

ORBIT MATAHARI DARI PERSPEKTIF SAINS DAN ISLAM: ANALISIS KONSEPTUAL, TAFSIR DAN PEMODELAN KOMPUTASI

The Orbit of the Sun from a Scientific and Islamic Perspective: Conceptual Analysis, *Tafseer* and Computational Modelling

Nur Syafiqah Azmi¹, Mohd Hafiz Mohd Saadon^{2*}

¹ *Final Year Student (Undergraduate), Department of Fiqh-Usul and Applied Sciences, Academy of Islamic Studies, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia. Email: nursyafiqahazmi154@gmail.com*

^{2*} *Senior Lecturer, Department of Fiqh-Usul and Applied Sciences, Academy of Islamic Studies, Universiti Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia. Email: mhms@um.edu.my (Corresponding Author)*

ABSTRACT

This article examines the Sun's orbit within two complementary frameworks: modern astronomy and Qur'anic exegetical interpretation. Its primary focus is to distinguish the Sun's orbit within the Milky Way Galaxy from the apparent solar path observed topocentrically from Earth. The study employs library-based research, *qawa'id al-tafsir*, deductive and comparative analysis, as well as computational modelling using Python and the Gala package. The findings indicate that the Sun's orbit on a galactic scale refers to the motion of the solar system around the centre of the Milky Way, whereas the Sun's apparent path as observed from Earth is the result of the combined

effects of Earth's rotation, Earth's revolution, and the inclination of Earth's axis, which produce variations in altitude, seasons, day length, and the analemma phenomenon. From an exegetical perspective, Qur'anic verses such as Surah al-Anbiya' 21:33, Surah Yasin 36:38–40, Surah Ibrahim 14:33, and Surah al-Rahman 55:5 reveal the concepts of order, determination, and the motion of celestial bodies in accordance with precise measure. This article argues that integrating science and Islam in discussing the Sun's orbit must be undertaken with methodological care: revelation provides a framework of meaning, cosmic order, and signs of divine greatness, while astronomical models serve as tools for measurement and for explaining physical mechanisms. This study contributes to the enrichment of contemporary falak discourse by clarifying key terminology, refining astronomical scales, and demonstrating the use of computational approaches in understanding the motion of the Sun.

Keywords: Gala; Islamic astronomy; Milky Way; *qawaid al-tafsir*; solar orbit; solar path

PENGENALAN

Astronomi merupakan antara ilmu tertua dalam sejarah manusia. Tamadun awal menggunakan pemerhatian langit untuk navigasi, pertanian, pengiraan masa dan pembinaan kalendar. Dalam tradisi Islam, ilmu falak berkembang bukan sahaja sebagai cabang ilmu alam, tetapi juga sebagai ilmu yang mempunyai fungsi ibadah, termasuk penentuan arah kiblat, waktu solat dan takwim. Oleh itu, perbincangan tentang Matahari tidak boleh dibataskan kepada objek fizikal semata-mata; ia juga berkaitan dengan makna kosmologi, keteraturan alam dan hubungan antara pemerhatian empirikal dengan petunjuk wahyu (Iqbal, 2007; Khoiri, 2017).

Dalam konteks sains moden, Matahari ialah bintang pusat sistem suria dan pada masa yang sama merupakan sebahagian daripada struktur galaksi Bima Sakti. Bumi dan planet-planet mengorbit Matahari, manakala Matahari bersama keseluruhan sistem suria bergerak mengelilingi pusat galaksi. Di sinilah timbul satu isu konseptual penting: istilah "orbit Matahari" boleh merujuk kepada orbit galaktik Matahari, tetapi dalam penggunaan harian ia kadangkala bercampur dengan "laluan Matahari" yang kelihatan di langit Bumi. Perbezaan ini penting kerana kedua-duanya melibatkan skala, mekanisme dan implikasi yang berbeza (Britannica, 2022; Pengembara Angkasa, 2012).

Dari sudut al-Quran, beberapa ayat menyebut peredaran Matahari, Bulan serta benda langit dalam kerangka keteraturan. Antara ayat yang sering dikaitkan dengan perbahasan ini ialah Surah al-Anbiya 21:33, Surah Yasin 36:38-40, Surah Ibrahim 14:33 dan Surah al-Rahman 55:5. Dalam tradisi tafsir, ayat-ayat ini dibaca sebagai petunjuk bahawa fenomena langit berjalan menurut ketentuan, ukuran dan batas tertentu, bukan secara rawak atau huru-hara (Al-Razi, 1991; Jasmi & Samseh, 2013; Sidik, 2019).

Artikel ini bertujuan menyusun semula dapatan kajian asal dalam bentuk artikel akademik. Tiga persoalan utama yang dibincangkan ialah: pertama, bagaimana konsep orbit Matahari dapat difahami dari perspektif sains dan nas; kedua, bagaimana pemodelan komputasi boleh digunakan untuk menggambarkan orbit Matahari dan laluan Matahari; dan ketiga, apakah perbezaan utama antara orbit Matahari dalam Bima Sakti dengan laluan Matahari di Bumi. Dengan demikian, artikel ini bukan sekadar mengulang perbincangan teori, tetapi menyusun satu kerangka integratif yang membezakan peranan tafsir, astronomi dan komputasi.

SOROTAN LITERATUR

Konsep orbit dalam astronomi

Secara umum, orbit merujuk kepada laluan objek yang bergerak mengelilingi jasad lain di bawah pengaruh graviti. Definisi ini sepadan dengan takrifan dalam kamus dan ensiklopedia sains yang menekankan gerakan

berulang, daya pusat, dan hubungan graviti antara objek yang mengorbit dengan jasad yang diorbit (Britannica, 2022; Cambridge Dictionary, n.d.; Dewan Bahasa dan Pustaka, 2026). Dalam mekanik langit, orbit tidak harus berbentuk lingkaran sempurna. Hukum Kepler menjelaskan bahawa orbit planet berbentuk elips, dengan Matahari berada pada salah satu fokus elips tersebut. Kefahaman ini menggantikan model sfera dan *epicycle* yang lama, yang mendominasi astronomi klasik (Hellman, 2006; Kuhn, n.d.).

Perbincangan tentang orbit juga berkait rapat dengan sejarah peralihan daripada geosentrisme kepada heliosentrisme. Sebahagian karya yang dirujuk dalam kajian asal membincangkan bagaimana tokoh seperti Ptolemy, Copernicus dan Kepler memberikan kerangka yang berbeza dalam memahami kedudukan Bumi, Matahari dan planet-planet (Firdaus & Sinensis, 2017; Muhamad, 2018; Putra, n.d.). Dalam konteks ini, kajian orbit Matahari perlu berhati-hati kerana Matahari tidak mengorbit Bumi dalam sistem suria; sebaliknya, gerakan harian Matahari yang kelihatan dari timur ke barat ialah gerakan zahir akibat putaran Bumi.

Matahari dalam kerangka sains dan falak

Matahari merupakan sumber tenaga utama bagi sistem suria dan faktor asas bagi kitaran siang malam, musim, suhu dan proses biologi di Bumi. Dalam penulisan falak, pergerakan zahir Matahari mempunyai kepentingan langsung kepada penentuan waktu solat, arah, navigasi dan takwim (Cheshire, 2011; Hambali, 2012; Khoiri, 2017). Peranan Matahari ini menunjukkan bahawa astronomi bukan ilmu yang terasing daripada kehidupan beragama, sebaliknya menjadi alat penting bagi pelaksanaan sebahagian tuntutan ibadah.

Dalam skala galaksi pula, Matahari berada dalam Bima Sakti dan bergerak bersama sistem suria mengelilingi pusat galaksi. Sumber popular dan akademik yang dirujuk dalam kajian asal menyatakan bahawa Matahari mengambil kira-kira 225 hingga 250 juta tahun untuk melengkapkan satu pusingan galaktik, dengan halaju orbit sekitar 220 km/s (Pengembara Angkasa, 2012; Yuberti, 2016). Walaupun nilai sebenar bergantung pada

model galaksi dan parameter yang digunakan, angka tersebut memadai untuk menunjukkan perbezaan skala antara orbit galaktik Matahari dengan laluan zahirnya yang kelihatan setiap hari dari permukaan Bumi.

Ayat al-Quran dan tafsir peredaran Matahari

Kajian asal menumpukan beberapa ayat al-Quran yang menyebut Matahari dan Bulan dalam kerangka peredaran. Surah al-Anbiya 21:33 menyatakan bahawa malam, siang, Matahari dan Bulan berada pada peredaran masing-masing. Surah Yasin 36:38 menyebut Matahari berjalan menuju ketentuan atau tempat peredarannya, manakala Surah Yasin 36:40 menegaskan bahawa Matahari tidak mendahului Bulan dan setiap satu bergerak pada garis edar masing-masing. Surah al-Rahman 55:5 pula mengaitkan Matahari dan Bulan dengan perhitungan yang tertentu.

Dalam tafsir al-Razi, peredaran benda langit dilihat sebagai sebahagian daripada tanda kekuasaan dan ketentuan Allah. Penekanan utama bukan sekadar pada bentuk fizikal orbit, tetapi pada hakikat bahawa seluruh sistem alam berjalan menurut ukuran, tempoh dan batas yang ditetapkan (Al-Razi, 1991). Al-Maraghi pula memberi perhatian kepada bagaimana pernyataan al-Quran tentang peredaran Matahari dapat dibaca dalam dialog dengan perkembangan ilmu astronomi moden (Al-Maraghi, 1980; Sidik, 2019). Sementara itu, karya yang membincangkan tenaga suria dan ayat-ayat astronomi menekankan fungsi Matahari sebagai tanda kebesaran Tuhan dan sumber manfaat bagi kehidupan (Jasmi & Samseh, 2013; Mat Teh, 2015; Nisa, 2013).

Berdasarkan sorotan ini, integrasi sains dan Islam dalam kajian orbit Matahari perlu mengelakkan dua kecenderungan ekstrem. Pertama, ia tidak wajar mereduksi ayat al-Quran kepada formula fizik semata-mata. Kedua, ia juga tidak wajar menolak dapatan astronomi moden apabila dapatan tersebut membantu menjelaskan mekanisme fizikal yang boleh diperhatikan. Pendekatan yang lebih seimbang ialah memahami nas sebagai kerangka makna dan keteraturan, sementara model sains digunakan untuk menerangkan mekanisme, ukuran dan ramalan fenomena.

Jadual 1. Tema nas al-Quran berkaitan peredaran Matahari

Rujukan ayat	Fokus makna	Implikasi konseptual dalam artikel
Surah al-Anbiya 21:33	Malam, siang, Matahari dan Bulan bergerak pada edaran masing-masing.	Menunjukkan keteraturan dan perbezaan lintasan benda langit.
Surah Yasin 36:38	Matahari berjalan menurut ketentuan yang ditetapkan.	Menyokong idea bahawa gerakan Matahari tertakluk kepada hukum dan ukuran.
Surah Yasin 36:40	Matahari tidak mengejar Bulan; setiap satu berada pada garis edar.	Mengelakkan kekeliruan antara lintasan dan fungsi benda langit yang berbeza.
Surah al-Rahman 55:5	Matahari dan Bulan beredar menurut perhitungan.	Menghubungkan fenomena langit dengan hisab, kalendar dan keteraturan alam.
Surah Ibrahim 14:33	Matahari dan Bulan ditundukkan secara berterusan.	Memberi asas teologi tentang manfaat Matahari kepada kehidupan.

Sumber tema: disusun semula daripada perbincangan tafsir dalam kajian asal, khususnya berdasarkan Al-Razi (1991), Al-Maraghi (1980), Jasmi dan Samsah (2013), Nisa (2013), dan Sidik (2019).

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan reka bentuk kualitatif-konseptual yang digabungkan dengan pemodelan komputasi. Dari sudut kualitatif, kaedah kepustakaan digunakan untuk mengumpulkan bahan berkaitan konsep orbit, sejarah astronomi, tafsir ayat al-Quran dan perbincangan falak. Bahan yang dirujuk termasuk buku, artikel jurnal, ensiklopedia, tesis, laman rujukan ilmiah serta bahan tafsir. Dari sudut normatif, analisis dilakukan melalui qawaid tafsir untuk meneliti lafaz, konteks, dan tema ayat yang berkaitan dengan pergerakan Matahari.

Analisis tafsir dijalankan secara deduktif dan tematik. Ayat yang mengandungi tema peredaran, perhitungan, penundukan Matahari dan hubungan Matahari-Bulan dikumpulkan, kemudian dibandingkan dengan huraian tafsir klasik dan kontemporari. Penekanan diberikan kepada istilah yang membawa makna gerakan, garis edar dan ketentuan. Proses ini membolehkan nas dibaca sebagai asas konseptual tentang keteraturan alam, bukan sebagai pengganti model fizik yang memerlukan pengukuran dan data.

Dari sudut komputasi, kajian asal menggunakan Anaconda dan Jupyter Notebook sebagai persekitaran kerja. Pakej Python yang digunakan termasuk NumPy untuk pengendalian tatasusunan, Matplotlib untuk visualisasi, dan Gala untuk dinamik galaksi (Anaconda Software Distribution, 2016; Harris et al., 2020; Hunter, 2007; Price-Whelan, 2017). Dalam artikel ini, dapatan pemodelan tersebut distrukturkan semula bagi menonjolkan perbezaan antara orbit galaktik Matahari dengan laluan Matahari yang tampak dari Bumi.

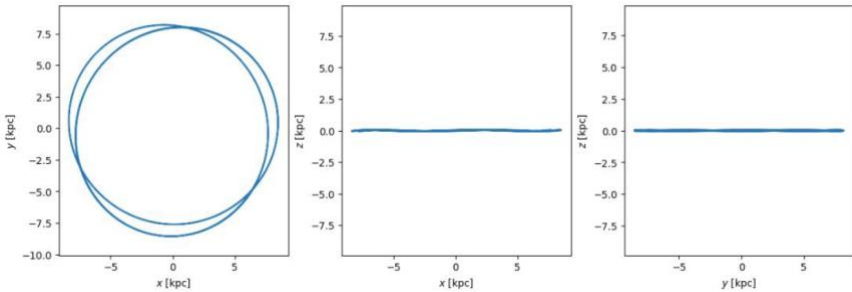
Parameter asas yang dinyatakan dalam kajian asal merangkumi koordinat fasa-ruang Matahari dalam bingkai galaktosentrik, iaitu $\mathbf{r} = (-8.5, 0, 0.02)$ kpc dengan sisihan piawai sekitar $\sigma_{\mathbf{r}} = (0.5, 0, 0.005)$ kpc. Halaju semasa Matahari dirumuskan sebagai $\mathbf{v} = (11.1, 12.4 + V_{\text{LSR}}, 7.25)$ km/s dengan $V_{\text{LSR}} = 226$ km/s. Kajian asal juga menggunakan 1000 kedudukan dan halaju rawak daripada taburan normal untuk menilai variasi orbit serta mengintegrasikan gerakan Matahari dalam jangka masa 4.6 Gyr. Nilai-nilai ini digunakan sebagai asas model dan bukan sebagai keputusan muktamad bagi semua parameter orbit Matahari.

Bagi laluan Matahari di Bumi, pendekatan visualisasi digunakan untuk menggambarkan perubahan altitud dan azimut Matahari sepanjang tahun, termasuk contoh pemerhatian di Kuala Lumpur dan New Delhi. Laluan tersebut dikaitkan dengan konsep analemma, ekuinoks, solstis, perubahan musim dan panjang siang. Perbandingan antara kedua-dua fenomena dilakukan melalui tiga kategori: skala ukuran, jenis pergerakan dan kesan terhadap kehidupan.

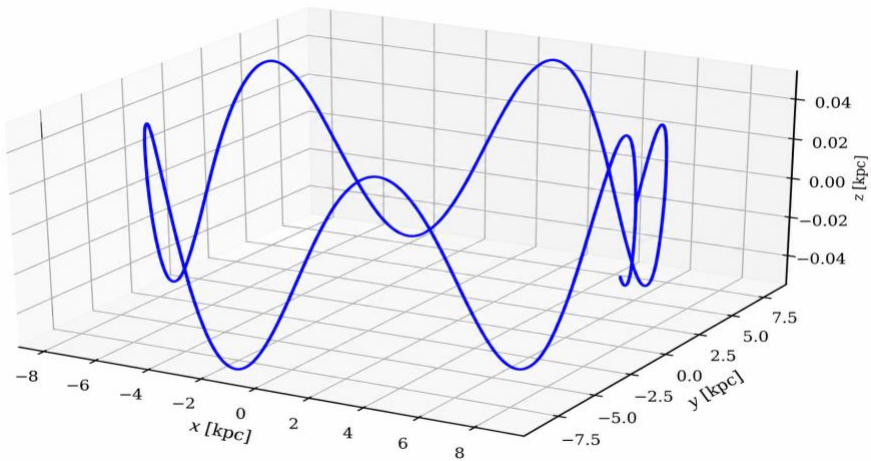
DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Orbit Matahari dalam Bima Sakti

Dapatan pertama menunjukkan bahawa orbit Matahari dalam Bima Sakti perlu difahami pada skala galaktik. Matahari bukan pusat galaksi, sebaliknya berada dalam salah satu struktur lengan galaksi dan bergerak mengelilingi pusat Bima Sakti bersama sistem suria. Dalam model yang digunakan, orbit Matahari digambarkan melalui beberapa satah pandangan, iaitu satah x - y , x - z , y - z serta hubungan z - φ . Paparan ini memperlihatkan bahawa orbit Matahari bukan gerakan rawak, tetapi mempunyai keteraturan dan kestabilan kinematik yang dapat dimodelkan secara matematik.



Rajah 1. Unjuran orbit Matahari dalam sistem koordinat galaktik silinder menggunakan unit kiloparsec (kpc). Panel kiri menunjukkan lintasan orbit pada satah x - y yang membentuk laluan hampir elips mengelilingi pusat Bima Sakti, manakala panel tengah dan kanan masing-masing menunjukkan unjuran x - z dan y - z yang menggambarkan ayunan Matahari yang kecil berhampiran satah Bima Sakti.



Rajah 2. Gambaran orbit Matahari dalam bentuk tiga dimensi berdasarkan sistem koordinat galaktik, dengan paksi x, y, dan z dalam unit kiloparsec (kpc). Lengkung biru menunjukkan trajektori pergerakan Matahari di sekitar pusat Bima Sakti, termasuk komponen ayunan menegak kecil pada paksi z relatif terhadap satah Bima Sakti.

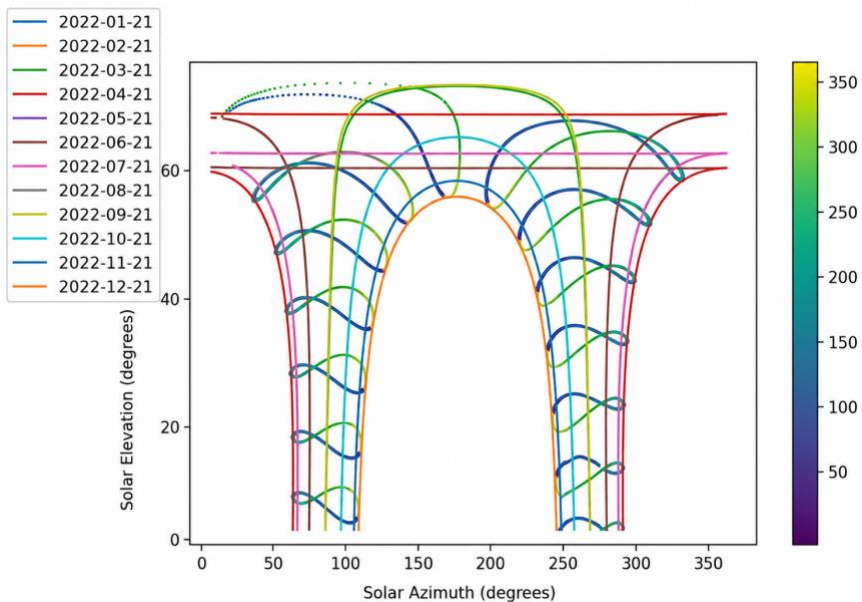
Dalam dapatan kajian asal, koordinat dan halaju Matahari menunjukkan variasi yang kecil pada komponen tertentu, khususnya pergerakan menegak melalui bidang galaksi. Orbit ini boleh digambarkan sebagai hampir melingkar dengan kesipian rendah, walaupun tidak semestinya bulatan sempurna. Ia juga memperlihatkan ayunan menegak berbanding satah galaksi. Dalam bahasa yang lebih mudah, Matahari bergerak mengelilingi pusat galaksi sambil naik dan turun sedikit berbanding bidang galaksi. Gambaran sedemikian sejalan dengan penggunaan pakej Gala untuk menganalisis dinamik galaksi secara komputasi (Price-Whelan, 2017).

Dua maklumat fizik yang ditekankan dalam kajian asal ialah tenaga dan momentum angular. Tenaga orbit berkait dengan gabungan tenaga kinetik dan tenaga potensi dalam medan graviti Bima Sakti, manakala momentum angular menerangkan kecenderungan gerakan berputar Matahari dalam orbit galaksi.

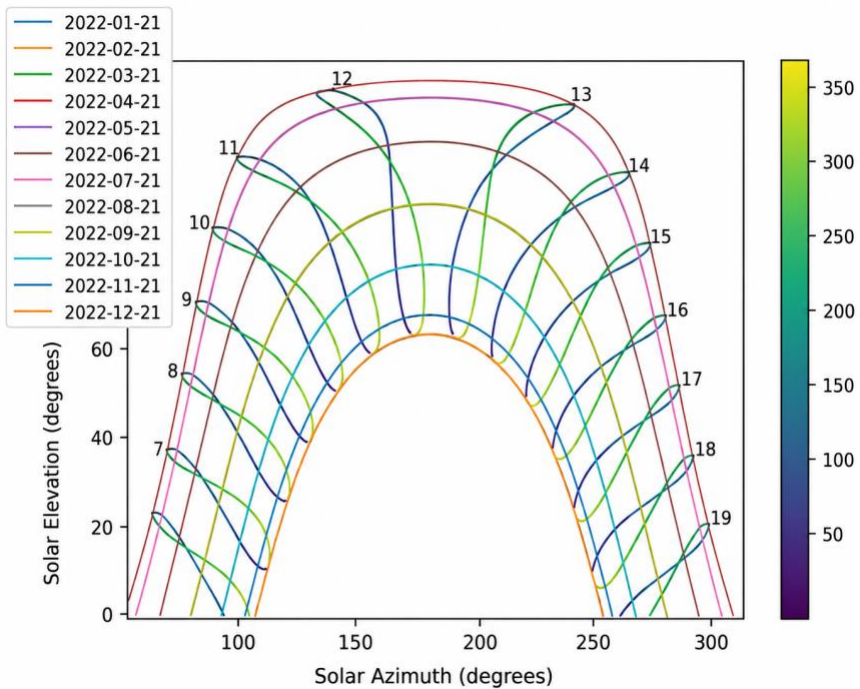
Secara konseptual, kedua-dua maklumat ini membantu menjelaskan mengapa orbit Matahari relatif stabil dan tidak berlaku secara terpisah daripada struktur graviti galaksi.

Laluan Matahari di Bumi dan analemma

Dapatan kedua menunjukkan bahawa laluan Matahari di Bumi bukan orbit fizikal Matahari mengelilingi Bumi. Ia ialah lintasan zahir Matahari di langit pemerhati akibat putaran Bumi pada paksinya dan peredaran Bumi mengelilingi Matahari. Oleh itu, Matahari kelihatan terbit di timur dan terbenam di barat setiap hari, manakala kedudukan terbit, terbenam dan altitud maksimumnya berubah sepanjang tahun. Perubahan ini mempunyai hubungan langsung dengan musim, panjang siang dan waktu ibadah seperti solat (Cheshire, 2011; Khoiri, 2017; The Franklin Institute, 2018).



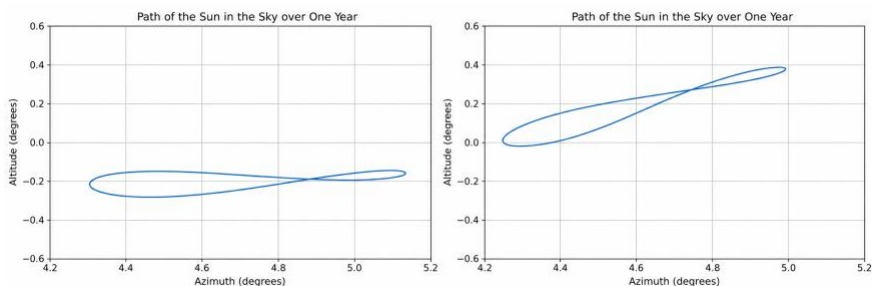
Rajah 3. Pergerakan Matahari di Kuala Lumpur sepanjang tahun 2022 dalam bentuk hubungan antara azimut suria dan elevasi suria. Lengkung bagi tarikh 21 setiap bulan menunjukkan perubahan laluan harian Matahari mengikut musim, dengan variasi pada waktu terbit, waktu terbenam, dan ketinggian maksimum Matahari di langit.



Rajah 4. Pergerakan Matahari di New Delhi sepanjang tahun 2022 berdasarkan hubungan antara azimut suria dan elevasi suria. Lengkung bagi tarikh 21 setiap bulan menunjukkan perubahan laluan harian Matahari, manakala nombor 7 hingga 19 menandakan kedudukan Matahari mengikut jam. Rajah ini memperlihatkan variasi kedudukan terbit, terbenam dan ketinggian maksimum Matahari yang dipengaruhi oleh latitud New Delhi serta perubahan bermusim sepanjang tahun.

Visualisasi laluan Matahari di Kuala Lumpur dalam kajian asal (seperti Rajah 3) menunjukkan perubahan altitud Matahari sepanjang tahun pada

latitud sekitar 3 darjah utara. Pada tarikh tertentu, Matahari boleh mencapai altitud hampir zenit kerana lokasi tersebut hampir dengan khatulistiwa. Sebaliknya, contoh New Delhi menunjukkan corak yang berbeza kerana latitudnya jauh lebih tinggi dan ini dapat dilihat dalam Rajah 4. Perbezaan ini menegaskan bahawa laluan zahir Matahari bergantung kepada lokasi pemerhati, bukan semata-mata kepada gerakan Matahari itu sendiri.



Rajah 5. Analemma suria bagi dua lokasi berbeza, iaitu Kuala Lumpur (kiri) dan New Delhi (kanan), yang diplot berdasarkan hubungan antara azimut dan altitud Matahari sepanjang satu tahun. Rajah ini menunjukkan perbezaan bentuk dan orientasi analemma akibat perbezaan latitud geografi, sekali gus menggambarkan variasi kedudukan semu Matahari di langit bagi kedua-dua lokasi.

Analemma pula merujuk kepada corak seperti angka lapan yang terbentuk apabila kedudukan Matahari dicatat pada waktu jam yang sama sepanjang tahun. Bentuk ini terhasil daripada gabungan kecondongan paksi Bumi dan orbit Bumi yang elips. Dalam kajian ini, analemma digunakan sebagai bukti visual bahawa laluan zahir Matahari mempunyai keteraturan bermusim dan boleh dihitung. Hasil hitungan bagi dua tempat berbeza memberikan corak angka lapan yang sama tetapi lokasi mempengaruhi sudut lapan tersebut secara relative pada azimut dan altitudnya (seperti Rajah 5). Hal ini selari dengan tema al-Quran tentang Matahari dan Bulan yang bergerak menurut perhitungan tertentu, seperti yang dinyatakan dalam Surah al-Rahman 55:5.

Pembezaan Konsep: Orbit Galaktik dan Laluan Zahir

Perbandingan utama dalam artikel ini ialah antara orbit Matahari dalam Bima Sakti dan laluan Matahari di Bumi. Orbit galaktik ialah gerakan sebenar sistem suria mengelilingi pusat galaksi. Laluan Matahari di Bumi pula ialah gerakan tampak dari sudut pemerhati Bumi. Kedua-duanya sah dalam konteks masing-masing, tetapi tidak boleh disamakan. Kekeliruan antara dua istilah ini boleh menyebabkan salah faham, khususnya apabila ayat al-Quran tentang peredaran Matahari dibaca tanpa membezakan skala pemerhatian.

Dari sudut sains, perbezaan ini penting kerana orbit galaktik melibatkan unit seperti kiloparsec, juta tahun dan halaju ratusan kilometer sesaat. Laluan Matahari di Bumi pula melibatkan altitud, azimut, tarikh, masa tempatan, latitud dan longitud pemerhati. Dari sudut falak, laluan zahir Matahari lebih langsung kepada kehidupan harian kerana ia digunakan dalam takwim, waktu solat, orientasi ruang dan perubahan musim. Orbit galaktik pula lebih penting kepada kosmologi, dinamik galaksi dan pemahaman kedudukan sistem suria dalam Bima Sakti.

Perbezaan ini juga menjelaskan mengapa ayat al-Quran boleh dibaca dengan pelbagai lapisan makna. Apabila al-Quran menyebut peredaran Matahari, penekanan dasarnya ialah keteraturan dan ketetapan. Astronomi moden kemudian menyediakan beberapa tahap penjelasan fizikal: gerakan zahir harian, gerakan tahunan relatif, gerakan sistem suria dalam galaksi dan gerakan galaksi dalam struktur kosmik yang lebih besar. Dengan itu, integrasi sains dan Islam menjadi lebih matang apabila tidak memaksa satu ayat untuk hanya merujuk kepada satu model tunggal, tetapi melihatnya sebagai dasar refleksi terhadap keteraturan alam.

Jadual 2. Perbandingan orbit Matahari dalam Bima Sakti dan laluan Matahari di Bumi

Aspek	Orbit Matahari dalam Bima Sakti	Laluan Matahari di Bumi
Takrif	Gerakan sistem suria mengelilingi pusat galaksi Bima Sakti.	Gerakan zahir Matahari di langit dari sudut pemerhati Bumi.

ORBIT MATAHARI DARI PERSPEKTIF SAINS DAN ISLAM: ANALISIS KONSEPTUAL, TAFSIR DAN PEMODELAN KOMPUTASI

Skala	Galaktik; kpc, Myr atau ratusan juta tahun.	Tempatan; jam, hari, bulan, tahun, altitud dan azimut.
Mekanisme utama	Interaksi graviti dalam potensi galaksi.	Putaran Bumi, revolusi Bumi dan kecondongan paksi Bumi.
Data atau model	Koordinat fasa-ruang, halaju galaktik, tenaga dan momentum angular.	Latitud, longitud, tarikh, masa, altitud, azimut dan analemma.
Kesan langsung kepada manusia	Tidak langsung; berkaitan dinamik galaksi dan kedudukan kosmik.	Langsung; berkaitan siang malam, musim, waktu solat, kalendar dan navigasi.
Implikasi tafsir	Menunjukkan keluasan keteraturan kosmos.	Menunjukkan manfaat peredaran Matahari dalam kehidupan harian dan ibadah.

IMPLIKASI TERHADAP PENGAJIAN FALAK

Kajian ini mempunyai beberapa implikasi terhadap pengajian falak. Pertama, ia menunjukkan keperluan mengajar istilah astronomi secara teliti. Pelajar perlu membezakan antara gerakan sebenar, gerakan relatif dan gerakan zahir. Dalam topik Matahari, perbezaan antara orbit galaktik dan laluan suria di langit perlu diperkenalkan lebih awal supaya tidak berlaku kekeliruan antara astronomi sistem suria, astronomi galaksi dan falak praktikal.

Kedua, kajian ini menunjukkan bahawa kemahiran komputasi dapat memperkukuh pengajian falak. Pakej seperti NumPy, Matplotlib dan Gala membolehkan pengkaji membina, memvisualkan dan mentafsir model astronomi secara langsung (Harris et al., 2020; Hunter, 2007; Price-Whelan, 2017). Hal ini penting kerana pengajian falak kontemporari tidak hanya bergantung pada teori atau jadual siap, tetapi memerlukan kemahiran membina model, menyemak parameter dan memahami batas ketepatan data.

Ketiga, integrasi sains dan Islam perlu diletakkan pada kedudukan epistemologi yang tepat. Nas al-Quran memberi panduan makna, nilai dan keteraturan kosmos, manakala sains moden memberi kaedah pengukuran dan penerangan mekanisme. Gabungan ini tidak bermaksud semua istilah al-

Quran perlu dipadankan secara literal dengan istilah teknikal moden; sebaliknya, ia memerlukan adab tafsir, pengetahuan astronomi, dan kesedaran terhadap batas setiap disiplin.

Keterbatasan Kajian dan Cadangan

Terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dinyatakan. Pertama, kajian asal hanya menggunakan beberapa sumber tafsir terpilih, khususnya gabungan tafsir klasik dan tafsir moden. Kajian lanjutan boleh memperluas korpus tafsir, termasuk tafsir turath yang lebih banyak serta karya kontemporari dalam bidang tafsir ilmi. Kedua, dari sudut komputasi, model orbit yang digunakan masih bergantung pada set parameter tertentu dan belum dibandingkan secara sistematik dengan beberapa tinjauan astronomi lain. Penggabungan data daripada tinjauan seperti Gaia, APOGEE atau RAVE boleh meningkatkan ketepatan dan keluasan analisis.

Ketiga, kajian asal hanya menumpukan Matahari sebagai satu contoh bintang. Kajian lanjutan boleh membandingkan orbit Matahari dengan orbit bintang lain dalam cakera galaksi bagi memahami sama ada corak Matahari mempunyai ciri yang lazim atau khusus. Keempat, beberapa parameter seperti jejari orbit, paralaks, aktiviti suria, medan magnet suria dan kesan geomagnet belum dibincangkan secara terperinci. Aspek-aspek ini berpotensi membuka kajian lanjutan yang menghubungkan falak, astrofizik, cuaca angkasa dan sains atmosfera.

Akhirnya, kajian lanjutan juga boleh menilai keberkesanan penggunaan Python dan visualisasi astronomi dalam pengajaran falak. Hal ini penting kerana artikel ini menunjukkan bahawa pemodelan komputasi bukan sekadar alat teknikal, tetapi juga medium pedagogi yang dapat menjelaskan perbezaan skala dan konsep kepada pelajar.

KESIMPULAN

Artikel ini menyusun semula kajian orbit Matahari dari perspektif sains dan Islam dalam bentuk yang lebih sesuai untuk penerbitan akademik. Dapatan utama menunjukkan bahawa istilah orbit Matahari perlu dibezakan daripada laluan Matahari di Bumi. Orbit Matahari dalam Bima Sakti merujuk

kepada gerakan sistem suria mengelilingi pusat galaksi pada skala ratusan juta tahun. Laluan Matahari di Bumi pula ialah fenomena zahir yang terhasil daripada gerakan Bumi dan mempunyai kesan langsung kepada musim, kalendar, waktu solat, navigasi dan kehidupan harian.

Dari sudut Islam, ayat-ayat al-Quran yang menyebut peredaran Matahari dan Bulan menekankan keteraturan, perhitungan dan ketentuan. Tafsir terhadap ayat-ayat ini memberi asas makna dan teologis bahawa alam tidak bergerak secara rawak, tetapi menurut sunnatullah. Dari sudut astronomi, model komputasi membolehkan keteraturan itu digambarkan melalui koordinat, halaju, tenaga, momentum angular, altitud, azimut dan analemma. Oleh itu, hubungan antara sains dan Islam dalam kajian ini bukan hubungan paksaan, tetapi hubungan dialog yang meletakkan wahyu sebagai sumber makna dan sains sebagai kaedah memahami mekanisme alam.

Sumbangan artikel ini terletak pada pembezaan istilah, penyusunan kerangka tafsir-sains dan penekanan terhadap penggunaan komputasi dalam pengajian falak. Dengan pendekatan yang lebih teliti, kajian orbit Matahari dapat menjadi contoh bagaimana falak Islam kontemporari boleh bergerak seiring dengan astronomi moden tanpa kehilangan asas tradisi keilmuannya.

PERAKUAN

Penghargaan diberikan kepada Program Falak, Jabatan Fiqh-Usul dan Sains Gunaan, Akademi Pengajian Islam, Universiti Malaya atas sokongan akademik terhadap kajian ini. Para penulis juga mengakui penggunaan Python untuk pemprosesan data, visualisasi dan analisis statistik. Di samping itu, alat bantuan AI ChatGPT 5.5, telah digunakan untuk memudahkan proses penulisan, terutamanya untuk pembacaan pruf dan penyuntingan manuskrip. Alat ini digunakan untuk meningkatkan kejelasan, konsistensi, tatabahasa dan kebolehbacaan tetapi tidak sama sekali menyumbang kepada penjanaan hasil penyelidikan atau analisis data, dan juga tidak mengubah maksud yang dimaksudkan oleh penulis. Semua kandungan intelektual, tafsiran dan kesimpulan berasal daripada idea penyelidik dan penulis.

RUJUKAN

- Al-Maraghi, A. M. (1980). Tafsir al-Maraghi (Juz 23; A. Rasyidi et al., Trans.). Toha Putra.
- Al-Razi, F. (1991). Mafatih al-Ghaib (Juz 11, 12, 17, & 26). Dar al-Kutub al-Ilmiyyah.
- Anaconda Software Distribution. (2016). Anaconda software distribution (Version 2-2.4.0) [Computer software]. <https://anaconda.com>
- Britannica, The Editors of Encyclopaedia. (2022, August 22). Orbit. Encyclopaedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/orbit-astronomy>
- Cambridge Dictionary. (n.d.). Orbit. Cambridge Dictionary.
- Cheshire, G. (2011). Siri asas sains fizik: Sistem suria dan alam semesta. ITBM.
- Dewan Bahasa dan Pustaka. (2026). Carian umum: Orbit. <https://prpm.dbp.gov.my/cari1?keyword=orbit>
- Firdaus, T., & Sinensis, A. R. (2017). Perdebatan paradigma teori revolusi: Matahari atau bumi sebagai pusat tata surya? Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences, 9(1), 23-32. <https://doi.org/10.30599/jti.v9i1.78>
- Hambali, S. (2012). Pengantar ilmu falak: Menyimak proses pembentukan alam semesta. Bismillah Publisher.
- Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., Wieser, E., et al. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*, 585(7825), 357-362.
- Hellman, H. (2006). Perbalahan hebat dalam sains. ITBM.
- Hunter, J. D. (2007). Matplotlib: A 2D graphics environment. *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 90-95.
- Iqbal, M. (2007). *Science and Islam*. Greenwood Press.
- Jasmi, K. A., & Samseh, S. H. (2013). *Al-Quran dan tenaga suria*. Universiti Teknologi Malaysia Press.
- Khoiri, A. (2017). Penentuan awal waktu shalat fardhu dengan peredaran matahari. *Spektra: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 3(1).
- Kuhn, T. S. (1957). *The Copernican revolution: Planetary astronomy in the development of Western thought*. Harvard University Press.

- Mat Teh, K. S. (2015). Ayat-ayat astronomi dalam Al-Quran dan pandangan HAMKA berdasarkan tafsir 'ilmiy.
- Muhamad, R. (2018). Teori geosentris Al-Kindi: Sebuah tinjauan kritis. Repository.uinjkt.ac.id.
- Nisa, K. (2013). Peredaran matahari dalam Al-Quran.
- Pengembara Angkasa. (2012, July 1). Apakah matahari mengelilingi Bimasakti? Langitselatan.
<https://langitselatan.com/2012/07/01/apakah-matahari-mengelilingi-bimasakti/>
- Price-Whelan, A. M. (2017). Gala: A Python package for galactic dynamics. Journal of Open Source Software, 2(18), 388.
- Putra, A. (n.d.). The march of astronomy. Retrieved November 29, 2022, from
https://www.academia.edu/33239863/THE_MARCH_OF_ASTRONOMY
- Sidik, A. (2019). Peredaran matahari menurut Al-Quran: Studi atas penafsiran Fakhruddin Al-Razi dalam kitab Mafatih Al-Ghaib.
- The Franklin Institute. (2018, June 12). What is a solstice and what is an equinox (and why should I care)? <https://www.fi.edu/en/blog/what-solstice-and-what-equinox-and-why-should-icare>
- Yuberti, Y. (2016). Ketidakpastian usia dunia: Kilasan kaji konsep ilmu pengetahuan bumi dan antariksa. Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni, 5(1), 113-120. <https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i1.111>