

Pemikiran Hisab Rukyah Abu Raihan Al-Biruni

Abdul Kohar

Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Email: abdulkohar3108@gmail.com

Abstract: *Abu Raihan al-Biruni is a Muslim scientist who was popular during the Abbasid dynasty. His famous monumental work is Al-Qanun Al-Masudi. This article discusses the calculation of the various positions of celestial bodies and also discusses various phenomena of celestial bodies related to the time of worship of Muslims. One of al-Biruni's biggest contributions in the field of reckoning is completing the calculation of the Qibla Direction accurately based on the rules of the spherical triangle. This discovery which caused al-Biruni to be called the inventor of spherical trigonometry. In the field of rukah reckoning al-Biruni also explained the characteristics of eclipses and the criteria for the beginning of the Moon, including the height of the sun when entering time and dawn. Al-Biruni's other contribution was to succeed in calculating the movements of the Sun and the Moon such as the length of the tropical year, the movement of the sun in Apoge, daily Anomalies and the average of the Moon, the distance of the Earth-Moon and others. Data obtained by al-Biruni is not much different from modern data at this time.*

Keywords: *Reckoning, Rukyah, Moon, Sun, Qibla*

Abu Raihan al-Biruni's Thoughts about Hisab Rukyah

Abstrak: Abu Raihan al-Biruni merupakan saintis muslim yang populer pada masa dinasti Abbasyiah. Karya monumentalnya yang terkenal adalah *Al-Qanun Al-Masudi*. Artikel ini membahas tentang perhitungan berbagai posisi benda langit dan juga membahas berbagai fenomena benda langit yang terkait dengan waktu ibadah umat Islam. Salah satu kontribusi terbesar al-Biruni dalam bidang hisab rukyah yakni menyelesaikan perhitungan Arah kiblat secara akurat berdasarkan pada aturan segitiga bola. Penemuan ini yang menyebabkan al-Biruni disebut sebagai penemu trigonometri bola. Dalam bidang hisab rukyah juga al-Biruni menjelaskan karakteristik dari gerhana dan kriteria untuk awal Bulan, termasuk juga ketinggian matahari

ketika masuk waktu isya dan subuh. Kontribusi lain al-Biruni adalah berhasil menghitung pergerakan Matahari dan Bulan seperti panjang tahun tropical, pergerakan matahari di Apoge, Anomali harian dan rata-rata Bulan, jarak Bulan-Bumi dan lainnya. Data yang diperoleh al-Biruni tidak jauh berbeda dengan data modern pada saat ini.

Kata Kunci: Hisab, Rukyah, Bulan, Matahari, Kiblat

A. Pendahuluan

Al-Biruni merupakan ilmuwan muslim genius yang memiliki banyak karya berpengaruh pada zamannya dan hingga sekarang. Pemikiran al-Biruni dalam kajian ilmu falak atau astronomi memberikan sumbangsih keilmuan yang luar biasa. Dalam buku monumentalnya *Al-Qanun Al-Mas'udi* yang berisi tentang teori-teori perbintangan. Hingga sampai abad ke 19, buku ini menjadi rujukan utama dalam memahami perhitungan segitiga bola, dan pergerakan benda-benda langit. Karya-karyanya yang fenomenal dan sikap kritisnya mengantarkan dia menjadi simbolis abad ke-11, yang dikenal dengan abad Biruni.

Salah satu fokus kajian ilmu falak adalah terkait dengan penentuan arah kiblat. Al-Biruni merupakan orang yang pertama menghitung arah kiblat secara akurat dengan teori trigonometri bola. Dan masih banyak lagi pemikiran tokoh ternama ini yang menjadi fokus kajian ilmu falak terkait dengan waktu ibadah. Oleh karena itu, Penulis tertarik mengkaji dan mengeksplorasi pemikiran hisab rukyah Abu Raihan al-Biruni.

Abu Raihan Muhammad bin Ahmad Biruni lahir pada tanggal 4 September 973, di pinggir Kota Kyat, ibukota pemerintahan feodal Khorezmi dan meninggal pada tanggal 13 Desember 1048 M. Dalam *Kronologi, konon al-Mas'ud*, dan lainnya, pada masa kanak-kanak dan remaja Biruni tinggal di kota Kyat, ibukota dinasti Khorezmishyah. Tempat tinggal dan situasi pada masa itu telah berperan penting pada pembentukan pandangan sosial-politik dan pandangan dunia ilmiah Biruni.¹

Pemikiran ilmiah dan budaya Khorezmi yang tinggi semasa itu membina pengembangan Biruni. Setelah mempelajari matematika, filsafat, geografi, ia sangat tertarik untuk mulai bekerja dalam bidang Astronomi. Sebenarnya pada masa itu, astronomi Timur abad pertengahan telah

¹Kh. U. Sadykov, *Abu Raihan Al-Biruni* (Jakarta: Suara Bebas, 2007), 12.

memulai dan mengumpulkan berbagai bahan eksperimen dan teori. Hampir semua pemerintahan feodal Timur mulai menunjukkan ketertarikannya pada ilmu Astronomi. Di Kyat, Urgench, Samarkand, Bukhara, dan kota lainnya di Asia tengah banyak didirikan sekolah bagi para Astronom dan dibangun observatorium.²

Al-biruni mengagumi bebarapa ilmuan al-Khorezmi dan astronom yang paling dia sukai adalah al-Battani. Selain ilmuan al-Khorezmi, al-Biruni juga menyukai beberapa ilmuan diluar al-Khorezmi yaitu Al-Fergani, Khodjandi, Abul Wefa, dan Ibnu Yunus. Biruni menguasai secara sempurna bahasa Arab, cukup baik mengerti bahasa Yunani, India dan Siria.³

Abu Nasir Mansur ibnu-Ali Ibnu-Irak adalah guru pertama Biruni dalam Astronomi. Dialah yang memperkenalkan kepada muridnya yang masih dalam usia muda itu unsur-unsur geometri Euclides dan astronomi Ptolomeus. Tentang gurunya ini, Biruni menulis dengan kehangatan dan penghargaan dalam *Kronologi Bangsa Purba*. Ia memberikan penilaian tinggi pada metode perhitungan garis bujur *apogee* Matahari dan karya lainnya dalam bidang astronomi.⁴

Guru dari Abu Mansur Ibnu-Ali Ibnu-Irak adalah Abu al-Wafa, Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yahya ibn Ismail ibn al-‘Abbas al-Buzjani or Abu al-Wafa Buzhjani. Abu al-Wafa lahir pada 940 A.D. Dia dibesarkan dalam keluarga ilmuan. Saudara laki-lakinya adalah matematikawan terkenal yang bernama Amr al-Mughazali dan Abu Abdullah ibn Anbas. Gurunya dalam bidang Geometri adalah Abu Yahya al-Mawridi dan Abu Ala ibn Karnabi. Mereka mengenalkan karya Al-Battani dalam bidang astronomi kepada Abu al-wafa. Sebelum dia berumur 20 tahun, Abu al-Wafa berpindah ke Baghdad dan berdiam disana. Dia meninggal pada umur 58 tahun.⁵

Pengaruh Biruni pada pemikir besar di Timur sangatlah meluas. Sejumlah Ilmuan Timur mempelajari dan mengembangkan gagasan-gagasannya. Dengan yakin dapat dikatakan bahwa yang melanjutkan

²Kh. U. Sadykov, *Abu Raihan*, 13.

³Bobojan Gafurov, *A Universaal Genius Who Lived in Central Asia A Thousand Years Ago* (The Unesco Couries, New York: H.W. Wilson Co, Juni 1974)

⁴Abu Raihan Biruni, *The Chronology of Ancient Nations* (London: t.tp., 1879), 107.

⁵<http://eng.islamreview.ru/science-and-tech/arabic-astronomy/>, diakses tanggal 26 September 2017.

langsung gagasan dan jalan pikiran ilmiah Biruni adalah astronom-ilmuan Tadjikistan, sastrawan dan filosof Omar Khayam (1040-1123), astronom Azerbaidjan Nasireddin at-Tusi (1201-1272), astronom besar Uzbekistan abada ke-15 Ulughbek (1394-1449) dan lain-lain.⁶

Pada waktu Omar Khayam, sejak tahun 1074 M, melakukan pengamatan astronomi di Observatorium Merv, ia menggunakan data Biruni tanpa komentar, tanpa ragu karena percaya pada otoritas Biruni. Tidak terkecuali kemungkinan bahwa reformasi kalender yang diusulkan oleh Khayam pada tahun 1079 didasari oleh analisis yang dituturkan oleh Biruni dalam bukunya *kronologi bangsa purba* dan *Kanon Mas'ud*. Berangkat dari sini, bukan menjadi kebetulan jika pada abad ke-11 disebut “abad Biruni” dan paroh kedua disebut “abad Omay Khayam”.⁷

Ulughbek, astronom besar Uzbekistan, telah mengikuti jejak dan melanjutkan metode ilmiah Biruni dan menggunakan karya-karya Biruni secara luas. Bukti menarik tentang ini ditemukan dari sumber sejarah, Ulughbek adalah orang pertama yang telah mempelajari buku *Kanon Mas'ud* dari berbagai segi dan menulis komentar mengenai buku itu. Ulughbek mengungkapkan kekagumannya pada tabel-tabel Biruni.

Lebih dari itu, Ulughbek menggunakan berbagai macam data dari *Kanon Mas'ud* pada penyusunan tabel-tabelnya. Maka Schoy yang telah mempelajari bagian trigonometri *Kanon Mas'ud* memerlukan penjelasan yang ternyata diperoleh dari beberapa tabel Ulugh Beg. Schoy tahun 1917 menulis “mengenai kelebihan tabel sinus dan tangens yang dibuat oleh Biruni, di dalamnya diambil bahwa radius sama dengan 1 dan diberikan selisih harga dari dua baris, kemudian saya memanfaatkan ini untuk menyusun tabel yang saya namakan tabel sinus Al-Guragani Ulughbeg”.⁸

Dalam konteks keilmuan falak di Indonesia, pemikiran Uleghbeg juga diadopsi oleh ulama falak Indonesia. Hal ini dapat dilihat dalam pembukaan kitab monumental *Sullamun Nayyirain* karangan Muhammad Mansur. Dikatakan bahwa penentuan *ijtima'* dalam kitab *Sullam* berdasarkan zij Ulughbek al-Samarkand yang diringkas oleh Abdul Hamid bin Muhammad Damiri al-Batawi.⁹

⁶Kh. U. Sadykov, *Abu Raihan*, h. 28.

⁷Kh. U. Sadykov, *Abu Raihan*, h. 29.

⁸Kh. U. Sadykov, *Abu Raihan*, h. 30.

⁹Muhammad Mansur, *Sullamun Nayyirain* (t.tp: t.p., 1925), 1.

Daftar karya Biruni (tulisan tangan) yang sedikit lebih rinci dengan ulasan singkat diberikan oleh Suter dan oleh Suter dan oleh Wiedemann. Berikut ini dikutipkan karya astronomi Biruni, yaitu:

1. Al-Qanun al-Mas'udi
2. *The Chronologi of Ancient Nation*
3. *The Book of Instruction on the Elements of the Art of Astrology* (judul aslinya *Tafhim li awal Al-Sina'atu Al-Tanjim*)
4. Percobaan yang menyangkut gagasan semesta (holistic) Hindu Mengenai persoalan perhitungan Astronomi.
5. Penyelidikan astronomi Fergani
6. Penyederhanaan penyelesaian fungsi trigonometri.¹⁰

Al-Biruni banyak menghasilkan karya tulis, tetapi hanya sekitar 200 buku yang dapat diketahui. Di antaranya adalah *Tarikh al-Hindi* (sejarah India) sebagai karya pertama dan terbaik yang pernah ditulis sarjana muslim tentang India. Disamping itu, ia juga menulis tentang pengetahuan umum lainnya seperti buku *al-Jamahir fi Ma'rifati al-Juwahir* (ilmu pertambangan), *as-Syadala fi al-Thib* (farmasi dalam ilmu kedokteran), *al-Maqalid Ilm al-Hai'ah* (tentang perbintangan) serta kitab *al-Kusuf wa al-Hunud* (kitab tentang pandangan India mengenai peristiwa gerhana Bulan).

Buku diatas hanya sebagian kecil dari buku-buku karya al-Biruni yang beredar. Selain itu masih banyak buku lainnya yang dapat dijadikan rujukan, namun sayangnya karya-karya besar al-Biruni tidak begitu berpengaruh di wilayah barat, karena buku-bukunya baru diterjemahkan ke bahasa-bahasa barat pada abad ke-20.

B. Pemikiran Hisab Rukyah Abu Raihan al-Biruni

1. Matahari dalam Pandangan al-Biruni
 - a. Gerakan Tahunan

Al-Biruni mempercayai teori Geosentris dan dianggap Matahari bergerak mengelilingi Bumi. Dia sadar akan sudut pandang heliosentris. Dia berpikir bahwa gerakan Matahari yang lambat dan cepat itu mengandaikan orbit. Kecepatan medial adalah hasil dari panjang tahunan yang merupakan

¹⁰Kh. U. Sadykov, *Abu Raihan*, 24.

periode yang dipengaruhi antara masuknya Matahari ke titik orbit yang tetap dan kembalinya ke sana.¹¹

b. Panjang Tahun Tropical

Ketika belajar tentang panjang tahun tropical, al-Biruni melihat variasi dan perbedaan di pengetahuan kuno. Dia melihat setidaknya ada empat variasi yakni 365.2426, 365.2421, 365,2398 dan 365.248 hari. Setelah menghitung dan observasi dia menghasilkan angka 365.2422 hari. Hipparchus dan Ptolemy menggunakan panjang tahun tropical 365 hari, 5 jam, dan 56 menit. Al-Biruni berhasil menghitung panjang tahun tropical 365 hari, 5 jam dan 46 menit. Kalender Jalali juga menggunakan 365 hari, 5 jam, dan 49 menit. Hasil ini cukup baik dibandingkan dengan perhitungan modern yaitu 365 hari, 5 jam, 48, menit, 47(1/2) detik.¹²

c. Penentuan Gerak Matahari di *Apogee*¹³

Penulis Yunani terutama Ptolemy dan Hipparchus mempercayai bahwa jarak tahunan antara Matahari dan Bumi menjadi lebih rapat dan oleh karena itu, posisi mereka lebih dekat. Penelitian yang dilakukan oleh para ilmuwan muslim menunjukkan bahwa ia bergerak maju ke timur. temuan para astronom muslim seperti Khalid al-Marwaazi, Ali b. Isa al-Harrani, Sind bin Ali Musa, Abu al-Wafa, al-Battani, al-Khujandi telah diverifikasi oleh al-Biruni berkali-kali di Khwarizm dan Jurjani.

Pada awalnya al-Biruni sepakat dengan al-Battani bahwa apogee bergerak satu derajat dalam 77 tahun. Tapi setelah pengamatannya sendiri dan mengembangkan perhitungannya, Dia berhasil menghitung pergerakan *Apogee* dalam satu derajat lebih dari 70(1/3) tahun. Perhitungan al-Biruni lebih dekat dengan angka modern yaitu 52.2 detik setiap tahun, dan satu derajat dalam 72 tahun.¹⁴

¹¹Hakim Said dan A. Zahid, *Al-Biruni His Times, Life, and Works* (Pakistan: Hamdard Academy, 1981), 123.

¹²Hakim Said dan A. Zahid, *Al-Biruni*, 124. Bandingkan dengan Abu Raihan al-Biruni, *Al-Qanun al-Mas'udi*, Juz II, 1955, 637. Lihat juga Muhyiddin Khazin, *Kamus*, h. 71. Dengan nilai panjang tahun tropical, yaitu 365 hari 5 jam 48 menit 46.08 detik.

¹³Titik terjauh pada peredaran (orbit) benda langit dari benda langit yang diedarinya. Dalam bahasa latin disebut *Apphelium* atau dalam bahasa Inggris disebut *Apogee* atau *Aphelion*. Lihat Susiknan Azhari, *Ensiklopedia*, 37.

¹⁴Lihat Abu Raihan al-Biruni, *al-Qanun al-Mas'udi*, Juz II, 1955, 655-664.

d. Obliquity of the Ecliptic

Al-Biruni menggambarkan *Obliquity* sebagai sudut yang dibentuk oleh titik potong lingkaran equator dan ekliptik. Dia menemukan perbedaan dalam pengukuran kuno dari ma'munid dan astronom muslim lainnya. Astronom Yunani terdahulu, Indian, dan cina menemukan besarnya sudut *Obliquity* yaitu 24° . Kemudian pada Eratosthenes, Hipparchus, dan Ptolemy memperkirakan sebesar $23^\circ 51' 20''$. Astronom Ma'munid menemukanya nilai menitnya sekitar 35 sampai 32. Al-Biruni sendiri melakukan pengukuran di Khwarizm dan Ghaznah dan menemukan angka sebesar $23^\circ 35'$ secara benar. Dia tidak bisa menemukan alasan sesungguhnya dibalik perbedaan angka tersebut. Kemudian al-Zarqali dan Tusi menjelaskannya terjadi karena adanya penurunan sudut ekliptika.

e. Fajar dan Terbenam

Al-Biruni juga berbicara tentang waktu dari fajar dan senja. Ibn al-Haytam menyatakan bahwa senja terjadi ketika Matahari berada 10° dibawah horizon. Al-Biruni menemukan bahwa senja (pagi dan sore) terjadi ketika Matahari berada dibawah horizon. Ketinggian Matahari yang digunakan oleh al-biruni pada waktu morning Twilight yaitu -18° dan evening Twilight sebesar -18° .¹⁵ Peneliti modern telah memverifikasi temuan al-Biruni, dia menulis *al-Lam'at* dari subjek ini. Buku lain, *Tasawwur anar al-fajar wa al-Shafaq fi jahati al-Gharb wa al-Sharq* (tentang senja dan pagi) masih belum lengkap di tahun 1034-1035 A.D.

2. Bulan dalam Pandangan al-Biruni

a. Pergerakan Bulan

Bulan tidak bergerak mengelilingi Bumi membentuk lingkaran secara sempurna. Al-Biruni mendiskusikan pergerakan Bulan secara sinodic yang kembali lagi ke posisinya semula yang berhubungan dengan Matahari. mengandalkan pengamatan kuno, dia menemukan secara konsisten umur Bulan sinodic yaitu $29^{1/2}$ hari dan $29^\circ 31' 50'' 8^{III}9^{IV}20^V13^{VI}$ lebih akurat $7^{IV}10^V9^{VI}$.¹⁶

¹⁵Husain Ali M Al-Trabulsy, "Investigation of some astronomical phenomena in medieval Arabic chronicles," *Thesis* (Dhurham University, 1993)

¹⁶Hakim Said dan A. Zahid, *Al-Biruni*, 126. Lihat juga Abu Raihan, *al-Qanun*, 776.

b. Pergerakan Anomali Harian dan Rata-rata

Pergerakan Anomalistik berarti titik terdekat dari Matahari (Perihelion) dan kembali ke titik tersebut. Pergerakan ini menghabiskan waktu lebih besar dari pada pergerakan Bulan dari satu bintang ke bintang lainnya.

Al-Battany berhasil menemukan pergerakan rata-rata harian sebesar $13^{\circ} 10' 35''$ dan Anomalistik sebesar $13^{\circ} 3' 54''$. Al-Biruni mengalami kesulitan dalam memperbaiki titik-titik pergerakan Bulan dan telah melakukan pengamatan tiga kali berturut-turut pada 1003 A.D. dan 1004 A.D. Dengan sangat hati-hati. Dia menemukan pergerakan rata-rata harian Bulan sebesar $13^{\circ} 10' 34''$, $2^{III}7^{IV}17^{V}8^{VI}25^{VII}27^{VIII}25^{IX}42^{X}$. Dan Anomalistiknya sebesar $13^{\circ} 3' 13''$, $54^{III}8^{IV}5^{V}31^{VI}32^{VII}9^{VIII}44^{IX}42^{X}$. Nilai pergerakan rata-rata al-Biruni lebih dekat dengan temuan Modern yaitu $13^{\circ} 10' 34''$, $52^{III}9^{IV}$.¹⁷

c. Obliquity of the Moon's Ecliptic

Astronom India telah menentukan obliquity dari ekliptik Bulan sebesar $4 \frac{1}{2}^{\circ}$ ketika Ptolemy telah menyatakan sebesar 5° . Astronom Ma'munid melaporkan besaran Obliquity dari ekliptik Bulan sebesar $4 \frac{2}{3}^{\circ}$. Dalam kasus ini al-Biruni mengakui ketidakmampuannya untuk memastikan dan memeriksa kebenaran. Meski demikian ia menerima nilai obliquity ekliptik Bulan dari Ptolemy yang lebih akurat.¹⁸

d. Diameter dari Bulan dan Jarak dari Bumi

Al-Biruni menghitung jarak terjauh dan jarak terdekat Bulan dari Bumi. Jarak terjauh Bulan sebesar $63^{\circ} 32' 40''$ dan $31^{\circ} 55' 55''$ dari diameter Bumi. Al-Biruni tidak yakin diameter Bulan dan menolak pendapat al-battani yang mengatakan sebesar $33^{\circ} 33' 20''$ dari diameter Bumi. Ketika Bulan Nampak lebih besar maka Bulan berada dekat dengan Bumi dan terlihat lebih kecil ketika lebih jauh dari Bumi.

Berdasarkan kenampakan Bulan yang bervariasi ini dia mengetahui bahwa diameter dari Bulan seharusnya berupa nilai yang konstant. Oleh karena itu, dalam kasus yang berbeda, dimana ia tidak bisa memverifikasi

¹⁷Hakim Said dan A. Zahid, *Al-Biruni*, h. 127. Lihat juga Abu Raihan, *al-Qanun*, 730-746.

¹⁸Hakim Said dan A. Zahid, *Al-Biruni*, h. 127. Lihat juga Abu Raihan, *al-Qanun*, 776.

angka ini, dia menerima pendapat astronom yang lebih dulu. Dalam kasus ini dia mengikuti pendapat Ptolemy lagi dan menerima nilai diameter Bulan sebesar $33^{\circ} 31' 20''$ dari diameter Bumi. Disini lagi intuisi ilmiahnya mengarahkan dia memilih angka yang lebih tepat karena nilai Ptolemy lebih dekat dengan nilai modern yaitu $33^{\circ} 31' 17''$.¹⁹

e. Pasang Surut

Al-Biruni menjelaskan bahwa peningkatan dan penurunan dari ketinggian pasang dan surut terjadi dalam siklus yang berdasarkan pada perubahan fase-fase Bulan. Dia menggambarkan secara jelas pasang yang terjadi di Somnath dan jejak-jejak etimologi terakhir dari Bulan.

f. Kenampakan Bulan baru

Tabel visibilitas yang paling awal diketahui oleh Al-Biruni, didasarkan pada pengamatan India bahwa Bulan akan terlihat jika Sudut jam lokal Bulan saat Matahari terbenam sama dengan atau kurang dari 78 derajat. Dalam kondisi optimal, bulan sabit telah terlihat sekitar 15,4 jam setelah New Moon astronomi (yaitu, konjungsi).²⁰

Kenampakan Bulan baru menjadi penting untuk diketahui karena berkaitan dengan waktu pelaksanaan ibadah. Al-Biruni juga mempelajari masalah ini. Orang Yunani telah mengabaikannya. Astronom Muslim seperti al-Fazari, Ya'qub al-Tariq, al-Khawarizmi, Habash al-Hasib dan yang lainnya telah terlebih dahulu menelitinya. Al-Biruni menemukan kenampakan dari Bulan baru yang tidak menentu. Dalam kasus ini dia mendukung dari temuan Habash dan mengikuti mereka.

3. Gerhana dalam Pandangan al-Biruni

Dalam hal gerhana, al-Biruni menganalisis secara kritis konsep orang India. Dia menerima beberapa pandangan tertentu dari Varahamihira, Srishena, Aryabhata dan Vishnucandra, sementara menolak tradisi dari Brahmagupta. Dasar teori ilmiah tentang gerhana sudah didapat oleh al-

¹⁹Hakim Said dan Dr. I. A. Zahid, *Al-Biruni*, 127. Lihat juga Abu Raihan, *al-Qanun*, 776.

²⁰Biljana Samardžija dan Stevo Šegan, *Christian and Muslim Calendars In Our Region: History, Calculation And Conversion*, Department of Astronomy Faculty of Mathematics, University of Belgrade.

Biruni dari astronom awal India, menyatakan bahwa “Bulan ditutupi oleh bayangan Bumi, dan Matahari ditutupi oleh Bulan”.²¹

Pada sifat keadaan kedua gerhana, al-Biruni mendukung teori dari Varahamihira:

- Gerhana Bulan terjadi ketika Bulan ditutupi oleh bayangan Bumi, dan gerhana Matahari terjadi ketika Bulan menutupi dan menyembunyikan Matahari dari kita. Oleh karena itu, Gerhana Bulan tidak akan pernah berputar dari barat maupun gerhana Matahari dari timur.
- Sebuah bayangan panjang membentang jauh dari Bumi, seperti halnya bayangan pohon.
- Ketika Bulan memiliki lintang kecil, berada di tanda ketujuh dari jaraknya ke Matahari dan jika tidak berada terlalu jauh dari utara atau selatan. Dalam kasus ini, Bulan memasuki bayangan Bumi dan terhalang oleh bayangan Bumi. Kontak yang pertama terjadi dibagian sebelah timur.
- Ketika Matahari tertutupi oleh Bulan dari barat, Bulan menutupi Matahari. Seolah-olah sebagian awan menutupi dia. Jumlah penutup berbeda di wilayah yang berbeda.
- Karena yang menutupi Bulan lebih besar, cahayanya berkurang saat separuh darinya tertutupi. dan karena yang menutupi Matahari tidak besar. Sinarnya masih kuat meskipun tertutupi.

Al-Biruni mengapresiasi teori india yang disebut olehnya *Khayalu'l-Kusufain* (gambaran tentang gerhana), yang berarti bahwa gerhana mempengaruhi wajah Bulan dan Matahari dan tidak secara langsung mempengaruhi tubuh mereka. Pada gerhana Bulan, dia berpendapat bahwa Bulan tidaklah bercahaya, dan sinarnya berasal dari Matahari yang jatuh di atasnya seperti sinar Matahari di atas Bumi, gunung, dinding, atau sejenisnya, dan bagian yang lain dari Bulan tidak bersinar.²²

Al-Biruni selanjutnya berpendapat bahwa dalam kasus gerhana sebagian atau total, gerhana Bulan akan memiliki tiga fase :²³

- a. *Ba'dal al-Kusuf* (Permulaan) yaitu kontak pertama yang mengakibatkan gangguan terhadap cahaya Bulan.

²¹S. Jabir Raza, “Al-Biruni on Eclipses,” *Journal Proceedings of the India History Congress*, Vol. 56, 1995, 293-300.

²²S. Jabir Raza, *al-Biruni on Eclipses*, 294.

²³S. Jabir Raza, *al-Biruni on Eclipses*, 295.

- b. *Wast al-Kusuf* (Pertengahan) yaitu Bulan ditutupi oleh Kegelapan dan ini sebenarnya adalah fase dari gerhana.
- c. *Tamam al-injila'* (menghilang) yaitu fase ketika dalam keadaan semula.
 - 1) *Aghaz* (Permulaan) : kontak pertama.
 - 2) *Ibtida-I Makht* : dibawah kegelapan yang sesuai.
 - 3) *Wast-I Kusuf*: petengahan dari Makht (Menghilang)
 - 4) *Akhir-makht* : Ujung dan permulaan dari keadaan semula.
 - 5) *Tamam-I Injila'* : Keadaan semula

Al-Biruni menghitung perbandingan antara ukuran bayangan Bumi yang menutupi permukaan Bulan selama gerhana Bulan yang sebesar $2 \frac{3}{5}$ ke 1. Hasil ini sesuai dengan Ptolemy demikian juga al-Battani. Dalam kasus gerhana total, bulan tidak nampak hitam tetapi menunjukkan warna yang berbeda. Al-Biruni mempelajari warna-warna ini dan juga memeriksa pandangan sebelumnya khususnya orang india. Dalam *Qanun al-Masudi*, al-Biruni menyebutkan empat macam warna dari gerhana Bulan yaitu hijau, kuning, merah, dan hitam.²⁴

Kasus fenomena gerhana Matahari, al-Biruni menjelaskan pada akhir Bulan, Bulan menjadi tipis dan terletak di barat Matahari. Ketika Bulan muncul lagi di Bulan yang lain, Bulan menghadap Matahari dari Timur dan dalam perjalanan melewati Matahari. jika dalam perjalanan Bulan melewati Matahari, Bulan berada di antara Matahari dan garis penglihatan kita, Matahari tampak tertutup total atau sebagian. Dengan demikian, sampul yang gelap dari gerhana Matahari adalah cakram Bulan karena bayangan Bulan jatuh ke Bumi.²⁵

Pandangan al-Biruni, jarak Matahari ke Bulan lebih besar dari jarak Bulan ke Bumi. Dia berpendapat bahwa Bulan terlihat lebih besar ketika dekat dengan Bumi dan terlihat lebih kecil ketika jauh dari Bumi. Ini menunjukkan bahwa waktu ketika Bulan dekat dengan Bumi, cakram Bulan lebih besar menutupi cakram Matahari secara penuh dan sepenuhnya menutupi Matahari. kemudian pendapat tersebut diperkuat dengan melihat gerhana Matahari total, jarak Bumi dan Bulan lebih dekat.²⁶

Dalam *tahdid al-nihaya*, biruni mengatakan kontras gerhana Bulan, gerhana Matahari tidak memiliki hubungan langsung dengan Matahari yang

²⁴S. Jabir Raza, *al-Biruni on Eclipses*, 296.

²⁵S. Jabir Raza, *al-Biruni on Eclipses*, 297-298.

²⁶S. Jabir Raza, *al-Biruni on Eclipses*, 299.

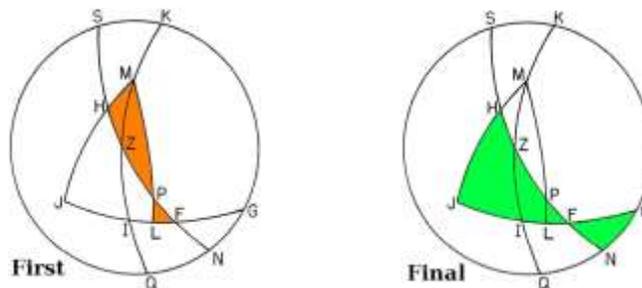
mempengaruhinya. Tetapi hanya mempengaruhi penglihatan para pengamat yang memandangi Matahari. Gerhana Matahari memiliki tiga fase, yaitu:

- Beginning of the captivity (Permulaan)
- Mid of the captivity (pertengahan)
- Emergence (kemunculan)²⁷

Gerhana Matahari mulai dari barat dan hilangnya terjadi di timur sebaliknya dengan gerhana Bulan.

4. Arah Kiblat dalam pandangan al-Biruni²⁸

Metode perhitungan kiblat al-Biruni bisa ditemukan pada buku ke 5, bagian ke 5 dari *al-Qanun al-Mas'udi*. Dalam penjelasan al-Biruni menggunakan diagram dari bola langit di pandang dari luar, dengan zenith pengamat berada di tengah dan horizonnya dipinggiran. Dalam gambar 3, Z dan M adalah zenith dari pengamat dan mekkah secara berurutan, ZPN dan MPL adalah meridian mereka secara berurutan, dengan P adalah kutub langit. MZQ adalah lingkaran besar melalui zenith, dengan kutub di G; dan JLG dan JHM adalah horizon dari M dan F, secara berurutan. Itu mengasumsikan bahwa kita sudah mengetahui lintang pengamat dan mekkah, serta pebedaan bujur mereka; ini di ukur oleh $PN = \phi_z$, $PL = \phi_m$, dan $MPZ = \Delta L$. Qiblat diukur dari meridian selatan pengamat adalah $q = \angle SZM = SK$.



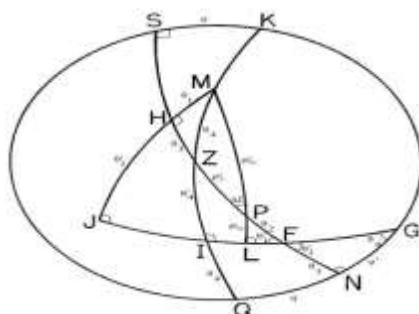
Gambar 1

Segitiga bola yang digunakan oleh al-Biruni yang pertama di sebelah kiri dan yang kedua atau final disebelah kanan.

²⁷S. Jabir Raza, *al-Biruni on Eclipses*, 300.

²⁸Randy K Schwartz, Al-qibla and the New Spherical Trigonometry: The Examples of al-Bīrūnī and al-Marrākushī, Makalah dipresentasikan di Tenth Maghrebian Colloquium Pada History of Arabic Mathematics (COMHISMA10), Tunis, Tunisia, May 31, 2010.

Pada gambar 1, Randy K. Schwartz menambahkan diagram king dengan simbol θ_1 melalui θ_4 untuk busur lingkaran besar yang ditentukan dengan perhitungan berturut-turut, dimana prim (') menunjukkan pelengkap. Pelabelan ini dapat dilakukan sebelum memunculkan salah satu teorema trigonometri. Hal ini dapat mempermudah dalam memahami solusi al-Biruni dan untuk melihat garis besar metode yang dikenal dengan metode *zījes*.



Gambar 2

Segitiga bola yang digunakan oleh al-Biruni dengan ukuran arc dan sudut yang ditunjukkan.

Kesimpulannya bahwa perhitungan al-Biruni memiliki empat tahap, yaitu:²⁹

- a. Menggunakan aturan sinus dengan ΔMHP untuk menentukan θ_1 dari θ_M dan ΔL

$$\sin \theta_1 = (\sin \Delta L) (\sin \phi'_m)$$

$$\sin \theta_1 = (\sin \Delta L) (\cos \phi_M)$$

²⁹Randy K Schwartz, Al-qibla and the New Spherical Trigonometry: The Examples of al-Bīrūnī and al-Marrākushī, Makalah dipresentasikan di Tenth Maghrebian Colloquium Pada History of Arabic Mathematics (COMHISMA10), Tunis, Tunisia, May 31, 2010.

- b. Menggunakan aturan sinus dengan ΔPFL untuk menentukan θ_2 dari θ_1 dan θ_M :

$$\begin{aligned} \sin \theta_2 &= \frac{\sin \phi_M}{\sin \theta_1} \\ \sin \theta_2 &= \frac{\sin \phi_M}{\cos \theta_1} \end{aligned}$$

- c. Dengan arc θ_3 ditentukan dengan cara

$$\theta_3 = \phi_z - \theta_2$$

Gunakan aturan empat jumlah dengan ΔHJF dan ΔZIF untuk menentukan θ_4 dari θ_1 dan θ_3 :

$$\begin{aligned} \sin \theta'_4 &= (\sin \theta'_1) (\sin \theta'_3) \\ \cos \theta_4 &= (\cos \theta_1) (\cos \theta_3) \end{aligned}$$

- d. Gunakan aturan sinus dengan ΔFGN untuk menentukan q from θ_1, θ_3 , dan θ_4 :

$$\begin{aligned} \sin q' &= (\sin \theta'_1) (\sin \theta_3) / \sin \theta_4 \\ \cos q &= (\cos \theta_1) (\sin \theta_3) / \sin \theta_4 \end{aligned}$$

Solusi itu, al-Biruni telah mendeskripsikan dalam kitabnya *Maqalid*, yang sudah ditulis 3 dekade sebelum al-Qanun, berbeda pada tahap terakhir. Disini, dia menggunakan :

$$\sin q = \sin \theta_1 / \sin \theta_4$$

Jika kita melihat ΔFGN pada gambar 4, kita melihat bahwa ini adalah kasus dimana satu “kaki” dan semua tiga sudut yang diketahui dan tugasnya untuk menemukan “kaki” q . formula $\text{Cos } q = (\text{cos } \theta_1) (\text{Sin } \theta_3) / \text{sin } \theta_4$ diturunkan mengabaikan sudut kanan dan menggunakan aturan sinus, sedangkan al-Biruni menurunkan formula $\text{Sin } q = \text{sin } \theta_1 / \text{sin } \theta_4$ dalam *Maqalid* dengan memakai sudut kanan, secara spesifik menerapkan aturan dari four Quantities (Empat Jumlah) ke ΔSZK :

$$\frac{\text{SIN } HM}{\text{SIN } MZ} = \frac{\text{SIN } SK}{\text{SIN } KZ}$$

$$\frac{\text{SIN } \theta_1}{\text{SIN } \theta_4} = \frac{\text{SIN } q}{1}$$

Keterangan :

θ_1 = beda bujur antara M dan Z, busur besar dari M sampai Z’s meridian ortogonal pada titik H

θ_2 = lintang Z, ketinggian H.

θ_3 = beda ketinggian antara M dan Z, busur dari H ke Z

θ_4 = jarak dari M dan Z, sudut antara pengamat dan Mekkah.

Contoh perhitungan arah kiblat metode al-Biruni :

Data Tempat

- Lintang Tempat $\phi_z = 6^\circ 59' \text{ LS}$
- Bujur Tempat $= 110^\circ 24' \text{ BT}$
- Lintang Mekkah $\phi_m = 21^\circ 30' \text{ LU}$
- Bujur Mekkah $= 39^\circ 54' \text{ BT}$
- Selisih Bujur $\Delta L = 110^\circ 24' - 39^\circ 54' = 70^\circ 30' 00''$

Hasil Perhitungan

- $\text{Sin } \theta_1 = (\text{Sin } \Delta L) (\text{Cos } \phi_M) \rightarrow \theta_1 = 61^\circ 17' 18.79''$

- $\sin \theta_2 = \frac{\sin \phi_M}{\cos \theta_1} \rightarrow \theta_2 = 49^\circ 43' 15.53''$
- $\theta_3 = \phi_z - \theta_2 \rightarrow \theta_3 = -56^\circ 42' 16''$
- $\cos \theta_4 = (\cos \theta_1) (\cos \theta_3) \rightarrow \theta_4 = 74^\circ 42' 33.1''$
- $\cos \text{Arah Kiblat} = (\cos \theta_1) (\sin \theta_3) / \sin \theta_4 \rightarrow \text{Arah Kiblat} = 114^\circ 35' 59.1''$ (Arah Kiblat metode ini belum memperhitungkan sudut kanan sehingga dikurangi dengan 90°) sehingga, $\text{Arah Kiblat} = 114^\circ 35' 59.1'' - 90^\circ = 24^\circ 35' 59''$ (B-U)
- $\sin \text{Arah Kiblat} = \sin \theta_1 / \sin \theta_4 \rightarrow \text{Arah Kiblat} = 65^\circ 24' 0.9''$ (U-B), Rumus Terakhir yang digunakan al-Biruni

C. Penutup

Abu Raihan Muhammad bin Ahmad Biruni lahir pada tanggal 4 September 973 M, di pinggir Kota Kyat, ibukota pemerintahan feodal Khorezmi dan meninggal pada tanggal 13 Desember 1048 M. Pemikiran ilmiah dan budaya Khorezmi yang tinggi semasa itu membina pengembangan Biruni. Setelah mendapat pendidikan yang luas, mempelajari matematika, filsafat, geografi, ia sangat tertarik untuk mulai bekerja dalam bidang Astronomi. Karya monumentalnya dibidang Astronomi adalah *al-Qanun al-Masudi* dan banyak lagi karya-karya lainnya.

Pemikiran Hisab Rukyah Abu Raihan al-Biruni dapat berupa pemikiran astronomi maupun ditunangkan menjadi sebuah alat atau instrumen. Pemikiran hisab rukyah al-Biruni berupa penentuan lintang dan bujur daerah menggunakan Bintang sebagai patokan penanda. Penentuan Pergerakan matahari yang meliputi gerak tahunan matahari, pergerakan matahari ketika di Apogee, *Obliquity of Ecliptic*, fenomena gerhana Matahari, fajar dan terbenam. Al-Biruni juga mengamati pergerakan Bulan mulai dari anomali harian dan rata-ratanya, jarak Bulan-Bumi, dan seterusnya. Al-Biruni juga mewariskan perhitungan arah kiblat dengan aturan segitiga Bola. Data yang dihasilkan oleh al-Biruni tidak jauh berbeda dengan data modern saat ini.

Daftar Pustaka

- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedia Hisab Rukyah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- Al-Biruni, Abu Raihan *The Chronology of Ancient Nations*, London: 1879.
- , *Al-Qanun al-Mas'udi juz II*, 1955.
- , *The Book of Instruction In The Element Of The Art Of Astrology*, London: Luzac, 1934.
- Khazin, Muhyiddin. *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- Mansur, Muhammad. *Sullamun Nayyiran*, tahun 1925
- Raza, S. Jabir. *al-Biruni on Eclipses*, Journal Proceedings of the India History Congress Vol. 56, 1995.
- Sadykov, Kh. U. *Abu Raihan Al-Biruni*, Jakarta: Suara Bebas, 200.
- Said, Hakim, dan A. Zahid, *Al-Biruni His Times, Life, and Works*, Pakistan: Hamdard Academy, 1981.
- Samardžija, Biljana, dan Stevo Šegan, *Christian And Muslim Calendars In Our Region: History, Calculation And Conversion, Department of Astronomy Faculty of Mathematics, University of Belgrade*.
- Schwartz, Randy K. Al-Qibla and the New Spherical Trigonometry: The Examples of al-Bīrūnī and al-Marrākushī, Makalah dipresentasikan di Tenth Maghrebian Colloquium Pada History of Arabic Mathematics (COMHISMA10), Tunis, Tunisia, May 31, 2010.
- Trabulsy, Husain Ali M. "Investigation of Some Astronomical Phenomena In Medieval Arabic Chronicles," *Thesis*. Dhurham University, 1993.
- Unesco Couries, *A Universal Genius Who Lived in Central Asia A Thousand Years Ago*, dipublikasikan oleh H.W. Wilson Co. New York Juni 1974.
- <http://eng.islamreview.ru/science-and-tech/arabic-astronomy/>