yang tersebar di berbagai bab *Ifrad al-Maqal*. Dari keseluruhan kutipan tersebut, terdapat empat kelompok ayat yang secara langsung membahas fenomena bayangan sekaligus menjadi landasan penentuan waktu shalat. Sebagaimana akan dianalisis secara mendalam pada bagian D. Al-Biruni memosisikan Al-Qur'an sebagai *source of knowledge* dan matematika-astronomi sebagai *tool of analysis*. Oleh karena itu, *Ifrad al-Maqal* tidak dapat dipisahkan dari tradisi intelektual tafsir Islam, dan mengkajinya dari perspektif Ilmu Al-Qur'an dan Tafsir merupakan langkah metodologis yang tepat

C. Definisi Istilah Bayangan dalam *Ifrad al-Maqal*

Untuk memahami rancang bangun pemikiran al-Biruni secara utuh, penting untuk mengurai batasan istilah serta terminologi mendasar yang digunakan dalam manuskrip *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal*. Al-Biruni secara ketat membedakan beberapa istilah terkait bayangan dan cahaya agar tidak menimbulkan ambiguitas akademis dalam kalkulasi falak.¹² Mengingat bahasa Arab memiliki beberapa kata yang merujuk pada fenomena bayangan dengan makna yang berbeda-beda. Berikut adalah beberapa batasan istilah krusial tersebut:

1. *As-Zill* (الظل) Bayangan yang terbentuk sejak matahari terbit hingga sebelum mencapai titik kulminasi (meridian). Dalam koordinat astronomi harian, *zill* bergerak dari arah barat ke timur seiring naiknya matahari.
2. *Al-Fay'* (الفَيْء) Bayangan yang terbentuk setelah matahari melewati titik kulminasi menuju barat, sehingga bayangan berbalik memanjang ke arah timur. *Fay'* secara harfiah berarti “kembali” (*ruju'*). Kaidah falak klasik menyatakan setiap *fay'* adalah *zill*, tetapi tidak semua *zill* adalah *fay'*.
3. *Fay' al-Zawal* (فيء الزوال) Panjang bayangan terpendek dari sebuah gnomon tepat ketika matahari berada di meridian tengah hari. Nilai ini tidak pernah sama setiap hari karena berubah mengikuti deklinasi matahari dan lintang geografis dan inilah yang menjadi titik tolak penentuan waktu Zuhur.
4. *Mikyas* / Gnomon (المقياس) Tongkat atau instrumen tegak lurus yang ditancapkan pada bidang datar untuk mengukur panjang bayangan matahari. Al-Biruni menjelaskan bahwa standar gnomon dalam hitungan astronomi Islam klasik umumnya dibagi menjadi 7 bagian (jika menggunakan satuan kaki) atau 12 bagian (jika menggunakan satuan jari/asabi').

D. Interpretasi Ayat-ayat tentang Bayangan Penentuan Waktu Shalat

Berdasarkan pembacaan mendalam terhadap terjemahan oleh Kennedy, terdapat empat kelompok ayat yang secara eksplisit dikutip al-Biruni dalam *Ifrad al-Maqal* dengan fungsi ganda, yakin berbicara tentang fenomena bayangan sekaligus menjadi landasan penentuan waktu shalat. Al-Biruni tidak menempatkan ayat-ayat ini sebagai hiasan teologis, melainkan sebagai premis epistemologis yang ia transformasikan langsung ke dalam formulasi matematis.

1. Bayangan sebagai Objek Kajian Saintifik yang Diperintahkan Al-Qur'an (QS. Al-Furqan [25]:45–46)

Surah Al-Furqan tergolong Makkiyah dan tidak memiliki asbabun nuzul yang spesifik untuk ayat 45–46. Al-Wahidi dalam *Asbab al-Nuzul* tidak mencantumkan riwayat khusus untuk ayat ini.¹³ Ayat 45–46 turun sebagai bagian dari rangkaian ayat kosmologis (ayat 45–50) yang mengemukakan tanda-tanda kekuasaan Allah melalui fenomena alam (bayangan, angin, dan air hujan) sebagai argumen atas keesaan dan kekuasaan-Nya kepada kaum musyrikin Mekkah. Ibn 'Asyur dalam *Al-Tahrir wa al-Tanwir* menjelaskan bahwa konteks

¹²Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 2, s41:2–s44:12 — keseluruhan bab didedikasikan untuk mendefinisikan dan membedakan istilah-istilah ini.

¹³Al-Wahidi, *Asbab al-Nuzul*, (Damaskus: Dar al-Qiblah, 1412 H), hlm. 294.

ayat ini adalah pembuktian bahwa seluruh alam semesta berada di bawah pengaturan Allah yang teratur dan dapat diamati.¹⁴

Dalam Bab 2 *Ifrad al-Maqal*, al-Biruni mengutip QS. Al-Furqan [25]:45–46 sebagai ayat paling sentral dalam seluruh risalahnya. Kennedy mencantumkan referensi eksplisit pada footnote: Qur'an 25:45 dan Qur'an 25:46.¹⁵ Al-Biruni mengawalinya dengan pertanyaan retorik: "Have you never seen your Lord, how He has extended the shadow?"

أَلَمْ تَرَ إِلَى رَبِّكَ كَيْفَ مَدَّ الظِّلَّ وَلَوْ شَاءَ لَجَعَلَهُ سَاكِنًا ثُمَّ جَعَلْنَا الشَّمْسُ عَلَيْهِ دَلِيلًا ثُمَّ قَبَضْنَاهُ
إِلَيْنَا قَبْضًا يَسِيرًا

"Tidakkah kamu memperhatikan Tuhanmu, bagaimana Dia memanjangkan bayangan; dan kalau Dia menghendaki, niscaya Dia menjadikan bayangan itu tetap, kemudian Kami jadikan matahari sebagai petunjuk atas bayangan itu. Kemudian Kami menarik bayangan itu kepada Kami dengan tarikan yang berangsur-angsur. (QS. Al-Furqan [25]:45–46)

Al-Biruni mendekonstruksi ayat ini dalam tiga lapis makna astronomis. Pertama, *madda al-zill* (memanjangkan bayangan) merujuk pada kondisi bayangan gnomon di waktu pagi saat matahari masih rendah di ufuk timur, nilai maksimum bayangan zill yang dapat diukur menggunakan fungsi kotangen. Kedua, *ja'alna al-syamsa 'alayhi dalilan* (matahari sebagai petunjuk atas bayangan) bermakna bahwa bayangan adalah fungsi matematis dari posisi matahari. Inilah fondasi epistemologis seluruh trigonometri bayangan al-Biruni. Ketiga, *qabadnahu ilayna qabdan yasiran* (tarikan yang berangsur-angsur) mendeskripsikan proses memendeknya bayangan dari pagi menuju titik zawal, yakni titik minimum bayangan yang menandai masuknya waktu Zuhur.¹⁶

Zaghloul al-Naggar menegaskan bahwa QS. Al-Furqan [25]:45–46 merupakan deskripsi astronomis yang presisi tentang fenomena bayangan matahari yang telah dibuktikan oleh ilmuwan Muslim seperti al-Biruni melalui kalkulasi matematis.¹⁷ M. Quraish Shihab menafsirkan *madda al-zill* sebagai bukti keteraturan alam yang dapat diamati dan diukur, membuka pintu bagi ilmu falak sebagai bentuk tadabur atas ciptaan Allah.¹⁸

2. Bersujudnya Bayangan di Pagi dan Petang (QS. An-Nahl [16]:48 dan QS. Ar-Ra'd [13]:15)

QS. An-Nahl [16]:48 tergolong Makkiyah dan tidak memiliki asbabun nuzul yang spesifik. Al-Suyuthi dalam *Lubab al-Nuqul* tidak mencantumkan riwayat khusus untuk ayat

¹⁴Muhammad al-Thahir ibn 'Asyur, *Al-Tahrir wa al-Tanwir*, Jilid 19, (Tunis: Dar al-Tunisia li al-Nasyr, 1984), hlm. 34–36.

¹⁵Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 2, s48:5

¹⁶Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 2, s48:5–s49:3.

¹⁷Zaghloul al-Naggar, *Tafsir al-Ayat al-Kawnniyya fil-Qur'an al-Karim*, Jilid 2, (Cairo: Maktabah al-Syuruq al-Dawliyya, 2007), hlm. 145–152.

¹⁸M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah*, (Jakarta: Lentera Hati, 2002), hlm. 478–481.

ini.¹⁹ Surah An-Nahl yang disebut juga Surah *al-Ni'am* (surah nikmat) turun untuk mengingatkan kaum musyrikin Mekkah bahwa seluruh alam semesta (termasuk bayangan benda) tunduk kepada Allah, sementara mereka masih berpaling. Ayat 48 termasuk dalam rangkaian ayat 45–50 yang menggambarkan ketundukan makhluk kepada Allah melalui berbagai fenomena alam.²⁰

Adapun QS. Ar-Ra'd [13]:15, para ulama berbeda pendapat mengenai statusnya, sebagian menyebutnya Makkiyah dan sebagian Madaniyah. Al-Wahidi dalam *Asbab al-Nuzul* dan al-Thabari dalam *Jami' al-Bayan* menafsirkan ayat ini tanpa menyebut riwayat asbabun nuzul yang khusus.²¹ Ayat ini turun dalam konteks perdebatan teologis mengenai keesaan Allah, di mana ketundukan bayangan di pagi dan petang dihadirkan sebagai bukti universal atas kekuasaan-Nya.

Di Bab 3 *Ifrad al-Maqal*, al-Biruni mengaitkan variasi panjang bayangan sepanjang hari dengan kedua ayat ini. Kennedy mencantumkan referensi eksplisit pada footnote halaman 40: "Qur'an 16:48 and 13:15."²²

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَىٰ مَا خَلَقَ اللَّهُ مِنْ شَيْءٍ يَتَفَيَّؤُا ظِلُّهُ، عَنِ الْيَمِينِ وَالْشَّمَائِلِ سُجَّدًا لِلَّهِ وَهُمْ دُخْرُونَ

"Apakah mereka tidak memperhatikan segala sesuatu yang diciptakan Allah, yang bayangannya berbolak-balik ke kanan dan ke kiri dalam keadaan sujud kepada Allah, sedang mereka berendah diri?" (QS. An-Nahl [16]:48)

وَلِلَّهِ يَسْجُدُ مَنْ فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ طَوْعًا وَكَرْهًا وَظِلُّهُمْ بِالْغُدُوِّ وَالْآصَالِ

"Hanya kepada Allah bersujud segala apa yang ada di langit dan di bumi, baik dengan kemauan sendiri maupun terpaksa, begitu pula bayangan mereka di waktu pagi dan petang." (QS. Ar-Ra'd [13]:15)

Al-Biruni memberikan tafsir yang orisinal dan matematis atas kedua ayat ini. Ia tidak memaknai bersujudnya bayangan secara majazi semata, melainkan sebagai deskripsi geometris atas fenomena fisik yang terukur. Teks al-Biruni berbunyi: "Verily God, be He exalted!, mentions only the early morning and the evening because of the excessiveness of extent of the shadow at the two (times), and its close resemblance to prostration at those two (times), with the shadow-caster being erect, since it is possible for the shadow to be shrinking instead of stretching."²³

Maknanya di waktu *ghuduww* (pagi) dan *ashal* (petang), bayangan gnomon memiliki panjang maksimum terbentang jauh di tanah, sementara gnomon berdiri tegak lurus, menyerupai posisi sujud secara geometris. Implikasi langsung bagi penentuan waktu shalat, inilah mengapa waktu terbit (*syuruq*) dan terbenam (*ghurub*) matahari dilarang untuk shalat. Pada dua waktu itulah bayangan berada di kondisi paling ekstrem sehingga tidak dapat diukur secara presisi sebagai penanda waktu.

¹⁹ Al-Suyuthi, *Lubab al-Nuqul*, (Beirut: Mu'assasat al-Kutub al-Tsaqafiyya), hlm. 157.

²⁰ Ibn 'Asyur, *Al-Tahrir wa al-Tanwir*, jilid 14, hlm. 182.

²¹ Al-Wahidi, *Asbab al-Nuzul*, (Damaskus: Dar al-Qiblah), hlm. 272; al-Thabari, *Jami' al-Bayan 'an Ta'wil Ay al-Qur'an*, jilid 16 (Cairo: Dar al-Ma'arif, 1969), hlm. 385.

²² Abu Rayhan al-Biruni, *ibid.*, Bab 3, hlm. 40–41

²³ Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 3, hlm. 43.

Wahbah al-Zuhayli dalam *Al-Tafsir al-Munir* menafsirkan kedua ayat ini sebagai tanda kepatuhan alam pada hukum Allah, termasuk hukum fisika.²⁴ Yang membedakan al-Biruni adalah ia mengkuantifikasikan kepatuhan tersebut dengan menghitung sudut bayangan menggunakan fungsi kotangen dan membuktikan bahwa kemiringan bayangan di dua waktu itu memang paling menyerupai posisi sujud secara geometris. Hal ini tidak pernah dilakukan mufassir sebelumnya.

3. *Dulūk al-Syams*, Perdebatan Tafsir dan Pembuktian Astronomis Waktu Zuhur (QS. Al-Isra' [17]:78)

QS. Al-Isra' [17]:78 tergolong Makkiyah. Berbeda dengan tiga ayat sebelumnya, ayat ini memiliki konteks turun yang lebih spesifik. Al-Thabari dalam *Jami' al-Bayan* meriwayatkan bahwa ayat ini turun berkaitan dengan perintah mendirikan shalat yang diterima Nabi SAW, khususnya setelah peristiwa Isra' Mi'raj sebagai penegasan atas waktu-waktu shalat yang diajarkan Jibril.²⁵ Al-Suyuthi dalam *Al-Durr al-Mantsur* meriwayatkan dari Ibn 'Abbas: "Nabi SAW diperintahkan mendirikan shalat pada waktu-waktu yang disebutkan dalam ayat ini, dan Jibril mengajarkan waktu-waktunya kepada beliau dengan menunjukkan panjang bayangan sebagai penanda."²⁶ Riwayat ini secara langsung menghubungkan asbabun nuzul ayat ini dengan fenomena bayangan, menjadikannya konteks yang sangat relevan dengan kajian al-Biruni dalam *Ifrad al-Maqal*.

Inilah ayat yang paling intensif dianalisis al-Biruni dalam Bab 25, dan merupakan titik pertemuan paling tajam antara tafsir dan astronomi dalam seluruh kitab. Kennedy mencantumkan referensi eksplisit Qur'an 17:78.²⁷

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِلذَّلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

"Dirikanlah shalat sejak matahari tergelincir sampai gelapnya malam, dan (dirikanlah pula shalat) Subuh. Sesungguhnya shalat Subuh itu disaksikan (oleh malaikat)." (QS. Al-Isra' [17]:78)

Perdebatan tafsir yang didokumentasikan al-Biruni ada pada *dulūk*. Ia merekam dua pendapat dan memberikan penilaian kritis atas keduanya. Pendapat pertama (yang ia tolak) memaknai *dulūk* dengan terbenamnya matahari (*ghurub*). Al-Biruni mengkritik dengan argumentasi observasional-astronomis: "The people took the 'declining' (*dulūk*) as being the sunset... This explanation is not recommended, because the sun, at the time of its rising and setting is most apparent because of the vanishing of its (strong) rays making one close the eye".²⁸

Pendapat kedua (yang ia dukung) memaknai *dulūk* dengan tergelincirnya matahari dari meridian (*zawal al-syams*). Al-Biruni membuktikan ini dengan menghadirkan Hadis Jibril

²⁴Wahbah al-Zuhayli, *Al-Tafsir al-Munir fi al-'Aqidah wa al-Syari'ah wa al-Manhaj*, Jilid 7 (Damaskus: Dar al-Fikr, 1991), hlm. 297–301.

²⁵Al-Thabari, *Jami' al-Bayan 'an Ta'wil Ay al-Qur'an*, Jilid 17 (Cairo: Dar al-Ma'arif, 1969), hlm. 468–472.

²⁶Al-Suyuthi, *Al-Durr al-Mantsur fi al-Tafsir bil-Ma'tsur*, Jilid 5 (Beirut: Dar al-Fikr, 1993), hlm. 298.

²⁷Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 25, hlm. 215.

²⁸Abu Rayhan al-Biruni, *ibid.*, Bab 25, hlm. 215, 164:14–165:5.

sebagai bukti observasional: "Verily Gabriel came to me twice at the door of the Ka'ba and we prayed the noon prayer when the shadow is like the rope of a trap (i.e. very thin), then the afternoon prayer when the shadow of anything is the equal of itself..."²⁹

Deskripsi bayangan seperti tali perangkap hanya mungkin terjadi tepat setelah matahari melewati meridian (zawal), saat bayangan gnomon berada di titik paling pendek. Al-Biruni mengintegrasikan hadis ini sebagai konfirmasi observasional atas tafsirnya *duluk al-syams* bermakna zawal (awal waktu Zuhur). Ini menunjukkan kecanggihan metodologisnya, ia tidak hanya berdebat secara linguistik, tetapi menghadirkan data empiris bayangan sebagai pembuktian.

M. Quraish Shihab menyatakan *duluk al-syams* berarti matahari yang mulai condong dari pertengahan langit selaras penuh dengan argumen al-Biruni.³⁰ Ibn 'Asyur dalam *Al-Tahrir wa al-Tanwir* menegaskan *duluk* dari akar *dalla* bermakna condong/meluncur yang merujuk pada gerak matahari melewati meridian ke arah barat.³¹

4. *Tharafayi al-Nahar*, Dua Ujung Siang sebagai Dua Rezim Bayangan (QS. Hud [11]:114)

QS. Hud [11]:114 tergolong Makkiyah dan memiliki asbabun nuzul yang diriwayatkan secara sahih. Al-Bukhari dan Muslim meriwayatkan dari Ibn Mas'ud bahwa ayat ini turun berkaitan dengan seorang laki-laki yang datang kepada Nabi SAW. mengaku telah bercinta seorang wanita *ajnabiyya* tanpa melampaui batas zina, kemudian ia menyesal dan bertanya tentang hukumnya. Maka turunlah ayat ini yang menyatakan bahwa kebaikan menghapus keburukan.³² Meskipun demikian, Ibn Katsir dalam *Tafsir al-Qur'an al-'Azim* menegaskan bahwa pesan utama ayat ini adalah perintah mendirikan shalat di dua ujung siang, dan konteks asbabun nuzulnya tidak mengurangi keumuman hukum yang terkandung di dalamnya. Sebuah kaidah yang dikenal dalam ushul tafsir sebagai *al-'ibrah bi-'umum al-lafzh la bi-khushush al-sabab*" (yang menjadi pegangan adalah keumuman lafaz, bukan kekhususan sebab turun).³³

Kennedy mencantumkan referensi eksplisit Qur'an 11:114 pada footnote halaman 40.³⁴

وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفَيِ النَّهَارِ وَزُلْفًا مِّنَ اللَّيْلِ إِنَّ الْحَسَنَاتِ يُذْهِبْنَ السَّيِّئَاتِ

"Dirikanlah shalat di kedua ujung siang dan pada sebagian malam. Sesungguhnya perbuatan-perbuatan baik itu menghapus perbuatan-perbuatan buruk." (QS. Hud [11]:114)

Al-Biruni menghubungkan *tharafayi al-nahar* (dua ujung siang) dengan konsep dua rezim bayangan yang berlawanan arah. Bayangan *zill* yang memanjang ke barat (sebelum *zawal*) dan bayangan *fay'* yang memanjang ke timur (setelah *zawal*). Dua ujung siang dalam

²⁹ Abu Rayhan al-Biruni, *ibid.*, Bab 25, hlm. 211, 161:12–13.

³⁰ M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah*, (Jakarta: Lentera Hati, 2002), hlm. 531–533.

³¹ Muhammad al-Thahir ibn 'Asyur, *Al-Tahrir wa al-Tanwir*, (Tunis: Dar Tunis li al-Nasyr), Jilid 15, hlm. 219–221.

³² Al-Bukhari, Shahih al-Bukhari, *Kitab al-Tafsir*, No. 4687; Muslim, Shahih Muslim, *Kitab al-Taubah*, No. 2763.

³³ Ibn Katsir, *Tafsir al-Qur'an al-'Azim*, Jilid 4 (Beirut: Dar al-Kutub al-'Ilmiyya, 1419 H), hlm. 358–360.

³⁴ Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 3, hlm. 40.

ayat ini bukan sekadar penanda waktu yang bersifat umum, melainkan dua kondisi bayangan yang berbeda secara geometris dan dapat diukur menggunakan fungsi kotangen. Ujung siang pertama (sebelum zawal) mencakup waktu Subuh dan berakhir di Zuhur, sementara ujung siang kedua (setelah zawal) mencakup Asar yang ditandai oleh penambahan *fay'* melebihi tinggi gnomon. Dengan demikian, satu ayat ini secara implisit memuat seluruh kerangka bayangan yang al-Biruni gunakan untuk menentukan waktu Zuhur dan Asar.³⁵

Wahbah al-Zuhayli dalam *Al-Fiqh al-Islami wa Adillatuhu* merangkum QS. Hud [11]:114 bersama ayat-ayat waktu shalat lainnya sebagai *al-nushush al-Qur'aniyya li-mawaqit al-shalah*, nas-nas Al-Qur'an tentang waktu shalat yang membentuk satu sistem ibadah terpadu dengan keteraturan astronomi.³⁶

E. Formulasi Trigonometri Al-Biruni

Setelah meletakkan fondasi Qur'anik melalui analisis ayat-ayat bayangan, al-Biruni melakukan sesuatu yang belum pernah dilakukan mufassir sebelumnya. Ia mentransformasikan isyarat ilmiah Al-Qur'an ke dalam formulasi matematika yang presisi dan dapat dioperasionalkan. Perlu ditegaskan bahwa pembahasan penentuan waktu shalat dalam *Ifrad al-Maqal* yang menggunakan instrumen bayangan hanya mencakup waktu Zuhur dan Asar. Hal ini sejalan dengan pernyataan Kennedy dalam pengantarnya *bahwa "the times of two of the five Muslim daily prayers are defined in terms of shadows"*. Waktu shalat Subuh ditandai oleh kemunculan fajar sidik, Maghrib oleh terbenamnya matahari, dan Isya oleh hilangnya syafak. Ketiganya merupakan fenomena cahaya yang tidak melibatkan pengukuran bayangan sehingga berada di luar cakupan kajian ini. Bagian ini menguraikan bagaimana al-Biruni membangun sistem trigonometri bayangan dan mengaplikasikannya secara langsung untuk menentukan waktu Zuhur dan Asar.

1. *Zill Mustawi* (Kotangen) dan *Zill Ma'kus* (Tangen)

Fondasi matematis seluruh sistem al-Biruni diletakkan di Bab 9 (*On the Direct Shadow [the Cotangent] and the Altitude*, 49:7) dan Bab 10 (*On the Reversed Shadow [the Tangent Function] and the Altitude*, 57:2). Di sini al-Biruni mendefinisikan dua fungsi trigonometri utama melalui hubungan geometris gnomon dengan bayangannya. Al-Biruni menyatakan di awal Bab 9: *"The ratio of the gnomon to the hypotenuse of the shadow (or cosecant) is as the ratio of the sine of the altitude to the total sine."*³⁷ Dari pernyataan ini, al-Biruni membangun dua fungsi yang ia sebut *zill mustawi* dan *zill ma'kus*:

- Pertama, *zill mustawi* (bayangan langsung / kotangen): panjang bayangan gnomon di bidang datar horizontal:

$$S \text{ (langsung)} = GN \times \cos(h) / \sin(h) = GN \times \cot(h)$$

- Kedua, *zill ma'kus* (bayangan terbalik / tangen): proyeksi bayangan pada bidang tegak:

³⁵Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 3, hlm. 40–43; Bab 25, hlm. 211–215.

³⁶Wahbah al-Zuhayli, *Al-Fiqh al-Islami wa Adillatuhu*, Jilid 1 (Damaskus: Dar al-Fikr, 1989), hlm. 506–512.

³⁷Abu Rayhan al-Biruni, *ibid.*, Bab 9, hlm. 89, 49:9–10.

$$S \text{ (terbalik)} = GN \times \sin(h) / \cos(h) = GN \times \tan(h)$$

Di mana GN = tinggi gnomon dan h = ketinggian matahari di atas horison. Al-Biruni kemudian menegaskan hubungan komplementer antara keduanya dalam Bab 11: “*The very shadow will be a cotangent of one arc and tangent of its complement. That line AEG in figure 10, if it were in the surface on the horizontal, the altitude would be the cotangent...*”³⁸

Hubungan ini dalam notasi modern:

$$\cot(h) = \tan(90^\circ - h)$$

Ini adalah pernyataan identitas trigonometri komplementer yang al-Biruni rumuskan jauh sebelum istilah-istilah ini dikodifikasikan di Eropa. Fungsi *zill mustawi* (kotangen) inilah yang menjadi instrumen matematis utama al-Biruni dalam menerjemahkan perintah Al-Qur'an tentang waktu shalat ke dalam angka-angka yang dapat diukur dan diverifikasi.

2. Formula Penentuan Bayangan Zawal sebagai Awal Waktu Zuhur

Bertolak dari QS. Al-Furqan [25]:45–46 (*matahari dijadikan petunjuk atas bayangan*) dan pembuktian astronomisnya atas *duluk al-syams* dalam QS. Al-Isra' [17]:78, al-Biruni merumuskan cara menentukan panjang bayangan minimum gnomon (*fay' al-zawal*) yang menandai masuknya waktu Zuhur. Dalam Bab 16 (*On the Determination of the Noon Shadow for Any Assumed Day*, 90:9), al-Biruni menyatakan: “*...the ratio of gnomon to the shadow equals the ratio of the sine of EB to the sine of BT... the ratio of the gnomon to the shadow, equals the ratio of the gnomon to the equatorial shadow...*”³⁹. Dari hubungan geometris ini, formula bayangan zawal adalah:

$$S(\text{zawal}) = GN \times \cot(h_{\text{maks}})$$

$$h_{\text{maks}} = 90^\circ - |\varphi - \delta|$$

Di mana φ = lintang geografis tempat pengamatan dan δ = deklinasi matahari pada hari tersebut.

Al-Biruni memberikan catatan kritis tentang nilai S (zawal) ini dalam Bab 25: “*It is clear that this time (of the year) requires the diminishing of the shadow and it appears to the amount of the rope of a trap, this is an indication of noon. Had it had any magnitude it would have been mentioned with its equal and twice itself. In most localities it exceeds at noon the equal (of the gnomon length) on most of the days of the year.*”⁴⁰

Pernyataan ini mengandung koreksi astronomi penting: nilai S (zawal) tidak pernah nol kecuali di lokasi yang tepat berada di bawah titik subsolaris pada hari tertentu. Di sebagian besar wilayah dunia Islam, S (zawal) bernilai positif dan berubah setiap hari mengikuti perubahan deklinasi matahari (δ). Ini berarti waktu Asar tidak dapat ditetapkan dengan angka bayangan yang seragam tanpa terlebih dahulu menghitung S (zawal) untuk hari dan lokasi yang bersangkutan.

³⁸Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 11, hlm. 100, 59:6-8.

³⁹Abu Rayhan al-Biruni, *ibid.*, Bab 16, hlm. 177, 129:12–15.

⁴⁰Abu Rayhan al-Biruni, *ibid.*, Bab 25, hlm. 218, 168:7–10.

3. Formula Penentuan Waktu Asar

Al-Biruni mendokumentasikan perbedaan dua mazhab secara eksplisit dalam Bab 25: *"It is related of Abu Hanifa in some of the traditions that if the shadow becomes equal to the thing (casting it) after the noon shadow, then the time of noon (prayer) has run out, but the time of the afternoon prayer does not commence until the shadow becomes twice the thing (casting it), after the noon shadow. But this tradition is not of the well-known ones, and the time of afternoon (prayer) according to al-Shafi'i lasts until the shadow is twice (the object)."* (Kennedy, hlm. 219, 169:1–4)⁴¹. Dari teks ini, dua formula dapat dituliskan:

- a) Standar Mazhab Syafi'i dan Maliki. Awal Asar ketika bayangan bertambah satu kali tinggi gnomon dari bayangan zawal:

$$S(\text{Asar-Syafi'i}) = S(\text{zawal}) + GN$$

- b) Standar Mazhab Hanafi. Awal Asar ketika bayangan bertambah dua kali tinggi gnomon dari bayangan zawal:

$$S(\text{Asar-Hanafi}) = S(\text{zawal}) + 2 \times GN$$

4. Contoh Aplikasi Perhitungan

Contoh berikut disusun oleh penulis sebagai aplikasi langsung dari rumus-rumus al-Biruni yang telah dipaparkan di atas, dengan menggunakan parameter lokasi dan waktu yang representatif. Al-Biruni sendiri tidak menyertakan contoh angka untuk kasus ini secara khusus di Bab 25.

Parameter Perhitungan

Lokasi: Kota Mekkah ($\phi = 21,4^\circ$ LU) kota yang paling relevan secara teologis bagi al-Biruni

Tanggal: 21 Maret (ekuinoks vernal, $\delta \approx 0^\circ$)

Tinggi gnomon: 7 kaki (satuan standar al-Biruni, Kennedy hlm. 29:1)⁴²

- a. Langkah 1 (Hitung Ketinggian Matahari Maksimum)

$$h_{\text{maks}} = 90^\circ - |21,4^\circ - 0^\circ| = 90^\circ - 21,4^\circ = 68,6^\circ$$

- b. Langkah 2 (Hitung Bayangan Zawal (Penanda Awal Zuhur))

$$S(\text{zawal}) = 7 \times \cot(68,6^\circ) = 7 \times 0,393 \approx 2,75 \text{ kaki}$$

Hasil ini mendekati deskripsi Hadis Jibril yang dikutip al-Biruni (bayangan seperti tali perangkap) yakni bayangan yang sangat pendek dan tipis. Ini merupakan konfirmasi matematis atas tafsir al-Biruni bahwa *duluk al-syams* artinya zawal.

Langkah 3 (Hitung Panjang Bayangan Awal Asar)

Mazhab	Formula	Hasil
Syafi'i / Maliki	$S(\text{zawal}) + GN = 2,75 + 7$	$\approx 9,75$ kaki
Hanafi	$S(\text{zawal}) + 2 \times GN = 2,75 + 14$	$\approx 16,75$ kaki

Langkah 4 (Konversi ke Sudut Ketinggian Matahari saat Asar)

⁴¹Abu Rayhan al-Biruni, *Ifrad al-Maqal Fii Amr Az-Zilal*, terj. E.S. Kennedy (*The Exhaustive Treatise on Shadows*, (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976), Bab 25, hlm. 219, 169:1–4.

⁴²Abu Rayhan al-Biruni, *ibid.*, Bab 7, hlm. 68, 29:1.

$$h(\text{Asar-Syafi'i}) = \operatorname{arccot}(9,75 / 7) = \operatorname{arccot}(1,393) \approx 35,7^\circ$$

$$h(\text{Asar-Hanafi}) = \operatorname{arccot}(16,75 / 7) = \operatorname{arccot}(2,393) \approx 22,7^\circ$$

Perbedaan ketinggian matahari antara kedua mazhab pada contoh ini adalah sekitar 13° , yang dalam praktik menghasilkan selisih waktu sekitar 50–60 menit. Hasil perhitungan ini membuktikan secara kuantitatif poin kritis yang al-Biruni tegaskan. Perbedaan Mazhab Syafi'i dan Hanafi dalam penentuan Asar bukan sekadar perbedaan fikih, melainkan memiliki implikasi astronomis nyata yang dapat diukur dan bervariasi menurut lintang geografis dan musim. Di lintang yang lebih tinggi seperti Baghdad ($\varphi = 33^\circ$) atau Samarkand ($\varphi = 40^\circ$), nilai S (zawal) jauh lebih besar sehingga selisih antara kedua mazhab pun semakin membesar. Inilah inti dari proyek intelektual al-Biruni dalam *Ifrad al-Maqal*. Menjadikan matematika sebagai pelayan yang setia bagi keabsahan ibadah.

Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa kitab *Ifrad al-Maqal fi Amr az-Zilal* karya Abu Rayhan al-Biruni merupakan karya tafsir ilmi dalam pengertian yang paling utuh. Al-Biruni tidak sekadar mengutip ayat-ayat Al-Qur'an sebagai legitimasi teologis, melainkan menjadikannya sebagai premis epistemologis yang ia verifikasi secara matematis melalui sistem trigonometri bayangan. Dari keseluruhan kutipan ayat dalam kitab ini, terdapat empat kelompok ayat yang secara eksplisit mengintegrasikan fenomena bayangan dengan penentuan waktu shalat: QS. Al-Furqan [25]:45–46 sebagai fondasi epistemologis trigonometri bayangan; QS. An-Nahl [16]:48 dan QS. Ar-Ra'd [13]:15 sebagai dasar geometris larangan shalat di waktu ekstrem bayangan; QS. Al-Isra' [17]:78 sebagai titik perdebatan tafsir atas *duluk al-syams* yang diselesaikan melalui data empiris bayangan; serta QS. Hud [11]:114 yang menghubungkan *tharafayi al-nahar* dengan dua rezim bayangan *zill* dan *fay'*. Melalui fungsi *zill mustawi* (kotangen) dan *zill ma'kus* (tangen), al-Biruni merumuskan bahwa waktu Zuhur ditandai oleh bayangan minimum (*fay' al-zawal*) dengan formula $S(\text{zawal}) = GN \times \cot(h_{\text{maks}})$, sementara waktu Asar ditandai oleh penambahan bayangan sebesar satu kali tinggi gnomon menurut Mazhab Syafi'i atau dua kali menurut Mazhab Hanafi. Perbedaan kedua mazhab tersebut terbukti bukan sekadar perbedaan fikih, melainkan memiliki implikasi astronomis nyata yang menghasilkan selisih waktu sekitar 50–60 menit dan bervariasi menurut lintang geografis. Metodologi al-Biruni yang memposisikan Al-Qur'an sebagai *source of knowledge* dan matematika-astronomi sebagai *tool of analysis* merupakan model integrasi sains dan agama yang melampaui zamannya dan tetap relevan untuk menjawab dikotomi keilmuan kontemporer. Penelitian ini menegaskan bahwa *Ifrad al-Maqal* layak dikaji dalam ranah Ilmu Al-Qur'an dan Tafsir sebagai contoh terbaik penerapan metode tafsir maudhu'i dengan pendekatan tafsir ilmi dalam tradisi intelektual Islam klasik.

Daftar Pustaka

Alamsyah, dkk. *Integrasi Ayat Kauniyah dan Kauliyah dalam Keilmuan Islam: Pendekatan Holistik dan Komprehensif*. *Jurnal Keilmuan dan Keislaman* 3, no. 4 (2024).

- Al-Biruni, Abu Rayhan Muhammad ibn Ahmad. *The Exhaustive Treatise on Shadows (Ifrad al-Maqal fi Amr al-Zilal)*. Translated by E. S. Kennedy. Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, 1976.
- Al-Bukhari, Muhammad ibn Isma'il. *Shahih al-Bukhari*. Beirut: Dar Ibn Kathir, 1987.
- Al-Naggar, Zaghloul Raghib. *Tafsir al-Ayat al-Kawniyyah fi al-Qur'an al-Karim*. Vols. 2–3. Cairo: Maktabah al-Shuruq al-Dawliyyah, 2007.
- Al-Suyuthi, Jalaluddin Abd al-Rahman. *Al-Durr al-Manthur fi al-Tafsir bi al-Ma'thur*. Vol. 5. Beirut: Dar al-Fikr, 1993.
- . *Lubab al-Nuqul fi Asbab al-Nuzul*. Beirut: Mu'assasat al-Kutub al-Thaqafiyyah, 1422 AH.
- Al-Tabari, Abu Ja'far Muhammad ibn Jarir. *Jami' al-Bayan 'an Ta'wil Ay al-Qur'an*. Vols. 16–17. Cairo: Dar al-Ma'arif, 1969.
- Al-Wahidi, Ali ibn Ahmad. *Asbab al-Nuzul*. Damascus: Dar al-Qiblah, 1412 AH.
- Al-Zuhayli, Wahbah. *Al-Fiqh al-Islami wa Adillatuhu*. Vol. 1. Damascus: Dar al-Fikr, 1989.
- . *Al-Tafsir al-Munir fi al-'Aqidah wa al-Shari'ah wa al-Manhaj*. Vols. 7 and 14. Damascus: Dar al-Fikr, 1991.
- Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007.
- Fadhilah, Lutfi Nur. "Akurasi Awal Waktu Zuhur Perspektif Hisab dan Rukyat." 6, no. 1 (2022).
- Harahap, Syahrin. *Wahdatul Ulum*. Medan: Perdana Publishing, 2018.
- Ibn 'Ashur, Muhammad al-Tahir. *Al-Tahrir wa al-Tanwir*. Vols. 14, 15, and 19. Tunis: Dar al-Tunisiyyah li al-Nashr, 1984.
- Ibn Kathir, Isma'il ibn Umar. *Tafsir al-Qur'an al-'Azim*. Vol. 4. Beirut: Dar al-Kutub al-'Ilmiyyah, 1419 AH.
- King, David A. *Astronomy in the Service of Islam*. Aldershot: Variorum, 1993.
- Muslim, Abu al-Husain Muslim ibn al-Hajjaj. *Shahih Muslim*. Beirut: Dar Ihya' al-Turath al-'Arabi, n.d.
- Rakhmadi, Arwin Juli. *Astronomi Islam*. Medan: UMSU Press, 2024.
- Saliba, George. *Islamic Science and the Making of the European Renaissance*. Cambridge, MA: MIT Press, 2007.
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati, 2002.
- Sidiq, Umar, and Muhammad Subhan. *Ulumul Qur'an*. Jawa Timur: NAJAH, 2022.