

Pemikiran Al-Khwarizmi Dalam Meletakkan Dasar Pengembangan Ilmu Astronomi Islam

Achmad Mulyadi

Institut Agama Islam Negeri Madura
E-mail: achmad.mulyadi@stainpamekasan.ac.id

ABSTRACT

The progress of Islamic civilization is inseparable from the influence of the emergence and rapid development of Islamic astronomy. Islam leads the world civilization and breaks the record as the longest-running civilization lasting more than 14 centuries. At this time, astronomical activities in the Islamic world began to develop intensively. This condition cannot be separated from the role of al-Khwarizmi who made a very valuable contribution. The construction of his thinking which was based on mathematical astronomy made him the foundation of the development of Islamic astronomy, in addition to its development of the geocentric theory of Aristotle and Ptolemy. This is the real contribution of al-Khwarizmi that is very large and fundamental in the heyday of medieval Islam which eventually became the starting point of the scientific development and subsequent Muslim astronomers to date. The emergence of various observatories and planetariums which made observations with more modern tools, finally gave birth to many new theories in the study of world astronomy. This study explores al-Khwarizmi's role in the growth and development of astronomy in his time to the present.

Keywords: *al-Khwarizmi, Mathematical Astronomy, Dixit Algorizmi.*

ABSTRAK

Kemajuan peradaban Islam tidak terlepas dari pengaruh muncul dan berkembang pesatnya astronomi Islam. Islam memimpin peradaban dunia dan memecah rekor sebagai peradaban yang paling lama memiliki kejayaan yang berlangsung kurang lebih 14 abad. Pada saat ini, aktivitas astronomi di dunia Islam mulai berkembang secara intensif. Kondisi ini tidak dapat terlepas dari peran al-Khwarizmi yang memberikan kontribusi yang amat berharga. Konstruksi pemikirannya yang beraliran astronomi matematis menjadikannya sebagai peletak dasar pengembangan ilmu astronomi

Islam, di samping pengembangannya terhadap teori geosentris Aristoteles dan Ptolemy. Inilah kontribusi nyata al-Khwarizmi yang sangat besar dan fundamental pada masa kejayaan Islam abad pertengahan yang akhirnya menjadi titik tolak perkembangan keilmuan dan astronomi Muslim berikutnya sampai saat ini. Munculnya berbagai observatorium dan planetarium yang melakukan pengamatan dengan alat-alat yang lebih modern, akhirnya melahirkan banyak teori-teori baru dalam kajian astronomi dunia. Studi ini mengeksplorasi peran al-Khwarizmi terhadap tumbuh dan berkembangnya ilmu astronomi pada masanya sampai saat ini.

Kata Kunci: al-Khwārizmī, Astronomi Matematis, Dixit Algorizmi.

Pendahuluan

Selama kurang lebih 14 abad, peradaban Islam dapat berjaya di santeroa dunia. Peradaban Islam dapat mengungguli semua peradaban pada masa itu dalam semua aspek kehidupan, baik dalam bidang politik, militer, ekonomi, sosial dan ilmu pengetahuan serta teknologi khususnya ilmu astronomi (Ramdan 2009, 5).

Dalam bidang ilmu astronomi, peradaban Islam menjadi pelopor sekaligus peletak pondasi bagi perkembangan ilmu astronomi saat ini, walaupun munculnya minat awal dalam kajian astronomi dunia berakar dari astrologi dan daya tarik kekuatan misteri langit. Di samping itu, pertimbangan praktis turut mendorong berkembangnya studi astronomi, seperti penemuan suatu arah selama perjalanan malam atau pemahaman korelasi antara musim, tahun dan posisi dari planet-planet (Setyant`o 2008, 31).¹ Pada kenyataannya, manusia telah berkenalan dengan langit selama beribu-ribu tahun yang dibuktikan dengan ditemukannya peninggalan berupa lukisan tua di La Pileta, Spanyol yang diinterpretasikan sebagai gambar matahari. Lukisan itu telah berusia kurang lebih 35.000 tahun. Manusia telah menempug perjalanan panjang untuk sampai pada era astronomi modern (Setiawan 2013).

Abad Pertengahan merupakan zaman keemasan Islam yang telah menyumbang banyak teori baru dalam khazanah sains termasuk bidang astronomi. Kota-kota seperti Baghdad (Irak), Damaskus (Syria), Kairo (Mesir), Maragha, dan Kordoba (Spanyol) sangat populer dan dianggap

¹ Astronomi merupakan sebuah ilmu pengetahuan yang dikembangkan atas dasar pengamatan (observasi). Oleh karenanya, ilmu astronomi disebut *observational science*.

sebagai kiblat ilmu pengetahuan. Huff menyatakan bahwa pada abad tersebut, terutama dalam rentang abad kedelapan hingga akhir abad keempat belas, pengetahuan yang ada di dunia Islam adalah sains yang jauh melampaui Barat dan Cina (Huff 1996, 45). Banyak ilmuwan Muslim yang lahir dan besar di kota-kota ini, seperti Muhammad al-Fazari, Ya'qub Ibnu Thariq, al-Hasan al-Baghdadi, Banu Musa, Musa Ibnu Syakir, al-Khwarismi, al-Farghani, Habash al-Hasib, Abu al-Wafa al-Buzjani dan Abd al-Rahman al-Sufi (Ramdan 2009, 35–37).

Dari beberapa ilmuwan muslim tersebut, ini merupakan studi pustaka yang akan menfokuskan pada kontribusi al-Khwarismi dalam mengembangkan ilmu astronomi khususnya pada abad pertengahan yang menandai kemajuan peradaban Islam di tengah-tengah kegelapan Barat dari perspektif historis, khususnya kontribusi al-Khwarismi pada puncak kemajuan ilmu astronomi sebagai pengembang mazhab astronomis-matematis pada masa kejayaan kekhalifahan Islam.

Biografi al-Khwārizmī

Kehidupan al-Khwārizmī yang dapat diketahui sangat sedikit, bahkan di lokasi tempat lahirnya sekalipun. Namanya mungkin berasal dari Khwarizm (Khiva) yang berada di Provinsi Khurasan pada masa kekuasaan Bani Abbasiyah (sekarang Xorazm, salah satu provinsi Uzbekistan), yaitu Muhammad bin Mūsā al-Khwārizmī lahir sekitar tahun 780 di Khwārizm (sekarang Khiva, Uzbekistan) dan wafat sekitar tahun 850 di Baghdad (Waerden 1985, 3–5). Gelarnya adalah Abū 'Abdu llāh atau Abū Ja'far. Ia adalah seorang ahli matematika, astronomi, astrologi, dan geografi. Hampir sepanjang hidupnya bekerja sebagai dosen di Sekolah Kehormatan di Baghdad. Dia dikui oleh beberapa pengkaji bahwa sangat sulit melacak sejarah hidup al-Khwārizmī ini. Karena popularitas keilmuan yang tinggi semasa hidup dan setelah meninggalnya, namanya diabadikan dengan berbagai penulisan sesuai siapa, dimana dan bagaimana seseorang menulisnya. Diantara nama-nama yang bisa dijadikan kata kuncinya, yaitu, al-Khwārizmī, al-Jwārizmī, al-Hwārizmī, al-Khowārizmī, al-Jowārizmī, al-Howārizmī, al-Khuwārizmī, al-Juwārizmī, al-Huwārizmī, al-Khwārezmī, al-Khowārezmī, al-Khuwārezmī (Puig 2008, 45), Algorismi, Guarismo dan Algarismo.

Sejarawan al-Tabari menamakannya Muhammad bin Musa al-Khwārizmī al-Majousi al-Katarbali. Sebutan al-Qutrubbulli mengindikasikan ia berasal dari Qutrubbull, kota kecil dekat Baghdad (Atiyeh and Oweiss 1988). Pemberian nama dengan “al-Majousi”, diasumsikan oleh al-Tabari bahwa agama aslinya adalah agama Yahudi Zoroaster. Ini mungkin terjadi karena pada saat itu, agama seorang penduduk asli Iran adalah Zoroaster. Walaupun, al-Tabari meyakini bahwa itu terjadi pada masa muda al-Khwārizmī, dan pada saat selanjutnya, al-Khwārizmī adalah seorang muslim ortodoks.

Dalam *kitāb al-Fihrist*, [Ibn al-Nadīm](#)'s menulis sekelumit tentang al-Khwārizmī bahwa al-Khwarizmi menekuni hampir seluruh pekerjaannya dari tahun 813-833 M. Ia menjadi seorang dosen yang mengabdikan pada Sekolah Kehormatan yang didirikan oleh Khalifah Bani Abbasiyah al-Ma'mun setelah Islam masuk ke Persia, dimana Baghdad menjadi pusat ilmu dan perdagangan dunia yang dikunjungi oleh pedagang dan ilmuwan dari Cina dan India. Tempat tersebut merupakan tempat dimana al-Khwārizmī belajar ilmu alam dan matematika, termasuk mempelajari terjemahan manuskrip Sanskerta dan Yunani.

1. Karya-Karya dan Pemikiran al-Khwarismi

Dari perkembangan ilmu astronomi, tampak bahwa pemikiran al-Khwārizmī berada pada periodisasi abad pertengahan, yaitu pada masa-masa kejayaan dan puncak keemasan Islam. Pemikiran al-Khwārizmī dipengaruhi oleh perkembangan astronomi yang telah berkembang sebelumnya. Ada beberapa karya terbesar al-Khwārizmī yang membuatnya besar pada masanya. Karya-karyanya meliputi berbagai bidang disiplin, diantara dalam disiplin ilmu matematika, astronomi, astrologi, geografi, dan kartografi. Karya-karya tersebut menjadi pondasi keilmuan astronomis-matematis dan kemudian lebih inovatif seperti dalam al-jabar, trigonometri, serta pada bidang lain yang beliau tekuni (Hughes 1986, 211–14).²

Pola pemikiran al-Khwārizmī terdapat dalam beberapa karya yang disusunnya. Adapun karya-karya al-Khwārizmī, antara lain sebagai berikut;

² Al-Jabar adalah nama yang diambil dari nama salah satu buku beliau pada tahun 830 M, al-Kitab al-mukhtasar fi hisab al-jabr wa'l-muqabala atau: “Buku Rangkuman untuk Kalkulasi dengan Melengkapakan dan Menyeimbangkan”, buku pertama beliau yang kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa Latin pada abad ke-12.

2. Al-Jabar.

Dalam berbagai sumber atau referensi, al-Jabar tertulis Algebra. Karya ini membahas solusi sistematis dari linear dan notasi kuadrat, sehingga al-Khwārizmī populer sebagai Bapak al-Jabar.

على المساحة والخطين البيض والخطين الاسود القديم هو المثلج وهو المثلج
 فالكيفية التي ارجعها وبصوتها المثلج المثلج وهو المثلج وهو المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج



والا المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج
 المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج المثلج

Ini adalah prin out manuskrip asli arab dari “*Book of Algebra* by Al-Khwārizmī”.

the four quadrants, which is the square, and the two
 quadrangles on its sides, which are the two roots, make
 together thirty-six. In order to complete the great
 square, there wants only a square of five multiplied
 by five, or twenty-five. This we add to thirty-six, in
 order to complete the great square *DE*. The sum is
 sixty-one. We extract its root, eight, which is one of
 the sides of the great quadrangle. By subtracting from
 this the same quantity which we have before added,
 namely five, we obtain three as the remainder. This is
 the side of the quadrangle *AB*, which represents the
 square; it is the root of this square, and the square
 itself is nine. This is the figure:—



*Demonstration of the Case: "a Square and two equal
 Diagonals are equal to the Root."*

We represent the square by a quadrangle *AB*, the
 length of whose sides is the root found. To this we join a
 parallelogram, the breadth of which is equal to one of
 the sides of the quadrangle *AB*, made on the side *DE*.
 This parallelogram is *DE*. The length of the two

Ini adalah terjemahan dari buku berbahasa Inggris *The Algebra of Al-Khwarizmi* oleh Fredrick Rosen (1831). Buku al-Jabar dirangkum dari sebuah karangannya yaitu kitab *al-mukhtaṣar fī ḥisāb al-jabr wa-l-muqābala*, yang ditulis pada tahun 830 M dan disalin ke dalam bahasa latin dengan judul *Liber algebrae et almucabala* oleh Robert Chester (Segovia, 1145) dan Gerardus dari Cremona (Karpinski 1912). Buku tersebut memberikan solusi atau penyelesaian persamaan linear dan kuadrat dengan menyederhanakan persamaan menjadi salah satu dari enam bentuk standar dimana b dan c adalah bilangan bulat positif, sebagaimana notasi berikut (Boyer 1991):

- squares equal roots ($ax^2 = bx$)
- squares equal number ($ax^2 = c$)
- roots equal number ($bx = c$)
- squares and roots equal number ($ax^2 + bx = c$)
- squares and number equal roots ($ax^2 + c = bx$)
- roots and number equal squares ($bx + c = ax^2$)

Dari rumus tersebut dapat dibaca bahwa membagi koefisien dari kuadrat dapat dilakukan dengan menggunakan dua langkah yaitu; *al-jabr* (الجبر); pemulihan atau pelengkapan dan *al-muqābala* (penyetimbangan). *Al-jabr* adalah proses memindahkan unit negatif, akar dan kuadrat dari notasi dengan menggunakan nilai yang sama di kedua sisi sebagaimana contohnya, $x^2 = 40x - 4x^2$ disederhanakan menjadi $5x^2 = 40x$, sedangkan *al-muqābala* adalah proses memberikan kuantitas dari tipe yang sama ke sisi notasi seperti contoh $x^2 + 14 = x + 5$ yang disederhanakan ke $x^2 + 9 = x$. (Boyer 1991, 229).

Karya-karya tersebut menunjukkan bahwa perkembangan matematika arab yang paling signifikan dimulai sejak munculnya karya al-Khwārizmī, yang dikenal dengan *the beginnings of algebra*. Ini penting untuk dipahami bahwa betapa besar pengaruhnya konsep ini pada saat itu dan menjadi sebuah pergerakan yang revolusioner dari konsep matematika Yunani, yang secara esensial adalah menggunakan teori Geometry. *Al-Jabar* adalah teori unifikasi yang membolehkan jumlah rasional dan tidak rasional, magnit geometris dan lain-lain, untuk diujicobakan (sebagai obyek al-jabar, "*algebraic objects*"). Ini adalah pengembangan baru secara keseluruhan dalam matematika dari konsep yang ada sebelumnya. Dan aspek penting lainnya dari pengenalan al-Jabar adalah membolehkan matematik untuk diterapkan

dengan sebuah cara atau langkah yang belum ada sebelumnya (Connor and Robertson n.d., 234).

Teks Al-Khwarizmi dapat terlihat berbeda, tidak hanya dilihat dari koordinat Babilonia, akan tetapi juga dari aritmatika Diophantus. Teks ini tidak lagi menyangkut serangkaian masalah yang harus diselesaikan, namun sebuah eksposisi yang dimulai dengan istilah primitif dimana kombinasi tersebut harus memberikan semua prototipe yang mungkin untuk persamaan, yang secara eksplisit menjadi objek studi yang sebenarnya. Di sisi lain, gagasan tentang persamaan demi kepentingannya sendiri muncul dari awal dan, seseorang dapat mengatakannya dengan cara yang umum, sejauh tidak muncul begitu saja dalam menyelesaikan masalah, namun secara khusus digunakan untuk mendefinisikan masalah-masalah tertentu (Rashed and Armstrong 1994).

3. Dixit Algorizmi

Karya terbesar kedua al-Khwārizmī adalah tentang aritmatika, yang bertahan dalam bahasa Latin, akan tetapi hilang dari bahasa aslinya, bahasa arab, yaitu *al-Jam'a wa al-tafriq bi-hisāb al-Hind*. Adelard of Bath menerjemahkan buku tersebut pada abad ke-12, di samping juga menerjemahkan tabel astronomi (dixit algorizmi atau algoritmi de numero Indorum). Karya al-Khwārizmī tentang aritmatika ini merupakan tanggungjawab keilmuannya untuk memperkenalkan angka-angka arab berdasarkan sistem angka Arab-Hindu yang berkembang pada masyarakat India dan dunia barat.



Ini adalah contoh terjemahan Latin dari dixit algorizmi.

4. Astronomi

Karya al-Khwārizmī dalam bidang ilmu astronomi dapat dilihat pada karangannya *Zij al-Sindhind*: زيح السنڊ هند (Oaks n.d.). Kitab ini merupakan karya terbesar ketiga yang dinamai *Zij al-Sindhind* karena buku tersebut didasarkan pada metode astronomi India (Kennedy 1996, 188). Karya ini berisi tabel astronomi yang terdiri dari 37 simbol pada perhitungan kalender astronomi dan 116 tabel dengan data kalender, data astronomi dan data astrologi. Karya asli buku ini ditulis dalam bahasa Arab pada tahun 820 M, akan tetapi buku ini dinyatakan hilang., Dalam versi lain yang ditulis tahun 1000, para ahli astronomi Spanyol seperti Maslama al-Majrīṭī tetap menggunakannya dalam bahasa Latin, Kemudian, karya ini diterjemahkan oleh Adelard of Bath (26 Januari 1126) yang sekarang masih ada di the Bibliothèque Publique (Cartes), the bibliothèque Mazarine (Paris), the Bibliotheca Nacional (Madrid) dan the Bodleian Library (Oxford). Tabel-tabel dalam buku ini berisi tentang elaborasi pergerakan matahari, bulan dan 5 planet lain yang dikenal saat ini. Karena itu, buku ini menjadi titik poin dari perkembangan astronomi Islam.³

The image shows a page from the 'Zij al-Sindhind' manuscript, which is a Latin translation of an Arabic astronomical work. The page contains a large table with multiple columns, likely representing astronomical data such as planetary positions, calendar information, or astrological data. The text is written in a dense, medieval Latin script. The table is organized into several vertical sections, with some columns containing numbers and others containing descriptive text. The overall appearance is that of a historical scientific or mathematical document.

Ini adalah bagian isi dari buku tabel astronomi versi bahasa latin.

³ Hitherto said that muslim astronomers had adopted a primarily research approach to the field, translating works of others and learning already discovered knowledge.

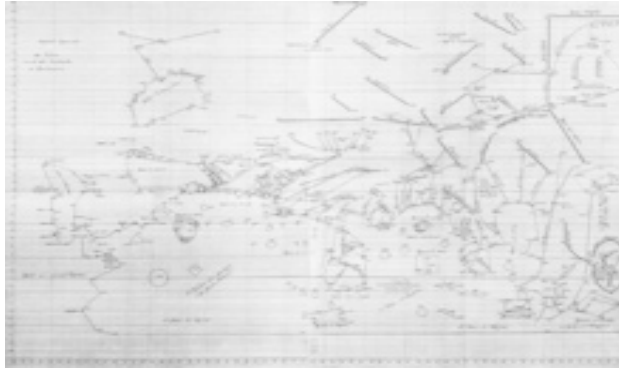
5. Geografi

Karya utama keempat al-Khwārizmī adalah bukunya Kitāb Ṣūrat al-Arḍ (bahasa Arab: كتاب صورة الأرض, “Book of the Description of Earth”). Buku ini dikenal sebagai buku Geografi al-Khwarizmi, yang selesai pada tahun 833. Buku ini merupakan pengerjaan ulang besar Geografi abad ke-19 Ptolemeus, yang terdiri dari daftar 2402 koordinat kota dan fitur geografis lainnya. Hanya ada satu salinan kitāb yang masih ada, disimpan di Perpustakaan Universitas Strasbourg dan sebuah terjemahan bahasa Latin disimpan di Biblioteca Nacional de España di Madrid. Buku ini dibuka dengan daftar garis lintang dan garis bujur, sesuai dengan “zona cuaca”, artinya di blok garis lintang dan dalam setiap cuaca zona, dengan urutan bujur.

Seperti yang ditunjukkan oleh Paul Gallez, sistem yang sangat baik ini memungkinkan pengurangan banyak garis lintang dan garis bujur di mana satu-satunya dokumen yang ada dalam kondisi yang buruk sehingga membuatnya tidak terbaca. Baik salinan Arab maupun terjemahan Latin mencakup peta dunia. Namun, Hubert Daunicht mampu merekonstruksi peta yang hilang dari daftar koordinat di mana Daunicht membaca garis lintang dan garis bujur titik-titik pesisir dalam manuskrip, atau menyimpulkannya dari konteks di mana mereka tidak terbaca. Dia memindahkan poin ke kertas grafik dan menghubungkannya dengan garis lurus dan mendapatkan perkiraan garis pantai seperti pada peta aslinya. Dia kemudian melakukan hal yang sama untuk sungai dan kota

Dalam buku tersebut, al-Khwārizmī mengoreksi konsep Ptolemeus untuk panjang Laut Mediterania dari Kepulauan Canary ke pantai timur Laut Tengah. Ptolemy melebih-lebihkan hal itu pada tingkat bujur 63 derajat, sementara al-Khwārizmī hampir memperkirakannya dengan tepat pada hampir 50 derajat bujur (Kennedy 1996, 188). Dia juga menggambarkan Samudra Atlantik dan Hindia sebagai badan perairan terbuka, bukan daratan yang dikuasai daratan seperti yang dilakukan Ptolemy. Meridian utama dalam pemikiran al-Khwārizmī berada di Bukit Beruntung berada di sekitar 10° BT dari garis yang digunakan oleh Marinus dan Ptolemy. Kebanyakan *gazetteer* Muslim abad pertengahan terus menggunakan meridian utama temuan al-Khwārizmī.

Contoh rekonstruksi Daunicht dari peta dunia al-Khwārizm tentang Samudra Hindia



Versi 15 abad Geografi Ptolemius



6. Kalender Yahudi

Al-Khwārizmī menulis beberapa karya lain berjudul *Risāla fi istikhrāj ta'rikh al-yahūd* (bahasa Arab: رسالة في استخراج تاريخ اليهود, “Ekstraksi Era Yahudi”). Ini menggambarkan siklus Metonik, siklus interkalasi 19 tahun, aturan untuk menentukan pada hari apa minggu pertama bulan Tishrei akan jatuh, menghitung interval antara tahun Anno Mundi (penciptaan Adam) dan era Seleukus dan memberi aturan untuk menentukan bujur rata-rata matahari dan bulan menggunakan kalender Ibrani (Toomer 1990).

7. Karya-Karya Lain

Ibn al-Nadim menyebutkan bahwa al-Khwārizmī menulis buku sejarah (arab: كتاب التاريخ). Namun buku ini hilang, dan salinannya telah sampai di Nusaybin pada abad ke-11 yang ditemukan oleh Bar Mar Elyas Shinaya (Delaporte 1910, xiii). Beberapa manuskrip Arab yang ada di Berlin, Istanbul, Tashkent, Kairo dan Paris dianggapnya sebagai karya al-Khwārizmī, yang menjelaskan tentang jam matahari. Di samping itu, Ibnu al-Nadim menyatakan pujiannya terhadap karya-karya al-Khwārizmī lainnya, yaitu *Kitāb ar-Rukhāma (t)* (كتاب الرخامة), yang mengurai tata cara menentukan arah Mekah dengan metode spherical astronomi, kitab *Ma'rifat sa'at al-mashriq fi kull balad* dan *Kitab Ma'rifat al-samt min qibal al-irtifā*.

A. Historisitas Ilmu Astronomi

1. Geneologi Lahirnya Ilmu Astronomi

Astronomi dipahami sebagai ilmu yang mempelajari benda dan materi yang berada di luar atmosfer bumi seperti bintang, planet, galaksi, komet dan lain-lain, serta fenomena yang berhubungan dengan fenomena-fenomena angkasa, gerhana bulan dan matahari, bintik matahari dan lainnya. Ilmu astronomi bermula dari keingintahuan manusia terhadap apa yang dilihatnya di langit. Oleh karena itu, astronomi pada awalnya hanya meneliti langit yang terlihat mata telanjang, namun ternyata tidak berhenti sampai di situ saja sehingga ilmu astronomi berkembang menjadi lebih kompleks seiring dengan berjalannya waktu dan peningkatan daya pikir manusia. Dalam konteks ini, manusia tidak hanya memperhatikan benda-benda langit, akan tetapi mulai mengamati pengaruh pergerakan benda-benda tersebut terhadap kehidupan di bumi seperti terjadinya siang dan malam, pergantian musim dan lain-lain (Ramdan 2009). Dari perjalanan pengamatan ini, akhirnya lahirlah ilmu astronomi.

Bangsa yang pertama dikenal sebagai penemu ilmu ini adalah bangsa Mesopotamia, yaitu sekitar tahun 3000 SM – 2000 SM. Kemudian, ilmu ini berkembang pada bangsa-bangsa lain yang melakukan hal serupa sesuai dengan tingkat penelitian dan logika yang dimiliki seperti di Sumeria, Babilona, Mesir, Persia, Maya, India, dan Cina. Di Babilonia

ilmu astronomi mulai terlihat pada sekitar tahun 1800 SM. Para pemikir bangsa tersebut sudah mulai mencoba membuat penanggalan sederhana, mengamati terjadinya gerhana, perpindahan matahari dan bulan, terjadinya siang dan malam dan lain sebagainya (Ramdan 2009). Di Cina kegiatan astronomi dimulai pada tahun sekitar 1130 SM. Tampaknya, perkembangan pengamatan terhadap benda-benda langit oleh para ilmuwan di Cina berkembang pesat karena didukung oleh para Kaisar seperti Kaisar Wu-Ting dan Ti-hsing. Mereka mulai mengamati fenomena gerhana bulan. Bahkan pada tahun 700 SM, mereka sudah mengamati bayangan matahari dari sebuah menara yang akhirnya digunakan untuk menyusun perhitungan kalender selama 1500 tahun dan telah berhasil menentukan panjang tahun matahari yaitu 365,5 hari. Hingga akhirnya lahirlah seorang astronom bernama Zhang Heng yang memiliki beberapa hasil temuan seperti langit seperti telur, tanah seperti kuning telur, ada sekitar 2500 bintang di daerah Tiongkok Tengah, dan mencatat terjadinya gempa di propinsi Shaanxi tahun 138 M (Ramdan 2009, 14–15).

Ilmu astronomi semakin berkembang, dan para astronom sudah mulai mendirikan observatorium sederhana dan muncullah berbagai macam keingintahuan yang lebih menantang seperti bagaimana memetakan posisi benda-benda langit, mempertanyakan bentuk bumi yang didiami manusia hingga posisinya di alam jagat raya ini.

2. Perkembangan Ilmu Astronomi

Untuk memberikan pemahaman kita pada ilmu astronomi, di sini akan dipetakan perkembangan ilmu tersebut. Perkembangan ilmu astronomi dapat dilihat pada tiga masa, yaitu masa keemasan Yunani, masa kejayaan Islam dan masa pencerahan Eropa.

a. Perkembangan Astronomi Yunani

Pemikiran tentang astronomi di Yunani, dimulai dari munculnya seorang filosof bernama Thales sekitar tahun 600 SM. Namun perubahan besar di Yunani terjadi ketika ia membawa ilmu pengetahuan matematika dari Mesir dan ilmu astronomi dari Babilonia. Hal ini menyebabkan ilmu-ilmu muncul selanjutnya dipengaruhi oleh ilmu tersebut yang dibawa dari Mesir dan Babilonia. Pada masa ini, awalnya ilmu astronomi

dan ilmu hitung digunakan untuk keperluan penanggalan, pertanian dan pelayaran, akan tetapi akhirnya berkembang pada hal-hal lainnya (Thomas 1991, 1–9).

Sekitar tahun 550 SM, kemajuan ilmu astronomi semakin tampak jelas. Ini ditandai dengan hipotesa astronomi tentang berbagai temuan, diantaranya bentuk bumi oleh seorang ilmuwan, Pythagoras. Ia menyatakan bahwa bumi berbentuk bulat dan garis edar atau orbit bulan yang mengelilingi bumi membentuk suatu sudut kemiringan terhadap garis ekuator bumi, pembuatan kalender oleh Oenopedis dan Philolaus serta hipotesanya yang menyatakan bahwa bumi bergerak walau belum memiliki bukti yang kuat, panjang waktu tahun tropis dari titik balik matahari oleh Meton dan Euctemon.

Tahun keemasan ilmu astronomi di Yunani diawali oleh munculnya seorang astronom sekaligus matematikawan yaitu Eudoxus dengan temuan bahwa lintasan gerak benda-benda langit itu di alam semesta ini berbentuk lingkaran dengan teori matematika dan alam semesta berbentuk bulat. Namun hipotesa ini diyakini hanya sebagai perhitungan matematika. Pembuktian dibuktikan secara nyata dan empiris oleh muridnya Callippus. Perkembangan dan kemajuan ilmu astronomi tersebut terwariskan kepada Aristoteles yang lahir sekitar 384 SM. Ilmuwan ini akhirnya menjadi yang terpopuler dengan pendapatnya bahwa bumi merupakan pusat alam semesta dan alam semesta sendiri memiliki batas serta bumi terbentuk dari empat unsur, yaitu tanah, udara, air dan api. Alam semesta tersebut berputar mengelilingi bumi dengan membentuk lintasan yang berupa lingkaran.⁴

Temuan tersebut dikuatkan oleh teori yang digagas oleh Ptolemeus⁵, yaitu teori geosentris yang menyatakan bumi sebagai pusat tata surya, matahari dan planet lain bergerak mengelilinginya. Dia mampu memberikan bukti dan perhitungan matematika yang memadai. Teori-teorinya ditemukan

⁴ Pada masa ini sudah muncul beberapa ilmuwan, seperti Autholycus, Euclid dan Aristarchus, yaitu sekitar tahun 330 SM. Autholycus mengembangkan teori geometri bola, kemudian dikembangkan oleh muridnya, Euclid dan Aristarchus mengusulkan hipotesa yang berbeda dengan Aristoteles bahwa matahari sebagai pusat tata surya, namun tidak ada yang mempedulikan karena tidak ada bukti yang cukup kuat.

⁵ Nama aslinya adalah Claudius Ptolemy, ia lahir pada tahun 85 SM di Mesir. Ia berasal dari orang Yunani yang menjadi penduduk Romawi, akan tetapi tinggal di Mesir dan dikenal sebagai ahli astronomi dan geografi.

dalam buku yang dikarangnya, yaitu al-Magest. Buku ini berisi tentang teori matematika secara detail yang menggambarkan gerak matahari, bulan dan planet. Ptolemy membagi periode waktu dari pergerakan bulan, yaitu pertama, periode yang digunakan bulan untuk kembali ke posisi garis bujur yang sama, kedua, periode untuk kembali pada kecepatan yang sama dengan sebelumnya dan ketiga, periode yang digunakan ke garis lintang yang sama (Ramdan 2009, 26–27).⁶

b. Perkembangan Astronomi Islam

Setelah masa kejayaan Yunani berakhir, maka pusat peradaban ilmu beralih ke tangan bangsa-bangsa Arab yang maju dengan datangnya agama pembawa kebenaran, yaitu Islam. Masa kejayaan peradaban Islam berlangsung paling lama dibanding peradaban lainnya, yaitu selama 14 abad. Kepemimpinan pemerintahan Islam memiliki wilayah yang sangat luas meliputi Timur Tengah, Afrika Utara hingga Andalusia (Spanyol). Pada saat di Eropa lainnya masih mengalami masa kegelapan, peradaban Islam mencapai puncaknya dalam bidang ilmu dan teknologi. Salah satu bidang ilmu yang berpengaruh signifikan adalah perkembangan ilmu astronomi. Ilmu ini bersentuhan langsung dengan agama Islam yang ditekuni dan diyakini dan sangat dibutuhkan dalam kegiatan ibadah umat Islam. Kondisi ini menyebabkan lahirnya ilmuwan astronomi muslim (Purwanto 2009, 17).

Dalam catatan sejarah, perkembangan astronomi Islam terperiodisasi menjadi empat periode, pertama, periode awal astronomi Islam (700 M–825 M), kedua, periode kemajuan astronomi Islam (825 M–1025 M), ketiga, periode puncak kejayaan astronomi Islam (1025 M–1450 M), keempat, periode kemunduran astronomi Islam (1450 M–1900 M). Pada periode awal astronomi Islam, terjadilah transfer keilmuan astronomi melalui proses transliterasi dari buku-buku dan literature berbahasa Yunani, India dan Persia. Tercatat ada tiga buku astronomi yang diterjemahkan. Buku astronomi pertama yang diterjemahkan adalah buku *Zij al-Sindhind* (India) oleh Muhammad al-Fazari dan

⁶ Ptolemeos berkarya dalam bidang geografi dan optik. Ia memetakan wilayah-wilayah utama yang ada di bumi dengan garis lintang dan bujur dan ia meneliti tentang warna, pemantulan cahaya, pembiasan dan variasi bentuk-bentuk cermin.

Yaqub Ibnu Tariq ke dalam bahasa Arab pada tahun 777 M atas pesanan khalifah al-Mansur. Buku astronomi kedua yang diterjemahkan adalah *Zij al-Shah* (Persia), dan buku *al-Magest* karangan Ptolemeus. Dan akhirnya, Muhammad al-Fazari menulis buku astronomi sendiri yang berjudul *Zij ala sinin al-'Arab*, yang memuat tabel astronomi berdasar pada tahun Arab.

Pada periode selanjutnya yang merupakan periode kemajuan astronomi Islam, Pengembangan kajian astronomi Islam mendapat dukungan penuh dari dinasti Abbasiyah, yaitu khalifah al-Ma'mun, yang pusat peradaban Islamnya berada di kota Baghdad dan Damaskus. Sementara dinasti Umayyah menguasai wilayah Andalusia, yang berpusat di kota Kordoba. Puncak kejayaan astronomi Islam terjadi saat Baghdad menjadi pusat peradaban Islam dan Andalusia jatuh ke tangan orang-orang kristen. Atas dukungan para khalifah saat itu, maka lahirlah astronom- astronom muslim kenamaan, diantaranya yaitu al-Hasan al-Baghdadi (825 M) dan Banu Musa (Musa Bersaudara) yang memiliki observatorium astronomi di rumahnya dan juga terlibat pada penelitian di observatorium yang dibangun oleh al-Ma'mun. Prestasi yang mereka hasilkan adalah menemukan titik terjauh matahari dari bumi sebesar 82 derajat 39 menit dan menentukan panjang keliling bumi sejauh 40.200 km.

Pada masa berikutnya, lahirlah matematikawan sekaligus astronom terkemuka yaitu al-Khwarizmi. Beliau menulis buku berjudul *Zij al-Sindhind* pada tahun 830 M. buku tersebut adalah buku pertama yang ditulis dengan perhitungan matematika yang sangat baik pada masa itu. Buku ini menjelaskan tentang pergerakan matahari, bulan, dan 5 buah planet yang mengelilingi bumi. Teori yang dia gunakan terkait dengan pergerakan matahari, bulan dan planet lainnya adalah teori geosentris. Dia juga menulis buku matematika tentang teori al-Jabar yang ditulis dalam sebuah buku berjudul *Kitab al-Mukhtasar fi Hisab al-Jabr wal Muqabala*. Setelah itu, terus lahir astronom-astronom baru mengikuti kesuksesan al-Khwarizmi, seperti al-Farghani (*kitab fi Jawani-koreksi atas kesalah teori geosentris*), Habash al-Hasib (gerhana matahari), Muhammad Ibnu Musa (pendulum dan sundial), Abu al-Wafa al-Buzjani

(hukum identitas trigonometri dan hukum sinus untuk geometri bola, crater bulan), 'Abd al-Rahman al-Sufi (Galaksi Andromeda).

Pada periode puncak kejayaan astronomi Islam, ilmu astronomi dikembangkan dengan lebih detail dan akurat, ditandai dengan lahirnya tulisan beberapa astronom muslim, diantaranya yaitu; pertama, Ibnu al-Haytham berjudul *al-Shuku 'ala Batlamyus*, yang berisi kritikan terhadap perhitungan Ptolemeus, meski pada intinya masih sepakat dengan teori geosentris. Kedua, al-Biruni menyusun buku *al-Qanun al-Mas'udi* dengan temuannya tentang pemodelan system geosentris yang akurat, pengukuran jarak bumi ke matahari dan gravitasi bumi. Ketiga, Al-Zarqali menemukan bahwa orbit matahari dan planet yang mengelilingi matahari berbentuk elipse, bukan lingkaran. Keempat, Al-Khazini, dengan bukunya *The Book of the Balance of Wisdom*, yang berisi temuan bahwa gaya gravitasi bergantung pada jarak benda tersebut dari pusat bumi. Kelima, al Badi al-Asturlabi dengan bukunya *Zij al-Mahmudi*. Keenam, Ibnu al-Shatir dengan bukunya *Kitab Nihayat alSul fi Tashih al-Usul* yang berisi reformasi teori Ptolemeos dengan tambahan episiklus. Ketujuh, Ulugh Beg mendirikan observatorium di Samarkand. Periode selanjutnya yaitu masa penurunan ilmu astronomi Islam dimana pada masa ini tidak lagi didapat penemuan-penemuan yang berarti walaupun masih ditemukan pendirian observatorium di Istanbul oleh Taqiyuddin Ibn Ma'ruf. Masa ini adalah masa menerapkan hasil-hasil temuan sebelumnya.

c. Perkembangan Astonomi Eropa

Tidak dapat diingkari bahwa perkembangan ilmu pengetahuan khususnya ilmu astronomi pada masa kejayaan Islam berpengaruh hingga keluar wilayah Islam. Salah satu wilayah yang paling terpengaruh adalah Eropa. Pengaruh ini masuk melalui wilayah Andalusia, kemudian melalui Sisilia (wilayah yang juga dikuasai Islam hingga 1091 M). Para ilmuwan ini mulai tertarik dengan astronomi Islam sehingga mereka menerjemahkan banyak karya-karya astronomi Islam ke dalam berbagai bahasa baik bahasa latin maupun bahasa Yahudi dan bahasa-bahasa yang lain. Dari buku-buku terjemahan inilah, mereka mempelajari serta mengkajinya.

Dalam konteks pengkajian mereka saat itu, masyarakat eropa umumnya menganut teori geosentris, sama seperti teori yang berkembang pada masa Yunani dan Islam. Namun demikian, setelah berjalan cukup lama, munculah pemikiran baru tentang alam semesta sekitar abad ke 16 yang diperkenalkan oleh Copernicus. Dengan keilmuan matematikanya, Copernicus mengenalkan teori *heleosentris*. Sebagai koreksi dari teori sebelumnya, *geosentris*, yang ia pelajari dari buku Ibnu Haytam dan al-Biruni. Dalam teorinya, Copernicus menyatakan bahwa bumi berputar pada porosnya dan bergerak bersama bulan dan planet lainnya mengelilingi matahari. Ide ini mendapat pertentangan yang amat keras dari para ilmuwan lainnya bahkan dari institusi gereja. Pertentangan ini terus berlanjut sampai Copernicus menemui kematiannya, dan institusi gereja melarang penerbitan dan peredaran buku-buku karangan Copernicus. Namun ide Copernicus ini terus berkembang dan 21 tahun setelah kematiannya, ide ini muncul kembali dari seorang ilmuwan Italia, yaitu Galileo. Galileo semakin memperkuat ide Copernicus dengan berbagai penelitian yang dilakukannya mulai tentang gerak jatuh benda sampai pergerakan planet Yupiter dan planet-planet lainnya (Berry 1898, 92–124).

Di tengah pertentangan yang semakin dahsyat, munculah ilmuwan dari Denmark, Tycho Brahe yang menggunakan kedua teori tersebut, yaitu ada 5 buah planet bergerak mengelilingi matahari yang bersama-sama mengelilingi bumi. Dengan munculnya ide ini, maka astronomi Eropa terbelah menjadi 3 kubu, yaitu Copernicus dan Galileo (*heleosentris*), Tycho Brahe (*Gabungan*) dan Institusi Gereja beserta ilmuwan lainnya (*Geosentris*). Perdebatan ini terus bergulir sampai Galileo meninggal dunia, namun akhirnya perkembangan astronomi Eropa bersandar pada teori *heleosentris*, walaupun teori *geosentris* sendiri belum bisa terbantahkan sepenuhnya, hingga akhirnya, sebagian besar masyarakat dunia terkonsep dengan teori *heleosentris*.

B. Kontribusi Al-Khwarismi Dalam Ilmu Astonomi Islam

1. Pengembang Ilmu Astronomi Matematis

Para astronom muslim secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi dua mazhab, pertama, mazhab yang berorientasi matematis

di bagian timur dunia muslim, dan kedua, mazhab yang berorientasi filosofis dengan basis di wilayah barat kekuasaan dunia muslim (Pedersen 1993, 59). Pada golongan mazhab timur, tidak bisa diingkari kontribusi pemikir periode awal dan abad pertengahan perkembangan astronomi Islam dari mulai masa al-Fazari sampai Ulugh Beg, tidak terkecuali al-Khwarizmi. Konstruksi pemikiran al-Khwarizmi dalam beberapa karangannya khususnya al-Jabar merupakan konstruksi ilmu astronomi matematis yang sangat cerdas di masanya, walaupun dalam pengakuannya, hanya memberi koreksi atau semacam catatan atas pemikiran Ptolemeus saat itu. Akan tetapi, dalam kajian banyak para ilmuwan astronomi setelahnya, konstruksi pemikiran al-Khwarizmi telah menjadi titik tolak pengembangan konstruksi astronomi-matematis dalam ilmu astronomi Islam berikutnya. Dari sebuah konsepsi teoritik sampai lahirnya berbagai observatorium di dunia Islam.

Pada masa puncak kejayaan astronomi Islam, Maragha adalah nama yang diidentikkan dengan reformis dari para astronom timur. Hal ini sebagai pengakuan atas prestasi dari sejumlah ahli astronomi yang bekerja di sebuah observatorium yang didirikan di Maragha (dekat Azerbaijan) pada tahun 1259, yang pada saat itu menjadi ibukota Dinasti Ilkhāniyyah (Kartanegara 2006, 42). Reformasi ini mencapai titik tertinggi pada abad keempat belas. Bahkan, beberapa astronom dari mazhab Maragha telah memulai proyek reformasi mereka sebelum bergabung dengan observatorium di kota ini. Observatorium Maragha adalah sebuah observatorium yang sangat penting dalam perkembangan astronomi Islam. Al-Ṭūsī sebagai direktur dari observatorium Maragha telah berhasil mengubah observatorium yang berorientasi individual menjadi lembaga ilmiah dimana sekelompok sarjana yang berprestasi bekerja sama dan kelestariannya tidak tergantung pada seorang individu. Observatorium Maragha kemudian dijadikan model observatorium berikutnya yang dibangun di Istanbul oleh Taqī al-Dīn dan di Samarkand oleh Ulugh Bek (Kartanegara 2006) (Kartanegara 2006, 42–45).

Observatorium Samarkand didirikan tahun 1424, bangunan ini merupakan satu observatorium terbesar yang pernah dibuat. Bangunan monumental yang digagas oleh Ulugh Beg (1394-1449) ini mempunyai radius 40,4 meter. Observatorium ini memiliki meridian yang sangat

besar dimana sebanyak 100 ilmuwan berkarya. Salah satu ilmuwan muslim yang berkantor saat itu adalah al-Kāshī, seorang astronom, ahli matematika, peneliti, dan arsitek murid kesayangan Ulugh Bek. Hasil observasi yang dihasilkan oleh lembaga ini merupakan akumulasi penelitian selama tiga dekade dan secara ilmiah hasilnya sangat akurat.

Ada beberapa hasil penelitian dari lembaga ini yang tetap eksis hingga saat ini. Misalnya temuan tentang tahun bintang yang meliputi 365 hari, 6 jam, 10 menit, dan 8 detik, serta katalog bintang yang meliputi jumlah 1.012 buah. Observatorium ini aktif hingga tahun 1500-an. Para astronom dari tradisi timur mengadopsi strategi reformasi matematika dalam upaya untuk memecahkan masalah teoritis dari model Ptolemeus. Dua alat matematika yang berguna dan sangat berpengaruh saat itu diciptakan oleh astronom abad ketiga belas, yaitu al-Tusi dan al-Urdi. Alat pertama, yang dikenal dalam keilmuan modern sebagai Tusi Couple, yang menghasilkan osilasi linier sebagai hasil dari kombinasi dari dua gerakan melingkar yang seragam. Alat ini digunakan dalam berbagai cara oleh banyak astronom, termasuk astronom Nicolaus Copernicus dari Polandia. Alat kedua adalah Urdi Lemma, yaitu alat matematika serbaguna yang diciptakan oleh al-Urdi dan digunakan para penerusnya.

Untuk menerapkan Lemma ini dengan model planet-planet atas, al-Urdi membalik arah gerak dan membagi eksentrisitas dari model Ptolemeus. Dengan demikian mampu menghasilkan gerak seragam sekitar pusat geometris dari bola, sementara pada saat yang sama mereproduksi gerakan seragam di sekitar pusat equant Ptolemeus. Untuk menghasilkan representasi optimal secara fisik dan matematis, astronom lain mengkombinasikan kedua alat tersebut dan menemukan alat tambahan dari penemuan mereka sendiri. Model yang paling komprehensif dan sukses diperkenalkan pada abad keempat belas oleh astronom Damaskus Ibn al-Shatir: modelnya untuk semua planet menggunakan kombinasi gerakan melingkar sempurna di mana setiap lingkaran berputar seragam di sekitar pusat yang dituangkan dalam draf kajiannya, Nihayat al-Sul fi Tashih al-Usul. Ibn-al-Shatir juga mampu memecahkan masalah jarak planet dan untuk menyediakan data yang lebih akurat untuk observasi astronomis. Dia merupakan ilmuwan yang

pertama kali memetakan pergerakan planet di luar angkasa, teori yang diyakini dunia modern sebagai milik Kepler dan Copernicus. Periode Ash-Shatir inilah yang dilewatkan dalam sejarah astronomi dunia. Setelah Ptolomeus, orang hanya mengenal Copernicus (1473-1543). Padahal, setelah Ptolemaic System ada temuan yang tak kalah berharga. Dalam diagram astronomisnya, Ash-Shatir menjelaskan tentang pergerakan Planet Merkurius. Temuannya saat itu dianggap sebagai sukses pertama representasi gerakan planet di tata surya. Sejumlah model Ibnu al-Shatir direproduksi satu setengah abad kemudian oleh Copernicus dalam melakukan reformasi astronomi pada tradisi ilmiah Barat.

2. Konstruksi Teori Geosentri Bola Bumi

Ilmu astronomi, secara khusus, dimaknai sebagai ilmu yang mempelajari benda-benda langit dan fenomena lain yang berhubungan dengan fenomena pergerakan bumi, bulan dan matahari serta planet-planet lain yang bertebaran di angkasa dan saling berhubungan. Dalam membaca fenomena tersebut, beberapa ahli sudah mengemukakan konsep dan teorinya dengan memberikan argumentasi kuat, mengikuti dan menguatkan teori yang berkembang yaitu teori geosentris. Terlepas benar atau tidaknya teori yang digunakan, mereka telah memberi kontribusi besar dan fundamental untuk kemajuan ilmu astronomi, lalu bagaimana dengan kontribusi al-Khwārizmī?

Geosentris berasal dari bahasa Yunani, yang terdiri dari 2 suku kata, “geo” berarti bumi dan “sentris” berarti pusat. Maka, geosentris berarti pusat bumi. Teori ini diartikan dengan yang menyatakan bahwa bumi sebagai pusat dari alam semesta. Untuk itu, bumi tidak bergerak. Teori ini diajukan pertama kali oleh Aristoteles. Ia berpendapat bahwa alam semesta ini terbatas atau tetap dan mempunyai bentuk yang bulat. Ia beralasan bahwa bulat merupakan bentuk yang sempurna dan terbatas karena alam ini mempunyai pusat. Ia juga berpendapat bahwa bumi berbentuk bulat seperti alam semesta. Dalam hal ini ia mengemukakan contoh yang menjadi bukti bahwa perbedaan bentuk penampakan bulan setiap malam menyatakan bahwa bumi itu bulat. Selanjutnya, ia mengatakan bahwa jika seseorang berjalan kearah utara atau selatan pada malam hari, maka ia tidak akan menjumpai bintang yang sama selama perjalanannya. Inilah

yang menjadi bukti bahwa bumi itu bulat. Planet-planet seperti Merkurius, Venus, Mars, Yupiter, Saturnus, dan Matahari serta bulan mengelilingi bumi sesuai garis edarnya masing-masing yang berbentuk lingkaran. Benda-benda langit tersebut bergerak dengan kecepatan yang tetap. Namun, Aristoteles mengakui bahwa model alam semesta yang diajukannya tidak dapat mengetahui bagian terluar alam semesta, menjaga keseimbangan dari pengaruh pergerakan benda-benda langit di bagian dalam. Walaupun demikian, model yang diajukannya ini mampu bertahan retusan tahun walau banyak yang harus diperbaiki.

Kemudian, Ptolemy mengajukan model yang lebih baik dengan model alam semesta yang berisi penjelasan matematika yang cukup baik. Model ini pada dasarnya sama dengan model alam semesta Aristoteles. Perbaikan yang dilakukan khususnya pada pergerakan planet. Ia mengajukan suatu model yang disebut episiklus. Dengan model ini berarti pergerakan suatu planet bergerak mengelilingi titik episiklus sambil berputar mengelilingi bumi. Lintasan episiklus ini juga berbentuk lingkaran. Model ini bertujuan untuk menjelaskan pergerakan mundur (*retrograde*) beberapa planet. Pada model pergerakan planet yang diajukan Ptolemy dinyatakan bahwa matahari berputar mengelilingi bumi dan planet-planet berputar mengelilingi titik episiklus sambil bergerak mengitari bumi dan bumi tidak berotasi atau berputar pada porosnya. Teori inipun mampu bertahan cukup lama hingga berlanjut ke masa peradaban Islam.

Dalam konteks tersebut, ilmuwan dan astronom muslim menganalisa lebih jauh teori geosentris yang diajukan oleh Aristoteles dan Ptolemeus (Ptolemy). Para ilmuwan dan astronom muslim juga membuat dan mengembangkan disiplin ilmu yang membantu dan mempermudah masalah-masalah sulit sekitar astronomi. Disiplin ilmu yang paling membantu ilmu astronomi adalah ilmu matematika. Untuk itu, al-Khwārizmī menyempunakannya dengan menyusun teori matematisnya dalam *al-Jabar* dan melengkapinya dengan menyusun buku-buku yang lain seperti buku *Aritmatika*, *Geografi*, *Tabel-Tabel Astronomi*⁷ dan

⁷ Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa tabel-tabel dalam buku *Zij Sindhind* berisi tentang elaborasi pergerakan matahari, bulan dan 5 planet lain yang dikenal saat itu. Buku tersebut menjadi titik poin dari perkembangan astronomi Islam sampai saat ini.

membuktikannya dalam bentuk Kalender Yahudi. Dengan demikian, pada prinsipnya, ilmuan dan astronom muslim, khususnya al-Khwārizmī, sepakat dengan teori geosentris bahwa bumi tidak bergerak dan benda-benda lain yaitu Matahari, Planet dan Bulan bergerak mengelilingi Bumi. Ilmuan dan astronom muslim, khususnya al-Khwārizmī, hanya melengkapi kekurangan-kekurangan model ini seperti ukuran bumi, jarak bumi ke matahari dan teori-teori yang menguatkan teori geosentris.

Kesimpulan

Upaya yang dilakukan para astronom Muslim dalam memperkaya khazanah astronomi dunia tidak terlepas dari langkah penerjemahan karya-karya luar biasa dalam bahasa asing ke dalam bahasa Arab. Pada tahap selanjutnya adalah suburnya budaya kritik ilmiah terhadap teori yang telah dianggap mapan pada masanya melalui pengkajian ilmiah yang intensif sehingga melahirkan berbagai karya-karya monumental dalam sejarah astronomi Islam.

Aktivitas astronomi di dunia Islam tersebar luas secara intensif pada abad Pertengahan. Di sinilah al-Khwarizmi memberikan kontribusi yang amat berharga. Karyanya menjadi bahan kajian ilmuwan-ilmuwan setelahnya. Bersama ilmuwan lainnya, al-Khwarizmi menekuni keilmuan ini dan bekerja pada bidang astronomi praktis dan teoritis pada masa khalifah al-Mansur. Berbagai kajian terhadap keilmuan astronomi yang berkembang masa Yunani menyebabkannya mengarang dan menulis sejumlah buku berharga yang menjadi titik tolak perkembangan ilmu astronomi Islam berikutnya. Munculnya observatorium yang aktif, dan observasi-observasi baru dengan alat-alat yang lebih modern yang melahirkan banyak teori-teori baru dalam kajian astronomi dunia saat ini. Konstruksi pemikiran astronomis matematis al-Khwarizmi merupakan kontribusinya dalam menyempurnakan dan melengkapi pemikiran astronomi yang berkembang sebelumnya, seperti teori geosentrisnya Aristoteles dan Ptolemy. Buku *Zij Sindhind*, di samping deretan buku lainnya, merupakan hasil pendalaman tentang teori tersebut khususnya menyangkut pergerakan matahari, bulan dan 5 planet lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ramdan, 2009, *Islam Astronomi*, Jakarta: Bee Media Indonesia
- Hendro Setyanto, 2008, *Membaca langit*, Jakarta; Al-Ghurab,
- Toby E. Huff, 1995, *The Rise of Early Modern Science: Islam, Cina, and The West*, New York: Cambridge University Press,
- Bartel. L. van der Waerden, 1985, *A History of Algebra: From al-Khwarizmi to Emmy Noether*, Zurich: Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
- Luis Puig, 2008, *Historias de al-Khwarizmi 1a entrega*, Universitat de València, historias@revistasuma.es SUMA 58 Junio
- Ibrahim M., [Arab Civilization: Challenges and Responses : Studies in Honor of Constantine K.](#) Zurich: SUNY Press., ISBN 0-88706-698-4.
- Barnabas Huges, 1986, *Gerard of Ceremona's Translation of Al-Khwarizmi's al-Jabr: A Critical Edition*, Northridge: California University
- Frederic Rosen.,»[The Compendious Book on Calculation by Completion and Balancing, al-Khwārizmī](#)». English Translation. Retrieved 2009-09-14,
- [Karpinski, L. C., 1912,»History of Mathematics in the Recent Edition of the Encyclopædia Britannica](#)». [American Association for the Advancement of Science](#),
- [Boyer, Carl B., 1991, «The Arabic Hegemony». A History of Mathematics \(Second ed.\). John Wiley & Sons, Inc., 228. ISBN 0-471-54397-7.](#)
- John J O> Connor.,; [Robertson, Edmund F., «Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi](#)», [MacTutor History of Mathematics archive, University of St Andrews](#)
- Rashed, R. 1990, *Armstrong, Angela. "The Development of Arabic Mathematics"*. Springer, 1994., ISBN 0-7923-2565-6
- Jeffrey Toomer Oaks.,. [«Was al-Khwarizmi an applied algebraist?»](#). [University of Indianapolis](#). Retrieved 2008-05-30., ISSN 0033-4766.
- Edward S. Kennedy, *Mathematical Geography*, [ttp:tnp.tt](http://tnp.tt).

Gerald Toomer. 1990, "*Al-Khwārizmī, Abu Ja'far Muḥammad ibn Mūsā*".
In Gillispie, Charles Coulston. *Dictionary of Scientific Biography*. New
York: Charles Scribner's Sons

Thomas, 1991, *Geer Astronomy*, London; GPC

Purwanto, 2009, *Pengantar Kosmologi*, Surabaya; ITS Press

Berry, 1898, *A Short History Of Astronomy: From Earliest Times Through
The Nineteenth Century*, New York: Dover Publications

Pedersen, 1993, *Early Physics and Astronomy : A Historical Introduction*,
Cambridge: CUP

Kartanegara, 2006, *Reaktualisasi Tradisi Ilmiah Islam*, Jakarta: Penerbit
Baitul Ihsan,