

Simulasi Perhitungan Waktu Salat Menggunakan Spreadsheet

Abu Yazid Raisal^{1*}, Ariswan², Mega Sukma³, Marataon Ritonga⁴

^{1,2} Universitas Negeri Yogyakarta, ³ Institut Teknologi Bandung, ⁴ UIN Walisongo Semarang

^{1*} Email: abuyazid.2021@student.uny.ac.id

Abstract

Penentuan waktu salat awalnya hanya menggunakan metode pengamatan langsung (rukyat) yaitu mengamati bayangan sebuah benda, kemudian penentuan waktu salat berkembang dengan munculnya metode perhitungan (hisab). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat simulasi perhitungan waktu salat dengan menggunakan spreadsheet. Simulasi perhitungan waktu salat dengan menggunakan spreadsheet telah dibuat. Waktu salat yang dihasilkan dengan simulasi tidak jauh berbeda dibandingkan dengan waktu salat yang diperoleh dari aplikasi Accurate Times. Simulasi yang dihasilkan dapat menampilkan pengaruh revolusi Bumi pada waktu salat di berbagai lintang tempat.

Kata kunci : Simulasi, Perhitungan, Waktu Salat, Spreadsheet

Abstrak

The determination of prayer times initially only used the direct observation method (rukyat) namely observing the shadow of an object, then the determination of prayer times developed with the advent of the calculation method (hisab). The purpose of this study is to make a simulation of the calculation of prayer times using a spreadsheet. A simulation of the calculation of prayer times using a spreadsheet has been made. The prayer times generated by the spreadsheet are not much different from the prayer times obtained from the Accurate Times application. The simulation that has been made can show the effect of the Earth's revolution at prayer times at various latitudes.

Keywords: Simulation, Calculation, Prayer Time, Spreadsheet

Artikel Info

Received:

15 Desember 2021

Revised:

02 Februari 2022

Accepted:

21 Juni 2022

Published:

23 Juni 2022

A. Pendahuluan

Penentuan waktu salat secara praktis merupakan kebutuhan primer dalam Islam. Awalnya penentuan awal waktu salat hanya menggunakan metode penglihatan langsung (rukyat) seperti melihat bayang-bayang Matahari. Kemudian muncul metode lain yaitu dengan cara menghitung (hisab), yaitu menentukan awal waktu salat dengan cara menghitung posisi Matahari sesuai yang dijelaskan syar'i berdasarkan peredarannya¹. Ketepatan penentuan waktu salat, selain bergantung pada sistem atau rumus yang digunakan, juga bergantung pada ketepatan pengambilan data yang berhubungan dengan Matahari maupun data lain yang dibutuhkan dalam perhitungan². Rincian waktu salat fardu berdasarkan pedoman hisab Muhammadiyah adalah 1) Zuhur dimulai sejak matahari tergelincir, yaitu sesaat setelah matahari mencapai titik kulminasi (*culmination*) dalam peredaran

hariannya, sampai tiba waktu salat Asar. 2) Asar dimulai saat bayangan benda sama panjang dengan benda itu sendiri ditambah dengan bayangan zawal, hingga masuk waktu salat Magrib. 3) Magrib dimulai saat matahari terbenam hingga masuk waktu salat Isya. 4) Isya dimulai saat hilang mega merah hingga masuk waktu salat Subuh. 5) Subuh dimulai saat terbit fajar hingga terbit matahari³.

Perhitungan waktu salat memerlukan beberapa data dan perhitungan yang sedikit rumit bila dihitung manual. Oleh karena itu, diperlukan bantuan aplikasi seperti spreadsheet untuk memudahkan menghitung waktu salat. Spreadsheet adalah alat komputasi dan grafis yang sederhana, serbaguna, dan kuat. Mereka mudah dipelajari dan hampir tersedia secara universal⁴. Spreadsheet menyediakan alat perhitungan yang mudah dan sederhana⁵. Spreadsheet juga sangat berguna untuk

¹ Riza Afrian Mustaqim, 'Relevansi Jadwal Waktu Salat Sepanjang Masa', *Jurnal Alwatzikhoebillah : Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, 6.2 (2020), 22–34

<<https://doi.org/10.37567/alwatzikhoebillah.v6i2.282>>.

² Muhammad Hidayat, 'Penyebab Perbedaan Hasil Perhitungan Jadwal Waktu Salat Di Sumatera Utara', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 4.2 (2018), 204–18.

³ Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah* (Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat

Muhammadiyah, 2009)

<http://tarjih.muhammadiyah.or.id/muhfile/tarjih/download/pedoman_hisab_muhammadiyah.pdf>.

⁴ Manuel I. González, 'Lens Ray Diagrams with a Spreadsheet', *Physics Education*, 53.3 (2018), 1–5 <<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaac77>>.

⁵ Tatiana S. Sokolova and others, 'Spreadsheets to Calculate P–V–T Relations, Thermodynamic and Thermoelastic Properties of Silicates in the MgSiO₃–MgO System', *High Pressure Research*, 38.3 (2018), 193–211

<<https://doi.org/10.1080/08957959.2018.1465056>>.

membuat simulasi dan visualis⁶. Simulasi pada dasarnya dalam bentuk program komputer kecil dengan antarmuka grafis, dikembangkan untuk mereproduksi operasi sistem fisik nyata - baik secara numerik maupun grafis⁷. Penggunaan simulasi dapat meningkatkan pemahaman seseorang terhadap apa yang sedang dipelajarinya⁸. Spreadsheet sudah familiar di berbagai kalangan dan juga tidak membutuhkan pemrograman yang sulit⁹. Penelitian ini bertujuan untuk membuat simulasi perhitungan waktu salat menggunakan spreadsheet.

A. Metode Penelitian

Posisi matahari terkait waktu salat

Waktu Zuhur diawali sejak matahari berkulminasi atas, yaitu pada saat Matahari tepat di meridian. Namun untuk kehati-hatian dan kepastian, umumnya sekitar 1 hingga 2 menit setelah kulminasi.

Waktu Asar dimulai saat matahari membuat bayangan sama panjang dengan benda itu sendiri ditambah bayangnya pada saat posisi Matahari tepat di meridian.

$$\cot a = \tan z_m + 1 \quad (1)$$

Dimana a adalah altitud matahari, dan z_m adalah jarak zenit pada saat Matahari berkulminasi. Nilai z_m dapat ditentukan dengan mencari nilai mutlak dari pengurangan antara deklinasi matahari dan lintang tempat.

$$z_m = |\phi - \delta| \quad (2)$$

Dimana ϕ adalah lintang tempat, dan δ adalah deklinasi Matahari. Posisi Matahari pada saat awal asar dapat ditentukan dengan persamaan

⁶ E. Pratidhina, W. Sunu Brams Dwandaru, and H. Kuswanto, 'Exploring Fraunhofer Diffraction through Tracker and Spreadsheet: An Alternative Lab Activity for Distance Learning', *Revista Mexicana de Fisica E*, 17.2 (2020), 285–90

<<https://doi.org/10.31349/REVMEXFISE.17.285>>.

⁷ Sunil Kumar Katoch, 'MS-Excel Spreadsheet Applications in Introductory Undergraduate Physics-A Review', *Journal of Science and Technology*, 5.3 (2020), 48–52

<<https://doi.org/10.46243/jst.2020.v5.i3.pp48-52>>.

⁸ Davi Apriandi and Reza Kusuma Setyansah, 'Penerapan Media Simulasi Matlab Berbasis

Interactive Conceptual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa', *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 6.2 (2017), 159–67 <<https://doi.org/10.24127/ajpm.v6i2.968>>.

⁹ S. Ayunisa Rani and others, 'The Misconception in Graphene's Dispersion Energy Simulations', *Revista Mexicana de Fisica E*, 19.1 (2022), 1–9

<<https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.19.010208>>;

Zaheer Uddin, Muhammad Ahsanuddin, and Danish Ahmed Khan, 'Teaching Physics Using Microsoft Excel', *Physics Education*, 52.5 (2017), 1–6

<<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa7919>>.

$$a_{asar} = \operatorname{arccot}(\tan z_m + 1) \quad (3)$$

Waktu Magrib diawali pada saat matahari terbenam yaitu ketika semua piringan matahari tidak terlihat lagi oleh pengamat. Pembiasan dari atmosfer di dekat horison menyebabkan posisi matahari terlihat lebih tinggi dari posisi sebenarnya yang diperkirakan nilainya sebesar 34,5 menit busur (R'). Koreksi semidiameter matahari ($s.d$) dan refraksi terhadap jarak zenit saat terbit atau terbenam matahari adalah sebesar refraksi ditambah semidiameter.

$$z = 90^\circ + s.d + R' \quad (4)$$

Dimana z adalah jarak zenit, $s.d$ adalah semidiameter Matahari dan R' adalah refraksi Matahari. Namun, persamaan tersebut hanya berlaku untuk tempat pada ketinggian di permukaan laut. Oleh karena itu koreksi kerendahan ufuk (Dip) yang disebabkan ketinggian posisi pengamat dari permukaan laut perlu ditambahkan. Dip merupakan perbedaan posisi antara ufuk yang sebenarnya dengan ufuk terlihat oleh pengamat.

$$Dip = 1,76' \sqrt{m} \quad (5)$$

Dimana Dip adalah kerendahan ufuk, dan m adalah ketinggian pengamat di atas permukaan

laut. Sehingga nilai z dapat diperoleh dari

$$z = 90^\circ + s.d + R' + Dip \quad (6)$$

Jarak zenit merupakan ketinggian Matahari yang diukur dari zenit.

$$z = 90^\circ - a \quad (7)$$

Altitud matahari pada saat magrib diperoleh dengan mensubstitusikan persamaan 6 dan 7.

$$90^\circ - a = 90^\circ + s.d + R' + Dip$$

$$a_{magrib} = -(s.d + R' + Dip) \quad (8)$$

Waktu Isya ditandai dengan mulai menghilangnya mega merah di langit bagian barat. Peristiwa tersebut disebut sebagai akhir senja astronomi (*astronomical dusk*), dimana ketinggian Matahari 18° di bawah horizon barat.

$$a_{isya} = -18^\circ \quad (9)$$

Waktu Subuh adalah saat terbit fajar sadik hingga terbit matahari. Fajar sadik dipahami sebagai awal fajar astronomi (*astronomical dawn*), dimana ketinggian Matahari 18° di bawah horizon timur.

$$a_{\text{subuh}} = -18^{\circ} \quad (10)$$

Penyediaan data perhitungan waktu salat

Data-data berikut merupakan data yang akan digunakan dalam perhitungan awal waktu salat, walaupun tidak semua data digunakan pada setiap perhitungan awal waktu salat.

1. Lintang tempat (ϕ)

Lintang tempat merupakan jarak sepanjang meridian bumi diukur dari ekuator bumi hingga tempat yang diinginkan. Nilai lintang tempat dimulai dari 0° saat di ekuator hingga 90° saat di kutub Bumi. Lintang tempat bagi tempat yang berada di sebelah utara ekuator bernilai positif (+) atau disebut juga sebagai Lintang Utara (LU) dan tempat yang sebelah selatan ekuator bernilai negatif (-) atau disebut juga sebagai Lintang Selatan (LS).

2. Bujur tempat (λ_i)

Bujur tempat merupakan jarak sepanjang ekuator bumi dihitung dari meridian yang melintasi kota Greenwich hingga meridian yang melintasi tempat yang diinginkan. Nilai bujur tempat dimulai dari 0° sampai 180° . Tempat yang berada di sebelah barat Greenwich bernilai negatif (-) dan disebut sebagai Bujur Barat (BB). Tempat yang

berada di sebelah timur Greenwich bernilai positif (+) dan disebut sebagai Bujur Timur (BT).

3. Bujur tolok waktu daerah (λ_0)

Bujur tolok waktu daerah digunakan untuk mengatasi kesulitan yang disebabkan oleh adanya perbedaan waktu pada setiap wilayah di dunia yang mengacu pada meridian yang melintasi sekitar pertengahan daerah yang bersangkutan¹⁰. Bujur tolok waktu daerah di Indonesia dibagi menjadi tiga wilayah, yaitu Waktu Indonesia Barat (WIB) dengan nilai 105° BT, Waktu Indonesia Tengah (WITA) dengan nilai 120° BT, dan Waktu Indonesia Timur (WIT) dengan nilai 135° BT.

4. Selisih waktu bujur ($sw\lambda$)

Selisih waktu bujur adalah selisih bujur tempat dengan bujur tolok waktu daerah. Nilai selisih tersebut kemudian dibagi 15° untuk mengubah satuannya menjadi jam.

$$sw\lambda = \frac{\lambda_i - \lambda_0}{15} \quad (11)$$

5. Hari Julian (JD)

¹⁰ Rizal Mubit, 'Formulasi Waktu Salat Perspektif Fikih Dan Sains', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi*

Copyright ©2022. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*. This is an open access article under the CC-BY-SA licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan, 3.2 (2017), 41–55
<<https://doi.org/10.30596/jam.v3i2.1527>>.

Kalender yang digunakan sehari-hari saat ini adalah kalender Gregorian (kalender Masehi). Sebelum kalender Gregorian, kalender yang digunakan adalah kalender Julian. Kalender Julian yang berubah menjadi kalender Gregorian menghasilkan kesulitan tersendiri, yaitu untuk membandingkan fenomena astronomis yang terpisah dalam kurun waktu yang cukup lama. Hari Julian (JD) diperkenalkan untuk mengatasi masalah tersebut. Hari Julian merupakan jumlah hari yang telah dilalui sejak hari Senin tanggal 1 Januari tahun 4713 Sebelum Masehi (SM) pada saat tengah hari atau pukul 12:00:00 Universal Time (UT) atau GMT. Hari Julian bisa dihitung melalui persamaan 12.

$$JD = INT(365.25(Y + 4716)) + INT(30.6001(M + 1)) + D + B - 1524.5 \quad (12)$$

INT adalah formula di Excel yang digunakan untuk menyatakan sebuah bilangan bulat dari suatu bilangan (integer). Y adalah tahun, M adalah bulan, D adalah hari. Jika nilai $M > 2$, nilai Y dan M tidak berubah. Sementara jika nilai $M \leq 2$, nilai Y diubah menjadi $Y - 1$ dan nilai M diubah menjadi $M + 12$. Dengan kata lain, bulan Januari dan

Februari dapat dianggap sebagai bulan ke-13 dan ke-14 dari tahun sebelumnya¹¹. Nilai B diperoleh dengan persamaan

$$B = 2 - A + INT\left(\frac{A}{4}\right) \quad (13)$$

Nilai A diperoleh dengan persamaan

$$A = INT\left(\frac{Y}{100}\right) \quad (14)$$

Pada kalender Julian, nilai $B = 0$ sementara A tidak perlu dihitung

1. Ketinggian tempat (m)

Ketinggian tempat merupakan ketinggian lokasi yang diukur dari atas permukaan laut.

2. Semidiameter Matahari (s.d)

Semi diameter Matahari merupakan jarak antara pusat matahari dengan piringan terluarnya atau jari-jari piringan matahari. Nilai semi diameter tidak tetap dikarenakan bergantung pada jarak Bumi ke Matahari. Saat Matahari berjarak cukup jauh dari bumi, maka sudut untuk jari-jari matahari bernilai lebih kecil, begitu pula sebaliknya¹².

¹¹ Jean Meeus, 'Astronomical Algorithms (2nd)' (Virginia: Willman-Bell. Inc., 1998).

¹² Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, 2012).

$$s.d. = \arctan \frac{r_M}{R_{MB}} \quad (15)$$

Dimana r_M adalah jari-jari Matahari, dan R_{MB} adalah jarak Matahari-Bumi. r_M merupakan setengah dari diameter Matahari.

$$r_M = \frac{D_M}{2} \quad (16)$$

Dimana D_M adalah diameter Matahari yang besarnya 1,392 juta km. Nilai R_{MB} dapat dihitung menggunakan persamaan

$$R_{MB} = \frac{1.000001018(1-e^2)}{1+e \cos M} \quad (17)$$

Dimana e adalah eksentrisitas orbit Bumi dan M adalah anomali Matahari. Satuan R_{MB} adalah satuan astronomi (SA). 1 SA = 149598000 km. Nilai eksentrisitas orbit Bumi dapat dihitung dengan persamaan

$$e = 0.0167086 - 0.0000420T \quad (18)$$

Dimana T adalah abad Julian. Abad Julian diperoleh dengan persamaan

$$T = \frac{JD - 2451545}{36525} \quad (19)$$

1. Pembiasan cahaya Matahari (R')

Pembiasan cahaya Matahari yang disebabkan oleh atmosfer Bumi mengakibatkan posisi Matahari terlihat lebih tinggi daripada posisi sebenarnya. Nilai pembiasan cahaya Matahari di horizon adalah sebesar 34' 30".

$$R' = 34' 30''$$

2. Deklinasi Matahari (δ)

Deklinasi Matahari merupakan sudut antara ekuator Bumi dan garis yang ditarik dari pusat Bumi menuju pusat Matahari. Nilai deklinasi Matahari bernilai dari -23,5° hingga +23,5°

$$\begin{aligned} \delta = & 0.37877 + 23.264 \times \\ & \sin(57.297P - 79.547) \\ & + 0.3812 \sin(2 \times 57.297P - 82.682) \\ & + 0.17132 \sin(3 \times 57.297P - 59.722) \end{aligned} \quad (20)$$

Dimana P adalah sudut tanggal. Sudut tanggal dapat dihitung dengan persamaan

$$P = 2\pi \left(\frac{JD - 2451545}{365.25} \right) \quad (21)$$

Dimana π merupakan konstanta yang bernilai 3,141592, dan JD adalah Hari Julian.

3. Sudut waktu Matahari (t)

Sudut Waktu Matahari (t) adalah busur sepanjang lingkaran perjalanan semu harian matahari, dihitung sejak kulminasi atasnya sampai tempat kedudukan matahari pada saat tertentu. 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° ¹³. Sudut waktu Matahari dapat diperoleh dengan

$$t = \arccos\left(\frac{\sin a - \sin \phi \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta}\right) \quad (22)$$

Dimana t adalah sudut waktu Matahari, ϕ adalah lintang tempat, δ adalah deklinasi, dan a adalah altitud Matahari. Nilai altitud Matahari (a) mengacu pada waktu salat yang akan ditentukan. Sudut waktu Mataharu dibagi 15° untuk merubah satuan derajat menjadi jam.

6. Equation of time (e)

Equation of time merupakan perbedaan waktu antara waktu matahari sebenarnya dan waktu matahari rata-rata (pertengahan). Pergerakan semu harian Matahari dari arah Timur ke Barat itu selalu berubah, terkadang lebih cepat dan terkadang lebih lambat. Hal ini disebabkan oleh rotasi bumi mengelilingi matahari yang tidak tetap karena bidang edarnya berbentuk ellips. Nilai e dapat dihitung dengan persamaan 23.

$$\begin{aligned} 1000e = & -(1789 + 237T) \sin L_0 \\ & -(7146 - 62T) \cos L_0 \\ & +(9934 - 14T) \sin 2L_0 \\ & -(29 + 5T) \cos 2L_0 \\ & +(74 + 10T) \sin 3L_0 \\ & +(320 - 4T) \cos 3L_0 - 212 \sin 4L_0 \end{aligned} \quad (23)$$

Dimana e adalah *equation of time* yang satuannya menit, T adalah abad Julian, dan L_0 adalah bujur rata-rata ekliptika Matahari. Nilai L_0 dapat dihitung dengan persamaan 24.

$$L_0 = 280,46607 + 36000,7698T \quad (24)$$

7. Ephemeris transit (e.t)

Ephemeris transit adalah waktu ketika matahari berkulminasi atas, yaitu pada saat

¹³ Dini Rahmadani, 'Telaah Rumus Perhitungan Waktu Salat : Tinjauan Parameter Dan Algoritma',

Copyright©2022. Al-Marshad: JurnalAstronomi Islam danIlmu-IlmuBerkaitan. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisenca (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan, 4.2 (2018), 172–86.

Matahari tepat di meridian atas. Nilai e.t. dapat diperoleh dengan

$$e.t. = 12^j - e \tag{25}$$

Dimana e adalah *equation of time* dengan satuan menit.

8. Ihtiyat (i)

Ihtiyat ialah kehati-hatian dengan cara menambah atau mengurangi sebesar 1-2 menit waktu dari hasil perhitungan yang sebenarnya.

Rumus awal waktu salat

Rumus untuk menentukan waktu shalat dan terbit matahari adalah sebagai berikut.

$$\text{Zuhur} = e.t. - sw\lambda + i \tag{26}$$

$$\text{Asar} = e.t. + t_{\text{asar}} - sw\lambda + i \tag{27}$$

$$\text{Magrib} = e.t. + t_{\text{magrib}} - sw\lambda + i \tag{28}$$

$$\text{Isya} = e.t. + t_{\text{isya}} - sw\lambda + i \tag{29}$$

$$\text{Subuh} = e.t. - t_{\text{subuh}} - sw\lambda + i \tag{30}$$

$$\text{Terbit} = e.t. - t_{\text{magrib}} - sw\lambda - i \tag{31}$$

A. Hasil Dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Instrumen terdiri dari spreadsheet utama dan beberapa spreadsheet sekunder yang berinteraksi dengan spreadsheet utama. Spreadsheet utama menampilkan dua simulasi yaitu waktu salat berdasarkan koordinat suatu tempat dan waktu salat pada

berbagai bujur tempat. Spreadsheet sekunder berisi perhitungan yang menjadi sumber pada spreadsheet utama.

	Hari	Bulan	Tahun
Tanggal	6	12	2020

	Derajat	Menit	Detik	U/S
Lintang tempat	3	34	0	U

	Derajat	Menit	Detik	T/B
Bujur tempat	98	40	0	T

	Meter
Tinggi tempat	0

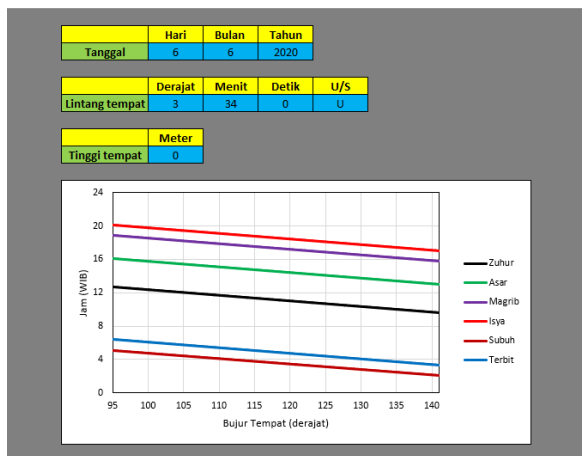
	Jam	Menit	Detik
Zuhur	12	18	21
Asar	15	42	2
Magrib	18	17	18
Isya	19	30	26
Subuh	4	57	36
Terbit	6	15	24

Gambar 1. Tampilan simulasi penentuan waktu salat di suatu tempat

Gambar 1 menunjukkan tampilan simulasi penentuan waktu salat di suatu tempat. Sel berwarna biru merupakan tempat memasukkan data yang diperlukan untuk menghitung waktu salat. Data tersebut terdiri dari tanggal, lintang tempat, bujur tempat, dan ketinggian tempat. Data yang diisi pada bagian tanggal terdiri dari hari, bulan dan tahun. Data yang diisi pada bagian lintang tempat terdiri dari derajat, menit, detik, dan U/S. Huruf U menunjukkan Lintang Utara (LU) dan huruf S menunjukkan Lintang Selatan (LS). Data yang diisi pada bagian bujur tempat terdiri dari derajat, menit, detik,

dan T/B. Huruf T menunjukkan Bujur Timur (BT) dan huruf B menunjukkan Bujur Barat (BB). Data yang diisi pada bagian tinggi tempat terdiri dari meter.

Waktu salat yang dihasilkan ditampilkan pada sel berwarna putih. Waktu salat yang ditampilkan terdiri dari jam, menit, dan detik.



Gambar 2. Tampilan waktu salat pada berbagai bujur tempat

Gambar 2 menunjukkan tampilan waktu salat pada berbagai bujur tempat. Sel berwarna biru merupakan tempat memasukkan data yang diperlukan untuk menghitung waktu salat. Data tersebut terdiri dari tanggal, lintang tempat, dan ketinggian tempat. Pada simulasi ini ditampilkan grafik yang menampilkan waktu salat pada berbagai bujur

tempat. Bujur tempat yang digunakan adalah bujur Indonesia yang berada pada 95° - 141° Bujur Timur (BT). Waktu acuan yang digunakan adalah Waktu Indonesia Barat (WIB). Garis hitam, hijau, ungu, merah, coklat, dan biru menunjukkan waktu salat Zuhur, Asar, Magrib, Isya, Subuh, dan Terbit Matahari.

Pembahasan

Tabel 1 menunjukkan waktu salat pada tanggal 6 Desember 2020 di kota Medan dengan koordinat $3^{\circ} 34' 0''$ LU dan $98^{\circ} 43' 0''$ BT. Waktu salat diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan spreadsheet dan aplikasi Accurate Times. Accurate Times merupakan aplikasi yang dapat menghitung waktu salat dengan tingkat akurasi hingga satu detik¹⁴. Waktu salat yang dihitung dengan spreadsheet memiliki selisih yang kecil dengan waktu salat yang diperoleh dari aplikasi Accurate Times. Selisih untuk waktu Zuhur, Asar, Magrib, Isya, Subuh, dan Terbit Matahari adalah 4 detik, 12 detik, 1 menit 6 detik, 12 detik, 1 menit 46 detik, 4 detik, dan 47 detik. Dalam aplikasi Accurate Time tidak ada tambahan ihtiyat untuk waktu salat Isya. Ihtiyat yang digunakan pada perhitungan

¹⁴ Abu Yazid Raisal and Arwin Juli Rakhmadi, 'Understanding the Effect of Revolution and Rotation of the Earth on Prayer Times Using Accurate Times', Copyright ©2022. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*. This is an open access article under the CC-BY-SA licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Ulul Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam, 4.1 (2020), 81–101.

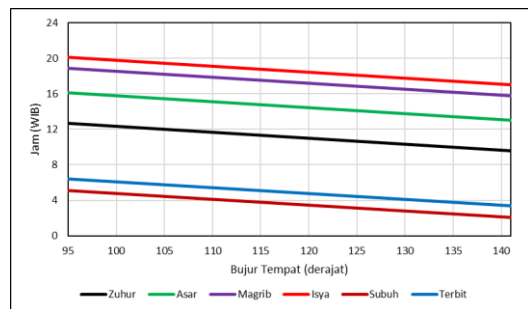
menggunakan spreadsheet adalah 2 menit. Tambahan waktu 2 menit untuk menyakinkan waktu salat telah masuk, karena salat tidak sah bila dilaksanakan belum pada waktunya¹⁵.

Tabel 1. Waktu salat pada tanggal 6 Desember 2020 di kota Medan

Waktu salat	Simulasi	Accurate Times
Zuhur	12:18:21	12:18:25
Asar	15:42:02	15:42:14
Magrib	18:17:18	18:16:12
Isya	19:30:26	19:28:38
Subuh	05:02:17	05:02:13
Terbit	06:15:24	06:16:37

Gambar 3 menunjukkan grafik waktu salat pada tanggal 6 Juni 2020 di koordinat 3°34'00" LU sepanjang 98° – 141° BT. Waktu Zuhur, Asar, Magrib, Isya, Subuh, dan Terbit Matahari ditunjukkan oleh garis berwarna hitam, hijau, ungu, merah, coklat, dan biru. Waktu acuan yang digunakan adalah Waktu Indonesia Barat atau +7 jam dari waktu universal. Dari gambar 3 dapat dilihat garis semakin menurun saat bujur tempat semakin besar. Ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai bujur tempat maka

waktu salat yang diperoleh akan lebih awal. Hal ini disebabkan Bumi berotasi dari barat ke timur sehingga daerah yang lebih ke timur lebih cepat menghadap Matahari dan waktu salat menjadi lebih awal¹⁶.



Gambar 3. Grafik waktu salat tanggal 6 Juni 2020 di koordinat 3°34'00" LU

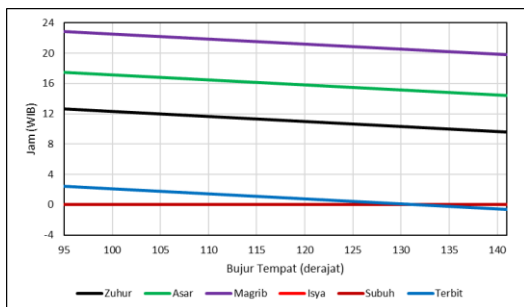
Gambar 4 menunjukkan grafik waktu salat pada tanggal 6 Juni 2020 di dua koordinat yaitu (a) 63°34'00" LU dan (b) 63°34'00" LS sepanjang 98° – 141° BT. Pada gambar 4a garis merah dan coklat yang menunjukkan waktu salat Isya dan Subuh tidak dapat dihitung dikarenakan tidak sesuai dengan kriteria ketinggian Matahari untuk waktu salat Isya dan Subuh yaitu 18° di bawah ufuk. Pada tanggal 6 Juni, Matahari berada di sebelah utara khatulistiwa sehingga Matahari lebih banyak menyinari Bumi belahan utara.

¹⁵ Ery Safrianti, Feranita, and Romi Ardiles, 'Rancang Bangun Indikator Jam Sholat Abadi Menggunakan Atmel 89S52', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Oleo & Petrokimia Indonesia*, 1.1 (2008), 1–8.

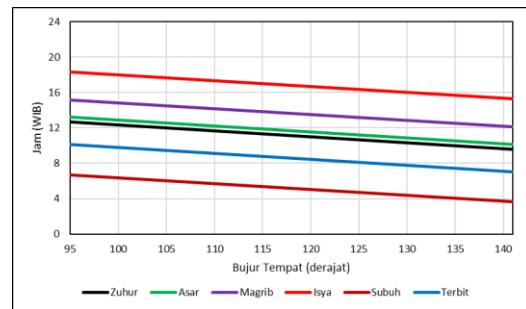
Copyright©2022. Al-Marshad: JurnalAstronomi Islam danIlmu-IlmuBerkaitan. This is an open acces article under the CC-BY-SA lisenca (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

¹⁶ 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*, 5.1 (2016), 123–38.

Hal ini menyebabkan daerah di sebelah utara mengalami durasi siang yang lebih lama daripada malam¹⁷. Dikarenakan revolusi Bumi, Matahari terlihat melakukan gerakan bolak-balik antara $23,5^\circ$ LU dan $23,5^\circ$ LS sepanjang tahun yang dikenal dengan gerakan semu tahunan Matahari¹⁸. Waktu salat Isya dan Subuh tidak dapat dihitung karena altitud Matahari tidak mencapai 18° di bawah ufuk. Ketika Bumi belahan utara mengalami siang yang lebih lama daripada malam, sebaliknya Bumi belahan selatan mengalami malam yang lebih lama daripada siang¹⁹.



(a)



(b)

Gambar 4. Grafik waktu salat tanggal 6 Juni 2020 di koordinat (a) $63^\circ 34' 00''$ LU (b) $63^\circ 34' 00''$ LS

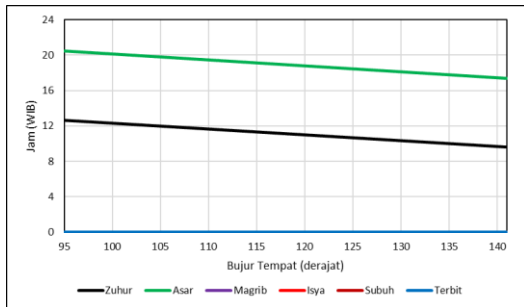
Gambar 4b menunjukkan grafik waktu salat pada tanggal 6 Juni 2020 di Bumi belahan selatan tepatnya di koordinat $63^\circ 34' 00''$ LS. Di lokasi tersebut durasi malam lebih lama daripada siang sehingga selisih antara waktu salat menjadi kecil dilihat dari jarak antar garis. Sementara pada gambar 4a jarak antar garis yang lebar disebabkan durasi siang yang lebih lama.

¹⁷ Abu Yazid Raisal and others, 'Posisi Matahari Pada Saat Ekuinoks, Summer Solstice, Dan Winter Solstice Di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara', *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 7.1 (2020), 35–41 <<https://doi.org/10.12928/jrkpf.v7i1.15772>>.

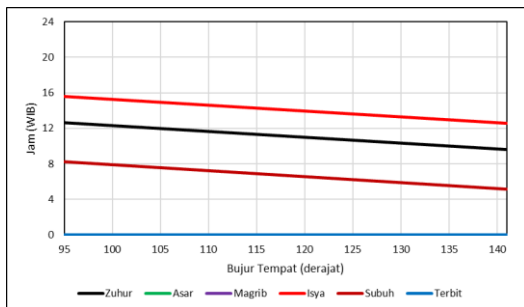
¹⁸ Thoah Firdaus and Arini Rosa Sinensis, 'Perdebatan Paradigma Teori Revolusi: Matahari

Atau Bumi Sebagai Pusat Tata Surya?', *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 9.1 (2017), 23–32 <<https://doi.org/10.30599/jti.v9i1.78>>.

¹⁹ Imas Musfiroh, 'Penentuan Batas Minimum Parameter Visibilitas Hilal Saat Summer Solstice Dan Winter Solstice', *Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak*, 2.1 (2018), 164–98.



(a)



(b)

Gambar 5. Grafik waktu salat tanggal 6 Juni 2020 di koordinat (a) 83°34'00" LU (b) 83°34'00" LS

Pada gambar 5a dapat terlihat hanya ada garis hitam dan hijau. Ini menunjukkan bahwa pada tanggal 6 Juni 2020 di daerah dengan koordinat 83°34'00" LU hanya waktu salat Zuhur dan Asar yang dapat dihitung. Sementara waktu salat Magrib, Isya, Subuh, dan Terbit Matahari tidak dapat dihitung dikarenakan Matahari di 83°34'00" LU pada

tanggal tanggal 6 Juni 2020 tidak pernah terbenam atau Matahari selalu berada di atas horizon. Matahari tidak terbenam dapat terjadi jika deklinasi matahari dan lintang tempat jumlahnya 90° ²⁰. Nilai deklinasi Matahari selalu berubah dari hari ke hari antara $-23^\circ 30'$ hingga $+23^\circ 30'$ ²¹.

Pada gambar 5b dapat terlihat ada tiga garis yaitu garis hitam, merah, dan coklat. Ini menunjukkan bahwa pada tanggal 6 Juni 2020 di daerah dengan koordinat 83°34'00" LS hanya waktu salat Zuhur, Isya, dan Subuh yang dapat dihitung. Sementara waktu salat Asar, Magrib, dan Terbit Matahari tidak dapat dihitung dikarenakan Matahari di 83°34'00" LS pada tanggal tanggal 6 Juni 2020 tidak pernah terbit atau Matahari selalu berada di bawah horizon. Meskipun Matahari selalu di bawah horizon, waktu salat Zuhur tetap dapat dihitung. Hal ini disebabkan perhitungan waktu salat Zuhur pada persamaan 26 hanya mengacu pada waktu saat Matahari berkulminasi atas, yaitu pada saat Matahari tepat di meridian atas²² tanpa memperhitungkan altitud Matahari. Matahari berkulminasi atas dapat terjadi baik pada saat

²⁰ Slamet Hambali, 'Astronomi Islam Dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus', *Al-Ahkam*, 23.2 (2013), 225–36
<<https://doi.org/10.21580/ahkam.2013.23.2.24>>.

²¹ Imroatul Munfaridah, 'Problematika Dan Solusinya Tentang Penentuan Waktu Shalat Dan

Copyright ©2022. *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*. This is an open access article under the CC-BY-SA licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Puasa Di Daerah Abnormal (Kutub)', *Al-Syakhsyiyah Journal of Law and Family Studies*, 3.1 (2021), 37–50.

²² Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah.

altitud Matahari di atas horizon maupun di bawah horizon.

B. Kesimpulan

Simulasi perhitungan waktu salat menggunakan telah dibuat menggunakan spreadsheet. Waktu salat yang dihasilkan dengan spreadsheet tidak jauh berbeda dibandingkan dengan waktu salat yang diperoleh dari aplikasi Accurate Times. Selain itu, simulasi perhitungan waktu salat pada berbagai bujur tempat juga telah dibuat. Simulasi ini dapat menampilkan pengaruh revolusi Bumi pada waktu salat di berbagai lintang tempat.

Daftar Pustaka

Anugraha, Rinto, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, 2012)

Apriandi, Davi, and Reza Kusuma Setyansah, 'Penerapan Media Simulasi Matlab Berbasis Interactive Conceptual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa', *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 6.2 (2017), 159–67 <<https://doi.org/10.24127/ajpm.v6i2.968>>

Firdaus, Thoha, and Arini Rosa Sinensis,

'Perdebatan Paradigma Teori Revolusi: Matahari Atau Bumi Sebagai Pusat Tata Surya?', *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 9.1 (2017), 23–32 <<https://doi.org/10.30599/jti.v9i1.78>>

González, Manuel I., 'Lens Ray Diagrams with a Spreadsheet', *Physics Education*, 53.3 (2018), 1–5 <<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaac7>>

Hambali, Slamet, 'Astronomi Islam Dan Teori Heliocentris Nicolaus Copernicus', *Al-Ahkam*, 23.2 (2013), 225–36 <<https://doi.org/10.21580/ahkam.2013.23.2.24>>

Hidayat, Muhammad, 'Penyebab Perbedaan Hasil Perhitungan Jadwal Waktu Salat Di Sumatera Utara', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 4.2 (2018), 204–18

Katoch, Sunil Kumar, 'MS-Excel Spreadsheet Applications in Introductory Undergraduate Physics-A Review', *Journal of Science and Technology*, 5.3 (2020), 48–52 <<https://doi.org/10.46243/jst.2020.v5.i3.pp48-52>>

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*, 5.1 (2016), 123–38
- Meeus, Jean, 'Astronomical Algorithms (2nd)' (Virginia: Willman-Bell. Inc., 1998)
- Mubit, Rizal, 'Formulasi Waktu Salat Perspektif Fikih Dan Sains', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 3.2 (2017), 41–55 <<https://doi.org/10.30596/jam.v3i2.1527>>
- Munfaridah, Imroatul, 'Problematika Dan Solusinya Tentang Penentuan Waktu Shalat Dan Puasa Di Daerah Abnormal (Kutub)', *Al-Syakhsyiah Journal of Law and Family Studies*, 3.1 (2021), 37–50
- Musfiroh, Imas, 'Penentuan Batas Minimum Parameter Visibilitas Hilal Saat Summer Solstice Dan Winter Solstice', *Elfalaky: Jurnal Ilmu Falak*, 2.1 (2018), 164–98
- Mustaqim, Riza Afrian, 'Relevansi Jadwal Waktu Salat Sepanjang Masa', *Jurnal Alwatzikhoebillah : Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, 6.2 (2020), 22–34 <<https://doi.org/10.37567/alwatzikhoebillah.v6i2.282>>
- Pratidhina, E., W. Sunu Brams Dwandaru, and H. Kuswanto, 'Exploring Fraunhofer Diffraction through Tracker and Spreadsheet: An Alternative Lab Activity for Distance Learning', *Revista Mexicana de Fisica E*, 17.2 (2020), 285–90 <<https://doi.org/10.31349/REVMEXFISE.17.285>>
- Rahmadani, Dini, 'Telaah Rumus Perhitungan Waktu Salat : Tinjauan Parameter Dan Algoritma', *Al-Marshad: Jurnal Astronomi Islam Dan Ilmu-Ilmu Berkaitan*, 4.2 (2018), 172–86
- Raisal, Abu Yazid, Hariyadi Putraga, Muhammad Hidayat, and Rizkiyan Hadi, 'Posisi Matahari Pada Saat Ekuinoks , Summer Solstice , Dan Winter Solstice Di Observatorium Ilmu Falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara', *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 7.1 (2020), 35–41 <<https://doi.org/10.12928/jrkpf.v7i1.15772>>
- Raisal, Abu Yazid, and Arwin Juli Rakhmadi, 'Understanding the Effect of Revolution and Rotation of the Earth on Prayer Times Using Accurate Times', *Ulul*

- Albab: Jurnal Studi Dan Penelitian Hukum Islam*, 4.1 (2020), 81–101
- Rani, S. Ayunisa, H. Kuswanto, A. Yoga Purnama, H. Putranta, and W. Sunu Brams Dwandaru, ‘The Misconception in Graphene’s Dispersion Energy Simulations’, *Revista Mexicana de Fisica E*, 19.1 (2022), 1–9 <<https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.19.010208>>
- Safrianti, Ery, Feranita, and Romi Ardiles, ‘Rancang Bangun Indikator Jam Sholat Abadi Menggunakan Atmel 89S52’, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Oleo & Petrokimia Indonesia*, 1.1 (2008), 1–8
- Sokolova, Tatiana S., Peter I. Dorogokupets, Konstantin D. Litasov, Boris S. Danilov, and Anna M. Dymshits, ‘Spreadsheets to Calculate P–V–T Relations, Thermodynamic and Thermoelastic Properties of Silicates in the MgSiO₃–MgO System’, *High Pressure Research*, 38.3 (2018), 193–211 <<https://doi.org/10.1080/08957959.2018.1465056>>
- Tim Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah* (Yogyakarta: Majelis Tarjih dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, 2009) <http://tarjih.muhammadiyah.or.id/muhfile/tarjih/download/pedoman_hisab_muhammadiyah.pdf>
- Uddin, Zaheer, Muhammad Ahsanuddin, and Danish Ahmed Khan, ‘Teaching Physics Using Microsoft Excel’, *Physics Education*, 52.5 (2017), 1–6 <<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa7919>>