



Numbers : Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
A Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

MATEMATIKA FALAK : KONSEP MATEMATIKA DALAM PENENTUAN WAKTU SHALAT FARDHU

M Vicky Fahamsyah^{1*}, Iffa miftahurohmah², Retno Septiantika³, Ika Novi Putri Juwita⁴,
Mohammad Kholil⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember, Jember, Indonesia

Corresponding email : vickyfahamsyah19@gmail.com ^{1*}
email : Ifa07900@gmail.com²
email : retnoseptiantika16@gmail.com³
email : ikanoviputrijuwita22@gmail.com ⁴
email: mkholil@uinkhas.ac.id ⁵

Received 30 May 2023; Received in revised form 7 June 2023; Accepted 7 June 2023

Kata Kunci :

Sholat, Matematika, Falak,
Ephemeris

ABSTRAK

Hukum melaksanakan shalat lima waktu bagi setiap orang islam adalah fardhu 'ain. Sedangkan penentuan waktu shalat memerlukan adanya pemahaman ilmu falak dan beberapa konsep matematika. Maka dari itu peneliti tertarik untuk memilih sebuah judul "Matematika Falak : Konsep Matematika Dalam Penentuan Waktu Shalat Fardhu" yang bertujuan untuk mengenalkan konsep matematika pada ilmu falak dalam penentuan waktu sholat fardhu. Metode yang diterapkan pada artikel ini adalah studi kepustakaan atau studi literasi dengan menggunakan pendekatan deskriptif aritmatika, sumber data utama menggunakan data dari rumus perhitungan waktu sholat awal dan data lintang dan bujur yang terdapat dalam buku Pengantar Hisab dengan Metode Ephemeris. Data yang digunakan dalam penelitian diambil dari daerah Krasak, Tegalsari, Kabupaten Banyuwangi dan menggunakan zona Waktu Indonesia Barat (WIB), pada tanggal 20 April 2023. Data yang diperlukan : 1. mencari data yang diperlukan antara : LT -8° 25' 34", BT 114° 9' 26", Deklinasi Matahari (d) : 11° 29' 48.98", Equation of Time (e) : 0° 01' 01.46", Tinggi Tempat 110 m dari permukaan air laut, Tinggi matahari 2. Tafawut 3. Mencari sudut waktu dari awal terbenamnya matahari: 4. Bujur Standart (WIB). Sehingga didapatkan hasil waktu sholat yaitu : Subuh dilaksanakan 4° 5' 46.86" (pukul 4 lewat 5 menit 46.86 detik), Duhur dilaksanakan 11° 22' 20.81" (pukul 11 lewat 22 menit 20.81 detik), Ashar dilaksanakan 14° 43' 1.24" (pukul 14 lewat 43 menit 1.24 detik), Magrib dilaksanakan 17° 20' 8.97" (pukul 17 lewat 20 menit 8.97 detik), Isya' dilaksanakan 18° 30' 43.07" (pukul 18 lewat 30 menit 43.07 detik)

Keywords :

Prayer, Mathematics, astronomy, Ephemeris

ABSTRACT

The law of carrying out the five daily prayers for every Muslim is fardhu `ain. While determining prayer times requires an understanding of astronomy and some mathematical concepts. Therefore the researcher is interested in choosing a title "Falak Mathematics: Mathematical Concepts in Determining Fardhu Prayer Times" which aims to introduce mathematical concepts to astronomy in determining fardhu prayer times. The method applied in this article is a literature study or literacy study using a descriptive arithmetic approach, the main data source uses data from the formula for calculating the initial prayer times and latitude and longitude data contained in the book Introduction to Hisab with the Ephemeris Method. The data used in this study were taken from the Krasak area, Tegalsari, Banyuwangi Regency and using the West Indonesia Timezone (WIB), on April 20 2023. Data needed: 1. Find the required data between: LT -8° 25' 34", BT 114° 9' 26", Sun Declination (d) : 11° 29' 48.98", Equation of Time (e) : 0° 01' 01.46", Altitude 110 m above sea level, Sun height 2. Tafawut 3. Find the angle time from the start of sunset: 4. Standard Longitude (WIB). So that the results of prayer times are: Fajr is held 4° 5' 47.21" (4:5 past 5 minutes 47.21 seconds), Duhur is held 11° 22' 20.81" (11:22 minutes 20.81 seconds), Asr is held 15° 0' 31.07" (0 minutes past 15 hours 31.07 seconds), Maghrib is held 17° 20' 8.97" (20 past 17 minutes 8.97 seconds), Isya' is held 18° 30' 43.07" (30 past 18 minutes 43.07 second)

PENDAHULUAN

Sholat menurut bahasa memiliki arti berdo'a dengan kebaikan dan melaksanakan ibadah. Al-Qur'an juga menjelaskan mengenai hal tersebut dalam surat at-Taubah ayat 103 yang berbunyi : "Sehingga doa kamu itu (menjadi) ketentraman jiwa bagi mereka. Dan Allah Maha Mendengar lagi Maha Mengetahui". Secara istilah pengertian dari sholat yaitu suatu kegiatan (ucapan dan gerakan) yang dilaksanakan dimulai dari takbir berakhir dengan salam, dengan beberapa syarat yang sudah ditentukan. Sholat sendiri merupakan suatu kewajiban bagi seorang muslim karena termasuk rukun islam nomor dua setelah mengucapkan kedua kalimat syahadat. kewajiban Shalat bagi umat muslim sebanyak lima waktu antara lain shubuh, dzuhur, ashar, magrib dan isya'.

Sebagaimana telah dijelaskan diatas bahwa hukum melaksanakan shalat lima waktu bagi setiap orang islam adalah fardhu `ain yang mukalaf yaitu telah baligh, mempunyai akal sehat bagi laki-laki dan perempuan yang tidak dalam keadaan haid. Oleh sebab itu, setiap orang islam yang meninggalkan sholat akan berdosa.

Adapun Hadis nabi yang menjelaskan tentang waktu-waktu sholat lima waktu dijelaskan pada(H.R. Imam Muslim, n.d.) dapat diketahui bahwa waktu shalat itu ditandai dengan pengaruh perjalanan matahari dan fenomena alam,Karena itulah keberadaan ilmu falak sangat penting untuk digunakan dalam menentukan waktu shalat untuk memudahkan penentuan waktu sholat ada beberapa alat yang bisa digunakan salah satunya yaitu menggunakan alat klasik rubu' mujayyab. Dalam mengaplikasian rubu' muyyab menggunakan konsep matematika.

Menurut Herman Hudojo dalam(Kholil, M., & Apriyono, 2018) Konsep yaitu mengelompokkan beberapa objek atau beberapa peristiwa kedalam suatu ide abstrak. Menurut Ruseffendi dalam (Mutiawati, 2010) Matematika didefinisikan sebagai ilmu logika perihal struktur besaran dan konsep-konsep yang saling memiliki keterhubungan antara satu bahasan dengan bahasan lainnya, matematika dibagi menjadi tiga bidang, antara lain matematika aljabar, matematika analisis dan matematika geometri. Matematika merupakan salah satu ilmu yang memiliki andil besar dalam keberlangsungan hidup, Perkembangan matematika sejalan dengan perkembangan sains dan teknologi (Masykur, M. A, & Fathani, 2008). Matematika merupakan ilmu pengetahuan yang berperan untuk membantu

masalah sosial, masalah ekonomi, dan masalah alam jadi matematika bukan ilmu yang berdiri sendiri (Syafina & Pujiastuti, 2020). Bahkan matematika berperan penting dalam kemunculan suatu keilmuan baru, seperti halnya ilmu falak.

Ilmu falak merupakan suatu ilmu yang tidak terlepas dari teori-teori pada matematika khususnya geometri dan trigonometri. Trigonometri sendiri merupakan suatu turunan ilmu matematika yang membahas mengenai sudut, dan sudut yang digunakan pada ilmu falak umumnya menggunakan sudut segitiga dan menggunakan rumus trigonometri, segitiga sendiri juga memiliki hubungan dengan geometri. Dalam penerapannya, trigonometri dapat digunakan dalam pemecahan masalah-masalah astronomi. Dalam hal ini juga dipraktikkan Ketika penentuan waktu sholat pada ilmu Falak (Hermawan, 2019)

Ilmu falak menurut bahasa terdiri dari dua kata yaitu ilmu dan falak atau al-falak. Ilmu berarti pengetahuan, sedangkan falak berarti orbit, (orbit, jalan/tempat bintang-bintang bergerak), sedangkan pengertian secara istilah adalah ilmu pengetahuan tentang orbit benda langit yaitu bintang, Matahari, bulan, dan benda langit yang lain bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui setiap posisi dari benda-benda langit tersebut. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia kata falak diartikan sebagai Ilmu pengetahuan tentang keadaan (peredaran, perhitungan) bintang-bintang ; ilmu perbintangan ; astronomi (Kelima, n.d.).

Ilmu falak sendiri digolongkan menjadi dua jenis. yang pertama, ilmu falak 'ilmi yaitu ilmu yang mengkaji tentang konsep dan teori benda langit, seperti : kosmogoni, kosmologi, kosmografi, dsb. yang kedua, ilmu falak 'amali yaitu ilmu yang digunakan untuk memudahkan suatu perhitungan guna mengetahui kedudukan dan posisi tiap-tiap benda langit. Ilmu falak 'amali biasa disebut juga ilmu hisab. Ilmu falak 'amali sendiri digunakan sebagai: 1) menentukan waktu sholat, 2) menentukan arah kiblat, 3) menentukan awal bulan qomariah, dan 4) memperhitungkan gerhana terjadi (Mustaqim, 2021). Alat yang digunakan untuk mempelajari ilmu falak adalah Rubu' Mujayyab dan Ephemeris.

Metode Ephemeris merupakan metode yang melakukan perhitungan dengan menggunakan data matahari dan data bulan yang disajikan setiap jam (data ini dapat diketahui dari buku yang diterbitkan setiap tahun oleh Direktorat Pembinaan Badan Peradilan Agama Islam Departemen Agama RI). (Febrianti, 2011)

Berdasarkan dari uraian uraian diatas, penulis bermaksud melakukan sebuah penelitian tentang pemahaman ilmu falak dalam penentuan waktu sholat fardhu yang akan dikaitkan dengan konsep matematika dengan tujuan untuk mengenalkan konsep matematika pada ilmu falak dalam penentuan waktu sholat fardhu. Oleh karena itu artikel ini disusun dengan mengangkat sebuah judul "Matematika Falak : Konsep Matematika Dalam Penentuan Waktu Shalat Fardhu"

METODE PELAKSANAAN

Metode yang diaplikasikan pada artikel ini merupakan studi kepustakaan dengan memakai pendekatan deskriptif aritmatika, yang bermaksud untuk menjelaskan suatu gambaran yang bersifat terstruktur, konkret, dan cermat.

Sumber data utama menggunakan data dari rumus perhitungan waktu sholat awal dan data lintang dan bujur yang terdapat dalam buku Pengantar Hisab dengan Metode Ephemeris. Sedangkan sumber data yang kedua dan merupakan data pelengkap yang digunakan untuk menyusun artikel ini didapat dari buku, jurnal, artikel ilmiah dan website yang secara umum signifikan dengan bahasan yang dikaji oleh artikel ini dan dapat divalidasi kebenarannya. Data yang diperlukan dalam penelitian ini diambil dari daerah Krasak, Tegalsari Kabupaten Banyuwangi dan menggunakan waktu indonesia barat (WIB), pada tanggal 20 April 2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut ajaran Nabi Muhammad SAW jadwal shalat lima waktu telah ditentukan. Waktu-waktu ini ditentukan dengan pengamatan fenomena alam dengan mengobservasi matahari. Namun saat ini kita mengetahui jadwal sholat fardhu yang telah diterbitkan oleh Kementerian Agama Republik

Indonesia (Kemenag) yang meliputi waktu sholat lima melingkupi bulan Januari hingga bulan Desember dan disertai dengan perbaikan waktu yang menyesuaikan bujur standar daerah waktu antar wilayah dengan menambahkan atau mengurangi jumlah menit yang ditentukan. Waktu sholat lima waktu yang dikumpulkan dari Kementerian Agama dan lembaga keagamaan biasanya ditempel di masjid atau mushalla dalam bentuk cetakan. Selain berpacuan terhadap jadwal yang sudah dikeluarkan oleh Departemen Agama RI, dapat juga mencari atau menentukan waktu sholat fardhu menggunakan alat klasik Rubu' Al-Mujayyab dan ephemeris atau kalkulator berdasarkan konsep matematika yaitu trigonometri

Beberapa teori dan gagasan matematika dapat diterapkan pada kehidupan sehari-hari. Salah satunya yaitu ide atau rumus trigonometri yang terdapat pada penentuan waktu sholat. Azhari (2007) menegaskan bahwa penerapan Ilmu astronomi dalam perkembangan ilmu pengetahuan Islam sangat terbantu dengan adanya rumus trigonometri. Hal ini ditunjukkan oleh banyak ahli astronomi Muslim yang berjasa dalam pengembangan bidang ini, termasuk Al-Khawarizmi (305 H/917 M), yang magnum opus-nya dimuat pada kitab al-Mukhtashar fi Hisab al-Jabr wa al-Muqabalah .

Ide di balik pemilihan waktu shalat jelas sangat diuntungkan dari rumus trigonometri. Ini dikarenakan trigonometri membahas sudut, sedangkan penentuan waktu shalat harus menghitung sudut bayangan matahari saat menetapkan waktu sholat (Muslifah, 2013). Dan cara-cara tersebut diaplikasikan dengan menggunakan sebuah perangkat klasik yang biasa disebut Rubu' Mujayyab dan perhitungan ephemeris.

Rubu' Al-Mujayyab adalah sebuah benda atau perangkat astronomi tradisional atau klasik dengan bentuk lingkaran dan model yang lugas. Rubu Mujayyab ini memiliki tujuan tertentu yaitu mengukur waktu sholat dan ketinggian matahari (Butar-Butar, 2016). Instrumen matematika yang efisien untuk tabel dan persamaan trigonometri adalah Rubu' Al-Mujayyab atau kuadran Sinus. Rubu' Mujayyab adalah komponen dari Astrolabe, yang dapat juga digunakan untuk perhitungan dan pengukuran dalam trigonometri (Ismail, 2010).

Sebagian (Muslim) Indonesia tetap menggunakan Rubu Mujayyab untuk menentukan dan menghitung jam sholat, deklinasi matahari, dan garis bujur ekliptika. Bagian ilmu Falak yang diajarkan di beberapa pesantren salaf meliputi Rubu' Mujayyab yang masih dibuat hingga saat ini (Setyanto, 2004).

Mula-mula tahap perkembangan Rubu' Mujayyab dimulai pada abad ke-3, tepatnya di kota Bagdad, dan berlangsung selama lebih dari seribu tahun. Di Suriah, perangkat ini juga ada dan sudah dioperasikan selama 8/14 tahun. Al-Khawarizmi, yang berjasa menemukan aljabar, diyakini orang pertama yang menemukan teknik ini (Butar-Butar, 2016).

Elemen-elemen penting pada perangkat Rubu' Al-Mujayyab dapat dijabarkan antara lain:

1. Markaz : bagian tengah rubu, yang dihubungkan dengan seutas benang melalui lubang kecil.
2. Qaus Irtifā': sebuah busur yang menjadi pokok utama mengelilingi rubu, dengan rentang dari 0 sampai 90 derajat (dari kanan ke kiri).
3. Jaib Tamām : bagian kanan yang mengaitkan markaz dengan awal qaus. Skala dari 0 sampai 60 pada jaib tamm diebri. Setiap titik satuan skala dihubungkan ke qaus dengan garis lurus. Juyub al-mankusah adalah nama garis-garisnya.
4. Sittīnī : bagian kiri yang mengaitkan markaz dengan kesimpulan qaus. Bagian ini diskalakan dari 0 hingga 60 derajat, dengan setiap titik unit skala ditampilkan sebagai garis lurus.
5. Hadaifah : lubang pengintai yang sejajar dengan sittini.
6. Khaith : seutas tali kecil pada markaz.
7. Syāqūl : gantungan yang bermanfaat sebagai beban yang ditimpatkan pada khaith agar tidak terlalu ringan.
8. Mury : seutas tali yang dikaitkan pada khaith dan dapat digerakkan naik turun.
9. Tajyīb : busur setengah lingkaran dengan ukuran $\frac{1}{2}$ kali radius busur utama.
10. Qaus 'ashr : kurva yang ditarik dari awal qaus sampai ke sittīnī pada jaib 42,3. Da'irah
11. mail a'zhām : busur $\frac{1}{4}$ lingkaran

Pusat kuadran Rubu' Al-Mujayyab dapat dilihat pada gambar yang menampilkan jarak matahari yang ditentukan oleh zenit meridian. Ptolemeus telah menggunakan Rubu' Al-Mujayyab yang merupakan perangkat untuk mengamati benda-benda langit kira-kira dimulai dari abad kedua Masehi. Kuadran Ptolemeus adalah seperempat lingkaran yang dibagi menjadi 90 derajat, dibuat dari batu atau papan kayu. Selain itu, gambar di kuadran tengah menunjukkan jarak matahari yang ditentukan oleh zenit di meridian. Ptolemy mampu menghitung waktu dan ketinggian matahari di musim panas dan musim dingin dengan menggunakan pengukuran ini. Pengamatan juga mengungkap garis lintang suatu lokasi dan kemiringan orbit matahari. Untuk menghitung pergerakan yang terjadi pada benda-benda langit, awal waktu shalat, penentuan arah kiblat, dan penanggalan, Rubu' Al-Mujayyab memerlukan dasar matematika dasar. Matematikawan juga menggunakan Rubu' Al-Mujayyab untuk menghitung standart informasi geografi seperti lintang dan bujur bumi, ketinggian pegunungan, luas wilayah, dan kedalaman lau.

Perhitungan waktu shalat fardhu di daerah Krasak, Tegalsari Kabupaten Banyuwangi dan menggunakan waktu indonesia barat (WIB), pada tanggal 20 April 2023. sebagai berikut

Data yang diperlukan :

1. mencari data yang diperlukan
 - a. $LT = -8^{\circ} 25' 34''$
 - b. $BT = 114^{\circ} 9' 26''$
 - c. $d = 11^{\circ} 29' 48.98''$
 - d. $e = 0^{\circ} 01' 01.46''$
 - e. Tinggi Tempat = 110 m dari permukaan air laut
 - f. Tinggi matahari

Yang dimaksud tinggi matahari adalah posisi ketinggian matahari pada awal atau ahir waktu shalat diukur dari ufuq. Kementrian agama mengeluarkan ketentuan mengenai Tinggi matahari (h) pada awal awal waktu sebagai berikut:

- awal-awal waktu magrib $h = -(0^{\circ} 50') + KU$
- awal-awal waktu Isya $h = -18^{\circ} + KU$
- awal-awal waktu Subuh $h = -20^{\circ} + KU$
- awal waktu duhur posisi matahari tepat pada meridian langit (jam 12.00 istiwa) dapat dihitung menggunakan rumus : 12-tafawut
- awal waktu ashar,
 h diperoleh dari rumus :
 $h = \tan^{-1}(1 : (\tan ZM + 1))$
 ZM diperoleh dari rumus :
 $ZM = LT - d$ (harga ZM selalu positif, ketika mendapatkan hasil negatif maka harus dihilangkan)

Keterangan :

$$\begin{aligned} \text{Kerendahan Ufuq (KU)} &= 0^{\circ} 1,76' \times \sqrt{\text{Tinggi Tempat (TT)}} \\ &= 0^{\circ} 1,76' \times \sqrt{110} \\ &= 8^{\circ} 18' 27,54'' \end{aligned}$$

2. Tafawut atau selisih bujur tempat (BT) dengan waktu bujur
 Tafawuf $= (BT - \text{bujur WIB}) : 15 + e$
 $= (114^{\circ} 9' 26'' - 105^{\circ}) : 15 + 0^{\circ} 01' 01.46''$
 $= 0^{\circ} 37' 39.19''$

3. Mencari sudut waktu atau derajat dari awal terbenamnya matahari:

$$t_0 = \cos^{-1}(-\tan LT \times \tan d + \sin h \div \cos LT \div \cos d)$$

4. Bujur Standart daerah :

$$\text{Waktu Indonesia Barat (WIB)} = 105^{\circ}$$

$$\text{Waktu Indonesia Tengah (WITA)} = 120^{\circ}$$

Waktu Indonesia Timur (WIT) = 135 °

Proses Perhitungan :

1. Waktu duhur

Waktu duhur diawali pada saat posisi matahari tepat pada meridian langit (jam 12.00 istiwa atau terlepas dari titik kulminasi atas. dirumuskan dengan 12 – Tafawut.

$$\begin{aligned}\text{Duhur} &= 12 - \text{Tafawut} \\ &= 12 - 0^\circ 37' 39.19'' \\ &= 11^\circ 22' 20.81''\end{aligned}$$

Jadi pelaksanaan sholat Magrib pada jam 11 lebih 22 menit 20 detik

2. Waktu Ashar

Kala ashar terbentuk ketika $\tan ZM$ yang dimana ZM merupakan jarak sudut yang dibentuk diantara zenit dan matahari ketika puncak tertinggi sepanjang meridian.

a. Z_m (jarak zenith)

$$\begin{aligned}\text{Rumus} &= (LT-d) \\ &= (-8^\circ 25' 34'' - 11^\circ 29' 48.98'') \\ &= -19^\circ -55' -22.98''\end{aligned}$$

b. h (tinggi matahari waktu ashar)

$$\begin{aligned}\text{Rumus} &= \text{shif tan } (1 : (\tan Z_m + 1)) \\ &= \tan^{-1}(1 : (\tan -19^\circ -55' -22.98'' + 1)) \\ &= 36^\circ 16' 39.44''\end{aligned}$$

c. t_0 (sudut waktu matahari)

$$\begin{aligned}t_0 &= \cos^{-1}(-\tan LT \times \tan d + \sin h : \cos LT : \cos d) \\ &= \cos^{-1}(-\tan -8^\circ 25' 34'' \times \tan 11^\circ 29' 48.98'' + \sin 36^\circ 16' 39.44'' : \cos -8^\circ 25' 34'' : \cos 11^\circ 29' 48.98'') \\ &= \cos^{-1}((0^\circ 8' 53.28'') \times (0^\circ 12' 12.23'') + (0^\circ 35' 30.11'') : (0^\circ 59' 21.14'') : (0^\circ 58' 47.77'')) \\ &= \cos^{-1}(0^\circ 38' 25.75'') \\ &= 50^\circ 10' 6.52''\end{aligned}$$

Ashar = $t_0 : 15 + 12 - \text{Tafawut}$

$$\begin{aligned}&= 50^\circ 10' 6.52'' : 15 + 12 - 0^\circ 37' 39.19'' \\ &= 14^\circ 43' 1.24''\end{aligned}$$

Jadi pelaksanaan sholat Magrib pada jam 14 lebih 43 menit 1.24 detik

3. Waktu Maghrib

Kala maghrib merupakan waktu matahari terbenam atau biasa disebut dengan senja. Dapat dikatakan tergeincirnya matahari atau matahari sudah benar-benar terbenam bilamana berdasarkan pandangan mata piringan atas pada matahari bersinggungan dengan ufuq.

a. $h = 0^\circ 50' + KU$

$$\begin{aligned}&= 0^\circ 50' + (0^\circ 1.76' \times \sqrt{TT}) \\ &= 0^\circ 50' + (0^\circ 1.76' \times \sqrt{110}) \\ &= 0^\circ 50' + 0^\circ 18' 27.54'' \\ &= -1^\circ 8' 27.54''\end{aligned}$$

b. t_0

$$\begin{aligned}t_0 &= \cos^{-1}(-\tan LT \times \tan d + \sin h : \cos LT : \cos d) \\ &= \cos^{-1}(-\tan -8^\circ 25' 34'' \times \tan 11^\circ 29' 48.98'' + \sin -1^\circ 8' 27.54'' : \cos -8^\circ 25' 34'' : \cos 11^\circ 29' 48.98'') \\ &= \cos^{-1}((0^\circ 8' 53.28'') \times (0^\circ 12' 12.23'') + (0^\circ -1' -11.69'') : (0^\circ 59' 21.14'') : (0^\circ 58' 47.77'')) \\ &= \cos^{-1}(0^\circ 0' 34.52'')\end{aligned}$$

$$= 89^{\circ} 27' 2.33''$$

c. awal waktu maghrib

$$\begin{aligned}\text{Magrib} &= t_0 : 15 + 12 - \text{Tafawut} \\ &= 89^{\circ} 27' 2.33'' : 15 + 12 - 0^{\circ} 37' 39.19'' \\ &= 17^{\circ} 20' 8.97''\end{aligned}$$

Jadi pelaksanaan sholat Magrib pada jam 17 lebih 20 menit 8 detik

4. Waktu Isya'

Waktu isya' dapat ditetapkan apabila letak matahari -18° dibawah ufuk malam sudah gelap karena telah hilang bias partikel "mega merah".

$$\begin{aligned}\text{a. } h &= -18^{\circ} + (0^{\circ} 1.76' \times \sqrt{110}) \\ &= -18^{\circ} + 0^{\circ} 18' 27.54'' \\ &= -18^{\circ} 18' 27.54''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. } t_o &= \cos^{-1}(-\tan LT \times \tan d + \sin h : \cos LT : \cos d) \\ &= \cos^{-1}(-\tan -8^{\circ} 25' 34'' \times \tan 11^{\circ} 29' 48.98'' + \sin -18^{\circ} 18' 27.54'' : \cos -8^{\circ} 25' 34'' : \cos 11^{\circ} 29' 48.98'') \\ &= \cos^{-1}((0^{\circ} 8' 53.28'') \times (0^{\circ} 12' 12.23'') + (0^{\circ} -18' -50.83'') : (0^{\circ} 59' 21.14'') : (0^{\circ} 58' 47.77'')) \\ &= \cos^{-1}(0^{\circ} -17' -38.11'') \\ &= 107^{\circ} 5' 33.76''\end{aligned}$$

c. awal waktu isya

$$\begin{aligned}\text{Isya} &= t_0 : 15 + 12 - \text{Tafawut} \\ &= 107^{\circ} 5' 33.76'' : 15 + 12 - 0^{\circ} 37' 39.19'' \\ &= 18^{\circ} 30' 43.07''\end{aligned}$$

Jadi pelaksanaan sholat Isya pada jam 18 lebih 30 menit 43.07 detik

5. Waktu Subuh

Waktu subuh dapat ditetapkan apabila posisi matahari -20° dibawah ufuk timur, bintang-bintang sudah mulai menghilang dikarenakan kuatnya pancaran cahaya fajar (Asyrofi, 2016).

$$\begin{aligned}\text{a. } h &= -20^{\circ} + KU \\ &= -20^{\circ} + 0^{\circ} 18' 27.54'' \\ &= -20^{\circ} 18' 27.54''\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{b. } t_o &= \cos^{-1}(-\tan LT \times \tan d + \sin h : \cos LT : \cos d) \\ &= \cos^{-1}(-\tan -8^{\circ} 25' 34'' \times \tan 11^{\circ} 29' 48.98'' + \sin -20^{\circ} 18' 27.54'' : \cos -8^{\circ} 25' 34'' : \cos 11^{\circ} 29' 48.98'') \\ &= \cos^{-1}((0^{\circ} 8' 53.28'') \times (0^{\circ} 12' 12.23'') + (0^{\circ} -20' -49.42'') : (0^{\circ} 59' 21.14'') : (0^{\circ} 58' 47.77'')) \\ &= \cos^{-1}(0^{\circ} -19' -40.45'') \\ &= 109^{\circ} 8' 29.28''\end{aligned}$$

c. awal waktu subuh

$$\begin{aligned}\text{Subuh} &= t_0 : 15 - 12 \\ &= 109^{\circ} 8' 29.28'' : 15 - 12 \\ &= -4^{\circ} -43' -26.05''\end{aligned}$$

Nb: hilangkan tanda min dengan cara mengalikan dengan -1

$$\begin{aligned}&= 4^{\circ} 43' 26.05'' - \text{tafawut} \\ &= 4^{\circ} 43' 26.04'' - 0^{\circ} 37' 39.19'' \\ &= 4^{\circ} 5' 46.86''\end{aligned}$$

Jadi pelaksanaan sholat subuh pada jam 4 lebih 5 menit 46.86 detik

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

shalat lima waktu telah ditentukan waktu pelaksanaannya melalui jadwal sholat yang dikeluarkan dengan memperhitungkan beberapa syarat. Waktu-waktu ini ditentukan dengan mengobservasi matahari menggunakan alat klasik Rubu' Mujayyab dan perhitungan ephemeris atau

kalkulator berdasarkan konsep matematika yaitu trigonometri. Berdasarkan Perhitungan yang sudah dilakukan untuk mencari waktu sholat fardhu di daerah Krasak, Tegalsari Kabupaten Banyuwangi dan menggunakan waktu indonesia barat (WIB), pada tanggal 20 April 2023. Didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Sholat Duhur dilaksanakan pada $11^{\circ} 22' 20.81''$ (pukul 11 lewat 22 menit 20.81 detik)
2. Sholat Ashar dilaksanakan pada $14^{\circ} 43' 1.24''$ (pukul 14 lewat 43 menit 1.24 detik)
3. Sholat Magrib dilaksanakan pada $17^{\circ} 20' 8.97''$ (pukul 17 lewat 20 menit 8.97 detik)
4. Sholat Ishak dilaksanakan pada $18^{\circ} 30' 43.07''$ (pukul 18 lewat 30 menit 43.07 detik)
5. Sholat Subuh dilaksanakan pada $4^{\circ} 5' 46.68''$ (pukul 4 lewat 5 menit 46.68 detik)

Saran

Pada penelitian ini, masih banyak kendala yang dihadapi salah satunya yaitu keterbatasan waktu dan data – data yang dibutuhkan. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya disarankan dapat memaksimalkan waktu dan memperbanyak referensi tentang data data yang dibutuhkan untuk mencari waktu sholat fardhu (Yustika, Ulfin N. Ramadani, Gilang D. Ikromah, Nur. Roziqin, Mohammad Z. Kholil, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Asyrofi, M. (2016). *Pengantar Ilmu Hisab Metode Ephemeris* (A. Zahra (ed.); I). Pustaka Mamba'ul Huda.
- Azhari, S. (2007). *Ilmu Falak: Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* (cet II). Suara Muhammadiyah.
- Butar-Butar, A. J. R. (2016). *Khazanah Astronomi Islam Abad Pertengahan*. UMP Press.
- Febrianti, K. (2011). Sistem Hisab Kontemporer Dalam Menentukan Ketinggian Hilal : Perspektif Ephemeris dan Alamanak Nautika. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Hermawan, L. (2019). *Penerapan Konsep Trigonometri Dalam Menentukan Waktu Shalat Dengan Instrumen Sundial Di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*. 1–92. <http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/219>
- H.R. Imam Muslim. (n.d.). *Lidwa Hadits 9 Imam, Shahih Muslim, Kitab al Masaajid wa Mawaadhi Shalat Bab Auqaat ash Shalawaat al Khams*.
- Ismail, B. Z. M. R. (2010). Trigonometric Solutions Using Sine Quadrant. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 721–728.
- Kelima, T. P. K. E. (n.d.). *KBBI V 0.4.0 BETA (40)*. Aplikasi KBBI Kemendikbud 2016-2020.
- Kholil, M., & Apriyono, F. (2018). (). Identifikasi Konsep Matematika Dalam Permainan Tradisional Di Kampung Belajar Tanoker Ledokombo Jember ., 1(1), . *Indonesian Journal of Islamic Teaching*, 1(1), 62–75.
- Masykur, M. A., & Fathani, A. H. (2008). *Mathematical Intelligence: Cara Cerdas Melatih Otak dan Menanggulangi Kesulitan Belajar* (E. A. Safa (ed.); II). Ar-Ruzz Media Grup.
- Muslifah, S. (2013). *Analisis Pemikiran Syekh Muhammad Tahir Jalaluddin Al-Minangkabawi Tentang Penentuan Waktu Salat Dalam Kitab Pati Kiraan Dan Akurasinya*. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Walisongo.
- Mustaqim, R. A. (2021). *Ilmu Falak*.
- Mutiawati. (2010). *Penerapan Metode Demonstrasi Berbasis Teori Pembelajaran Bruner Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Prestasi Belajar Matematika Pokok Bahasan Geometri Pada Siswa Kelas IV SdN 48 Cakranegara Tahun Ajaran 2009/2010*. Universitas Mataram.
- Setyanto, H. (2004). *Rubu Al-Mujayyab : Concept and Practice in Indonesia*. 135–140.
- Syafina, V., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Pada Materi SPLDV. *Maju*, 7(2), 118–125.

- <https://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/mtk/article/view/511>Asyrofi, M. (2016). *Pengantar Ilmu Hisab Metode Ephemeris* (A. Zahra (ed.); I). Pustaka Mamba'ul Huda.
- Febrianti, K. (2011). Sistem Hisab Kontemporer Dalam Menentukan Ketinggian Hilal : Perspektif Ephemeris dan Alamanak Nautika. *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*.
- Yustika, Ulfir N. Ramadani, Gilang D. Ikromah, Nur. Roziqin, Mohammad Z. Kholil, M. (2023). *View of Integrasi Integrasi Matematika Terpadu Bernuansa Islam Dalam Materi Geometri Berkonteks Fikih.pdf* (pp. 1–7). Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.