

PEMANFAATAN ANALISA MATEMATIS DALAM PENYELESAIAN PERMASALAHAN FIKIH

Mutmainnah¹

¹Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

inna.faiz@gmail.com

Abstract

This article intends to clarify the role of mathematics in the study of fiqh. Apart from inheritance, the study of astronomy is in direct contact with the improvement of fiqh worship, especially the prayers and fasting of Ramadan. However, its role is a supporter that must be strengthened by the main fiqh sources. This is evident in the process of determining the initial time of the five daily prayers. Through literature explanations relating to the coordinate system of celestial bodies, a celestial spherical triangle can be formulated in sin, cos and tangent which can be converted into measurements of praying time on earth. So it is not wrong if falak also knows the science of Hisab.

Kata kunci: mathematics, fiqh, the coordinate system of celestial bodies, praying time

Abstrak

Artikel Ini Bermaksud memperjelas peran ilmu matematika dalam kajian fikih. Selain waris, kajian falak yang bersentuhan langsung dengan penyempurnaan fikih ibadah khususnya salat dan puasa ramadan. Meski demikian, perannya adalah pendukung yang harus dikuatkan dengan sumber-sumber fikih yang utama. Hal itu terbukti dalam proses penentuan waktu awal salat lima waktu Melalui penjelasan literature yang berkaitan dengan system kordinat benda-benda langit bisa dirumuskan segitiga bola langit dalam sin, cos dan tangen yang bisa dikonversikan dalam ukuran waktu salat di bumi. Maka tidak salah kalau falak juga mengenal ilmu hisab.

Keywords: matematika, fikih, system kordinat benda-benda langit, waktu salat

INTRODUCTION

Matematika memiliki pengertian yang beragam, Muniri (2016) telah meringkasnya. Matematika berkaitan dengan keilmuan tentang jumlah kuantitas yang mengukur besaran; juga bahasan tentang keterkaitan; tetapi menakup pula penjelasan bentuk-bentuk yang abstraktif sehingga disebut juga ilmu yang bersifat deduktif; pembicaraannya kemudian dibatasi pada struktur-struktur logis dari sesuatu. Dari berbagai pengertian tersebut setidaknya ada 3 karakter yang penting dari keilmuan matematika. 1) bentuk abstraksi dari realitas, 2) ungkapan dalam simbol (angka) yang sederhana, serta 3) sumbernya dari pola pikir deduktif (Abdusysyakir 2006).

Matematika sebagai ilmu bantu dalam konteks fikih Islam dewasa ini telah mulai berkembang pesat. Di masa lalu posisinya memiliki keterbatasan dibanding ilmu bahasa dan

logika mantik. Namun perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan pemahaman baru terhadap beberapa ketentuan di beberapa bidang fikih yang berelasi penting dengan kajian matematika.

Seperti dalam ilmu mawaris atau juga dikenal dengan faraid tentang pewarisan harta pusaka tinggalkan dari mayit. Ilmu ini berkaitan dengan siapa yang berhak atasnya dan jumlah besaran yang bisa diterima (Muthmainnah dan Santoso 2019). Maka dalam kajiannya, matematika tentang besaran tidak bisa lepas dari matematika sebagai alat bantu. Bahkan Ilmu ini memiliki keutamaan dalam fikih tetapi juga telah diramalkan oleh Rasulullah akan terlupakan.

Wahai Abu Hurairah, belajarlah ilmu faraidh dan ajarkanlah, karena sesungguhnya ia adalah setengah dari ilmu. Dan ilmu itu akan dilupakan dan dia adalah ilmu yang pertama kali dicabut dari umatku. (Hardiyana dan Fahrana 2018; Yansyah 2020)

Keterkaitan tersebut tidak dipertimbangkan oleh sebagian para ahli fikih dengan memberikan tekanan pada sisi yang lain. Fauzan (Hakim n.d.) menjelaskan hadis Nabi itu dengan menyatakan hanya berkaitan

“Sesungguhnya manusia itu berada dalam dua keadaan, yaitu hidup atau mati. Ilmu *faraidh* berkaitan dengan mayoritas hukum yang berkaitan dengan kematian. Sedangkan ilmu lainnya, berkaitan dengan hukum-hukum ketika masih hidup” (Hakim n.d.)

Penerapan matematika sebagai ilmu bantu dalam konteks fikih juga terasa dalam bidang falak. Falak bisa berhubungan dengan perjalanan waktu dan penentuan arah salat termasuk pelaksanaan ibadah puasa Ramadan (Muthmainnah 2016). Ilmu Falak dikenal juga sebagai Ilmu Hisab yang mencakup perhitungan dalam pembuatan kalender hijriyah. Baik untuk menentukan arah kiblat (*azimuth*) dan bayangan arah kiblat (*rashdul kiblat*), penentuan awal waktu sholat, awal puasa Ramadhan serta awal bulan Syawal dan perkiraan waktu terjadinya Gerhana Matahari maupun Gerhana Bulan (Luthfiyah n.d.). Kebutuhan terhadap penerapan matematika di dalamnya semakin terasa setelah kemudahan-kemudahan bisa dirasakan akibat adanya perkembangan sains dan teknologi yang berkaitan (Muthmainnah dan Santoso 2020). Sekarang, Dalam pembelajaran di perguruan tinggi Indonesia, porsi matematika telah mulai diseimbangkan guna menguatkan keahlian mahasiswanya (Solikin 2016). Analisis dan interpretasi matematis terhadap aturan fikih di dalamnya juga telah banyak muncul dalam publikasi (Hayat dan Utama 2018; Solikin 2016).

METODOLOGI

Tulisan ini bermaksud menguatkan kebutuhan ilmu matematika dalam kajian falak yang masih harus dibenahi hingga mendapatkan posisi yang sepantasnya dalam dalam ruang besar rumpun kajian fikih. Melalui kajian literature hal itu diutarakan khususnya dalam membaca pergerakan tata surya dalam satuan matematis. Pembahasan ini dibatasi pada tata kordinat benda langit dalam menentukan awal salat. Untuk menyatakan letak suatu benda langit diperlukan suatu tata koordinat yang dapat menyatakan secara pasti kedudukan benda langit tersebut. Ada empat sistem koordinat untuk menentukan posisi benda langit yaitu: Tata koordinat horison, tata koordinat ekuator, tata koordinat ekliptika dan tata koordinat sudut jam (Maskufa 2009:68). Namun dalam pembahasan kali ini akan diperkenalkan tata koordinat ekliptika dan tata koordinat ekuator, dilanjutkan dengan transformasi antara koordinat ekliptika dan equatorial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam sistem ini kedudukan benda langit ditentukan oleh deklinasi dan assensio rekta, dua buah lingkaran besar yang dijadikan acuan dalam sistem ini adalah lingkaran equator dan lingkaran deklinasi. Asensio rekta, atau dalam [Bahasa Inggris](#) disebut *Right ascension* (RA), dengan simbol α , adalah istilah [astronomi](#) yang dikaitkan dengan [sistem koordinat ekuator](#) (Anon n.d.). RA bisa dibandingkan dengan garis bujur, diukur dari titik nolnya yang berada di [titik Aries](#) atau titik vernal ekuinoks. RA diukur dalam jam, menit, dan detik; dengan satu jam sama dengan 15 derajat (Anon n.d.; Anugraha n.d.).

Aksensio rekta (α) adalah panjang busur yang dihitung dari titik Aries atau disebut juga dengan titik gamma (γ) pada lingkaran ekuator langit sampai ke titik kaki dengan arah penelusuran ke arah timur, dengan rentang antara 0 s.d. 24 jam atau 0^0 s.d. 360^0 (Fahrurrazi dan Ma'ruf 2010:55). Sedangkan deklinasi (δ) adalah panjang busur dari titik kaki pada lingkaran ekuator langit ke arah kutub langit sampai ke letak benda pada bola langit. Deklinasi bernilai positif jika ke arah KLU dan bernilai negatif jika ke arah KLS, dengan rentang antara 0^0 s.d. 90^0 atau 0^0 s.d. -90^0 (Anugraha n.d.).

Seperti halnya bujur, asensio rekta dihitung sepanjang lingkaran yang sejajar ekuator. Asensio rekta dihitung ke arah timur mulai dari [titik Aries](#) atau titik [Vernal Ekuinok](#) yang merupakan salah satu titik perpotongan antara bidang [ekliptika](#) dan ekuator langit, tempat [Matahari](#) berada pada tanggal [21 Maret](#) (Wikipedia bahasa Indonesia n.d.). Lintang pun demikian halnya, deklinasi diukur dari [ekuator](#) ke arah [kutub](#). Deklinasi bernilai [positif](#) bila benda langit yang diamati berada di belahan langit utara, dan [negatif](#) bila benda langit

yang diamati berada di belahan bumi selatan. Deklinasi dilambangkan dengan " δ " dan dinyatakan dalam satuan sudut (derajat, menit, detik) (Fahrurrazi dan Ma'ruf 2010).

Ekliptika

Bumi berevolusi mengelilingi matahari menurut lintasan berbentuk ellips. bidang lintasan inilah yang dinamakan ekliptika. Sumbu ekliptika tegak lurus dengan bidang ekliptika (Villanueva 1978:2). Ekliptika adalah jalur yang dilalui oleh suatu benda dalam mengelilingi suatu titik pusat sistem koordinat tertentu. Di bola langit terdapat garis khayal yang di sebut dengan lingkaran ekliptika, jika di amati dari bumi. Ekliptika pada benda langit merupakan suatu bidang edar berupa garis khayal yang menjadi jalur lintasan benda-benda langit dalam mengelilingi suatu titik pusat sistem tata surya. Seandainya bumi di jadikan sebagai titik pusat sistem koordinat maka ekliptika merupakan bidang edar yang dilalui oleh benda-benda langit seperti planet dan matahari untuk mengelilingi bumi, dan jika matahari di jadikan titik pusat sistem koordinat, maka ekliptika merupakan bidang yang terbentuk sebagai lintasan orbit bumi yang berbentuk elips dengan matahari berada pada titik pusat elips tersebut (Wikipedia bahasa Indonesia n.d.).

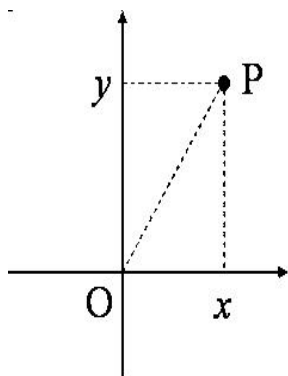
Dalam penjelasan Azhari (2007:31–33) sistem koordinat ekliptika, lingkaran ekliptika menjadi lingkaran dasar utamanya, sedang titik asalnya adalah titik musim semi (Titik Aries) seperti yang di gunakan dalam sistem koordinat equator. Sebuah benda langit yang berada pada bola langit posisinya dalam koordinat ekliptika ditentukan oleh lintang dan bujur ekliptika. Bujur ekliptika diberi tanda λ , dan lintang ekliptika di beri simbol β . Bujur ekliptika yaitu sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan pengamat dengan titik musim semi. Bujur ekliptika di hitung mulai 0° sampai 360° dan diukur melalui titik menelusuri ekliptika kearah timur. Lintang ekliptika yaitu sudut yang dibentuk oleh garis yang menghubungkan antara pengamat dan proyeksi benda langit pada lingkaran ekliptika. Lingkaran ekliptika diukur mulai dari ekliptika sampai ke kutub utara ekliptika untuk benda-benda langit yang berada di sebelah utara ekliptika atau dari 0° sampai 90° . Sedangkan benda-benda langit yang berada disebelah selatan ekliptika, pengukurannya dimulai dari ekliptika sampai kutub selatan ekliptika (0° sampai -90°)

Mengenal Sistem Koordinat

Untuk memudahkan pemahaman terhadap posisi benda-benda langit, diperkenalkan beberapa sistem koordinat. Setiap sistem koordinat memiliki koordinat masing-masing. Posisi benda langit seperti matahari dapat dinyatakan dalam sistem koordinat tertentu. Selanjutnya

nilainya dapat diubah ke dalam sistem koordinat yang lain melalui suatu transformasi koordinat.

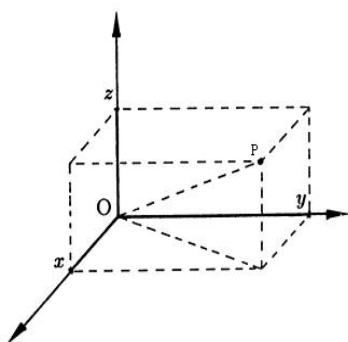
a. Sistem Koordinat 2 dan 3 dimensi



Gambar 1. Koordinat Kartesien 2 dimensi (x, y)

Gambar dari Anugraha (n.d.) Untuk menyatakan posisi sebuah benda di dalam ruang, dibutuhkan suatu sistem koordinat yang memiliki pusat koordinat (origin) dan sumbu koordinat (axis). Sistem koordinat yang paling dasar/sederhana adalah Kartesien (Cartesian). Jika kita berbicara ruang 2 dimensi, maka koordinat Kartesien 2 dimensi memiliki pusat di O dan 2 sumbu koordinat yang saling tegak lurus, yaitu x dan y . Dalam Gambar 1, titik P dinyatakan dalam koordinat x dan y (Anugraha n.d.; Muthmainnah 2015).

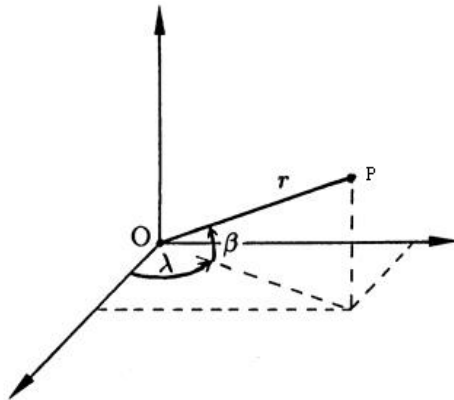
Selanjutnya koordinat Kartesien 2 dimensi dapat diperluas menjadi Kartesien 3 dimensi yang berpusat di O dan memiliki sumbu x , y dan z . Pada Gambar 2, titik P dapat dinyatakan dalam x , y dan z . OP adalah jarak titik P ke pusat O.



Gambar 2. Koordinat Kartesien 3 dimensi (x, y, z)

Koordinat Kartesien 3 dimensi (x, y, z) pada Gambar 2 dapat diubah menjadi Koordinat Bola (Spherical Coordinate) 3 dimensi $(r, \text{Alpha}, \text{Beta})$ seperti pada Gambar 3. Dalam koordinat Kartesien 3 dimensi, seluruh koordinat (x , y dan z) berdimensi panjang. Sedangkan dalam koordinat bola, terdapat satu koordinat yang berdimensi panjang (yaitu r) dan dua koordinat lainnya berdimensi sudut (yaitu Alpha dan Beta). Titik P masih tetap menyatakan titik yang sama dengan titik P pada Gambar 2. Jarak titik P ke pusat O sama

dengan r . Jika titik P diproyeksikan ke bidang datar xy , maka sudut antara garis OP dengan bidang datar xy adalah Beta. Selanjutnya sudut antara proyeksi OP pada bidang xy dengan sumbu x adalah Alpha (Anugraha n.d.; Muthmainnah 2015).



Gambar 3. Koordinat Bola tiga dimensi (r , Alpha, Beta)

Hubungan antara (x, y, z) dengan $(r, \text{Alpha}, \text{Beta})$ dinyatakan dalam transformasi koordinat berikut:

$$x = r \cos(\beta) \cos(\alpha)$$

$$y = r \cos(\beta) \sin(\alpha)$$

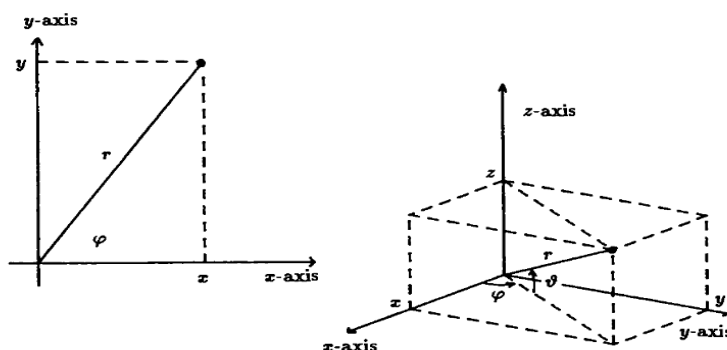
$$z = r \sin(\beta)$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$$

b. Konsep Sistem Koordinat



Gambar.4 Konsep Sistem Koordinat

c. Transformasi Koordinat

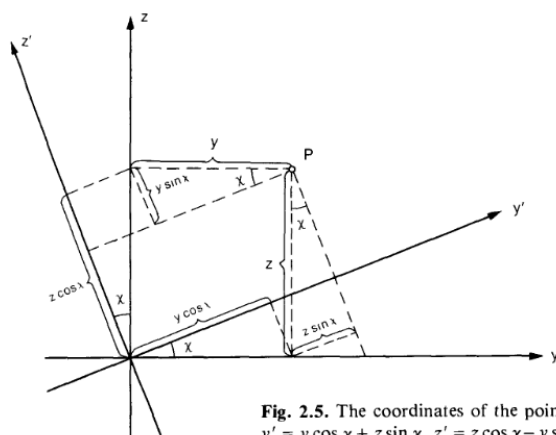


Fig. 2.5. The coordinates of the point P in the rotated frame are $x' = x$, $y' = y \cos \chi + z \sin \chi$, $z' = z \cos \chi - y \sin \chi$

Gambar. 5 Transformasi Koordinat

Karttunen et al. (2017:13) telah menggambarkan kordinatnya. Fahrurrazi dan Ma'ruf (2010:56–57) kemudian menjabarkan sumbu-sumbu koordinat kartesi 3D dalam sistem koordinat assensio rekta didefinisikan sebagai berikut:

1. Origin berimpit dengan pusat bola langit
2. Sumbu Z positif kearah kutub utara langit
3. Sumbu X positif kearah titik musim semi (VE), dan
4. Sumbu Y melengkapi sumbu X dan sumbu Z, shingga membentuk sistem tangan kanan.

Adapun komponen koordinat kartesi (X,Y,Z) dan transformasinya kembali ke komponen koordinat (δ,α) ialah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X &= \cos \delta \cos \alpha \\ Y &= \cos \delta \sin \alpha \\ Z &= \sin \delta \\ \alpha &= \tan^{-1}(Y/X) \\ \delta &= \sin^{-1}Z \end{aligned}$$

Sumbu-sumbu koordinat kartesi 3D dalam sistem koordinat ekliptika didefinisikan sebagai berikut:

1. Origin berimpit dengan pusat bola langit
2. Sumbu Z positif kearah kutub utara ekliptika
3. Sumbu X positif kearah titik musim semi (VE), dan
4. Sumbu Y positif kearah titik musim panas, melengkapi sumbu X dan sumbu Z, sehingga membentuk sistem tangan kanan.

Adapun komponen koordinat kartesi (X,Y,Z) dan transformasinya kembali ke komponen koordinat (β,λ) ialah sebagai berikut:

$$X = \cos \beta \cos \lambda$$

$$Y = \cos \beta \sin \lambda$$

$$Z = \sin \beta$$

$$\beta = \tan^{-1}(Y/X)$$

$$\lambda = \sin^{-1}Z$$

Di atas telah dibahas transformasi dari koordinat Kartesian ke koordinat bola. Berikut ini dibahas beberapa sistem koordinat yang penting dalam ilmu hisab, yaitu (Anugraha n.d.):

1. Sistem Koordinat Ekliptika Heliosentrik (Heliocentric Ecliptical Coordinate).
2. Sistem Koordinat Ekliptika Geosentrik (Geocentric Ecliptical Coordinate).
3. Sistem Koordinat Ekuator Geosentrik (Geocentric Equatorial Coordinate).
4. Sistem Koordinat Horison (Horizontal Coordinate).

Anugraha (n.d.) kemudian menguraikan sistem Koordinat Ekliptika Heliosentrik dan Sistem Koordinat Ekliptika Geosentrik sebenarnya identik. Yang membedakan keduanya hanyalah manakah yang menjadi pusat koordinat. Pada Sistem Koordinat Ekliptika Heliosentrik, yang menjadi pusat koordinat adalah matahari (helio = matahari). Sedangkan pada Sistem Koordinat Ekliptika Geosentrik, yang menjadi pusat koordinat adalah bumi (geo = bumi). Karena itu keduanya dapat digabungkan menjadi Sistem Koordinat Ekliptika. Pada Sistem Koordinat Ekliptika, yang menjadi bidang datar sebagai referensi adalah bidang orbit bumi mengitari matahari (heliosentrik) yang juga sama dengan bidang orbit matahari mengitari bumi (geosentrik).

Pertanyaan penting adalah bagaimana cara menghubungkan antar sistem koordinat tersebut. Suatu sistem koordinat dapat dihubungkan dengan sistem koordinat lainnya melalui transformasi koordinat. Disini penulis hanya akan membatasi pada transformasi dari ekliptika geosentrik (no 2) ke ekuator geosentrik (no 3) dan sebaliknya. Fahrurrazi dan Ma'ruf (2010:56) menunjukkan transformasi koordinat benda langit dari satu sistem koordinat ke sistem koordinat yang lain dapat dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus segitiga bola atau menggunakan matrik rotasi. Kedua cara transformasi koordinat ini pada dasarnya sama.

Fungsi matematika dari Transformasi Tata Koordinat

Diantara fungsi matematika transformasi ini adalah untuk menghitung posisi matahari bagi penentuan waktu-waktu shalat. Data dan Rumus yang Digunakan untuk menghitung awal waktu shalat. (Al Falaky 2003; Solikin 2020):

Dalam melakukan hisab awal waktu shalat, ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu :

a. Data yang harus diketahui

- 1). Lintang tempat (ϕ)
- 2). Bujur tempat (λ)
- 3). Deklinasi matahari (δ°)
- 4). Equation of time/perata waktu (e°)
- 5). Tinggi matahari (h°)
- 6). Koreksi waktu daerah (Kwd) : $(\lambda_{dh} - \lambda_{tp})/15$
- 7). Ikhtiyat

b. Rumus yang dipergunakan

- 1). Rumus sudut waktu matahari

$$\cos t = -\tan \phi \tan \delta + \sin h / \cos \phi / \cos \delta$$

- 2). Rumus awal waktu

$$12 - e + t + \text{Kwd} + i$$

- 3). Rumus tinggi matahari (h°)

$$\text{Ashar} : \cotan h = \tan z_m + 1 \text{ atau } z_m = [p - d]$$

$$\text{Maghrib} : -1^\circ$$

$$\text{Isya} : -18^\circ$$

$$\text{Subuh} : -20^\circ$$

$$\text{Terbit} : 1^\circ$$

$$\text{Dhuha} : 4.5^\circ$$

- 4). Rumus koreksi waktu daerah

$$\text{Kwd} = (\lambda_{dh} - \lambda_{tp})/15$$

c. Keterangan rumus :

- 1). Untuk menghitung awal waktu Dhuhur, rumus (b) dipergunakan tanpa t, sehingga menjadi : $12 - e + \text{Kwd} + i$
- 2). Untuk menghitung awal waktu Ashar, rumus (b) dapat dipergunakan sepenuhnya, sedangkan dalam menggunakan rumus (a), h° hendaknya dihitung tersendiri dengan rumus : $\cotan h^\circ = \tan z_m + 1$ atau $z_m = |\phi - \delta|$
 $12 - e + t + \text{Kwd} + i$
- 3). Untuk menghitung awal waktu Maghrib, Isya, Subuh, Terbit dan Dhuha rumus (b) dapat dipergunakan sepenuhnya, rumus (a) h° disesuaikan dengan waktunya. Dengan catatan khusus untuk t waktu Subuh, Terbit dan Dhuha (dikurangkan), sehingga rumusnya menjadi: $12 - e - t + \text{Kwd} + i$. Sedang untuk Terbit i dikurangkan, rumusnya menjadi : $12 - e - t + \text{Kwd} - i$

4.) untuk menghitung deklinasi matahari menggunakan rumus transformasi yaitu:

$$\begin{aligned}\sin \lambda \cos \beta &= \sin \delta \sin \varepsilon + \cos \delta \cos \varepsilon \sin \alpha , \\ \cos \lambda \cos \beta &= \cos \delta \cos \alpha , \\ \sin \beta &= \sin \delta \cos \varepsilon - \cos \delta \sin \varepsilon \sin \alpha . \\ \sin \alpha \cos \delta &= -\sin \beta \sin \varepsilon + \cos \beta \cos \varepsilon \sin \lambda , \\ \cos \alpha \cos \delta &= \cos \lambda \cos \beta , \\ \sin \delta &= \sin \beta \cos \varepsilon + \cos \beta \sin \varepsilon \sin \lambda .\end{aligned}$$

5.) menghitung equation of time dengan rumus

$$\begin{aligned}E &= -105.8 \sin(\lambda_{\odot}) + 596.2 \sin(2\lambda_{\odot}) + 4.4 \sin(3\lambda_{\odot}) - 12.7 \sin(4\lambda_{\odot}) \\ &\quad - 429 \cos(\lambda_{\odot}) - 2.1 \cos(2\lambda_{\odot}) + 19.3 \cos(3\lambda_{\odot})\end{aligned}$$

6.) menghitung bujur matahari

$$\lambda_{\odot} = 280.46645^{\circ} + 36000.76983^{\circ} T + 0.0003032^{\circ} T^2$$

Dimana T adalah waktu Julian Century dengan epoch 2000

$$T = \frac{JD - 2451545.0}{36525}$$

VI. Kesimpulan

Dari uraian diatas bisa kita tarik kesimpulan bahwasannya analisa matematis juga digunakan dalam penyelesaian permasalahan fikih bidang ibadah, Meski demikian, perannya adalah pendukung yang harus dikuatkan dengan sumber-sumber fikih yang utama. Hal demikian itu terungkap khususnya bidang penentuan awal waktu salat melalui kajian falak. Melalui sistem koordinat bola langit itu menjadi dasar acuan untuk mengetahui kedudukan benda-benda langit kemudian antar sistem koordinat itu bisa ditransformasikan kedalam rumus segitiga bola, dari segitiga bola kita mendapatkan rumus sin, cos dan tangen, semua itu kemudian di transformasikan untuk menghitung waktu-waktu di bumi. Pandangan matematika tentang Kedudukan sebuah bintang (dalam hal ini matahari) misalnya telah sungguh-sungguh memudahkan dalam perhitungan awal waktu sholat karena data yang dibutuhkan adalah; menghitung deklinasinya, tinggi matahari, sudut waktu matahari. Selain itu transformasi juga menghitung bujur ekliptika lintang ekliptika, bujur matahari. Kedudukan matahari bisa digunakan untuk menghitung arah kiblat, penentuan awal bulan

dan gerhana. Jadi transformasi ini ternyata menjadi pokok dalam perhitungan-perhitungan selanjutnya.

Referensi

- Abdusysykir. 2006. *Ada Matematika dalam Alquran*. Malang: UIN MalangPress.
- Anon. n.d. "Asensio rekta - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas." Diambil (https://id.wikipedia.org/wiki/Asensio_rekta).
- Anugraha, Rinto. n.d. "Mengenal Sistem Koordinat." Diambil (<https://www.eramuslim.com/peradaban/ilmu-hisab/mengenal-sistem-koordinat.htm#.YEsBcCviviU>).
- Anugraha, Rinto. n.d. "Transformasi Sistem Koordinat." Diambil (<https://www.eramuslim.com/bolalangit/transformasi-sistem-koordinat.htm#.YEsD8yviviU>).
- Azhari, Susiknan. 2007. *Ilmu Falak; Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Fahrurrazi, Djawahir, dan Bilal Ma'ruf. 2010. *Sistem Koordinat: Sistem Koordinat Terrestrial, Sistem Koordinat Langit, Transformasi Koordinat*. Yogyakarta: Teknik Geodesi Fakultas Teknik UGM.
- Al Falaky, Sriyatin Shadiq. 2003. "Contoh Perhitungan Awal Waktu Shalat dengan Data Ephemeris Hisab Rukyat (Hisabwin Version 1.0/1993 atau Winhisab Version 2.0/1996)." in *Penataran/Pelatihan/Orientasi/Kuliah/Pertemuan/Diklat Hisab Rukyat*. Semarang: UIN Walisongo Semarang.
- Hakim, M. Saifudin. n.d. "Ilmu Waris, Ilmu yang Terlupakan." *Muslim.or.id*. Diambil 28 Februari 2021 (<https://muslim.or.id/46659-ilmu-waris-ilmu-yang-terlupakan.html>).
- Hardiyana, Bella, dan Egi Fahrana. 2018. "Aplikasi Penerapan Syariat Islam Pada Pembagian Harta Waris Berbasis Android." *Jurnal Teknologi dan Informasi* 8(1):25–32. doi: 10.34010/jati.v8i1.907.
- Hayat, Abdul, dan Esa Rizki Hari Utama. 2018. "Rancangan Aplikasi Kalkulator Ilmu Falak Berbasis Smartphone." *CCIT Journal* 11(2):201–16.
- Karttunen, H., Oja Kröger, P., Poutanen H., dan K. J. M., Donner. 2017. *Fundamental Astronomy*. New York: (Springer.
- Luthfiah, Zuly Mar'atul. n.d. "Matematika dalam Ilmu Falak?" *Prodi Tadris Matematika - Fakultas Tarbiyah IAIN Kudus*. Diambil 25 Februari 2021 (<https://tmtk.iainkudus.ac.id/index.php?page=detil&id=56966>).

- Maskufa. 2009. *Ilmu Falak*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Muniri, Muniri. 2016. “Kontribusi Matematika dalam Konteks Fikih.” *Ta'allum: Jurnal Pendidikan Islam* 4(2):193–214. doi: 10.21274/taalum.2016.4.02.193-214.
- Muthmainnah. 2015. “Transformasi Koordinat Bola Langit Ke Dalam Segitiga Bola (Equatorial Dan Ekliptika) Dalam Penentuan.” *Ulumuddin: Jurnal Ilmu-ilmu Keislaman* 5(2):11–23.
- Muthmainnah. 2016. “Falak Dan Ilmu Yang Berkaitan Dengannya.” *Ulumuddin : Jurnal Ilmu-ilmu Keislaman* 6(1):49–59.
- Muthmainnah, Muthmainnah, dan F. Setiawan Santoso. 2019. “Akibat Hukum Harta Bersama Perkawinan Dalam Pewarisan Di Indonesia Analisis Komparatif Hukum Islam Dan Hukum Adat.” *Ulumuddin: Jurnal Ilmu-ilmu Keislaman* 9(1):81–96.
- Muthmainnah, Muthmainnah, dan Fattah Setiawan Santoso. 2020. “Pemanfaatan Sains Dan Teknologi Dalam Pengukuran Arah Kiblat Di Indonesia.” *Ulumuddin : Jurnal Ilmu-ilmu Keislaman* 10(2):149–62. doi: 10.47200/ulumuddin.v10i2.441.
- Solikin, Agus. 2016. “Ikhtiar Mata Kuliah Matematika Di Prodi Falak Uin Sunan Ampel Surabaya Dalam Membangun Kesadaran Peran Serta Matematika Dalam Penentuan Arah Kiblat Umat Islam.” Hal. 2–3 in *Lomba dan Seminar Matematika XXV*. Surabaya: UIN Sunan Ampel.
- Solikin, Agus. 2020. “Telaah Matematis Perhitungan Arah Kiblat Rumus Cos-Sin Dengan Rumus Tan dalam Dasar- Dasar Ilmu Ukur Segitiga Bola.” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 6(2):138–48. doi: 10.30596/jam.v6i2.5023.
- Villanueva, K. J. 1978. *Astronomi Geodesi*. Bandung: (Departemen Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB).
- Wikipedia bahasa Indonesia. n.d. “Sistem koordinat ekuator.” Diambil (https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_koordinat_ekuator).
- Yansyah, Yudi. 2020. “Mimbar Dakwah Sesi 49 : Keutamaan Belajar Ilmu Faraid.” *Kanwil Kemenag Provinsi Jawa Barat*. Diambil 28 Februari 2021 (<https://jabar.kemenag.go.id/portal/read/mimbar-dakwah-sesi-49-keutamaan-belajar-ilmu-faraid->).