

Telaah Rumus Perhitungan Waktu Salat: Tinjauan Parameter dan Algoritma

Dini Rahmadani

Mahasiswa Program Magister Pendidikan Matematika Universitas Negeri Medan
Email: dn.rahmadani@gmail.com

Abstract

Determination of prayer times using calculations and formulas. All times of prayer used in ordinary calculations generally use data when the position of the angle when the sun is in the zenith or when the sun is (entering) zuhur time. This value in the manual calculation is used for each calculation of prayer times at other times with the existing value argument not changing significantly, but in reality the sun position data (sun declination) will be different in value every time even though the data value only changes after 0, 1 point in a certain range, but this shows that the accuracy of declination data is needed on each count to get the value of prayer times which reaches the highest accuracy.

Keywords: *Prayer Time, Sun, Algorithm*

Artikel Info

Received:

11 September 2018

Revised:

12 Oktober 2018

Accepted:

19 November 2018

Abstrak

Penentuan waktu salat menggunakan perhitungan dan rumus. Semua waktu salat yang dipakai dalam perhitungan biasa umumnya menggunakan data saat posisi sudut waktu matahari berada pada zenith atau saat matahari berada (memasuki) waktu zuhur. Nilai ini pada perhitungan manual digunakan ke setiap perhitungan waktu salat di waktu-waktu lainnya dengan argumen nilai yang ada tidak berubah signifikan, namun secara realita data posisi matahari (deklinasi matahari) akan berbeda nilainya di setiap waktunya walaupun secara data nilai hanya berubah sekitah 0,1 poin dalam rentang tertentu namun hal ini menunjukkan diperlukan keakuratan data deklinasi pada setiap hitungan untuk mendapatkan nilai waktu salat yang mencapai akurasi tertinggi.

Kata Kunci: *Waktu Salat, Matahari, Algoritma*

A. Pendahuluan

Setiap umat Muslim melaksanakan salat fardu lima waktu dalam sehari. Setiap salat telah

diberikan waktu-waktu yang telah ditentukan pada saat akan dilaksanakan. Gambaran waktu salat juga telah dapat digambarkan ke dalam bahasa ilmiah

dan dibentuk perhitungan matematisnya. Di Indonesia nilai tinggi matahari dalam rumus waktu salat selalu sama untuk semua wilayah. Hal ini mengakibatkan hasil perhitungan awal waktu salat akan sama untuk semua wilayah tanpa memandang kriteria kecerlangan langit maupun tinggi rendah suatu daerah.

Sebelum membahas lebih jauh tentang waktu salat, terlebih dahulu mari menanyakan: Apakah (awal) waktu salat itu benar – benar ada? Istilah awal waktu salat salam Al-Qur'an tidak pernah ditemukan. Yang ada adalah istilah *kitabau mauquta*.¹ Meskipun demikian, istilah awal waktu salat sudah demikian populer di masyarakat. Jika membaca kitab – kitab klasik berjudul *mawaqit as-Salah*, disinilah akan ditemukan istilah yang dimaksud. Dan disini jelas bahwa istilah awal waktu salat merupakan hasil ijtihad para ulama ketika menafsirkan ayat – ayat Al-Qur'an dan Hadist yang berkaitan dengan waktu salat²

Awal waktu salat ditentukan oleh posisi Matahari dalam hal ini sudut Waktu Matahari pada suatu saat. Sudut Waktu Matahari (t_0) adalah busur sepanjang lingkaran perjalanan semu harian matahari, dihitung sejak kulminasi atasnya sampai tempat kedudukan matahari pada suatu saat. Pada saat matahari berkulminasi atas (tengah hari), sudut waktunya = 0° . Ketika matahari turun (bergeser ke Barat pada sore hari) sudut waktu akan semakin besar sampai maksimum berada pada kulminasi bawah saat tengah malam = 180° .

B. Posisi Matahari dalam Penentuan Waktu Salat

Dari ketentuan yang termuat dalam Al-Qur'an dan Hadis dapat dipahami bahwa ketentuan salat tersebut berkaitan dengan posisi matahari pada bola langit. Awal waktu zuhur dirumuskan sejak seluruh bundaran matahari meninggalkan meridian, biasanya diambil sekitar dua menit setelah lewat tengah hari³. Saat berkulminasi atas pusat bundaran matahari berada di meridian. Dalam

¹ QS. An-Nisa : 103

² Susiknan Azhari. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2007), h. 63-64

³ Moedji Raharto, *Posisi Matahari Untuk Menentukan Awal Waktu Salat* (Bogor, Rineka Cipta, 1997), h.8.

realitasnya, untuk kepentingan praktis, waktu tengah cukup diambil waktu tengah antara matahari terbit dan terbenam.

Awal waktu Asar, berdasarkan literatur –literatur fikih tidak ada kesepakatan. Hal ini dikarenakan fenomena yang dijadikan dasar tidak jelas. Dalam hadis Nabi saw. Diajak salat Asar oleh malaikat jibril ketika panjang bayangan sama dengan tinggi benda sebenarnya dan pada keesokan harinya Nabi diajak pada saat panjang bayangan dua kali tinggi benda sebenarnya. Meskipun dapat disimpulkan awal waktu Asar adalah sejak bayangan sama dengan tinggi benda sebenarnya, tapi masih menimbulkan beberapa penafsiran karena fenomena seperti itu tidak dapat digeneralisasi sebab bergantung pada musim atau posisi tahunan matahari. Pendapat yang memperhitungkan panjang bayangan pada waktu Zuhur atau mengambil dasar tambahannya dua kali panjang tongkat (di beberapa negara eropa) dimaksudkan untuk mengatasi masalah panjang bayangan

pada musim dingin⁴. Pendapat lain menyatakan bahwa salat Asar merupakan waktu pertengahan antara Zuhur dan Magrib, tanpa perlu memperhitungkan jarak zenit matahari. Pendapat ini diperkuat dengan ungkapan as-Salati al-Wusata (salat yang di tengah-tengah). Jika pendapat ini digunakan, waktu salat Asar akan lebih cepat dari jadwal salat yang berkembang selama ini.

Waktu magrib berarti saat terbenam matahari, seluruh piringan matahari tidak kelihatan oleh pengamat. Piringan matahari berdiameter 32 menit busur, setengahnya berarti 16 menit busur, selain itu di dekat horizon terdapat refraksi yang menyebabkan kedudukan matahari lebih tinggi dari kenyataan sebenarnya yang diasumsikan 34 menit busur. Sehingga koreksi matahari terbit dan terbenam sebesar 50 menit busur (34+16). Oleh karena itu, terbit dan terbenamnya matahari secara falak ilmiy didefenisikan bila jarak zenit matahari mencapai $Z_m = 90^\circ 50'$. Defenisi itu untuk tempat ketinggian dipermukaan

⁴ Depag RI. *Penentuan Jadwal Waktu Salat Sepanjang Masa*, (Jakarta: Ditbinbapera, 1994), h. 29.

air laut atau jarak zenit matahari $Z_m = 91^\circ$ bila memasukkan koreksi kerendahan ufuk akibat tinggi pengamat 30 meter dari permukaan laut. Untuk penentuan waktu magrib, saat matahari terbenam ditambah 2 menit karena ada larangan melakukan salat tepat saat matahari terbit, terbenam, atau kulminasi atas.

Waktu isya ditandai dengan mulai memudarnya cahaya merah di bagian langit sebelah barat, yaitu tanda masuknya gelap malam⁵. Peristiwa ini dikenal sebagai akhir senja astronomi (astronomical twilight). Pada saat itu matahari berkedudukan 18° dibawah ufuk (horizon) sebelah barat atau bila jarak zenit matahari = 108° derajat⁶.

Waktu Subuh adalah sejak terbit fajar sidik sampai waktu terbit matahari. Fajar sidik dipahami sebagai awal fajar astronomi, cahaya ini muncul menjelang matahari terbit pada saat matahari berada sekitar 18° di bawah ufuk (atau jarak zenit matahari = 108°). Pendapat lain menyatakan bahwa terbitnya fajar sidik dimulai pada saat posisi matahari 20° di bawah ufuk atau

jarak zenit matahari = 110° derajat.

Selanjutnya dapat diperhatikan tabel berikut ini:

⁵ QS. An-Isra' (4) : 78

⁶ Saadod'ddin Jambek, *Salat dan Puasa di Daerah Kutub*, (Jakarta: Bulan Bintang, 1994), h.11.

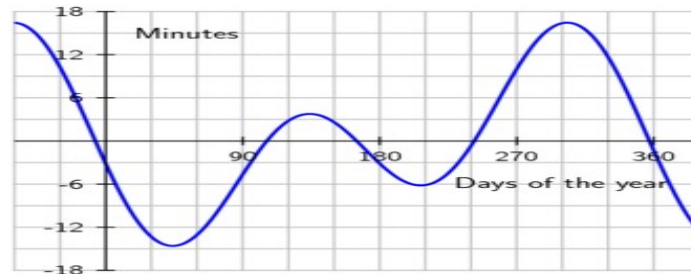
Jarak Zenit Matahari Subuh dan Isya

Organisasi	Zm Subuh	Zm Isya	Negara
University of Islamic Science Karachi	18°	18°	Pakistan, Banglades, India, Afganistan, dan Sebagian Eropa
Islamic Society of North america (ISNA)	15°	15°	Canada, sebagian Amerika
Muslim World League	18°	18°	Eropa, Timur Jauh, sebagian Amerika Serikat
Ummul Qurra Commitee	19,5°	17,5°	Semenanjung Arabia
Syekh Taher Jalaluddin	20°	18°	Indonesia
Institute of Geophysics, University of Tehran	17,7°	14°	Iran
Shia Ithna Ashari, Leva Research Institute, Qum	16°	14°	Iran

C. Pengukuran Astronomis

Terdapat dua ukuran astronomis yang esensial dalam perhitungan waktu salat. Kedua ukuran ini adalah Perata Waktu (equation of time) dan Deklinasi Matahari. Equation of time adalah perbedaan diantara waktu saat membaca jam matahari dan sebuah jam mekanik. Hal ini terjadi karena pergerakan

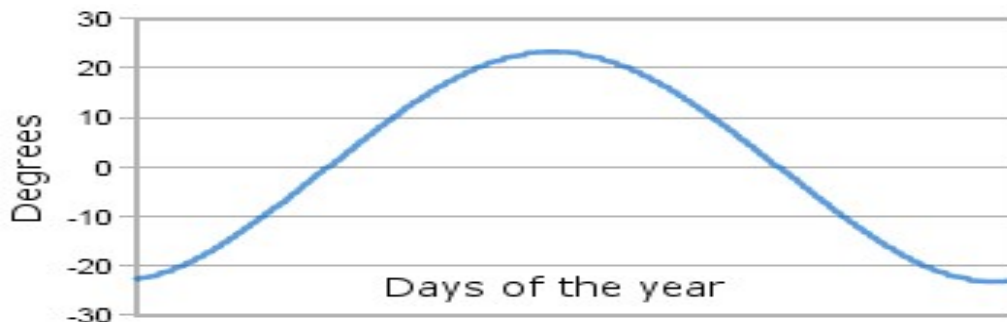
matahari yang tidak rata akibat gabungan kemiringan sumbu rotasi bumi dan eksentrisitas orbit bumi. Jam matahari dapat lebih cepat hingga 16 menit 33 detik (sekitar 3 November) atau lebih lambat 14 menit 6 detik (sekitar 12 Feruari), seperti yang diperlihatkan pada grafik:



Gambar 1. Equation of Time Sepanjang Tahun (Sumber: <http://praytimes.org/calculation>)

Deklinasi matahari adalah sudut yang terbentuk diantara cahaya matahari dan bidang pada bumi di ekuator.

Deklinasi matahari berubah – ubah berkelanjutan sepanjang tahun. Hal ini adalah hasil dari kemiringan bumi



Gambar 2. Deklinasi Matahari Sepanjang Tahun (Sumber: <http://praytimes.org/calculation>)

Kedua ukuran astronomis ini dapat dengan akurat ditemukan dari Almanak Bintang, atau dapat dihitung dengan mendekati. Berikut ini adalah algoritma yang digunakan Observatorium Angkatan Laut Amerika Serikat ⁷dalam perhitungan koordinat tetap matahari dengan keakuratan

sekitar 1 menit busur selama dua abad pada tahun 2000.

$$\begin{aligned}
 d &= jd - 2451545.0; \text{ // jd adalah Julian date} \\
 g &= 357.529 + 0.98560028 * d; \\
 q &= 280.459 + 0.98564736 * d; \\
 L &= q + 1.915 * \sin(g) + 0.020 * \sin(2 * g); \\
 R &= 1.00014 - 0.01671 * \cos(g) - 0.00014 * \cos(2 * g); \\
 e &= 23.439 - 0.00000036 * d;
 \end{aligned}$$

⁷ U.S. Naval Observatory. <http://aa.usno.navy.mil/faq/docs/SunApprox.php>

$$RA = \arctan2(\cos(e) * \sin(L), \cos(L)) / 15;$$

$$D = \arcsin(\sin(e) * \sin(L)); // \text{ Deklinasi Matahari}$$

$$EqT = q/15 - RA; // \text{ equation of time}$$

D. Proses Perhitungan (Algoritma)

Awal Waktu Salat

Untuk menghitung awal waktu salat, data – data yang diperlukan antara lain: Lintang dan bujur tempat, deklinasi, tinggi matahari, saat matahari berkulminasi, sudut waktu matahari, dan ikhtiyat.

Zuhur

Waktu zuhur telah didefenisikan dalam beberapa cara pada literatur fikih:

1. Saat Matahari mulai Menurun (Zawaal) setelah mencapai titik tertinggi di langit
2. Saat bayangan sebagai penanda (tongkat tegak) mencapai panjang minimum dan mulai bertambah.
3. Saat piringan Matahari keluar dari garis Zenit, yaitu garis diantara pengamat dan pusat

matahari saat posisinya paling tinggi.⁸

Defenisi pertama dan kedua masih sepadan, sebagaimana panjang bayangan memiliki hubungan terhadap ketinggian matahari dan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Panjang Bayangan} = \text{Tinggi Benda} \times \text{Cot (Sudut Matahari)}$$

Sudut Matahari adalah fungsi yang kontiniu sepanjang waktu dan hanya memiliki satu titik puncak yang menunjukkan tepatnya tengah hari. Sehingga berdasarkan dua defenisi, zuhur dapat segera dimulai setelah Tengah Hari.

Defenisi ketiga sedikit berbeda dari dua defenisi sebelumnya, berdasarkan defenisi ini, matahari harus melintasi garis Zenith sebelum Zuhur dimulai. Kita dapat menggunakan informasi berikut dalam menghitung waktunya:

- Jari – jari Matahari (r) : ~695.500 km
- Jarak Matahari-Bumi (d) : 147.098.074km ~ 152.097.701 km

Dengan adanya **r** dan **d**, taktu **t** yang dibutuhkan untuk matahari melintasi

⁸ Hamid Zarrabi-Zadeh. *Prayer Times Calculation*. <http://praytimes.org/calculation>

garis zenit dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$T = \arctan(r/d) / 2\pi \times 24 \times 60 \times 60$$

Pada nilai maksimum didapatkan dari rumusan diatas adalah 65 detik. Sehingga, diperkirakan sekitar 1 menit hingga piringan matahari keluar dari zenit dan dapat dianggap sebagai perhitungan waktu zuhur jika defenisi ketiga digunakan.

Waktu kulminasi matahari dapat dihitung dengan mudah menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Waktu tengah hari} = 12 - \text{EoT} + \text{Zona Waktu} - \frac{\text{Bujur Pengamat}}{15}$$

Dalam perhitungan waktu zuhur dalam dalam urumus umum perhitungannya kita akan melihat rumus sebagai berikut:

$$\text{Waktu Zuhur} = 12 - \text{EoT} - \frac{t + \text{Bujur Pengamat}(\lambda) - \text{Bujur tolok daerah}}{15}$$

Jika rumus (2) disesuaikan kembali posisinya maka akan terlihat seperti berikut:

$$\text{Waktu Zuhur} = 12 - \text{EoT} - \frac{t + \text{Bujur Pengamat} - \text{Bujur tolok daerah}}{15} + \text{ikhtiyat}$$

$$\text{Waktu Zuhur} = 12 - \text{EoT} + \frac{\text{Bujur tolok daerah}}{15} - \frac{0 + \text{Bujur Pengamat}}{15} + \text{ikhtiyat}$$

$$\text{Waktu Zuhur} = (12 - \text{EoT} + \text{Zona Waktu} - \frac{\text{Bujur Pengamat}}{15}) \dots(1) + \text{ikhtiyat}$$

Konversi Eaktu Daerah (KWD)

Asar

Ada dua pendapat utama dalam penentuan perhitungan waaktu Asar. Kebanyakan sekolah (termasuk Shafi'i, Maliki, Ja'fari, dan Hanbali) mengatakan Asar adalah waktu saat panjang bayangan sebuah benda sama dengan panjang benda tersebut ditambah panjang bayangan saat tengah hari. Pendapat dominan dalam Hanafi mengatakan Asar dimulai saat panjang bayangan benda adalah dua kali panjang benda ditambah panjang bayangan benda saat tengah hari.

Rumus-rumus yang digunakan:

- 1). Tinggi Matahari : $\text{Cotan } h^\circ = |\tan[\phi - \delta] + 1|$
- 2). Sudut Waktu Matahari : $\text{Cos } t = \frac{\sin h}{\cos \phi \cdot \cos \delta} - \tan \phi \tan \delta$
- 3). Awal waktu Ashar : $12 - e + (t/15) + \text{kwd} + i$

Dengan:

h° = Ketinggian Matahari Saat Asar

ϕ = Lintang Tempat

δ = Deklinasi Matahari

e = Equation of time

Rumus 1) digunakan untuk menentukan ketinggian matahari saat zuhur yang akan memenuhi kriteria panjang bayangan adalah panjang benda ditambah panjang bayangan saat tengah hari. Hal ini dapat dilihat dari adanya konstanta (nilai tetap) yaitu 1 yang menunjukkan panjang atau nilai yang sama. Berikutnya adanya operasi terigonometri dalam menentukan panjang (Bayangan) saat siang hari, ditunjukkan dengan menghitung nilai zenit matahari z_m dengan adanya nilai ϕ sebagai bidang patokan dan juga adanya δ yang menunjukkan posisi matahari. Variabel ini adalah variabel yang nilainya dapat berubah – ubah yang digunakan sebagai perhitungan nilai yang digunakan pada saat menghitung bayangan yang terjadi bila lintang tempat dan nilai deklinasi berbeda⁹.

Rumus 2) digunakan untuk mengukur sudut matahari yang dibentuk

saat awal waktu asar. Variabel yang digunakan adalah perbandingan lintang dan deklinasi matahari menunjukkan penyesuaian posisi pengamat terhadap ketinggian matahari yang memenuhi posisi matahari yang membentuk kriteria pada rumus 1). Adapun bentuk baku dari rumus perhitungan Sudut Waktu adalah sebagai berikut:

$$\cos(t) = \arccos \frac{\sin h - \sin \delta \sin \phi}{\cos \phi \cos \delta}$$

Yang jika dioperasikan untuk mendapatkan nilai t

$$\cos(t) = \left(\frac{\sin h}{\cos \phi \cos \delta} - \frac{\sin \delta \sin \phi}{\cos \delta \cos \phi} \right)$$

$$\cos(t) = \left(\frac{\sin h}{\cos \phi \cos \delta} - \tan \delta \tan \phi \right)$$

$$t = \arccos \left(\frac{\sin h}{\cos \phi \cos \delta} - \tan \delta \tan \phi \right)$$

Nilai t akan dapat digunakan dalam perhitungan sebagai posisi sudut matahari yang jika nilai pada rumus 1 dimasukkan ke dalam nilai h, maka akan didapatkan posisi matahari pada saat waktu Asar. Maka selanjutnya akan diukur/dikonversikan nilai sudut waktu matahari ke dalam satuan jam. Karena 1 jam = 15 derajat, maka nilai sudut

⁹ Kemenag RI. *Ilmu Falak Praktis*. h.89

waktu (t) dibagi 15 untuk mendapatkan nilainya dalam satuan jam, menit dan detik

Rumus 3) Sebagai perhitungan waktu awal salat Asar. Dimulai dari meredian Pass yang ditambahkan dengan konversi sudut waktu matahari ke dalam jam ditambah dengan ikhtiyat dan waktu lokal.

Magrib

Salat magrib dimulai sejak matahari terbenam sampai hilang mega merah. Terbenamnya matahari itu apabila piringan matahari secara keseluruhan sudah tidak kelihatan, karena sudah berada di bawah ufuk. Keadaan demikian, secara astronomi dapat dikatakan bahwa matahari terbenam ketika pinggir piringan atasnya menurut pengelihatan pengamat sudah berimpit dengan horizon mar'i kemudian ditunjukkan dengan ketinggian matahari saat terbenam.¹⁰

Rumus-rumus yang digunakan:

- 1). Menentukan Dip : $1,76 \sqrt{m}$
- 2). Tinggi Matahari : - (Semi Diameter + refraksi + Dip)

¹⁰ Taufiqurrahman Kurniawan. *Ilmu Falak dan tinjauan Matlak Global* (Yogyakarta: MPKSDI, 2010), h. 119

3). Sudut Waktu Matahari : $\text{Cos } t = \frac{\sin h}{\cos \phi \cdot \cos \delta} - \tan \phi \tan \delta$

4). Awal waktu Magrib : $12 - e + (t/15) + \text{kwd} + i$

Rumus 1) Dip adalah ketinggian posisi pengamat, diukur dalam satuan meter. Ketinggian pengamat mempengaruhi keterlihatan dari piringan matahari, lama terbenamnya. Hal ini berlahe dalam perhitungan waktu magrib dan waktu terbit.

Rumus 2) Waktu magrib merupakan waktu saat matahari berada di ufuk terbenam. Ketinggian matahari adalah -1 derajat. Yang menjadi parameter dalam perhitungan adalah refraksi dan besar piringan matahari sehingga sudut waktu matahari dapat ditetapkan dengan jumlah dari jari – jari yang terlihat (semi diameter) di permukaan ufuk dengan nilai refraksi yang mengakibatkan posisi matahari lebih tinggi sebesar 34'30" ditambah dengan pengaruh ketinggian terhadap keterlihatan matahari terbenam.

Rumus 3) dan 4) masih menggunakan formulasi yang sama dalam perhitungannya untuk penentuan

waktu. Variabel yang diperlukan sudah didapat dari rumus 1) dan 2).

Isya

Pada saat itu matahari berkedudukan 18° dibawah ufuk (horizon) sebelah barat atau bila jarak zenit matahari = 108 derajat. Adapun rumus yang digunakan adalah :

- 1). Tinggi Matahari : $h^\circ = -18^\circ$
- 2). Sudut Waktu Matahari : $\cos t = \frac{\sin h}{\cos \phi \cdot \cos \delta} - \tan \phi \tan \delta$
- 3). Awal waktu Isya : $12 - e + (t/15) + \text{kwd} + i$

Dalam perhitungan waktu isya, kriteria kecerlangan langit (saat menghilang mega merah di langit hingga gelap) telah banyak dikonversikan ke dalam satuan kesepakatan dengan ketinggian 18 derajat dibawah ufuk barat. Baik dari pemerintah ataupun lembaga lain (lihat tabel diatas) menunjukkan nilai ketinggian isya yang berlaku pada banyak negara adalah sebesar 18 derajat.

Ketinggian pengamat dan refraksi cahaya tidak dimasukkan ke dalam perhitungan karena tidak memperhatikan posisi ketinggian matahari diatas ufuk dan besar piringan

yang terlihat. oleh karena itu Rumus 3) digunakan kembali sebagai konversi waktu awal salat dari besaran sudut waktu matahari yang didapat dari perhitungan sebelumnya.

Subuh

Kriteria dari waktu subuh sendiri adalah kebalikan dari waktu Isya, yaitu dimulai sejak muncul cahaya fajar di langit timur. Defenisi utamanya sendiri merujuk kepada peningkatan kecerlangan cahaya di langit setelah munculnya cahaya zodiak. Perbedaan kriteria dalam konversinya pada ketinggian matahari pun terlihat pada penelitian di berbagai tempat. Di indonesia sendiri menggunakan ketinggian 20 derajat dibawah ufuk sebelah timur. Hal ini dapat dilihat misalnya pendapat ahli falak terkemuka indonesia yaitu Saadod'din Djambek yang disebut – sebut sebagai pembaru pemikiran hisab di indonesia. Beliau menyatakan bahwa waktu subuh dimulai dengan tampaknya fajar dibawah ufuk sebelah timur dan berakhir dengan terbitnya matahari. Menurutnya dalam ilmu falak saat tampaknya fajar didefenisikan dengan posisi matahari sebesar 20 derajat

dibawah ufuk timur. Senada dengan Abdur Rachim yang menyebutkan bahwa waktu subuh ditandai dengan tampaknya fajar sidiq dan dianggap masuk waktu subuh ketika matahari 20 derajat dibawah ufuk. Jadi jarak zenit matahari berjumlah 110 derajat (90 derajat + 20 derajat). Sementara batas akhir waktu subuh adalah waktu syuruq (terbit), yaitu = -01 derajat.

Di dalam bukunya, Susiknan Azhari¹¹ melihat pemikiran Saadod'din Djambek dan Abdur Rachim di atas nampaknya masih banyak dipengaruhi oleh Syaikh Taher Djalaluddin Azhari. Dalam bukunya yang berjudul *Nakhsatu at-Taqrirati fi Hisabi al-auqati* disebutkan bahwa waktu subuh bila matahari 20 derajat dibawah ufuk sebelah timur. Oleh karenanya sudah saatnya kajian awal waktu salat didialogkan dengan hasil – hasil riser kontemporer agar sesuai dengan tuntutan syar'i dan sains modern sehingga hasil yang diperoleh lebih valid dan mendekati kebenaran.

Adapun rumus yang digunakan adalah :

1). Tinggi Matahari : $h^\circ = -20^\circ$

¹¹ Susiknan Azhari. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam Dan Sains Modern*. hal.70

2). Sudut Waktu Matahari : $\text{Cos } t = \frac{\sin h}{\cos \phi \cdot \cos \delta} - \tan \phi \tan \delta$

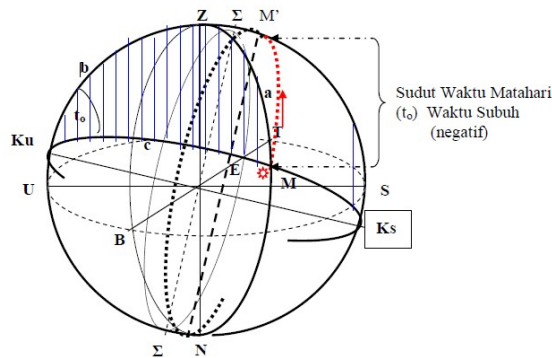
3). Awal waktu subuh : $12 - e - (t/15) + \text{kwd} + i$

Pada poin 1) adalah ketinggian yang digunakan dalam perhitungan waktu salat subuh di indonesia berdasarkan pedoman perhitungan waktu salat Depag RI, sehingga penulis menggunakan besar nilai -20 derajat (di timur) menyesuaikan kepada referensi yang digunakan, dan jika ingin menggunakan nilai yang lain dapat dibandingkan pada tabel diatas (Jarak Zenit matahari waktu Subuh dan Isya) yang bisa disesuaikan juga pada hasil penelitian di sekitar tempat pengamatan. Karena memang masih membutuhkan jawaban dan pembuktian saat kriteria dan keadaan langit terjadi dan memenuhi sehingga bisa dikonversikan dan didapatkan ketinggian matahari di awah ufuk yang sebenarnya. Tidak adanya pengaruh ketinggian tempat pengamat menunjukkan tidak diperlukannya penampakan fisik matahari, hanya pengaruh cahaya terhadap kecerlangan langit fajar.

Rumus 2) kembali digunakan sebagai konversi nilai

ketinggian/kedalaman matahari dalam satuan sudut waktu. Karena memang nilai sudut waktu yang menjadi variabel utama dalam perhitungan waktu salat.

Pada rumus 3) jika diperhatikan dengan seksama perbedaan yang muncul adalah nilai dari $(t/15)$ menjadi negatif (-) yang berarti terjadi pengurangan waktu. Dikarenakan waktu subuh terjadi sebelum waktu Zuhur (*Meridian Pass*), maka nilai sudut waktu di arah timur menjadi pengurang untuk mendapatkan nilai jam sebelumnya ataupun nilai waktu subuh. Pada perhitungan waktu salat yang diatas, rumus 3) akan menunjukkan nilai $(t/15)$ yang selalu positif (penambah) dikarenakan waktu - waktu salat tersebut terjadi setelah tengah hari (*Meridian Pass*) dan patokan utama dari setiap perhitungan adalah saat *Meridian Pass*.



Gambar 3. Bola Langit Saat Subuh
 (Sumber:Perhitungan Waktu Salat)

E. Kesimpulan

Dalam penentuan waktu salat yang menggunakan perhitungan dan rumus, setiap parameter yang digunakan adalah parameter dengan nilai yang dimasukkan sesuai dengan kriteria ketinggian sudut waktu matahari. Parameter ini sendiri merupakan variabel dengan kriteria yang didapatkan dari hadist – hadist yang membahas awal waktu salat ke dalam posisi sudut waktu matahari. Adapun faktor – faktor tambahan dari permukaan bumi adalah yang mempengaruhi pada kondisi lokal masih terbatas kepada ketinggian pengamat di waktu matahari terbit dan terbenam. Faktor alam pada lokasi pengamatan masih belum ditentukan takaran parameternya yang mungkin dapat mengakibatkan kurangnya keakuratan dalam penentuan waktu salat yang akurat. Dalam rumusan umumnya:

$$12 - e + (t/15) + kwd + i$$

Semua waktu salat yang dipakai dalam perhitungan biasa umumnya menggunakan data saat posisi sudut waktu matahari berada pada zenith atau saat matahari berada(memasuki) waktu zuhur. Nilai ini pada perhitungan

manual digunakan ke setiap perhitungan waktu salat di waktu – waktu lainnya dengan argumen nilai yang ada tidak berubah signifikan, namun secara realita data posisi matahari (deklinasi matahari) akan berbeda nilainya di setiap waktunya walaupun secara data nilai hanya berubah sekitah 0,1 poin dalam rentang tertentu namun hal ini menunjukkan diperlukan keakuratan data deklinasi pada setiap hitungan untuk mendapatkan nilai waktu salat yang mencapai akurasi tertinggi.

Selain itu menurut penulis dibutuhkan defenisi yang definitif dan tunggal dari setiap kriteria memasuki awal waktu salat sehingga memang dapat benar-benar melakukan unifikasi dalam menentukan awalan waktu salat di suatu daerah.

Pengambilan data yang real time terhadap posisi matahari saat memasuki kriteria juga diperlukan untuk mendapatkan kebenaran dalam dasar perhitungan waktu salat lokal yang memiliki keakuratan tinggi. Selain itu penggunaan waktu yang uni (sama) juga harus disepakati agar awal masuk waktu juga dapat bersamaan. Dalam penggunaan aplikasi hitungan waktu salat dan juga dalam referensi buku juga

memiliki nilai dan kriteria yang berbeda dalam perhitungannya, sehingga pengguna juga harus memahami parameter – parameter yang digunakan dalam perhitungan waktu salat sehingga dapat menggunakan alat hitung yang sesuai dengan kriteria yang disepakati bersama.

Penulis juga berharap dalam penelitian berikutnya dapat ditemukan parameter lain dalam hal untuk melengkapi kekurangan dari rumus ataupun kriteria yang digunakan dalam perhitungan waktu salat, sehingga feedback dari pembaca akan diterima untuk membangun pengetahuan penulis dalam meneliti dan menelaah parameter dalam formulasi berikutnya.[]

Daftar Pustaka

- Azhari, S. (2007). *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Depag RI. (1994). *Penentuane Jadwal Waktu Shalat Sepanjang Masa*. Jakarta: Ditbinbapera.
- Ismail. (2015). *Metode Penentuan Awal Waktu Salat Prespektif Ilmu Falak*. Islam Futura.

- Jambek, S. (1974). *Shalat dan Puasa di Daerah Kutub*. Jakarta: Bulan Bintang.
- Kemenag RI. (2013). *Lmu Falak Praktik*. Jakarta: Kemenag RI.
- Kurniawan, T. (2010). *Ilmu Falak dan Tinjauan Matlak Global*. Yogyakarta: MPKSDI .
- Observatory, U. N. (t.thn.). *Sun Approximation*. Dipetik Juli 2017, dari USNO Navy Military: <http://aa.usno.navy.mil/faq/docs/SunApprox.php>
- Raharto, M. (1997). *Posisi Matahari untuk Menentukan Awal Waktu Salat*. Bogor.
- Zarrabi-Zadeh, H. (t.thn.). *Praytimes.org*. Dipetik juli 2017, dari Prayer Times calculation: <http://praytimes.org/calculation>