



Simulasi Perhitungan Awal Waktu Salat Berdasarkan NOAA Solar Calculator Menggunakan *Spreadsheet*

Arief Taufikurrahman ^{a,1}

^a Universitas Islam Negeri Mataram

Jalan Gajah Mada No. 100 Jempong Baru, Kec. Sekarbela, Kota Mataram 83116, Indonesia

¹ arief@uinmataram.ac.id*

Abstract: *The development of science encourages the presence of new methods in determining the beginning of the prayer time. One of them is the reckoning method which utilizes astronomical data to determine the beginning of the prayer time. This study aims to simulate the initial calculation of prayer times based on ephemeris data from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) using a spreadsheet. The prayer times resulting from the simulation are not much different from the prayer times published on the BIMAS Kementerian Agama Republik Indonesia website.*

Keywords: *Prayer Time, Simulation, Noaa, Spreadsheet*

Abstrak: *Perkembangan ilmu pengetahuan mendorong hadirnya metode-metode baru dalam penentuan awal waktu salat. Salah satunya adalah metode hisab yang memanfaatkan data astronomis untuk menentukan awal waktu salat. Penelitian ini bertujuan untuk membuat simulasi perhitungan awal waktu salat berdasarkan data ephemeris dari National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) menggunakan spreadsheet. Waktu salat yang dihasilkan dari simulasi tidak jauh berbeda dibandingkan dengan waktu salat yang dimuat pada website BIMAS Kementerian Agama Republik Indonesia.*

Kata kunci: *Awal Waktu Salat, Simulasi, Noaa, Spreadsheet*

A. Pendahuluan

Mengetahui Perhitungan awal waktu salat secara tepat sangat penting mengingat waktu salat terbatas dan bagian syarat sahnya salat. Penentuan awal waktu salat awalnya menggunakan metode rukyat, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap fenomena alam berupa bayang-bayang matahari. Apabila ditinjau dari situasi dan peradaban manusia di masa lalu, metode rukyat merupakan metode yang relevan dengan masa tersebut dan dapat dipergunakan untuk menentukan awal waktu salat. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, metode dalam menentukan waktu-waktu ibadah semakin berkembang dan dapat memberikan kemudahan bagi ummat Islam dalam menentukan waktu-waktu ibadah. Misalnya penerapan hisab hakiki (perhitungan) dalam penentuan awal waktu salat dengan memperhatikan kondisi alam, sinar dan posisi matahari atau bayangan suatu benda. Dalam perhitungan tersebut, diperlukan beberapa data astronomi yang berupa deklinasi matahari, *equation of time* dan juga diperlukan data tempat berupa lintang tempat dan bujur tempat. Ketepatan penentuan awal waktu salat tidak hanya bergantung pada rumus yang digunakan, tetapi juga bergantung pada data yang diperlukan dalam

perhitungan. Kriteria awal waktu salat adalah 1) Zuhur ditandai dengan tergelincirnya matahari yang secara astronomi adalah titik pusat matahari lepas dari meridian yang memiliki tinggi relatif terhadap lintang tempat dan deklinasi matahari sampai tiba waktu salat Asar. 2) Asar dimulai saat panjang bayangan benda sama dengan benda itu sendiri hingga masuk salat magrib. 3) Magrib dimulai saat matahari terbenam hingga masuk waktu salat Isya. 4) Isya dimulai saat memudarnya cahaya merah di langit bagian barat yang merupakan tanda masuknya malam. 5) Subuh dimulai sejak terbitnya fajar sadiq sampai waktu terbitnya matahari¹.

Untuk mempermudah perhitungan awal waktu salat, diperlukan bantuan aplikasi pendukung yang dapat melakukan perhitungan yang rumit serta dapat diprogram sesuai dengan keinginan. Hal ini bertujuan untuk menghindari kesalahan akibat ketidaktelitian saat melakukan perhitungan secara manual. Salah satu aplikasi tersebut adalah *spreadsheet*. *Spreadsheet* merupakan alat komputasi yang sederhana, cepat dan serbaguna serta mudah untuk dipelajari karena banyak tersedia. Baik dalam bentuk aplikasi berbayar maupun aplikasi yang bersifat gratis. Aplikasi *spreadsheet* juga dapat digunakan untuk melakukan simulasi terhadap suatu perhitungan dengan menampilkan antar muka grafis layaknya aplikasi lain pada umumnya. *Spreadsheet* telah familiar digunakan oleh berbagai kalangan dan tidak membutuhkan keterampilan pemrograman yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat simulasi perhitungan awal waktu salat menggunakan aplikasi *spreadsheet*.

B. Metode

1. Data Perhitungan Waktu Salat

Dalam perhitungan awal waktu salat, diperlukan berbagai data pendukung untuk menghasilkan perhitungan yang sesuai. Berikut data yang diperlukan dalam simulasi awal waktu salat.

a. Lintang Tempat (ϕ)

Lintang tempat terbagi menjadi dua, yaitu Lintang Utara (LU) dan Lintang Selatan (LS). Lintang tempat bagi daerah yang berada di sebelah utara ekuator disebut Lintang Utara dan bernilai Positif. Sebaliknya daerah yang berada di sebelah selatan ekuator disebut Lintang Selatan dan bernilai negatif². Simulasi ini menggunakan nilai lintang tempat berdasarkan Latitude yang telah bernilai desimal.

¹ Dini Rahmadani, "Telaah Rumus Perhitungan Waktu Salat : Tinjauan Parameter Dan Algoritma," *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 2 (2018): 172–186.

² husna Maulida And Thamrin K, "Analisis Arah Kiblat Pada Sejumlah Masjid Berdasarkan Garis Lintang Dan Bujur Di Kecamatan Lueng Bata Kota Banda Aceh," *Jurnal Pendidikan Geosfer* 1 (2016): 29–39.

**b. Bujur Tempat (λ)**

Bujur tempat dari masing-masing tempat memiliki nilai yang berbeda satu sama lain. Bujur Tempat dihitung dari meridian Greenwich di London sampai dengan meridian tempat. Bujur tempat bagi daerah yang berada di sebelah barat Kota Greenwich London disebut Bujur Barat (BB) dan bernilai negatif. Sebaliknya daerah yang berada di sebelah timur Kota Greenwich London disebut Bujur Timur (BT) dan bernilai positif³. Simulasi ini menggunakan nilai bujur tempat berdasarkan Longitude yang telah bernilai desimal.

c. Bujur Daerah (BD)

Wilayah Indonesia terbagi menjadi tiga daerah waktu berdasarkan Keppres RI No. 41 Tahun 1987. Wilayah tersebut antara lain Waktu Indonesia Barat (WIB) dengan nilai 105⁰ BT, Waktu Indonesia Tengah (WITA) dengan nilai 120⁰ BT dan Waktu Indonesia Timur dengan nilai 135⁰ BT⁴. Dalam simulasi ini, lokasi tempat yang digunakan yaitu Kota Mataram yang berada di wilayah Waktu Indonesia Tengah (WITA) dengan bujur daerah 105⁰ BT.

d. Equation of time (e)

Equation of time merupakan selisih waktu antara waktu matahari hakiki (sebenarnya) dengan waktu matahari rata-rata⁵. Layaknya data deklinasi matahari, nilai *equation of time* diperoleh dari NOAA Solar Calculator yang berbentuk perhitungan *spreadsheet* berdasarkan tanggal yang diinginkan.

e. Ketinggian Tempat (tt)

Ketinggian tempat merupakan ketinggian dari suatu tempat yang diukur dari permukaan laut. Data ketinggian tempat akan mempengaruhi data perhitungan awal waktu salat magrib, isya, imsak dan subuh tetapi tidak dengan awal waktu salat zuhur dan asar⁶. Dalam simulasi ini, nilai ketinggian tempat diasumsikan 0 dari permukaan laut (mdpl) yang bertujuan untuk menyamaratakan awal waktu salat di suatu daerah walaupun memiliki ketinggian tempat yang berbeda. Metode ini juga digunakan oleh Bimas Kemenag dalam perhitungan awal waktu salat⁷.

³ Rahma Amir and Muh Taufiq Amin, "Kalibrasi Arah Kiblat Masjid Di Kecamatan Makassar Kota Makassar," *Ilmu Falak* 4, no. 2 (2020): 235.

⁴ Misbah Khusurur and Jaenal Arifin, "Mengenal *Equation of time*, Mean Time, Universal Time/Greenwich Mean Time Dan Local Mean Time Untuk Kepentingan Ibadah," *Jurnal Pemikiran Hukum dan Hukum Islam* 5, no. 1 (2016): 123–138.

⁵ Ibid.

⁶ Zulfiah, "Efektivitas Ihtiyath Awal Waktu Salat Dalam Kajian Fiqih Dan Astronomi," *Elfalaky :Jurnal Ilmu Falak* 2 (2018): 86–108.

⁷ Novi Arijatul Mufidoh, "Sistem Hisab Awal Waktu Salat Program Website Bimbingan Masyarakat Islam KEMENAG RI," 2018.

f. Semi Diameter Matahari (sd)

Jarak antara titik pusat Matahari dengan piringan luarnya disebut dengan semi diameter Matahari. Nilai semi diameter matahari sangat beragam dan tergantung kepada posisi matahari secara geografis. Saat matahari berada di Horizon Bumi (saat terbit dan terbenam), nilai rata-rata dari semi diameter matahari adalah $0^{\circ}16'$ ⁸.

g. Deklinasi Matahari (δ)

Deklinasi matahari merupakan kedudukan matahari terhadap ekuator langit. Data deklinasi matahari harus selalu ada karena kedudukan Matahari terhadap awal waktu salat merupakan sebuah keniscayaan⁹. Terdapat berbagai sumber untuk mendapatkan data Deklinasi Matahari, salah satunya dengan memanfaatkan NOAA Solar Calculator yang berbentuk perhitungan *spreadsheet* berdasarkan tanggal yang diinginkan.

h. Ihtiyat (i)

Ihtiyat merupakan penambahan daya pada hasil akhir hisab awal waktu salat sebagai tindakan kehati-hatian terhadap ketidakmutlakan perhitungan yang dilakukan. Ihtiyat merupakan keharusan dikarenakan perhitungan awal waktu salat yang telah dilakukan tidak memiliki ketelitian yang mutlak yang disebabkan oleh cara-cara perhitungannya yang masih terbatas¹⁰.

i. Waktu Hakiki (WH)

Waktu Hakiki dalam istilah astronomi disebut dengan *Apparent Solar Time* (AST) adalah waktu yang didasarkan pada peredaran matahari hakiki/matahari yang sebenarnya, yaitu pada waktu matahari mencapai titik kulminasi atas ditetapkan pukul 12.00¹¹.

j. Sudut Waktu Matahari (t_0)

Sudut Waktu Matahari (t_0) adalah busur sepanjang lingkaran harian matahari, dihitung dari titik kulminasi atas sampai tempat kedudukan matahari. Apabila matahari begeser ke arah Barat atau berada di langit bagian Barat, maka t_0 bernilai positif. Sebaliknya apabila matahari berada di langit bagian Timur, maka t_0 bernilai negatif. Kemudian saat matahari berkulminasi atas (tengah hari), sudut waktunya = 0° . Selanjutnya apabila Matahari berada pada kulminasi bawah saat tengah malam, sudut waktunya = 180° ¹². Sudut Waktu Matahari diperoleh dengan

⁸ Abdullah Ibrahim, *Ilmu Falak: Antara Fiqih dan Astronomi*, 1 ed. (Yogyakarta: Fajar Pustaka Baru, 2017)

⁹ Iqbal Kamalludin, "Uji Akurasi Penentuan Deklinasi Matahari Dengan Menggunakan I-Zun Dial," *Elfalaky* 3, no. 2 (2019): 205–222.

¹⁰ Jayusman, "Urgensi Ihtiyath Dalam Perhitungan Waktu Salat," *Al- 'Adalah* 10, no. 3 (2012): 279–290.

¹¹ Khusurur and Arifin, "Mengenal Equation of time, Mean Time, Universal Time/Greenwich Mean Time Dan Local Mean Time Untuk Kepentingan Ibadah."

¹² Rahmadani, "Telaah Rumus Perhitungan Waktu Salat : Tinjauan Parameter Dan Algoritma."



$$t_0 = \arccos\left(\frac{\sin a - \sin LT \sin \delta}{\cos LT \cos \delta}\right)$$

k. NOAA Solar Calculator

Solar Calculator yang dirilis oleh National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) merupakan calculator dalam bentuk *spreadsheet* yang dibangun berdasarkan perhitungan dari buku *Astronomical Algorithm* oleh Jean Meus. Terdapat dua jenis *spreadsheet*, yaitu *spreadsheet* berdasarkan hari dan *spreadsheet* berdasarkan jam¹³. Karena berbentuk file *spreadsheet*, maka NOAA Solar Calculator dapat mudah diintegrasikan dengan aplikasi *spreadsheet* lainnya untuk mendapatkan data yang diinginkan, seperti *equation of time* dan deklinasi matahari.

l. Rumus Awal Waktu Salat

$$\begin{aligned}\text{Zuhur} &= \text{WH} - e + ((\text{BD} - \text{BT}) : 15) + i \\ \text{Asar} &= \text{WH} - e + t_{\text{asar}} + ((\text{BD} - \text{BT}) : 15) + i \\ \text{Magrib} &= \text{WH} - e + t_{\text{magrib}} + ((\text{BD} - \text{BT}) : 15) + i \\ \text{Isya} &= \text{WH} - e + t_{\text{isya}} + ((\text{BD} - \text{BT}) : 15) + i \\ \text{Subuh} &= \text{WH} - e - t_{\text{subuh}} + ((\text{BD} - \text{BT}) : 15) + i\end{aligned}$$

C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Instrumen yang digunakan yaitu *spreadsheet* utama dan *spreadsheet* sekunder. *Spreadsheet* utama berfungsi untuk menghitung awal waktu salat sedangkan *spreadsheet* sekunder yang memuat NOAA Solar Calculator berfungsi sebagai sumber data bagi *spreadsheet* utama berupa *equation of time* dan deklinasi matahari berdasarkan tanggal yang telah ditentukan pada *spreadsheet* utama.

¹³ <https://gml.noaa.gov/grad/solcalc/calcdetails.html>

Tanggal	4/19/2023	MM/DD/YYYY
Lintang Tempat	-8	
Bujur Tempat	116	
DZUHUR	12:18:52	
ASHAR	15:39:27	
MAGHRIB	18:15:32	
ISYA	19:25:21	
SUBUH	5:00:06	

Gambar 1 Tampilan *spreadsheet* utama simulasi awal waktu salat

Gambar 1 merupakan tampilan dari simulasi awal waktu salat. Data tanggal dimasukkan dalam format MM/DD/YYYY yang berarti bulan/tanggal/tahun. Format tanggal yang digunakan sesuai dengan format yang diperlukan oleh NOAA Solar Calculator sehingga tidak dapat diubah sesuai dengan format tanggal yang umum digunakan di Indonesia. Data tanggal ini digunakan oleh *spreadsheet* sekunder untuk mendapatkan nilai *equation of time* dan deklinasi matahari. Data Lintang Tempat dan Bujur Tempat dimasukkan ke dalam *spreadsheet* dalam format desimal Latitude dan desimal Longitude. Waktu salat yang dihasilkan yaitu Zuhur, Asar, Magrib, Isya dan Subuh yang ditampilkan pada cell berwarna putih dengan format waktu 24 jam.

NOAA Solar Calculations - Change any of the highlighted cells to get solar position data for that location and date.

		Date	Time (past local midnight)	Julian Day	Julian Century	Sun Declin (deg)	var y	Eq of Time (minutes)
		4/19/2023	0:06:00	2460053.17	0.23294102	10.8939	0.043031	0.6455887
Latitude (+ to N)	-8.6	4/19/2023	0:12:00	2460053.18	0.23294114	10.89535	0.043031	0.6465109
Longitude (+ to E)	116	4/19/2023	0:18:00	2460053.18	0.23294125	10.8968	0.043031	0.647433
Time Zone (+ to E)	8	4/19/2023	0:24:00	2460053.18	0.23294136	10.89826	0.043031	0.6483549
		4/19/2023	0:30:00	2460053.19	0.23294148	10.89971	0.043031	0.6492768
Date	4/19/2023	4/19/2023	0:36:00	2460053.19	0.23294159	10.90116	0.043031	0.6501985
		4/19/2023	0:42:00	2460053.20	0.23294171	10.90261	0.043031	0.6511201

Gambar 2 Tampilan *spreadsheet* sekunder yang berisi NOAA Solar Calculator



Gambar 2 merupakan tampilan dari *spreadsheet* NOAA Solar Calculator yang menampilkan data yang dibutuhkan dalam simulasi awal waktu salat yaitu *equation of time* dan deklinasi matahari. Nilai yang ditampilkan dalam satuan jam tertentu berdasarkan tanggal yang telah ditentukan pada *spreadsheet* utama. Nilai dari *equation of time* ditampilkan dalam bentuk desimal menit sehingga perlu dikoversi kembali ke dalam bentuk menit dan detik. Sedangkan nilai deklinasi matahari telah berbentuk derajat desimal yang dapat langsung digunakan dalam perhitungan *spreadsheet* utama. Selain itu, terdapat timezone yang berarti zona waktu dari daerah dihitung dimana nilai yang digunakan yaitu 8 yang merupakan zona waktu dari Kota Mataram yang berada di zona Waktu Indonesia Tengah (WITA).

2. Pembahasan

Awal waktu salat yang disimulasikan yaitu pada tanggal 19 April 2023 di Kota Mataram dengan Koordinat Latitude 8 yang berarti Lintang Tempat dan Longitude 116 yang berarti Bujur Tempat. Kedua nilai koordinat ini merupakan bentuk desimal yang digunakan dalam Global Positioning System (GPS) ataupun saat mengambil koordinat dalam peta digital seperti Google Maps atau openstreetmaps. Waktu salat diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan *spreadsheet* yang kemudian dibandingkan dengan jadwal awal waktu salat yang ditampilkan pada website Bimas Kementerian Agama Republik Indonesia. Perbandingan keduanya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Awal Waktu Salat Pada Tanggal 19 April 2023

Waktu Salat	Simulasi	Website Bimas Kemenag
Zuhur	12:18:52	12:18
Asar	15:39:27	15:38
Magrib	18:15:32	18:15
Isya	19:25:21	19:24
Subuh	5:00:06	5:04

Waktu awal salat yang dihasilkan dari perhitungan *spreadsheet* terdiri dari jam, menit dan detik sedangkan pada website Bimas Kemenag hanya mencantumkan jam dan menit sehingga yang dibandingkan hanya pada sisi jam dan menit saja. Selisih untuk waktu Zuhur, Asar, Magrib, Isya dan Subuh antara hasil simulasi dengan website Bimas Kemenag antara lain 0 menit untuk waktu Zuhur, 1 menit untuk waktu Asar, 0 menit untuk waktu Magrib, 1 menit untuk waktu Isya dan 2 menit untuk waktu Subuh. Nilai selisih yang dihasilkan memiliki kisaran 1 menit sehingga dapat dikatakan dalam batas aman. Dalam simulasi ini, nilai ketinggian tempat diasumsikan 0 meter dari

permukaan laut (mdpl) yang bertujuan untuk menyamaratakan awal waktu salat di suatu daerah walaupun memiliki ketinggian tempat yang berbeda. Teknik ini juga digunakan oleh Bimas Kemenag dalam perhitungan awal waktu salat.

D. Kesimpulan

Simulasi awal waktu salat berdasarkan NOAA Solar Calcluator menggunakan *spreadsheet* telah dibuat dan hasil perhitungan awal waktu salat yang dihasilkan antara *spreadsheet* dengan Bimas Kemenag tidak jauh berbeda. Dengan adanya NOAA Solar Calculator dalam bentuk *spreadsheet*, pengambilan nilai dari *equation of time* dan deklinasi matahari dapat langsung diintegrasikan ke perhitungan sehingga dapat mempersingkat tahapan simulasi.

Daftar Pustaka

- amir, Rahma, And Muh Taufiq Amin. “Kalibrasi Arah Kiblat Masjid Di Kecamatan Makassar Kota Makassar.” *Ilmu Falak* 4, No. 2 (2020): 235.
- Jayusman. “Urgensi Ihtiyath Dalam Perhitungan Waktu Solat.” *Al-’Adalah* 10, No. 3 (2012): 279–290.
- Kamalludin, Iqbal. “Uji Akurasi Penentuan Deklinasi Matahari Dengan Menggunakan I-Zun Dial.” *Elfalaky* 3, No. 2 (2019): 205–222.
- Khusurur, Misbah, And Jaenal Arifin. “Mengenal Equation Of Time, Mean Time, Universal Time/Greenwich Mean Time Dan Local Mean Time Untuk Kepentingan Ibadah.” *Jurnal Pemikiran Hukum Dan Hukum Islam* 5, No. 1 (2016): 123–138.
- Maulida, Husna, And Thamrin K. “Analisis Arah Kiblat Pada Sejumlah Masjid Berdasarkan Garis Lintang Dan Bujur Di Kecamatan Lueng Bata Kota Banda Aceh.” *Jurnal Pendidikan Geosfer* I (2016): 29–39.
- Mufidoh, Novi Arijatul. “Sistem Hisab Awal Waktu Salat Program Website Bimbingan Masyarakat Islam KEMENAG RI,” 2018.
- Rahmadani, Dini. “Telaah Rumus Perhitungan Waktu Salat : Tinjauan Parameter Dan Algoritma.” *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan* 4, no. 2 (2018): 172–186.
- Zulfiah. “Efektivitas Ihtiyath Awal Waktu Salat Dalam Kajian Fiqih Dan Astronomi.” *Elfalaky :Jurnal Ilmu Falak* 2 (2018): 86–108.