

**GENEOLOGI TRADISI ILMIAH ASTRONOMI ISLAM
(Studi Historis Perkembangan Astronomi Muslim
Pada Abad Pertengahan)**

Oleh: Wahyu Setiawan

STAIN Jurai Siwo Metro

E-mail: wahyu.setiawan@yahoo.com

Abstrak

Astronomi umumnya didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari gerakan bintang-bintang dan planet-planet. Ini sering dianggap salah satu ilmu pengetahuan Barat warisan ilmiah bangsa Yunani. Para astronom modern tidak tahu kritik yang dilancarkan oleh astronom Muslim, Ibnu Shatir, yang menyoroiti sistem Ptolemy. Astronomi hanya mengenal teori yang dibangun Kepler dan Copernicus setelah runtuh batas-batas bumi teori tanpa mempertimbangkan teori Ibn Shatir yang justru merupakan teori pertama yang memetakan gerakan planet-planet di angkasa; sebuah teori yang diyakini milik dunia modern sebagai Kepler dan Copernicus. Artikel ini membahas akar astronomi Islam di abad pertengahan yang menandai kemajuan peradaban Islam selama kegelapan Barat. Pertengahan adalah zaman keemasan Islam yang menyumbangkan banyak teori-teori baru dalam literatur ilmu, termasuk astronomi. Artikel ini menunjukkan bahwa aktivitas astronomi yang dilakukan secara intensif dari awal abad ke-9 hingga abad ke-16. Kegiatan ini tercermin dalam jumlah besar ilmuwan yang bekerja di bidang astronomi praktis dan teoritis, jumlah buku-buku yang ditulis, observatorium aktif, dan pengamatan baru. Semua kegiatan ilmiah dimulai dengan terjemahan karya ilmiah fantastis non-Arabic. Kegiatan astronomi Islam dibagi menjadi dua utama aliran yaitu aliran astronomi-matematika di Timur dan aliran astronomi-filsafat di kekhalifahan Islam di Barat.

Kata kunci: Geologi, astronomi, ilmu pengetahuan, dan Islam.

Abstract

Astronomy is commonly defined as a science that studies the movements of the fixed stars and the planets. It is often perceived one of Western science as scientific heritage of Greek. Modern astronomers do not know the criticism made Moslem astronomical scientists, Ibn Shatir, who criticize Ptolemy System. Astronomy only knows the theory is built Kepler and Copernicus after collapsing geocentric theory confines without considering the theory of Ibn Shatir who first charted the movement of planets in space, the theory of which is believed to belong to the modern world as Kepler and Copernicus. This article attempts to reviewing the roots of Islamic astronomy in medieval times that mark the advance of Islamic civilization during the darkness of the West. Middle Ages was the golden age of Islam who donated a lot of new theories in science literatures, including astronomy. This article shows that the activity of astronomy widespread intensively from the beginning of the ninth century to the sixteenth century. This activity is reflected in the large number of scientists working in the field of practical

and theoretical astronomy, the number of books written, active observatory, and the new observations. All scientific activities began with the fantastic translation of non-Arabic scientific works. Islamic astronomical activities divided into two major schools, astronomical-mathematic school in the East and astronomical-philosophic schools in the Western Islamic caliphate.

Keywords: Geneology, astronomy, science and Islam.

A. Pendahuluan

Minat awal dalam kajian astronomi dunia memiliki akar dalam astrologi dan daya tarik kekuatan misteri langit. Pertimbangan praktis, seperti menemukan satu arah selama perjalanan malam atau memahami korelasi antara musim tahun dan posisi dari planet-planet turut mendorong berkembangnya studi astronomi. Sudah lama manusia berkenalan dengan langit, bahkan ada peninggalan berupa lukisan tua di La Pileta, Spanyol yang diinterpretasikan sebagai gambar matahari. Lukisan itu telah berusia kurang lebih 35.000 tahun.¹ Perjalanan panjang telah ditempuh manusia untuk sampai pada era astronomi modern.² Di tengah perjalanan historisnya, Abad Pertengahan merupakan zaman keemasan Islam yang menyumbangkan 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 sebagai kiblat ilmu pengetahuan. Banyak ilmuwan Muslim yang lahir dan besar di kota-kota ini. Huff menyatakan bahwa pada abad ini terutama dalam rentang abad kedelapan hingga akhir abad keempat belas, pengetahuan yang ada di dunia Islam adalah sains yang jauh melampaui Barat dan Cina.³

Berbanding terbalik dengan dunia Islam, Barat masuk dalam kondisi yang disebut Abad Kegelapan (*Dark Age*). Tak ada infrastruktur atau pusat pemerintahan yang solid. Dibanding kekhalifahan Islam, Barat saat itu terbelakang, tak terorganisasi, tanpa strategi penting, dan mengalami kemandekan. Namun pada fase sejarah berikutnya, khazanah sains Muslim berpindah tangan ke Eropa melalui kekhalifahan di Spanyol yang runtuh. Ilmu

¹ Moedji Raharto, *Manusia, Islam, dan Astronom*, makalah disampaikan dalam Pelatihan Hisab Rukyat Tingkat Nasional 16-18 Juni 1997 di Bogor, h. 2.

² Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Teori dan Praktek*, (Yogyakarta: Lazuardi, 2001), h. 17.

³ Toby E. Huff, *The Rise of Early Modern Science: Islam, Cina, and The West*, (New York: Cambridge University Press, 1995), h. 48.

pengetahuan dan teknologi yang dikembangkan kaum Muslim pun berpindah ke Barat, termasuk dalam bidang astronomi. Astronomi modern tidak mengenal kritik astronomis yang dilakukan para ilmuwan muslim sekelas Ibn Shatir yang mengkritisi *Ptolemy System*. Astronomi Barat hanya mengenal teori yang dibangun Kepler dan Copernicus setelah kungkungan teori geosentris runtuh tanpa mempertimbangkan teori Ibn Shatir yang pertama kali memetakan pergerakan planet di luar angkasa, teori yang diyakini dunia modern sebagai milik Kepler dan Copernicus.

Artikel ini selanjutnya berusaha melacak akar-akar tradisi ilmiah astronomi Islam pada abad-abad pertengahan yang menandai majunya peradaban Islam di tengah-tengah kegelapan Barat dari perspektif historis. Kajian akan difokuskan pada aktivitas penerjemahan pada abad kedelapan hingga puncak kegiatan ilmiah astronomis yang terbagi ke dalam dua mazhab besar, mazhab astronomis-matematis di Timur dan mazhab astronomis-filosofis di dunia Barat kekhilafahan Islam.

B. Astronomi: Sebuah Tinjauan Definisi

Astronomi sebagai khazanah keilmuan di dalam Islam sering pula disebut sebagai '*ilm al-hai'ah*, '*ilm al-ḥisāb*, '*ilm al-miqāt* dan '*ilm al-falak*.⁴ Namun dari istilah-istilah tersebut, ilmu falak lebih populer sebagai sinonim dari astronomi. Kata *falak* sendiri berasal dari bahasa Arab yang mempunyai persamaan makna dengan kata *madār* atau orbit. Di dalam *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, *falak* diartikan sebagai lingkaran langit atau cakrawala.⁵

Dilihat dari sisi terminologis, astronomi adalah ilmu yang mempelajari tentang gerakan-gerakan bintang tetap dan planet-planet.⁶ Farid Wajdi mendefinisikannya sebagai ilmu tentang lintasan benda-benda langit, matahari,

⁴ Nicholas Drake dan Elizabeth Davis (ed.), *The Concise Encyclopaedia of Islam*, Cet. I (London: Stacey International, 1989), h. 57.

⁵ Departemen P&K, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Edisi Kedua, Cet. IX, (Jakarta: Balai Pustaka, 1999), h. 274.

⁶ Mulyadhi Kartanegara, *Reaktualisasi Tradisi Ilmiah Islam*, (Jakarta: Penerbit Baitul Ihsan, 2006), h. 154.

bulan, bintang, dan planet-planetnya.⁷ Senada dengan dua definisi tersebut, *Almanak Hisab Rukyat* menyatakan astronomi sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari lintasan benda-benda langit, seperti matahari, bulan, bintang-bintang, dan benda-benda langit lainnya dengan tujuan untuk mengetahui posisi dari benda-benda langit tersebut serta kedudukannya dari benda-benda langit lainnya.⁸

Berdasarkan rumusan definisi di atas, dapat dinyatakan bahwa objek formal astronomi adalah benda-benda langit, sedangkan objek materialnya adalah lintasan dari benda-benda langit tersebut. Sehingga dapat dinyatakan bahwa ada beberapa ilmu yang mempunyai objek formal yang sama dengan astronomi, tetapi berbeda dalam objek materialnya. Di antara ilmu-ilmu yang juga mengkaji benda-benda langit adalah astrologi, astrofisika, astromekanik, kosmografi, dan kosmologi.⁹

Penelitian astronomi mengarahkan perhatiannya pada cara benda-benda angkasa tersebut bergerak. Langkah berikutnya melalui metode geometris mereduksi keberadaan dari bentuk-bentuk tertentu dan posisi dari benda-benda (bola-bola) angkasa, yang membutuhkan kejadian-kejadian tersebut yang dapat diserap oleh indera. Dengan ketepatan *equinox*, maka astronomi dapat membuktikan bahwa pusat bumi tidak sama dengan pusat bola matahari. Demikian juga dari gerak langsung dan mundur (*retrograde*) bintang-bintang, astronomi menyimpulkan adanya bola-bola kecil (*epicycles*) yang mengelilingi bintang-bintang atau planet-planet yang bergerak di dalam bola lingkaran mereka yang besar. Ia juga dapat membuktikan adanya sebuah bintang yang memiliki beberapa planet atau bulan yang mengitarinya.¹⁰

Dari sisi lain, astronomi dipahami sebagai cabang ilmu pengetahuan yang dikembangkan berbasis pengamatan. Objek astronomi sangat luas untuk bisa dieksplorasi atau didatangi dengan wahana antariksa untuk diamati lebih

⁷ Muhammad Farīd Wajdī , *Dā'irah Ma'ārif al-Qarn al-'Ishrīn*, jil. 7 (Beirut: Dār al-Ma'rifah, 1971), h. 481.

⁸ Ichtijanto, *Almanak Hisab Rukyat* (Jakarta: Badan Hisab Rukyat Depag RI, 1981), h. 245.

⁹ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak ...*, h. 2-3.

¹⁰ Mulyadhi Kartanegara, *Reaktualisasi Tradisi ...*, h. 154-155.

rinci dalam sebuah laboratorium di bumi. Meskipun demikian, astronomi dapat dikembangkan dengan cara melakukan “pengukuran, pengamatan, analisis kurir informasi yang dipancarkan oleh benda langit.”¹¹ Informasi benda langit dapat diperoleh melalui pengamatan, informasi astrometri (posisi, gerak diri, presisi paralaks, dan sebagainya), spektroskopi (unsur kimia, proses fisika tempat materi berada), dan fotometri (pengukuran kuat cahaya, variasi kuat cahaya, dan warna). Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menjelaskan fenomena alam sehingga struktur proses kelahiran fenomena alam itu dapat dipahami. Inilah yang dilakukan oleh para sarjana Muslim Abad Pertengahan yang memperluas khazanah keilmuan astronomi dunia.

C. Perjalanan Historis Astronomi Islam

1. Aktivitas Penerjemahan Karya-karya Astronomi Non-Arab

Pada masa pra-Islam, orang-orang Arab tidak memiliki astronomi ilmiah. Pengetahuan mereka terbatas pada pembagian tahun ke dalam periode sederhana berdasarkan terbit dan terbenam bintang-bintang tertentu. Namun pada fase berikutnya, astronomi mendapat momentum di saat kebangkitan Islam dengan penggunaan metode matematika oleh para astronom Islam. Aktivitas astronomi tersebar luas secara intensif dari permulaan abad kesembilan hingga pada abad keenam belas. Kegiatan ini tercermin dalam sejumlah besar ilmuwan yang bekerja pada bidang astronomi praktis dan teoritis, jumlah buku yang ditulis, observatorium yang aktif, dan observasi-observasi baru. Semua aktivitas ilmiah tersebut diawali dengan kegiatan penerjemahan karya-karya ilmiah non-Arab secara fantastis.

Transfer besar pengetahuan ilmiah ke dalam bahasa Arab adalah sebuah fenomena dari upaya sangat gigih yang dilakukan oleh para profesional yang didukung patronase penguasa dan non-penguasa yang kaya. Khalifah Al-Ma'mun merupakan representasi patron terbesar filsafat dan sains sepanjang sejarah Islam, sedangkan keluarga ilmuwan kaya Banu Musa sebagai patron

¹¹ Moedji Raharto, *Manusia, Islam...*, h. 3.

penerjemahan karya-karya ilmiah terbesar non-penguasa.¹² Karya-karya dari kerja filologis yang dilakukan oleh leksikografer awal itu sendiri merupakan langkah pertama dalam produksi budaya ilmiah dan dalam upaya menjadikan bahasa Arab sebagai bahasa ilmiah.¹³ Aktivitas penerjemahan dilakukan terhadap karya-karya asing, khususnya Yunani, India, dan Persia ke dalam bahasa Arab. Dilihat dari keilmuan astronomi, Persia, Yunani, dan India merupakan tiga budaya besar yang telah merancang sistem begitu rumit untuk studi astronomi yang melampaui pengamatan empiris sederhana dengan ditandai tingkat ketelitian matematika yang tinggi dan kecanggihan penggunaan alat astronomis.¹⁴

Teks-teks astronomi pertama yang diterjemahkan ke dalam bahasa Arab pada abad kedelapan berasal dari India dan Persia. Teks astronomi paling awal dalam bahasa Arab muncul pada paruh kedua abad kedelapan. Dua astronom, Muḥammad bin Ibrāhīm al-Fazzārī (w. 777) dan Ya'qūb bin Ṭarīq (abad kedelapan), menterjemahkan karya astronomi India abad kedelapan yang dikenal sebagai *Zij al-Šindīnd*. Mereka menghasilkan terjemahan ini di bawah pengawasan seorang astronom India yang mengunjungi istana khalifah Abbasiyah al-Manṣūr. Fragmen yang masih ada dari karya kedua astronom tersebut mengungkapkan pencampuran eklektik parameter India dengan unsur-unsur yang berasal dari Persia serta dari periode pra-Ptolemeus Helenistik. Fragmen ini juga mencerminkan penggunaan metode perhitungan dan fungsi sinus trigonometri India.¹⁵ Pada fase berikutnya, sumber-sumber astronomi Arab juga berisi referensi ke *Zij al-Shah*, koleksi tabel astronomi berdasarkan parameter India, yang disusun selama dua abad pada masa Sasanid Persia.

Selama abad kedelapan, kegiatan astronomi Arab didominasi pemikiran para astronom Persia dan India. Mereka terus menggunakan beberapa parameter dan metode dari dua tradisi besar tersebut. Namun pada awal abad kesembilan,

¹² Mulyadhi Kartanegara, *Reaktualisasi Tradisi ...*, h. 79-80.

¹³ *Expanding the Frontiers of Theoretical Astronomy* dalam <http://www.oxfordislamicstudies.com/article/book/islam>, diakses pada 12 Oktober 2012.

¹⁴ Ahmad Dallal, *The Making of a Scientific Culture*, dalam <http://www.oxfordislamicstudies.com/article/book/islam>, diakses pada 12 Oktober 2012.

¹⁵ Majid Fakhri, *A History of Islamic Philosophy*, (New York&London: Columbia University Press, 1983), h. 8.

para astronom menyadari bahwa tradisi astronomi Yunani jauh lebih tinggi dari Persia atau India, baik dari sisi komprehensifitas keilmuan maupun penggunaan representasi geometris yang efektif.

Pada fase inilah pemikiran Ptolemeus mulai memberikan pengaruh melalui karya monumentalnya, *Almagest* terhadap aktivitas astronomi abad pertengahan hingga runtuhnya sistem astronomi geosentris.¹⁶ Karya Ptolemeus memberikan pengaruh yang begitu besar karena merupakan pencapaian tertinggi dalam matematika astronomi Helenistik dan salah satu prestasi terbesar dari semua ilmu pengetahuan Helenistik. Karya-karya lain Ptolemeus, komentar-komentar terhadap karya-karyanya, dan beberapa karya penulis lain juga digunakan sebagai karya pengantar dalam memahami *Almagest*. Termasuk sebelas risalah singkat dalam bahasa Yunani, yang disebut "Koleksi Astronomi Kecil," yang semuanya diterjemahkan ke dalam bahasa Arab selama abad kesembilan.

Dalam *Almagest*, Ptolemeus mensintesis pengetahuan astronomi pra-Helenistik melalui observasi sendiri yang baru. Tujuan utama buku ini adalah untuk membangun model geometris yang akurat. Dari semua buku astronomi klasik awal, *Almagest* merupakan karya yang paling sukses di dalam bidang matematika astronomi: representasi geometris alam semesta yang memperlihatkan data paling akurat dan prediksi terbaik untuk fenomena langit.

Tradisi astronomi Yunani pada dasarnya didominasi pemikiran Aristotelian yang menyatakan bahwa alam semesta diatur menjadi satu set bola konsentris, masing-masing membawa bintang dan berputar di sekitar bumi. Bumi berposisi diam dan menjadi pusat alam semesta. Ptolemeus mengadopsi kedua prinsip dasar Aristoteles tersebut, yaitu: *pertama*, bumi diam di pusat alam semesta; dan *kedua*, bahwa gerak benda-benda langit harus diwakili oleh satu set gerakan melingkar sempurna yang seragam.

Dari beberapa literatur setidaknya terdapat dua karya terjemahan *Almagest* ke dalam bahasa Arab yang masih ada. Pertama adalah terjemahan oleh

¹⁶ *Astronomy*, dalam <http://www.oxfordislamicstudies.com/article/book/islam>, diakses pada 12 Oktober 2012.

al-Hajjaj bin Matar pada paruh pertama abad kesembilan dan yang kedua adalah sebuah terjemahan oleh Ishāq, putra dari Hunayn seorang penerjemah yang sangat terkenal.¹⁷ Pada perkembangan selanjutnya, terjemahan *Almagest* direvisi oleh Thābit bin Qurra' menjelang akhir abad kesembilan.¹⁸ Revisi terjemahan yang dilakukan Thābit bin Qurra' mencerminkan kematangan istilah teknis astronomi Arab.

2. Perkembangan Kemajuan Astronomi Islam

Karya awal astronomi Arab adalah tulisan Abū Ja'far Muḥammad bin Mūsā al-Khawārizmī, *Kitāb al-Mukhtaṣar fī Hisāb al-Jabr wa al-Muqābalah* sekitar tahun 825 M di Baghdad.¹⁹ Buku ini sangat mempengaruhi pemikiran cendekiawan-cendekiawan Eropa dan kemudian diterjemahkan sebagian ke dalam bahasa Latin oleh Robert Chester pada tahun 1140 M dengan judul *Liber Algebras et Almucabola*,²⁰ dan pada tahun 1831 M diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris oleh Frederic Rosen.²¹

Karya al-Khawārizmī berikutnya adalah *Zij al-Sinḍind* (yang tidak berhubungan dengan terjemahan dari teks India disebutkan sebelumnya dengan nama yang sama). Karya ini berisi tabel gerakan matahari, bulan, dan lima planet, dengan komentar penjelasan tentang cara menggunakan tabel ini. Sebagian besar parameter yang digunakan oleh al-Khawārizmī berasal dari India, namun ada juga yang berasal dari Ptolemeus. Karya ini menjadi penting tidak hanya dilihat dari segi isi, tetapi juga karena ditulis bersamaan dengan aktivitas penerjemahan awal *Almagest*.

¹⁷ Hunayn ibn Ishaq al-Ibadi (808-873) adalah penerjemah yang paling terkenal saat itu. Bersama dengan beberapa mahasiswa, ia bertanggung jawab untuk menerjemahkan sebagian besar korpus medis kedokteran serta karya-karya filosofis dan ilmiah Yunani lainnya. Hunayn meninggalkan autobiografi di mana ia mencatat sejumlah besar karya yang ia diterjemahkan dari bahasa Yunani ke dalam bahasa Syria dan Arab. Lihat Majid Fakhri, *A History of Islamic Philosophy...*, h.13.

¹⁸ Ahmad Dallal, *The Making ...*

¹⁹ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Teori ...*, h. 7.

²⁰ E. Van Donzel, *Islamic Desk Reference*, (Leiden:E.J. Brill, 1994), h. 213-215.

²¹ International Islamic University Pakistan, *Islamic Studies* 36 No. 4 (1997), h. 656.

Pada paruh pertama abad kesembilan, al-Farghānī (w. 850),²² menulis *Kitāb fī Jawāmi' 'Ilm al-Nujūm*. Buku ini beredar luas dalam versi bahasa Arab dan juga dalam terjemahan bahasa Latin pada fase berikutnya. Karya ini memberikan gambaran deskriptif secara singkat dan sederhana dari kosmografi Ptolemeus, tanpa perhitungan matematis. Tidak seperti *Almagest*, karya al-Farghānī dimulai dengan diskusi tentang perhitungan kalender dan konversi antara era yang berbeda. Meskipun tujuan utamanya adalah untuk memperkenalkan astronomi Ptolemeus dalam cara yang disederhanakan, namun pada saat yang sama sebagai koreksi terhadap teori Ptolemeus yang dilakukan astronom awal Arab. Al-Farghānī memberikan revisi ekliptika arah miring, gerakan presisi dari matahari dan bulan, serta lingkaran bumi.²³

Di bawah Khalifah al-Ma'mūn pada masa Dinasti 'Abbāsiyah, program observasi astronomi diselenggarakan di Baghdad dan Damaskus dalam bentuk proyek penelitian terorganisir dengan prestise formal. Tujuan program ini adalah untuk memverifikasi observasi Ptolemeus dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan pengamatan aktual yang dilakukan di Baghdad dan Damaskus sekitar tujuh ratus tahun setelah Ptolemeus. Hasil dari program ini disusun dalam sebuah karya, *al-Zij al-Mumtaḥan*, yang banyak dikutip oleh para astronom kemudian. Secara umum, program ini menekankan perlunya untuk verifikasi melanjutkan observasi astronomi dan penggunaan instrumen yang lebih tepat.²⁴ Program ini juga mewakili contoh pertama yang tercatat dalam sejarah sebagai suatu usaha ilmiah kolektif.

Sejak dari awal, astronomi Islam berangkat untuk memperbaiki dan melengkapinya astronomi Ptolemeus. Setelah mencatat beberapa perbedaan antara pengamatan dan perhitungan baru, astronom Islam kemudian menguji kembali teori dasar Ptolemeus. Salah satu karya kritis dari abad kesembilan adalah *Fī al-Shams Sanat*. Karya ini mengoreksi beberapa konstanta Ptolemeus, meskipun

²² Seorang astronom yang berasal dari Farghana, Transoxania, sebuah kota yang terletak di tepi sungai Sardaria, Uzbekistan. Di Barat, semua ahli astronomi mengenalnya dengan sebutan Alfraganus. Nama lengkapnya adalah Abū al -'Abbās Ahmad bin Muhammad bin Kathir al - Farghānī. Lihat E.J. Brill's, *First Encyclopaedia of Islam 1913-1936*, vol. III, 67.

²³ Ahmad Dallal, *The Making ...*,

²⁴ *Astronomy*, dalam <http://www.oxfordislamicstudies.com/article/book/islam>, diakses pada 12 Oktober 2012.

tetap mempertahankan representasi geometrisnya. Astronom lain menemukan metode perhitungan baru di dalam bidang astronomi. Alat-alat matematika baru diperkenalkan untuk memodernisasi prosedur komputasi. Misalnya, dalam buku *al-Zij al-Dimashqī* karya Ḥabash al-Ḥasib yang ditulis sekitar pertengahan abad kesembilan. Karya matematika ini memperkenalkan fungsi trigonometri sinus, kosinus, dan tangen, yang pada waktu itu tidak diketahui oleh orang Yunani. Ḥabash juga meneliti visibilitas bulan sabit dan menghasilkan pembahasan rinci pertama masalah astronomi yang rumit. Ḥabash adalah contoh seorang astronom yang melakukan penelitian untuk memverifikasi hasil dari *Almagest*.

Salah satu ilmuwan abad kesembilan yang utama adalah Thābit bin Qurra' (836-901). Dari sekitar empat puluh risalah mengenai astronomi karyanya, hanya sekitar delapan risalah yang masih ada sampai sekarang. Dalam salah satu risalah, misalnya, Thābit menganalisis eksentrik gerak planet. Berbeda dengan deskripsi Ptolemeus, yang dinyatakan tanpa bukti, Thābit memberikan bukti matematis yang ketat dan sistematis. Dalam perjalanannya, Thābit memperkenalkan analisis matematis pertama yang dikenal dengan teori gerak, yaitu kecepatan sebuah benda yang bergerak pada titik tertentu. Karya lainnya secara eksklusif ditujukan untuk visibilitas bulan. Solusi Thābit, yang jauh lebih kompleks daripada Ḥabash, dengan menunjukkan data-data perhitungan matematis yang rumit.²⁵ Karya-karya Thābit ini penting karena menggambarkan kreativitas tinggi astronomi Arab dalam periode yang paling awal.

Astronom lain yang terkenal dari masa awal ini adalah Abu 'Abd Allah Muhammad bin Jabir al-Battani (858-929). Al-Battani melakukan observasi astronomis selama lebih dari tiga puluh tahun. Hasil penelitiannya dibukukan menjadi *Kitāb Ma'rifat Maṭli' al-Burūj Bayn Arba' al-Falak* dan *al-Zij al-Sabi*, yang diterjemahkan ke dalam bahasa Latin pada abad kedua belas dan ke dalam bahasa Spanyol pada abad ketiga belas.²⁶ Observasi yang sangat teliti memungkinkan al-Battānī membuat beberapa penemuan penting. Misalnya, ia

²⁵ *Astronomy*, dalam <http://www.oxfordislamicstudies.com/article/book/islam>.

²⁶ Susiknan Azhari, *Ilmu Falak Teori dan Praktek*, 7.

mencatat variasi diameter matahari dan bulan dan menyimpulkan, untuk pertama kalinya dalam sejarah astronomi, kemungkinan gerhana matahari *annular*.²⁷ Pencapaian temuan astronomis pada abad kesembilan meletakkan dasar untuk melahirkan karya monumental dalam dua abad berikutnya.

Pada abad kesepuluh dan kesebelas terlihat perkembangan penting dalam trigonometri, dengan efek dramatis pada ketepatan dan fasilitas perhitungan astronomi. Dalam periode ini diambil langkah-langkah menuju pembentukan secara formal observatorium dalam skala besar. Pada abad kesepuluh dan kesebelas pendekatan kritis astronomi Ptolemeus melahirkan proyek-proyek sistematis yang memfokuskan kajian pada aspek tertentu dari astronomi. Karya 'Abd al-Rahman al-Sūfi (903-986) menggambarkan kecenderungan ini. Dalam bukunya yang terkenal, *Kitāb Ṣuwar al-Kawākib al-Thābitah*, al-Sūfi mengkritisi katalog bintang dari *Almagest* berdasarkan nilai koreksi $1^\circ/66$ tahun bagi gerakan presisi (dalam teori Ptolemeus $1^\circ/100$ tahun), serta beberapa observasi baru dan verifikasi lainnya. Al-Sūfi menghasilkan representasi akurat dari besaran koordinat dan rasi bintang. Contoh lain adalah Abu al-Hasan Ali bin Yunus (w. 1009) dalam karyanya *al-Zij al-Hakimi al-Kabir*, sebuah karya monumental dalam delapan puluh satu bab.²⁸ Buku ini merupakan sebuah literatur lengkap tentang astronomi, yang berisi tabel untuk gerakan benda langit, berbagai parameter, dan petunjuk penggunaan tabel. Di dalam karya ini juga tersedia dokumentasi yang lengkap dari observasi sebelumnya, verifikasi berikutnya atau koreksi, dan observasi baru yang dihasilkan penulis.²⁹ Begitu pula astronom Abu al-Wafa al-Buzjani (940-98) yang bekerja di sebuah observatorium besar yang dibangun oleh Buyid Sharaf al-Dawlah di taman istana kerajaan Baghdad. Al-Buzjani adalah seorang ahli matematika-astronom yang membuat kontribusi besar dalam bidang trigonometri.³⁰

Meskipun banyak dari karya-karya trigonometri dari para ilmuwan awal hilang, ada informasi yang luas pada karya-karya ini oleh ilmuwan terkenal al-

²⁷ *Expanding the Frontiers*

²⁸ M. Natsir Arsyad, *Ilmuan Muslim Sepanjang Sejarah* (Bandung: Mizan, 1995), 66.

²⁹ Muḥammad Farīd Wajdī, *Dā'irah Ma'ārif...*, h. 495.

³⁰ *Expanding the Frontiers*

Biruni. Al-Biruni dilahirkan di Khawarizm (973-1048). Al-Biruni menulis lebih dari 150 karya pada sebagian besar ilmu yang dikenal pada zamannya, termasuk astronomi, matematika, geografi matematika, mineralogi, metalurgi, farmakologi, sejarah, dan filsafat. Meskipun hanya sepertiga dari karya-karyanya yang masih ada, karya-karyanya mengandung kekayaan informasi ilmiah. Dilengkapi dengan alat-alat matematika baru dan lebih ketat, al-Biruni, melakukan kritik-kritik terhadap teori astronomis dan banyak mengusulkan teori alternatif sendiri. *Al-Qanun al-Mas'udi* merupakan *magnum opus*-nya sebagai sintesis besar dari tradisi astronomi Yunani, India, dan Arab. Buku ini juga merupakan sumber yang memberikan informasi tentang kontribusi besar para astronom sebelumnya. *Al-Qanun al-Mas'udi* merupakan ensiklopedia astronomi yang dipersembahkan kepada Sultan Mas'ud Mahmud yang ditulis pada tahun 1030 M. Menurut Achmad Baiquni, al-Biruni adalah orang yang pertama menolak teori Ptolemeus dan menganggap teori geosentris tidak masuk akal.³¹

Karya astronomis penting lainnya dari genre ini adalah *Al-Shukūk 'alā Batlamyus* oleh Ibn al-Haytham (965-1039). Dalam karyanya, Ibn al-Haytham menyimpulkan masalah fisik dan filosofis yang melekat dalam sistem astronomi Yunani dan memperlihatkan inkonsistensi teoritis dari model Ptolemeus. Keberatan lain yang diajukan oleh Ibn al-Haytham dan diambil oleh para astronom kemudian termasuk masalah titik prosneusis dalam model untuk gerakan longitudinal bulan; masalah kecenderungan dan penyimpangan lingkup Merkurius dan Venus; masalah jarak planet, dan sebagainya. Dalam kasus bulan, kesulitan tambahan timbul karena model Ptolemeus memiliki pusat relatif kecil yang bergerak sendiri.

Daftar ahli astronomi dalam tradisi ini terdiri beberapa ilmuwan Muslim terbesar. Sebagian besar informasi terkini mengenai para ilmuwan ini berasal dari penelitian yang dihasilkan dalam beberapa dekade terakhir; penelitian lebih lanjut pasti akan memperluas daftar reformis dan memberikan gambaran yang lebih rinci tentang tradisi yang mereka reformasi. Para astronom yang telah

³¹ Achmad Baiquni, *Al-Qur'an, Ilmu Pengetahuan, dan Teknologi*, (Yogyakarta: Dana Bhakti Prima Yasa, 1996), h. 9.

menerima perhatian ilmiah modern meliputi: Mu'ayyad al-Dīn al-'Urdī (w. 1266), Nasir al-Dīn al-Ṭūsī (1201-1274), Quthb al-Dīn al-Shīrāzī (w. 1311), Ṣadr al-Sharī'ah al-Bukhārī (w. 1347), Ibn al-Shātīr (w. 1375), dan 'Ala' al-Dīn al-Qushjī (w. 1474).

3. Mazhab Astronomi Islam: Astronomi-Matematis dan Astronomi-Filosofis

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. Berkaitan dengan mazhab timur, Maragha adalah nama yang diidentikkan dengan reformis dari para astronom timur, 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.³² 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 dari *concern* individual menjadi lembaga ilmiah di mana 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.³³ 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. Di sini, sebanyak 100 ilmuwan berkarya. Salah satu ilmuwan muslim yang 'berkantor' saat itu adalah

³² Mulyadhi Kartanegara, *Reaktualisasi Tradisi ...*, h. 42.

³³ Mulyadhi Kartanegara, *Reaktualisasi Tradisi Ilmiah Islam*, 42-45.

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. Hasil penelitian lembaga ini beberapa ada 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 seragam. Alat ini digunakan dalam berbagai cara oleh banyak astronom, termasuk astronom Nicolaus Copernicus Polandia. Alat kedua adalah *Urdu Lemma*, yaitu alat matematika serbaguna yang diciptakan oleh al-Urdi dan digunakan para penerusnya.³⁴ Untuk menerapkan *Lemma* ini dengan model planet-planet atas, misalnya, 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

³⁴ *Astronomy*, dalam <http://www.oxfordislamicstudies.com/article/book/islam>, diakses pada 12 Oktober 2012.

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.³⁵ Sejumlah model Ibnu al-Shatir direproduksi satu setengah abad kemudian oleh Copernicus dalam melakukan reformasi astronomi pada tradisi ilmiah Barat.

Sementara para astronom mazhab Barat dengan naungan kekhalifahan Umayyah di Andalusia melahirkan Maslama al-Majriti (w. 1007), muridnya Ibn al-Safar, dan al-Zarqiyal (dikenal sebagai Zarqallu, w. 1100). Zarqallu, adalah salah satu kontributor utama untuk penyusunan *Toledan Tables* yang sangat mempengaruhi perkembangan astronomi Latin. Penekanan dari kegiatan astronom ini difokuskan pada penyusunan tabel dan astronomi bola. Pada abad kedua belas, fokus penelitian astronomi di Andalusia bergeser ke teori planet. Nama-nama yang terkait dengan penelitian ini termasuk filsuf Andalusia Ibnu Bajja (1095-1138), astronom Jabir bin Aflah (w.1120), filsuf Andalusia dan dokter Ibn Tufail (w. 1185), filsuf Islam Ibnu Rusyd (1126-1198, dikenal di barat sebagai Averroes), dan astronom Andalusia Abu Ishaq al-Bitruji (w.1190). Dari sejumlah tokoh besar tersebut, al-Bitruji adalah satu-satunya yang merumuskan alternatif untuk astronomi Ptolemeus, sementara yang lain menghasilkan diskusi filosofis astronomi ini. Tujuan dari mazhab astronomi barat ini adalah untuk mengembalikan bola homocentric Aristotelian dan untuk sepenuhnya menghilangkan penggunaan eksentrik dan epicycles. Model ini tidak secara numerik diverifikasi, dan tidak pula dapat digunakan untuk memprediksi posisi planet.³⁶

³⁵ *Islam Dan Warisan Ilmu Astronomi (Ilmu Falak)* dalam <http://lajnahfalakiyahlamongan.wordpress.com/2011/02/10/islam-dan-warisan-ilmu-astronomi-ilmu-falak/>, diakses pada 12 Oktober 2012.

³⁶ *Expanding the Frontiers*

D. Simpulan

Demikianlah upaya yang dilakukan para astronom Muslim dalam memperkaya khazanah astronomi dunia. Upaya mereka 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.

Aktivitas astronomi di dunia Islam tersebar luas secara intensif pada Abad Pertengahan. Kegiatan ini tercermin dalam sejumlah besar ilmuwan yang bekerja pada bidang astronomi praktis dan teoritis, jumlah buku yang ditulis, observatorium yang aktif, dan observasi-observasi baru yang melahirkan banyak teori-teori baru dalam kajian astronomi dunia.

REFERENSI

- Arsyad, M. Natsir. *Ilmuwan Muslim Sepanjang Sejarah*. Bandung: Mizan, 1995.
- Astronomy*, dalam <http://www.oxfordislamicstudies.com/article/book/islam>.
- Azhari, Susiknan. *Ilmu Falak Teori dan Praktek*. Yogyakarta: Lazuardi, 2001.
- Baiquni, Achmad. *Al-Qur'an, Ilmu Pengetahuan, dan Teknologi*. Yogyakarta: Dana Bhakti Prima Yasa, 1996.
- Dallal, Ahmad. *The Making of a Scientific Culture*. <http://www.oxfordislamicstudies.com/article/book/islam>.
- Departemen P&K. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Edisi Kedua., Cet. IX. Jakarta: Balai Pustaka, 1999.
- Donzel, E. Van. *Islamic Desk Reference*. Leiden:E.J. Brill, 1994.

Drake, Nicholas, dan Elizabeth Davis (ed.). *The Concise Encyclopaedia of Islam*. Cet. I. London: Stacey International, 1989.

Expanding the Frontiers of Theoretical Astronomy dalam <http://www.oxfordislamicstudies.com/article/book/islam>.

Fakhri, Majid. *A History of Islamic Philosophy*. New York&London: Columbia University Press, 1983.

Huff, Toby E. *The Rise of Early Modern Science, Islam, Cina and The West*. New York: Cambridge University Press, 1995.

Ichtijanto. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Badan Hisab Rukyat Depag RI, 1981.

International Islamic University Pakistan. *Islamic Studies* 36 No. 4 (1997).

Islam Dan Warisan Ilmu Astronomi (Ilmu Falak) dalam <http://lajnahfalakiyahlamongan.wordpress.com/2011/02/10/islam-dan-warisan-ilmu-astronomi-ilmu-falak/>

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

Raharto, Moedji. *Manusia, Islam, dan Astronom*. Makalah disampaikan dalam Pelatihan Hisab Rukyat Tingkat Nasional 16-18 Juni 1997 di Bogor.

Wajdī, Muḥammad Farīd. *Dā'irah Ma'ārif al-Qarn al-'Ishrīn*. Beirut: Dār al-Ma'rifah, 1971.