

CORAK PEMIKIRAN IBN AL-SHĀTIR TENTANG ASTRONOMI

Sakirman

Institut Agama Islam Negeri Metro
sakirman87@gmail.com

Muslich Shabir

Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
muslich_shabir@walisongo.ac.id

ABSTRAK

Tulisan ini melacak akar tradisi ilmiah astronomi pada abad klasik yang menandai majunya peradaban Islam di tengah-tengah kegelapan Barat dalam perspektif historis-filosofis. Kajian difokuskan pada aktivitas penerjemahan pada abad kedelapan hingga puncak kegiatan ilmiah astronomis yang terbagi dalam dua mazhab besar; mazhab astronomis-matematis di Timur dan mazhab astronomis-filosofis di dunia Barat pada kekhalifahan Islam. 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 bumi diam di pusat alam semesta dan gerak benda-benda langit harus diwakili oleh satu set gerakan melingkar sempurna yang seragam. Dari hasil kajian historis atas perkembangan astronomi muslim pada abad klasik dapat diketahui bahwa puncak kemajuan ilmu pengetahuan di dunia Barat tidak lepas dari titik zenit atas kemajuan ilmu pengetahuan yang dikembangkan oleh ilmuwan Muslim. Upaya yang dilakukan ilmuwan Barat dalam memperkaya khazanah astronomi tidak terlepas dari langkah penerjemahan melalui pengkajian ilmiah yang intensif sehingga melahirkan berbagai karya-karya monumental dalam sejarah astronomi.

Kata-kata kunci: Ibn al-Shāṭir, astronomi, al-Magest, Ptolemeus, bola langit.

ABSTRACT

This paper traces the roots of the scientific tradition of astronomy in a classical century that marked the rise of Islamic civilization in the midst of Western darkness in a philosophical-historical perspective. The study focussed on translation activities in the eighth century to the peak of astronomical scientific activity that is divided into two major schools; the astronomical-mathematical school of the East and the astronomical-philosophical schools of the Western world to the Islamic Caliphate. The Greek astronomical tradition is basically dominated by Aristotelian thought that states that the universe is organized into a set of concentric spheres each carrying a star and spinning around the earth. The Earth is still and becomes the center of the universe. Ptolemy adopted the two basic principles of Aristotle, ie the earth dwells at the center of the universe and the motion of heavenly bodies must be represented by a set of perfectly uniform circular motions. From the results of historical studies on the development of Muslim astronomy in the classical century can be seen that the peak of scientific progress in the Western world can not be separated from the point of zenith for the advancement of science developed by Muslim scientists. Efforts made by Western scientists in enriching the astronomical treasury is inseparable from the step of translation through intensive scientific studies that gave birth to a variety of monumental works in the history of astronomy.

Keywords: *Astronomy; al-Magest; Celestial sphere; Ibn al-Shāṭir, Ptolemy.*

A. Pendahuluan

Astronomi sebagai sebuah ilmu yang sudah tumbuh dan berkembang cukup lama masih dipandang kurang mengakar dalam epistemologi ilmu pengetahuan. Kelangkaan literatur sebagai sumber kajian, membuat astronomi tertinggal dan kurang digandrungi ilmuwan muslim. Di sisi lain, astronomi merupakan ilmu yang sudah tua yang dikenal oleh manusia. Bangsa Mesir, Mesopotomia, Babilonia, dan Tiongkok, sejak abad ke- 20 SM telah mengenal dan mempelajari ilmu perbintangan ini. Pada zaman dahulu astronomi dikenal juga dengan Ilmu *an-Nujum* yang digunakan untuk meramal berlakunya peristiwa atau nasib. Di kalangan sarjana Muslim, Ilmu Bintang dibagi dua bagian yaitu Ilmu *Tabi'ie* (sains) yang membahas kedudukan bintang-bintang, pergerakannya dan ketentuan-ketentuan gerhana matahari dan bulan. Ilmu yang membahas tentang hubungan pergerakan bintang-bintang dengan kelahiran, kematian, kebahagiaan dan kecelakaan, hujan, kesehatan dan lain lain sebagainya.

Secara umum astronomi diartikan sebagai ilmu yang membicarakan tentang matahari dan bintang-bintang yang beredar, besar kecilnya, jauh dekatnya dari matahari atau juga tentang cakrawala langit, gaya yang bekerja padanya, kedudukan pergerakannya dan lain-lain fenomena yang berkaitan. Bangsa Arab pada zaman dahulu telah mengetahui kedua bidang ilmu ini bahkan sejak zaman Jahiliah. Ilmu ini berkembang Yunani/Greek, Parsi, India dan Kaldan. Kemudian ilmu ini diwariskan kepada orang-orang Islam setelahnya. Umat Islam pertama kali terlibat secara aktif dalam astronomi pada zaman Kerajaan Umayyah dan Abbasiyah. Pada zaman Umayyah tokoh astronomi yang terkenal adalah Khalid bin Yazid al-Amawi yang dikenal dengan nama Hakim Ali Marwan. Beliau dianggap orang pertama yang menerjemahkan literatur termasuk buku-buku tentang ilmu perbintangan pada pertengahan abad ke-4 Hijrah yang diperoleh dari perpustakaan Kaherah sebuah globe dari lembaga karya Batlamus yang ditulis bahwa globe itu disediakan untuk Khalid bin Yazid (Zainuddin n.d., 357–364.).

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 (Raharto 2004, 2).

Perjalanan mempelajari ilmu astronomi mulai ditempuh manusia pada periode klasik (Azhari 2001, 17). Di tengah perjalanan historisnya, periode klasik 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 tersebut. Huff menyatakan bahwa pada periode ini, pengetahuan yang ada di dunia Islam adalah sains yang jauh melampaui Barat dan Cina (Huff 1995, 48).

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 (Shabir 2017, 903). Namun pada fase sejarah berikutnya, khazanah sains Muslim berpindah tangan ke Eropa melalui kekhalifahan di Spanyol yang runtuh. Ilmu 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 al-Shāṭir yang mengkritisi *Ptolemy System*. Astronomi Barat hanya mengenal teori yang dibangun Kepler dan Copernicus setelah kungkungan teori geosentris runtuh tanpa mempertimbangkan teori Ibn al-Shāṭir yang pertama kali memetakan pergerakan planet di luar angkasa, teori yang diyakini dunia modern sebagai milik Kepler dan Copernicus.

Peradaban Islam telah berlangsung ribuan tahun silam, namun sejarah ilmu pengetahuan baru dimulai sekitar tiga milenium yang lalu, tepatnya abad 7 SM di kawasan Yunani kuno. Pemikiran Yunani sendiri dipengaruhi oleh ilmu pengetahuan yang telah berkembang di dua negara, yakni Babilonia (Irak) dan Mesir (Antonio 2012, 29–45; Purwanto 2002, 18).¹ Ketika Babilonia jatuh ke tangan Persia, para pemikirnya menyelamatkan diri keluar Babilonia, seperti Atena, Italia Selatan, dan Sisilia. Di Sisilia terdapat sekolah yang didirikan oleh pemikir sekaligus mistikus, Pythagoras (Antonio 2012),² yang berasal dari pulau Samos, salah satu kepulauan Babilonia.

¹ Babilonia terkenal dengan ilmu astronomi dan astrologi, penduduk Babilonia percaya bahwa masa depan dapat diketahui dengan mempelajari dan mengetahui bintang-bintang. Selain untuk meramal nasib, ilmu astronomi juga digunakan untuk meramal gerhana, mereka membagi minggu kedalam tujuh hari, satu hari ke dalam 12 jam ganda ($1/2$ hari siang/terang dan $1/2$ hari malam/gelap). Mereka menghitung waktu dengan menggunakan jam air dan jam matahari. Sedangkan Mesir terkenal dengan ilmu ukur (geometri) dan ilmu hitung (aritmatika). Orang-orang Babilonia dan Mesir tidak berhasrat mengembangkan lebih lanjut ilmu-ilmu tersebut. Mereka hanya memanfaatkan untuk keperluan praktis. Astronomi dimanfaatkan untuk meramal atau penujuman (astrologi), sedangkan ilmu ukur untuk pemetaan lahan pertanian disekitar sungai Nil, pembangunan piramida dan perdagangan.

² Pythagoras menemukan interval-interval utama tangga nada yang dapat diekspresikan dengan perbandingan bilangan-bilangan. Ketika senar ditekan pada sisi panjang $3/5$, yang berarti sisi panjang lainnya $2/5$, akan didapatkan dua nada yang

Peradaban Mesir juga mempunyai sejarah pengembangan ilmu pengetahuan yang luar biasa sumbangannya bagi khazanah sains Islam. Tumbuhnya Kairo sebagai pusat ilmu keislaman didukung oleh para penguasa Mesir, yang sepanjang sejarah menaruh minat besar terhadap ilmu pengetahuan. Khalifah al-Hakim (996-1021 M) dari dinasti Fatimiyah mendirikan Darul Hikmah, yakni pusat pengajaran ilmu kedokteran dan ilmu astronomi. Pada masa inilah muncul Ibnu Yunus (958-1009M/348-399 H), seorang astronomi besar dan Ibnu Haitsam (965-1009M/354-430 H), seorang ahli fisika dan optik) (Heriyanto 2011, 219).

Khazanah ilmu pengetahuan merupakan dasar meningkatnya sumber daya manusia. Fenomena ini menyebabkan banyak penemuan baru yang muncul sehingga penemuan terdahulu tenggelam dan diabaikan. Hal ini tidak hanya berdampak pada keilmuan non-Islam akan tetapi berdampak pada keilmuan Islam. Khususnya penemuan dalam hal peribadatan. Dalam hal ibadah, banyak problem yang muncul diantara umat Islam mulai dari permasalahan haji hingga shalat. Misalnya *rukyat al-hilal* untuk penentuan awal bulan Ramadhan, Dzulhijah, dan Syawal. Selain itu problem dalam penentuan awal dan akhir waktu shalat serta penentuan arah kiblat yang tepat.

Awal perkembangan ilmu pengetahuan dimulai sejak manusia mengenal jenis pengetahuan yang masih primitif, seperti Yunani. Kesadaran manusia tentang pengetahuan dan kemanusiaan sudah dapat dikatakan maju sehingga memberikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan. Filsafat yang digunakan sekarang berasal dari Yunani, bahkan, Thales yang dikenal sebagai ahli filsafat pertama hidup di kota Yunani. Pada perkembangan ilmu pengetahuan di Yunani kuno, ilmu pengetahuan itu sendiri merupakan hasil upaya manusia memahami alam dengan aneka

disebut seperlima sempurna, nada yang dianggap mempunyai relasi musical paling kuat dan berpengaruh. Perbedaan perbandingan akan menyebabkan perbedaan nada yang bisa menyejukan atau menggelisahkan. Penemuan ini membawanya pada simpulan bahwa suatu gejala fisis dikuasai oleh hukum matematis. Juga katanya, segala-galanya adalah bilangan. Pentingnya angka-angka murni merupakan inti pandangan Pythagoras tentang dunia. Titik terkait dengan angka 1, garis dengan angka 2, permukaan dengan angka 3, dan padatan dengan angka 4. Jumlah mereka, 10, adalah angka yang sacral dan mahakuasa (omnipotent).

seluk beluknya secara rasional. Sebelum masa itu, manusia memahami sifat dan perilaku alam dengan mitos.³

Mohammad al-Fazari merupakan orang Islam yang pertama mencipta astrolabe (jam matahari untuk mengukur tinggi dan jarak bintang). Karyanya telah disalin ke bahasa latin pada abad pertengahan oleh Johannes de Luna Hispokusis. Karya terjemahan tersebut dijadikan rujukan primer diberbagai universitas terkemuka di Eropa. Dari sinilah orang barat pertama kali mengetahui benda-benda langit. Selanjutnya perkembangan peralatan maupun instrumen pendukung dalam observasi astronomi berkembang kian pesat mulai dari astrolabus, kuadran, bencet, armillary sphere dan sejenisnya.

B. Ibn al-Shāṭir : Overview Pemikiran dan Karya

1. Sketsa Biografi Ibn al-Shāṭir

Ala-al-Din Abūl-Hasan Ali Ibn Ibrahim Ibn al-Shāṭir atau lebih dikenal dengan nama Ibn al-Shāṭir merupakan seorang astronom Muslim Arab, ahli matematika, ahli mesin teknik dan penemu berbagai instrumen berupa alat astronomi, berasal dari Damaskus lahir pada 1304 M dan wafat pada 1375 M. Peradaban Barat kerap mengklaim bahwa Nicolaus Copernicus sebagai tokoh pencetus teori heliosentrisme Tata Surya. Sejarahwan astronomi menemukan fakta bahwa ide matematika antara buku Copernicus yang berjudul “De Revolutionibus” memiliki kesamaan dengan sebuah buku yang pernah ditulis seratus tahun sebelumnya oleh Ibn al-Shāṭir. Kitab yang menjadi rujukan Copernicus tersebut berjudul *Nihayat al-Sul Fi Tashih al-Usul*. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemikiran Ibn al-Shāṭir telah mempengaruhi pemikiran Copernicus (King 1986, 51).

Ibn al-Shāṭir merupakan ilmuwan Muslim yang menggiring manusia menuju gambaran baru tentang alam semesta. Ibn al-Shāṭir juga

³ Menurut Carl Friedrich Gauss Astronomi adalah ratu dan pelayan Sains (*Astronomic is the queen and servant of science*). Astronomi adalah hasil pemikiran dan penalaran manusia yang bertumpu pada logika dan daya cipta. Bedanya dengan sains yakni semua pengetahuan astronomi berkembang atas dasar anggapan awal yang disusun oleh astronom tidak lagi dipersoalkan kebenarannya, yang terbukti secara astronomi akan tetap menjadi pengetahuan yang benar dan tidak berubah, selama anggapan-anggapan dasarnya yang disebut aksioma dan postulat dianggap benar. Tidak demikian halnya dengan sains yang pembenarannya hanyalah untuk sementara, yaitu selama tidak ada data atau fakta lain yang bertentangan dengan kaidah keteraturan.

berhasil membukakan jalan pemikiran bagi tumbuhnya benih-benih peradaban luar angkasa. Lebih dari itu, Ibn al-Shāṭir juga merupakan salah satu ilmuwan Muslim yang mengkaji tentang ilmu kosmologi, di dalamnya terdapat ilmu sejarah, struktur, dan cara kerja alam semesta secara keseluruhan. Ilmu ini telah berkembang selama ribuan tahun dalam beberapa bentuk seperti mitologi dan religius, mistis dan filosofis, dan astronomis. Pada masanya, Ibn al-Shāṭir adalah ilmuwan Muslim yang sangat cerdas. Karya Ptolemeus yang berjudul *al-Magest* yang mempelajari tentang kosmologi adalah hasil penerjemahan dari karya monumental Ibn al-Shatir (King 1975, 357–64).

2. Ibn al-Shāṭir dan Filsafat Pemikiran Barat

Peradaban Barat kerap mengklaim Nicolaus Copernicus sebagai tokoh pencetus teori heliosentris atau matahari sebagai pusat tata surya. Namun demikian, para sejarawan astronomi menemukan fakta bahwa ide matematika dalam buku Nicolaus Copernicus yang berjudul *De Revolutionibus* memiliki kesamaan dengan buku yang pernah ditulis seratus tahun sebelumnya oleh Ibn al-Shāṭir. Kitab yang menjadi rujukan Nicolaus Copernicus tersebut berjudul *Nihayat al-Sul Fi Tashih al-Usul*. Hal ini menunjukkan bahwa pemikiran Ibn al-Shāṭir telah mempengaruhi pemikiran Nicolaus Copernicus (Nahmias 2016, 34).

Ibn al-Shāṭir kemudian merombak teori geosentris yang dicetuskan oleh Claudius Ptolemeus atau Ptolemy. Secara matematis, Ibn al-Shāṭir telah memperkenalkan adanya *epicycle* yaitu sistem lingkaran dalam lingkaran yang sangat rumit. Ibn al-Shāṭir juga telah mencoba menjelaskan bagaimana gerak planet merkurius jika bumi menjadi pusat alam semesta dan Merkurius bergerak mengitari bumi. Model dan bentuk Merkurius yang dikaji Ibn al-Shāṭir menunjukkan adanya pola penggandaan dari *epicycle* yang menggunakan *Tusi-Couple* yang sedikit banyak mengkritik teori Ptolemeus (Kennedy and Ghanem 1983, 121).

George Saliba dalam karyanya yang berjudul *A History of Arabic Astronomy : Planetary Theories During The Golden Age of Islam*, menyatakan bahwa kitab *Nihayat al-Sul Fi Tashih al-Usul* merupakan risalah astronomi Ibn al-Shāṭir yang paling monumental. Dalam kitab tersebut, secara drastis Ibn al-Shāṭir mereformasi model matahari, bulan, dan planet dalam teori

yang dikembangkan oleh Ptolemeus. Dengan memperkenalkan sendiri model *non-Ptolemaic* yang menghapuskan *epicycle* pada model matahari, yang menghapuskan gagasan tentang posisi *eksentrik* dan *equant*, model tata surya geosetris Ibn al-Shāṭir merupakan karya pertama yang benar-benar unggul melebihi tata surya model Ptolemaic karena model ini lebih baik dan sesuai dengan pengamatan empiris (George 1987, 35–43).

Ibn al-Shāṭir juga berhasil melakukan pemisahan antara filsafat alam dari astronomi serta menolak model empiris Ptolemaic dibanding filsafat dasar. Tidak seperti para astronom sebelumnya, Ibn al-Shāṭir tidak peduli dengan mempertahankan teori prinsip kosmologi atau filsafat alam (fisika Aristoteles). Ibn al-Shāṭir lebih memilih untuk memproduksi sebuah model yang lebih konsisten dengan pengamatan empiris. Modelnya sendiri menjadi jauh lebih baik sesuai dengan pengamatan empiris daripada model-model yang diproduksi sebelumnya (George 1994, 242).

Karya Ibn al-Shāṭir dianggap sebagai sebuah revolusi ilmiah sebelum Renaisans. Ibn al-Shāṭir juga merupakan astronomer pertama yang memperkenalkan percobaan dalam teori planet untuk menguji model dasar sistem tata surya Ptolemaic secara empiris. Saat menguji model ala Ptolemaic, Ibn al-Shāṭir memaparkan ‘Pengujian Nilai Ptolemaic’ mengenai bentuk dan ukuran matahari dengan menggunakan pengamatan pada saat terjadi gerhana bulan. Dengan demikian, teori yang dikembangkan Ibn al-Shāṭir telah diadopsi oleh Copernicus untuk menyusun tata surya model heliosentris.

Dalam mengembangkan teori, Ibn al-Shāṭir melakukan pengujian dengan melakukan pengamatan empiris. Tidak seperti astronomer sebelumnya, Ibn al-Shāṭir umumnya tidak keberatan terhadap falsafah astronomi Ptolemaic, tetapi Ibn al-Shāṭir menguji seberapa jauh teori Ptolemy cocok dengan pengamatan empirisnya. Ibn al-Shāṭir menguji model Ptolemaic, dan jika ada yang tidak cocok dengan pengamatannya, maka Ibn al-Shāṭir akan merumuskan sendiri model *non-Ptolemaic* pada bagian yang tidak cocok dengan pengamatannya. Pengamatannya yang akurat membuatnya yakin untuk menghapus *epicycle* dalam model matahari Ptolemaic.

Ibn al-Shāṭir juga merupakan astronomer pertama yang memperkenalkan percobaan dalam teori planet untuk menguji model

dasar empiris Ptolemaic. Saat menguji model matahari Ptolemaic, Ibn al-Shāṭir memaparkan pengujian nilai Ptolemaic untuk bentuk dan ukuran matahari dengan menggunakan pengamatan gerhana bulan. Karyanya tentang percobaan dan pengamatannya memang telah musnah, namun buku *The Final Quest Concerning the Rectification of Principles* adalah buah karya Ibn al-Shāṭir (Kennedy and Ghanem 1983; King 2007, 569–70).

Ibn al-Shāṭir mampu memberi pengaruh bagi perkembangan dunia Barat. Hal ini ditunjukkan dengan banyak teori yang dikembangkan oleh ilmuwan Barat seperti Copernicus tidak berbeda dengan teori Ibn al-Shāṭir. Dengan demikian dapat diketahui bahwa teori Ibn al-Shāṭir telah diadopsi oleh Copernicus dalam teori heliocentris. Hal ini dipengaruhi oleh manuskrip Byzantine Yunani yang berisi *Tusi-couple* tempat Ibn al-Shāṭir bekerja telah mencapai Italia pada abad ke-15 M. Lebih dari itu, diagram model heliocentris yang dikembangkan Copernicus, hampir sama dengan diagram dan tanda-tanda yang digunakan Ibn al-Shāṭir pada model geosentrisnya. Sehingga sangat mungkin bahwa Copernicus terpengaruh karya Ibn al-Shāṭir (Kennedy E. S 1956, 121–77) .⁴⁴ Teori pergerakan bulan Ibn al-Shāṭir sangat mirip yang dicetuskan oleh Copernicus sekitar 150 tahun kemudian (Faruqi 2006, 234).

3. Kontribusi Ibn al-Shāṭir dalam Dunia Astronomi

Model geometris Ibn al-Shāṭir merupakan karya pertama yang unggul daripada model Ptolemaic karena geometris Ibn al-Shāṭir lebih sesuai dengan pengamatan empiris. David A King dalam bukunya *The Astronomy of the Mamluks* menjelaskan bahwa Ibn al-Shāṭir menemukan jam astrolabe pertama di awal abad ke-14 M. Menurut catatan sejarah, *sundial* atau jam matahari merupakan jam tertua dalam peradaban manusia. Jam ini telah dikenal sejak tahun 3500 SM. Pembuatan jam matahari di dunia Islam dilakukan oleh Ibn al-Shāṭir. Ibn al-Shāṭir merakit jam matahari untuk menara Masjid Umayyah di Damaskus (King 1983, 531–55, 1986).

Berkat penemuannya, Ibn al-Shāṭir kemudian dikenal sebagai *muwaqqit* (pengatur waktu ibadah) pada Masjid Umayyah di Damaskus, Suriah. Jam yang dibuat Ibn al-Shāṭir masih tergolong jam matahari kuno yang didasarkan pada garis jam lurus. Ibn al-Shāṭir membagi

waktu dalam sehari dengan 12 jam, pada musim dingin waktu pendek, sedangkan pada musim panas waktu lebih panjang. Jam matahari itu merupakan *polar-axis sundial* paling tua yang masih tetap eksis hingga saat ini.

David A.King lebih lanjut menyatakan bahwa Ibn al-Shāṭir juga menemukan kompas, sebuah perangkat pengatur waktu yang menggabungkan jam matahari dan kompas magnetis pada awal abad ke-14 M. Ibn al-Shāṭir menjelaskan instrumen astronomi lainnya yang disebut sebagai instrumen universal. Penemuan instrumen yang diciptakan oleh Ibn al-Shāṭir kemudian dikembangkan seorang astronomer dan rekayawan legendaris di era kekhalifahan Turki Usmani, Taqi al-Din. Instrumen itu digunakan di observatorium al-Din Istanbul (King 1983).

Kontribusi Ibn al-Shāṭir paling populer di Indonesia adalah *quadran (rubu' mujayyab)*. Alat ini dikembangkan oleh Ibn al-Shāṭir pada abad ke-11 H berbentuk seperempat dari sebuah lingkaran yang berfungsi untuk menghitung dan mengukur ketinggian suatu tempat. Oleh umat Islam Indonesia, *rubu' mujayyab* digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam bidang astronomi terkait dengan pelaksanaan ibadah seperti arah kiblat, *rukya al-hilal* untuk penentuan awal bulan Hijriyah, dan menentukan suatu ketinggian dengan berbasis kalkulasi dan konsep trigonometri. Di Indonesia *rubu' mujayyab* berkembang dan dipraktikkan secara pesat di kalangan pesantren.

C. Aktivitas Penerjemahan Buku Astronomi

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 ilmu 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 ilmuan kaya Banu Musa sebagai patron penerjemahan karya-karya ilmiah terbesar non-penguasa (Kartanegara 2006, 79–80). 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 (Dallal and Shefer-Mossensohn 2017).

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 (Dallal 1999).

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'ūb bin Ṭarīq (abad kedelapan), menterjemahkan karya astronomi India abad kedelapan yang dikenal sebagai *Zij al-Ṣindind*. 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 (Fakhri 1983, 8). 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, 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, *al-Magest*⁴ terhadap aktivitas astronomi abad klasik hingga runtuhnya sistem astronomi geosentris (Oxford 2017). 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 *al-Magest*. Termasuk sebelas risalah singkat dalam bahasa Yunani, yang disebut “Koleksi Astronomi Kecil” yang semuanya diterjemahkan ke dalam bahasa Arab selama abad kesembilan.

Dalam *al-Magest*, Ptolemeus mensintesakan pengetahuan astronomi pra- Helenistik melalui observasi sendiri yang baru. Tujuan

⁴ *Al-Magest* adalah bentuk latin dari nama dalam bahasa Arab الكتاب المجسط, yaitu «Buku Besar» dari sebuah risalah astronomi yang mengemukakan gerakan kompleks bintang-bintang dan lintasan planet, semula ditulis dalam bahasa Yunani Mathematike Syntaxis, «Risalah Matematika»; kemudian diberi judul Hè Megalè Syntaxis, «Risalah Besar» oleh Ptolemeus dari Alexandria, Mesir. Ptolemeus mempersembahkannya kepada umum di Canopus, Mesir pada 147148/. Model geosentriknya diakui sebagai kebenaran selama lebih dari seribu tahun di Arab dan masyarakat Eropa. *Al-Magest* adalah sumber terpenting mengenai informasi tentang astronomi Yunani kuno. *Al-Magest* terdiri dari 13 buku yang isinya dapat diringkas sebagai berikut: Buku I membahas tentang sebuah garis besar kosmologi Aristotelian, seperangkat tabel mengenai tali busur lingkaran, dan sebuah pendahuluan mengenai trigonometri bola. Buku II membahas tentang masalah-masalah yang berhubungan dengan gerak harian langit, terbit dan tenggelamnya benda-benda langit, dan panjangnya siang hari. Buku III membahas tentang gerak Matahari. Buku IV dan V membahas tentang gerak Bulan, paralaks Bulan, dan ukuran serta jarak Matahari dan Bulan relatif terhadap Bumi. Buku VI membahas tentang gerhana matahari dan bulan. Buku VII dan VIII membahas tentang gerak bintang-bintang, termasuk presesi ekuinoks. Juga memuat sebuah katalog bintang. Buku IX menanggapi persoalan umum yang berhubungan dengan pembuatan model lima planet yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Buku X membahas tentang gerak Venus dan Mars. Buku XI membahas tentang gerak Yupiter dan Saturnus. Buku XII membahas tentang fenomena gerak retrograde, yang terjadi ketika planet tampak berhenti, lalu berbalik terhadap latar belakang zodiak. Ptolemeus mengetahui bahwa fenomena ini terjadi juga pada Merkurius dan Venus. Buku XIII membahas tentang penyimpanan gerak planet-planet dari lintang ekuiptika.

utama buku ini adalah untuk membangun model geometris yang akurat. Dari semua buku astronomi klasik awal, *al-Magest* 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.

Dari beberapa literatur setidaknya terdapat dua karya terjemahan *al-Magest* ke dalam bahasa Arab yang masih ada. Pertama adalah terjemahan oleh al-Ḥajjaj bin Matar pada paruh pertama abad kesembilan dan yang kedua adalah sebuah terjemahan oleh Ishāq, putra dari Ḥunayn seorang penerjemah yang sangat terkenal (Fakhri 1983).⁵ Pada perkembangan selanjutnya, terjemahan *al-Magest* direvisi oleh Thābit bin Qurra' menjelang akhir abad kesembilan (Dallal 1999). Revisi terjemahan yang dilakukan Thābit bin Qurra' mencerminkan kematangan istilah teknis astronomi Arab.

D. Perkembangan Kemajuan Astronomi

Karya awal astronomi Arab adalah tulisan Abū Ja'far Muḥammad bin Mūsā al-Khawārizmī, *Kitāb al-Mukhtaṣar fī Ḥisāb al-Jabr wa al-Muqābalaḥ* sekitar tahun 825 M di Baghdad (Azhari 2001). 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*, (Donzel 1994, 213–15) dan pada tahun 1831 M diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris oleh Frederic Rosen.

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

⁵ 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.

menjadi penting tidak hanya dilihat dari segi isi, tetapi juga karena ditulis bersamaan dengan aktivitas penerjemahan awal *al-Magest*.

Pada paruh pertama abad kesembilan, al-Farghānī⁶ (w. 850) menulis *Kitāb fi 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 (Houtsma et al. 1993, 67). Tidak seperti *al-Magest*, 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 (Dallal 1999).

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 (Oxford 2017). Program ini juga mewakili contoh pertama yang tercatat dalam sejarah sebagai suatu usaha ilmiah kolektif.

Sejak dari awal, astronomi Islam berangkat untuk memperbaiki dan melengkapi 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 tetap mempertahankan representasi

⁶ 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 Ahm̄ ad bin Muḥammad bin Kathir al-Farghānī

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 *al-Magest* (Kennedy E. S 1956).

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 Habash, dengan menunjukkan data-data perhitungan matematis yang rumit (Oxford 2017). 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 (Azhari 2001). Observasi yang sangat teliti memungkinkan al-Battānī membuat beberapa penemuan penting. Misalnya, al-Battānī mencatat variasi diameter matahari dan bulan dan menyimpulkan, untuk pertama kalinya dalam sejarah astronomi, kemungkinan gerhana matahari *annular* (Dallal and Shefer-Mossensohn 2017). 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 *al-Magest* 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 (Arsyad 1995, 66). 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 (Wajdi 1971, 495). 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 (Dallal and Shefer-Mossensohn 2017).

Meskipun banyak dari karya-karya trigonometri dari para ilmuwan awal hilang, ada informasi yang luas pada karya-karya ini oleh ilmuwan terkenal al-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 (Baiquni 1996, 9).

Karya astronomis penting lainnya dari genre ini adalah *Al-Shukūk 'alā Batlamyus* oleh Ibn al-Ḥaytham (965-1039). Dalam karyanya, Ibn al-Ḥaytham 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-Ḥaytham 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 menerima perhatian ilmiah modern meliputi: Muayyad 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-Shātir (w. 1375), dan 'Ala' al-Dīn al-Qushjī (w. 1474).

E. Mazhab Astronomi: 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 (Kartanegara 2006). 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-Tūsi 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 (Kartanegara 2006). 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 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 (Oxford 2017). 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-Shāṭir; 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-Shāṭir juga mampu memecahkan masalah jarak planet dan untuk menyediakan data yang lebih akurat untuk observasi astronomis. Ibn al-Shāṭir merupakan ilmuwan yang pertama kali memetakan pergerakan planet di luar angkasa, teori yang diyakini dunia modern sebagai milik Kepler dan Copernicus. Periode Ibn al-Shāṭir 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, Ibn al-Shāṭir menjelaskan tentang pergerakan Planet Merkurius. Temuannya saat itu dianggap sebagai sukses pertama representasi gerakan planet di tata surya.³⁵ Sejumlah model Ibn al-Shāṭir 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 (Dallal and Shefer-Mossensohn 2017).

F. Simpulan

Titik kulminasi yang dicapai oleh peradaban Barat tidak lepas dari kontribusi ilmuwan Muslim. Seperti halnya dalam istilah baku astronomi, titik kulminasi adalah puncak tertinggi yang dicapai suatu benda langit dalam peredaran semunya mengelilingi bumi. Hal ini menunjukkan bahwa puncak kemajuan ilmu pengetahuan di dunia Barat tidak lepas dari titik zenit atas kemajuan ilmu pengetahuan yang dikembangkan oleh ilmuwan Muslim. Upaya yang dilakukan ilmuwan Barat dalam memperkaya khazanah astronomi tidak terlepas dari langkah penerjemahan karya-karya luar biasa dalam bahasa Arab ke dalam bahasa Inggris. 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 klasik. Kegiatan ini tercermin dalam jumlah 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. Kiprah ilmuwan Muslim terdahulu telah membuat sejarah peradaban dunia mencapai puncak kejayaan. Hasil pemikiran yang mereka torehkan di zamannya, telah membuka khazanah ilmu pengetahuan berkembang dengan pesat.

DAFTAR PUSTAKA

- Antonio, Syafii, ed. 2012. *Ensiklopedia Peradaban Islam Baghdad*. Jakarta: Tazkia Publishing.
- Arsyad, M. Natsir. 1995. *Ilmuan Muslim Sepanjang Sejarah*. Bandung: Mizan.
- Azhari, Susiknan. 2001. *Ilmu Falak Teori Dan Praktek*. Yogyakarta: Lazuardi.
- Baiquni, Achmad. 1996. *Al-Qur'an, Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*. Yogyakarta: Dana Bhakti Prima Yasa.
- Dallal, Ahmad. 1999. "Science, Medicine, and Technology: The Making of a Scientific Culture." In *The Oxford History of Islam*, ed. John L. Esposito. Oxford: Oxford University Press.
- Dallal, Ahmad, and Miri Shefer-Mossensohn. 2017. "Expanding the Frontiers of Theoretical Astronomy." In *The Oxford History of Islam*, ed. John L. Esposito. Oxford: Oxford University Press.
- Donzel, E. Van. 1994. *Islamic Desk Reference*. Leiden: E.J. Brill.
- Fakhri, Majid. 1983. *A History of Islamic Philosophy*. New York & London: Columbia University Press.
- Faruqi, YM. 2006. "Contributions of Islamic Scholars to the Scientific Enterprise." *International Education Journal* 7(4): 391–99.
- George, Saliba. 1987. "Theory and Observation in Islamic Astronomy: The Work of Ibn Al- Shāṭir of Damascus." *Journal for the History of Astronomy* 18(1): 35–43.
- . 1994. *A History of Arabic Astronomy: Planetary Theories during the Golden Age of Islam*. New York: New York University Press.
- Heriyanto, Husain. 2011. *Menggali Nalar Saintifik Peradaban Islam*. Jakarta: Mizan Media Utama.
- Houtsma, M.Th et al., eds. 1993. *First Encyclopaedia of Islam 1913-1936*. *First Encyclopaedia of Islam 1913-1936*. Vol. III. Leiden: Brill's, E.J.

- Huff, Toby E. 1995. *The Rise of Early Modern Science: Islam, Cina, and The West*. New York: Cambridge University Press.
- Kartanegara, Mulyadhi. 2006. *Reaktualisasi Tradisi Ilmiah Islam*. Jakarta: Penerbit Baitul Ihsan.
- Kennedy E. S. 1956. *A Survey of Islamic Astronomical Tables*. Philadelphia: American Philosophical Society.
- Kennedy, E. S, and Imad Ghanem. 1983. "Reprints of All the Early Studies of Ibn Al-Shatir Planetary Theory." In *Studies in the Islamic Exact Sciences*, eds. David A. King and Mary Helen Kennedy. Beirut: American University of Beirut.
- King, David A. 1975. "Ibn Al-Shatir." In *Dictionary of Scientific Biography*, ed. Charles Coulston Gillispie. New York: Charles Scribner's Sons.
- . 1983. *The Astronomy of the Mamluks*. London: Variorum Reprints.
- . 1986. *Islamic Mathematical Astronomy*. London: Variorum Reprints.
- . 2007. "Ibn Al-Shāḥir: .Alā Al-Dīn .Alī Ibn Ibrāhīm." In *The Biographical Encyclopedia of Astronomers, Springer Reference*, ed. Thomas Hockey. New York: Springer.
- Nahmias, Joseph Ibn. 2016. *The Light of the World Astronomy in Al-Andalus*. ed. Robert G. Morrison. California: California Press Foundation.
- Oxford. 2017. "Astronomy." *The Oxford Dictionary of Islam*.
- Purwanto, Agus. 2002. *Nalar Ayat-Ayat Semesta*. Jakarta: Mizan.
- Raharto, Moedji. 2004. "Alam Semesta, Manusia, Dan Al Qur'an." *Mimbar* 20(1).
- Shabir, Muslich. 2017. "Muhammad 'Abduh and Islamic Reform." *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* 8(7).
- Wajdī, Muḥammad Farīd. 1971. *Dā'irah Ma'ārif Al-Qarn Al-'Ishrīn*. Beirut: Dār al-Ma'rifah.
- Zainuddin, Zainurashid. *Muslim Scholars and Scientists*. Kuala Lumpur: Islamic Medical Association of Malaysia.