

**BAB II**

**SISTEM WAKTU DALAM PERSPEKTIF ASTRONOMI**

**DAN KONSEPSI WAKTU SALAT MENURUT FIKIH**

**A. Sistem Waktu dalam Perspektif Astronomi**

Waktu adalah konsep dasar yang berkaitan dengan terjadinya peristiwa. Dengan kata lain, ada urutan yang pasti di mana dua peristiwa secara tak serentak (non-simultan) terjadi. Oleh karena itu, diantara dua kejadian non-simultan ada selang interval waktu. Dalam hal ini siang dan malam merupakan fenomena non-simultan berulang yang terjadinya paling banyak dan dengan demikian dapat menunjukkan selang waktu. Penyebab mendasar fenomena ini adalah rotasi Bumi pada porosnya yang telah memberi kita satuan waktu yang paling dasar, yaitu hari. Nantinya, hal ini menghasilkan unit lebih besar seperti bulan dan tahun dan unit lebih pendek seperti jam, menit, dan detik.<sup>1</sup>

Dalam pengertian umum sehari-hari, 1 hari adalah 24 jam, 1 jam adalah 60 menit, dan 1 menit adalah 60 detik. Namun, jika melihat definisi waktu lebih spesifik, akan banyak definisi tentang waktu, tergantung dengan apa yang menjadi acuan untuk mendefinisikan waktu tersebut maka dikenal sistem waktu sebagai penghubung ukuran waktu sebagaimana yang biasa digunakan (tahun, bulan, hari, jam, menit, dan detik). Sistem waktu diperlukan untuk

---

<sup>1</sup> Mohammad Ilyas, *Astronomy of Islamic Times for The Twenty-first Century*, Kuala Lumpur: AS Noordeen, 1999, hal. 10.

menghubungkan ukuran (durasi) waktu seperti yang biasa digunakan dengan fenomena yang dapat diukur atau diamati.

Dalam sistem waktu dikenal istilah saat (*epoch*) dan selang waktu (interval). Saat (*epoch*) mendefinisikan secara presisi waktu kejadian suatu fenomena atau pengamatan. Sedangkan selang waktu (interval) adalah jumlah waktu yang terlewat antara dua saat. Untuk menyatakan selang waktu digunakan skala waktu dengan satuan skala waktu tertentu. Untuk menyusun suatu skala waktu diperlukan suatu fenomena (peristiwa) yang dapat diamati, yang berlangsung berulang-ulang dengan periode yang konstan dan dapat dihitung atau diukur. Periode-periode yang konstan itu menjadi dasar untuk menentukan satuan skala seperti detik, menit, jam, hari, tahun dan lain sebagainya.<sup>2</sup>

Berdasarkan fenomena yang dipakai untuk menentukan skala waktu, maka dikenal sistem-sistem waktu berikut:<sup>3</sup>

1. Waktu Bintang yang didasarkan pada fenomena rotasi harian Bumi pada sumbunya.
2. Waktu Matahari yang didasarkan pada fenomena rotasi Bumi pada sumbunya, dengan komponen gerakan di bola langit, yaitu gerakan pada lingkaran ekliptika.
3. Waktu Ephemeris yang didasarkan pada fenomena revolusi Bumi disekitar Matahari.

---

<sup>2</sup> K.J. Vilianueva, *Pengantar ke dalam Astronomi Geodesi*, Bandung: Departemen Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITB, 1978, hal. 64.

<sup>3</sup> *Ibid.* hal. 64-65.

4. Waktu Atom yang didasarkan pada fenomena oskilasi elektromagnetik karena suatu transisi kuantum suatu atom.

Perubahan di lingkungan sangat nampak jelas. Sehingga lingkungan menyediakan sistem dan skala waktu. Masalah mendasar tentang waktu adalah rotasi Bumi pada sumbunya dan juga revolusi Bumi sekeliling Matahari. Meskipun rotasi maupun revolusi tidak konstan, tetapi para astronom telah meresmikan skala waktu dengan berbagai cara berdasarkan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan pada saat itu. Maka banyak sekali skala waktu yang bermunculan dalam kurun beberapa tahun.

#### **1. *Apparent Solar Time* (Waktu Matahari Hakiki)**

Waktu Matahari Hakiki diukur (ditentukan) oleh sudut jam Matahari dan berdasarkan lokasi pengamatan dari Bumi. Waktu ini berlaku sangat lokal karena berdasarkan lokasi pengamatan. Apabila lokasi pengamatan bergeser maka waktu ini mengalami perubahan.

Istilah lain untuk waktu yang didasarkan pada perjalanan matahari sebenarnya ini disebut *Al-Waqt Asy-Syamsi* (arab) yang sama artinya dengan *waqt Istiwa'*.<sup>4</sup> Waktu ini juga dikenal sebagai waktu surya hakiki setempat, dipendekkan menjadi waktu hakiki setempat atau waktu surya.<sup>5</sup> Waktu ini bisa ditentukan dengan menggunakan jam Matahari (sundial).

---

<sup>4</sup> Susiknan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008, hal. 28.

<sup>5</sup> Abdur Rachim, *Ilmu Falak*, Yogyakarta: Liberty, 1983, hal. 42.

## 2. *Mean Solar Time* (Waktu Matahari Pertengahan)

Rotasi Bumi pada sumbunya dan revolusi Bumi sekeliling Matahari, keduanya tidak seragam. Rotasi Bumi mengalami perlambatan dan tidak teratur. Sedangkan revolusi Bumi sekeliling Matahari pada lingkaran ekliptika tidak seragam. Pergerakan Matahari sejati pada lingkaran ekliptika yang tidak seragam, maka kurang ideal jika digunakan sebagai acuan sistem waktu, perlu adanya pergerakan Matahari menengah yang dikarakterisir pergerakannya seragam di lingkaran ekliptika.<sup>6</sup>

Keseragaman ini menjadikan satu kali pergerakan Matahari dalam lingkaran ekliptika ditempuh dalam durasi waktu yang sama, sehingga akan muncul waktu yang disebut dengan Waktu Matahari menengah atau *Mean Solar Time*. Satu hari Matahari menengah didefinisikan sebagai interval waktu dua kulminasi bawah secara berurutan dari Matahari menengah di suatu meridian (dari tengah malam ke tengah malam berikutnya) dan ini menjadi satuan waktu dalam sistem waktu Matahari menengah. Hari Matahari menengah ini dibagi dalam satuan waktu yang lebih kecil yaitu 24 jam.

Antara *Mean Solar Time* dan *Apparent Solar Time* terdapat selisih. Selisih ini bisa dilihat bahwa Matahari terbit, kulminasi dan terbenam dalam waktu yang tidak sama. Selisih ini disebut *equation of time*.

---

<sup>6</sup> <http://geodesy.gd.itb.ac.id/hzabidin/wp-content/uploads/2007/02/geosat-3-upd.pdf>, diakses pada 9 April 2016

Secara harfiah, *equation of time* berarti Persamaan Waktu. Namun, *equation of time* tidak dapat dimaknai dengan pengertian "Persamaan". Dalam astronomi, kata "*equation*" sering merujuk pada adanya koreksi atau selisih antara nilai rata-rata suatu variabel dengan nilai sesungguhnya. Dalam hal ini, *equation of time* berarti adanya selisih antara waktu matahari rata-rata dengan waktu matahari sesungguhnya. Disini, yang dimaksud dengan waktu matahari adalah waktu lokal menurut pengamat di suatu tempat ketika matahari mencapai transit.<sup>7</sup>

Untuk menjelaskan pengertian *equation of time*, mari kita ambil dua buah matahari fiktif dan satu matahari real yang kita saksikan setiap hari. Matahari fiktif yang pertama bergerak di bidang ekliptika dengan kecepatan konstan mengelilingi bumi yang lintasannya berbentuk lingkaran sempurna. Matahari fiktif ini memiliki posisi yang sama dengan matahari real pada saat posisinya terdekat (*perigee*) dan terjauh (*apogee*) dari bumi. Sementara matahari fiktif yang kedua, bergerak di bidang ekuator dengan kecepatan konstan dan posisinya tepat sama dengan matahari fiktif pertama pada saat ekuinoks. Matahari fiktif yang kedua ini disebut *mean sun* (matahari rata-rata) yang nilainya *right ascension*-nya bertambah secara tetap terhadap waktu.<sup>8</sup>

Ketika matahari fiktif yang kedua (*mean sun*) ini melewati garis meridian, saat itu disebut waktu tengah hari rata-rata (*mean noon*).

---

<sup>7</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit*, Yogyakarta: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Univearsitas Gadjah Mada, 2012, hal. 76

<sup>8</sup> *Ibid.*

Sedangkan saat matahari real melewati garis meridean, saat itu disebut waktu tengah hari yang sesungguhnya (*true noon*).<sup>9</sup>

Misalkan kota Semarang. Waktu rata-rata saat Matahari tepat di garis meridian adalah pukul 12:00:00 waktu setempat. Sementara itu, menurut perhitungan astronomi, pada tanggal 5 Mei 2016 di Semarang, Matahari akan tepat di garis meridian pada pukul 12:03:22 waktu setempat. Ini adalah waktu *true noon* Matahari atau waktu Matahari yang sesungguhnya saat transit. Ini berarti *true noon* Matahari terlambat sebesar 3 menit 22 detik dibandingkan dengan *mean noon* saat Matahari melewati garis meridian. Jadi, pada tanggal 5 Mei 2016, nilai *equation of time* adalah sebesar minus 3 menit 22 detik.

Mungkin ada yang akan mengatakan, karena *true noon* terjadi pada pukul 12:03:22 maka nilai EoT = 12:02:22 – 12:00:00 = positif 3 menit 32 detik. Ini salah, karena *true noon* disini terjadi SETELAH pukul 12:00:00. Berarti *true noon* terlambat dari *mean noon* sehingga nilai EoT negatif.<sup>10</sup>

### 3. Siderial Time (Waktu Bintang)

Waktu yang didasarkan pada peredaran harian bintang-bintang. Sekali peredaran bintang di langit memerlukan waktu 23 jam 56 menit 4.099 detik menurut Waktu Matahari Menengah (*Solar Mean Time*). Jam 00.00.00 waktu bintang adalah ketika titik aries berkulminasi atas. Waktu bintang ini

---

<sup>9</sup> *Ibid.* hal. 76-77

<sup>10</sup> *Ibid.* hal. 77

digunakan dalam praktik pengamatan astronomi, terutama untuk menentukan sudut waktu jam bintang.<sup>11</sup>

#### 4. *Greenwich Mean Time*

Terselenggaranya rangkaian pertemuan internasional kebutuhan standar waktu diawali dengan *Konferensi Geografi Internasional 1871* di Antwerp (Belgia). Dalam konferensi yang ketiga, yang dilaksanakan di Venesia (Italia) pada 1881, penetapan garis bujur nol atau garis bujur utama (meridian utama) yang universal dan penyatuan waktu standar disepakati sebagai sebuah kebutuhan mutlak. *Konferensi Geodesi Internasional* ketujuh yang diselenggarakan di Roma (Italia) pada Oktober 1883 membahas detail teknisnya terkait masalah tersebut lebih lanjut dan menelurkan butir-butir pembahasan diplomatik bagi pertemuan selanjutnya. Puncaknya adalah *Konferensi Meridian Internasional 1884* yang diselenggarakan di Washington (Amerika Serikat) pada Oktober 1884. Konferensi pemuncak itu dihadiri oleh 41 diplomat dari 26 negara yang merepresentasikan dunia masa itu.<sup>12</sup>

Konferensi tersebut menyepakati tujuh resolusi. Diantaranya resolusi mengenai garis bujur nol atau garis bujur utama tunggal untuk semua negara di dunia. *Garis bujur nol tunggal* itu ditetapkan (atas dasar voting) sebagai garis bujur yang melintasi *Royal Observatory of Greenwich*, London (Inggris). Dari garis ini dibentuk 180 garis bujur ke timur dan 180 garis

---

<sup>11</sup> Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005, hal. 91.

<sup>12</sup> <https://ekliptika.wordpress.com/2015/06/29/ramadhan-narasi-detik-kabisat-di-akhir-juni/> diakses pada 24 Mei 2016

bujur ke barat. Juga resolusi tentang definisi hari universal, yang dimulai tepat tengah malam sebagai pukul 00:00 dan diakhiri tepat tengah malam berikutnya sebagai pukul 24:00. Hari universal berpatokan pada hari Matahari rata-rata (*mean solar day*). Satu hari didefinisikan berumur 24 jam dengan 1 jam berumur 60 menit dan 1 menit berumur 60 detik. Sehingga dalam sehari terdapat 86.400 detik. Entitas waktu universal pun terbentuk, saat itu disebut GMT (*Greenwich Mean Time*). Sinkronisasinya dilakukan dengan memanfaatkan jaringan telegraf.<sup>13</sup>

## 5. *Universal Time*

*Universal Time* (UT) merupakan kelanjutan dari sistem waktu GMT. UT didasarkan pada rotasi Bumi sebenarnya yang tidak teratur, karena periode-periode rotasi Bumi tidak konstan. Ketidak-teraturan rotasi Bumi disebabkan oleh adanya variasi spasial dari posisi sumbu rotasi Bumi terhadap badan bumi yang disebut gerakan kutub (*polar motion*). Dan adanya variasi temporal dari kecepatan rotasi bumi yang mengakibatkan variasi dalam panjangnya hari (*length of day, LOD*).<sup>14</sup>

Variasi dari kecepatan rotasi Bumi tersebut dapat dibagi atas 3 jenis, yaitu variasi musim dan variasi-variasi periodik lainnya (variasi harian), perlambatan ataupun percepatan yang berjangka waktu lama (sekular) dan fluktuasi-fluktuasi yang tidak teratur sifatnya.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> *Ibid.*

<sup>14</sup> <http://geodesy.gd.itb.ac.id/hzabidin/wp-content/uploads/2007/02/geosat-3-upd.pdf>, diakses pada 9 April 2016

<sup>15</sup> *Ibid.*

Bila di dalam praktik diperlukan ketelitian waktu sampai beberapa per seratus detik, maka perlu dibedakan beberapa macam Universal Time, yaitu sebai berikut:<sup>16</sup>

- a. **UT0**. Yaitu waktu Matahari menengah sesuai yang diperoleh dari pengamatan astronomis.
- b. **UT1**. Yaitu waktu UT0 yang telah dikoreksi terhadap gangguan rotasi Bumi karena gerakan kutub
- c. **UT2**. Yaitu waktu UT1 yang dikoreksi terhadap gangguan rotasi Bumi karena perubahan musim.

Universal Time (UT) yang sekarang ini digunakan sebenarnya adalah waktu menengah Matahari yang didasarkan pengamatan astronomi dan telah dikoreksi terhadap gerakan rotasi Bumi karena gerakan kutub (UT1).

## 6. *Ephemeris Time*

*Ephemeris Time* (ET) didefinisikan pada tahun 1950 karena adanya ketidakcermatan dalam skala waktu UT yang disebabkan oleh adanya ketidakaturan dan variasi rotasi Bumi. ET adalah skala waktu astronomis yang didasarkan pada pergerakan Bumi sekeliling Matahari atau gerak semu Matahari di bola langit. Gerakan semu Matahari ini diamati dengan mengamati posisi-posisi planet-planet dalam sistem Matahari dengan Matahari. Biasanya yang diamati adalah Bulan, yang data-datanya samapai abad ke-17 masih tersedia.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> K.J. Vilianueva, *Pengantar...* hal. 76

<sup>17</sup> *Ibid.*

## 7. *Atomic Time*

Ketidakteraturan waktu UT hanya diperoleh setelah melakukan koreksi atas gangguan gerak kutub Bumi dan gangguan musiman, yang mana hanya dapat dilakukan koreksinya setelah beberapa bulan berdasarkan pengamatan di beberapa stasiun yang tersebar dipermukaan Bumi, maka telah diciptakan suatu skala waktu internasional berdasarkan suatu jam atom yang mempunyai skala yang sangat teratur dan teliti.<sup>18</sup>

Jam atom awal mulai dikembangkan pada tahun 1949 di Amerika Serikat. Pada tahun 1955 jam atom mulai beroperasi sepenuhnya yang berbasis maser isotop cesium-133. Baru kemudian diberlakukan mulai pada 1 Januari 1958.<sup>19</sup> Dari jam atom ini, lahirlah 1 detik yang dinyatakan sebagai durasi waktu yang dibutuhkan oleh gelombang elektromagnetik hasil transisi dua tingkat superhalus (*hyperfine*) pada isotop atom cesium-133 dalam keadaan dasar untuk bergetar 9.192.631.770 kali. Jam atom begitu presisi sehingga bila dua jam atom identik dijalankan secara bersama-sama, mereka baru akan memiliki selisih 1 detik antara satu dengan lainnya setelah beroperasi selama 30 juta tahun penuh.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> *Ibid.* hal. 77.

<sup>19</sup> Dennis D McCarthy, *Evolution of Time Scale from Astronomy to Physical Metrology*, Washington: US Naval Observatory, 2011, hal. 136

<sup>20</sup> <https://ekliptika.wordpress.com/2015/06/29/ramadhan-narasi-detik-kabisat-di-akhir-juni/> diakses pada 24 Mei 2016

### 8. *Barycentric Dynamical Time dan Terrestrial Dynamic Time*

Sekitar tahun 1976, dua jenis sistem waktu dinamik baru didefinisikan, yaitu : *Barycentric Dynamic Time* (TDB) dan *Terrestrial Dynamic Time* (TDT).<sup>21</sup>

Sistem waktu TDB diturunkan dari pergerakan planet-planet serta Bulan yang mengacu ke *barycenter* (pusat massa) dari sistem Matahari. Sedangkan sistem waktu TDT mengacu ke pusat massa Bumi (*geocenter*).

TDB adalah sistem waktu inersia (berdasarkan Hukum Newton) dan umum digunakan dalam pendefinisian ephemeris dari sistem Matahari serta navigasi wahana angkasa. Sedangkan TDT adalah sistem waktu kuasi-inersia pengganti *Ephemeris Time* dan umum digunakan dalam pengintegrasian persamaan diferensial dari pergerakan satelit dalam mengorbit bumi.<sup>22</sup>

### 9. *Universal Time Coordinated*

Untuk penyiaran tanda waktu dengan skala waktu yang konstan, maka dipakailah jam atom dengan skala waktu yang dinamakan *Universal Time Coordinated* (UTC). Skala waktu UTC ini dipelihara oleh BIH (*Bureau International de l'heure*) yang berkedudukan di Observatorium Paris (Prancis) dan kecepatannya sama dengan Jam Atom. Skala waktu UTC dipelihara sedemikian rupa agar tak berselisih jauh dengan UT1. Bila selisihnya menjadi terlalu besar, maka jam UTC ini akan dimajukan atau

---

<sup>21</sup> <http://geodesy.gd.itb.ac.id/hzabidin/wp-content/uploads/2007/02/geosat-3-upd.pdf>, diakses pada 9 April 2016

<sup>22</sup> *Ibid.*

dimundurkan beberapa detik agar sama atau hampir menyamai UT1 lagi.<sup>23</sup> Selisih antara UTC dan UT1 tidak boleh melebihi 0,9 detik.<sup>24</sup> Jadi, UTC adalah jam atom berbasis astronomis, jam atom sebagai kecepatannya dan UT1 sebagai acuan sistem waktunya.

Selisih antara UT1 dan UTC yang diprediksi dan yang disiarkan bersama penyiaran tanda waktu dinyatakan dalam DUT1. DUT1 ini adalah koreksi yang dapat diberikan pada UTC untuk mendapatkan pendekatan yang lebih baik dengan UT1. Harga-harga DUT1 disiarkan oleh BIH dalam kelipatan dari 0,1 detik yang diupayakan pada akhir Juni atau Desember.

Perbedaan UTC dan UT sangat kecil (sepersekian detik), sehingga antara UTC dan UT tidak begitu berpengaruh. Tidak jarang orang lebih sering menggunakan UT daripada UTC walaupun secara teknis hal demikian kurang tepat. UTC merupakan waktu legal dunia yang dikenalkan dan berlaku pada tahun 1972 sampai sekarang ini.<sup>25</sup>

#### **10. *Terrestrial Time, Barycentric and Geocentric Coordinate Time***

Dalam kerangka teori relativitas umum (*general relativity*) jam yang bergerak bersama Bumi akan mengalami variasi periodik akibat pergerakannya dalam medan gravitasi Matahari. Dalam kerangka ini waktu tidak lagi menjadi kuantitas yang absolut, melainkan kuantitas yang berubah dengan lokasi dan kecepatan. Dengan kata lain, setiap jam akan menunjukkan waktu sebenarnya (*proper time*), masing-masing tergantung

---

<sup>23</sup> K.J. Vilianueva, *Pengantar...* hal. 77.

<sup>24</sup> Detik yang digunakan untuk melakukan penambahan atau pengurangan dalam skala waktu UTC agar sinkron dengan waktu astronomi (UT1) disebut *leap second* atau detik kabisat.

<sup>25</sup> K.J. Vilianueva, *Pengantar...* hal. 77.

lokasi dan kecepatannya, dan kesemuanya terhubungkan melalui transformasi ruang-waktu empat-dimensi.<sup>26</sup>

Untuk mengakomodir adanya efek relativitas ini maka pada tahun 1992, IAU mendefinisikan sistem-sistem waktu baru, yaitu : *Terrestrial Time* (TT), *Geocentric Coordinate Time* (TCG), dan *Barycentric Coordinate Time* (TCB). TT dimaksudkan untuk menggantikan TDT. Secara konseptual, TT adalah skala waktu uniform yang akan diukur oleh suatu jam yang ideal di permukaan geoid. Secara praktis, TT direalisasikan dengan waktu atom internasional (TAI).<sup>27</sup>

Sedangkan TCB adalah koordinat waktu relativistik dari kerangka barisentrik empat-dimensi dan TCG adalah koordinat waktu relativistik dari kerangka geosentrik empat-dimensi.<sup>28</sup>

## B. Konsepsi Waktu Salat Menurut Fikih

Penentuan waktu salat pada dasarnya merujuk pada nash, baik itu nash al-Quran maupun al-Hadits. Dalam nash al-Quran tidak menyebutkan secara jelas dan detail kapan dimulainya dan berakhirnya waktu salat. Adapun nash al-Quran tentang waktu salat antara sebagai berikut:

... إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَّوْقُوتًا

---

<sup>26</sup> <http://geodesy.gd.itb.ac.id/hzabidin/wp-content/uploads/2007/02/geosat-3-upd.pdf>, diakses pada 9 April 2016

<sup>27</sup> *Ibid.*

<sup>28</sup> *Ibid.*

Artinya : “...Sesungguhnya salat merupakan kewajiban yang telah ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman.” (QS. An-Nisa [4] : 103)<sup>29</sup>

Menurut Ibnu Abbas dan juga riwayat dari Mujahid, Salim bin Abdillah, Muhammad bin Husain, Hasan, Muqatil dan Athiyyah Al-Aufy bahwa ayat diatas menjelaskan bahwa salat hukumnya fardhu, sedangkan Ibnu Mas’ud berpendapat bahwa salat itu mempunyai waktu seperti ibadah haji.<sup>30</sup>

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ إِنَّ الْقُرْءَانَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

Artinya: “Dirikanlah shalat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh. Sesungguhnya shalat subuh itu disaksikan (oleh malaikat).” (QS. Al-Isra [17]: 78)<sup>31</sup>

Kata *dulūk as-syams* menurut Ibnu Mas’ud, Mujahid dan Ibnu Zaid adalah ternemanya Matahari. Sedangkan menurut Husyaim adalah tergelincirnya Matahari. Para ahli tafsir berpendapat bahwa *li dulūk as-syams ilā ghasaq al-lail* mencakup salat dhuhur, ashar, maghrib dan isya’ sedangkan *qur’ān al-fajr* diartikan sebagai salat fajar.<sup>32</sup>

وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفِي النَّهَارِ وَزُلْفًا مِّنَ اللَّيْلِ ...

Artinya: “Dan dirikanlah sembahyang itu pada kedua tepi siang (pagi dan petang) dan pada bahagian permulaan daripada malam...” (QS. Huud [11]: 114)<sup>33</sup>

Ali ibn Abi Thalhaf mengatakan bahwa yang dimaksud dengan *tharafay an-nahār* adalah salat maghrib dan subuh sebagaimana yang dijelaskan oleh Hasan dan Abdurrahman ibn Zaid ibn Aslam. Sedangkan kata *zulaf min al-lail*

<sup>29</sup> Departemen Agama RI, *Al-Quran Al-Karim dan Terjemahannya*, Surabaya: Halim, 2014, hal. 95

<sup>30</sup> Ismail Ibn Amr Ibn Katsir, *Tafsir Al-Qu’an Al-Adhim Jilid II*, Riyadl : Dar At-Thayyibah Li An-Nasyr Wa At-Tauzi’, 1999, Hal. 403

<sup>31</sup> *Ibid.* hal. 290

<sup>32</sup> Ismail Ibn Amr Ibn Katsir, *Tafsir ...Jilid V*, 1999, Hal. 102

<sup>33</sup> *Ibid.* hal. 234

menurut Ibnu Abbas, Mujahid, Hasan adalah salat isya' dan menurut Hasan dalam riwayat yang lain adalah salat maghrib dan isya'<sup>34</sup>

فَأَصْبِرْ عَلَىٰ مَا يَقُولُونَ وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ غُرُوبِهَا وَمِنْ آنَاءِ  
الَّيْلِ فَسَبِّحْ وَأَطْرَافَ النَّهَارِ لَعَلَّكَ تَرْضَىٰ

Artinya: “Maka sabarlah kamu atas apa yang mereka katakan, dan bertasbihlah dengan memuji Tuhanmu, sebelum terbit matahari dan sebelum terbenamnya dan bertasbih pulalah pada waktu-waktu di malam hari dan pada waktu-waktu di siang hari, supaya kamu merasa senang.” (QS. Thaha [20]: 130)<sup>35</sup>

Pada ayat di atas, yang dimaksud dengan tasbih adalah salat. Yang dimaksud dengan *wa sabbih bi hamd rabbika qabla thulū' as-syams* adalah salat fajar. Sedangkan *qabla ghurūbiha* adalah salat ashar<sup>36</sup> dan ada pula yang mengatakan salat dhuhur dan ashar.<sup>37</sup>

Sedangkan nash al-Hadits menjelaskan secara rinci kapan mulai dan berakhirnya waktu salat. Adapun nash al-Hadits yang menjelaskan secara rinci tentang waktu salat antara lain sebagai berikut :

عن عبد الله بن عمرو رضي الله عنهما قال أن النبي صلى الله عليه وسلم قال وقت الظهر اذا  
زالت الشمس وكان ظل الرجل كطوله ما لم يخضر العصر و وقت العصر ما لم تصفر الشمس و  
وقت صلاة المغرب ما لم يغب الشفق و وقت صلاة العشاء إلى نصف الليل الاوسط و وقت صلاة  
الصبح من طلوع الفجر ما لم تطلع الشمس فاذا طلعت الشمس فامسك عن الصلاة فانها تطلع بين  
قرني الشيطان.<sup>38</sup>

Artinya : “Diriwayatkan dari Abdullah bin Amr r.a bahwa dia berkata: sesungguhnya Nabi SAW bersabda: waktu dzuhur apabila matahari telah

<sup>34</sup> Ismail Ibn Amr Ibn Katsir, *Tafsir ...Jilid IV*, 1999, Hal. 354-355

<sup>35</sup> *Ibid.* hal. 321

<sup>36</sup> Ismail Ibn Amr Ibn Katsir, *Tafsir ...Jilid V*, 1999, Hal. 325

<sup>37</sup> Mahmud Ibnu Umar Az-Zamakhshary, *Tafsir Al-Kasysyaf, Cet ke-3*, Beirut: Darul Ma'rifah, 2009, hal. 740.

<sup>38</sup> Imam Abu Husain Muslim bin Hajjaj al-Qusyairy, *Sahih Muslim*, Beirut: Darul Kutub Al-ilmiah, tt, hal. 427

tergelincir sampai bayang-bayang seseorang sama dengan tingginya, yaitu sebelum datang waktu ashar. Waktu ashar sebelum matahari menguning. Waktu maghrib sebelum hilangnya syafaq. Waktu isya' sampai tengah malam dan waktu subuh mulai terbitnya fajar sampai sebelum terbitnya matahari. Ketika terbit Matahari janganlah melakukan salat karena pada saat itu bersamaan dengan munculnya dua tanduk syaitan.”

Dari penjelasan nash tentang waktu salat di atas, dapat ditarik benang merah bahwa penentuan waktu salat berdasarkan atas fenomena peredaran Matahari, baik di atas ufuk (horison) maupun di bawah ufuk. Fenomena dari peredaran Matahari tersebut antara lain adalah berubahnya panjang bayangan suatu benda, terbit dan terbenamnya Matahari, munculnya fajar dan hilangnya mega merah.

Penentuan waktu salat pada dasarnya harus melakukan observasi atau pengamatan langsung terhadap posisi Matahari (rukyat). Namun seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, manusia tidak lagi melakukan observasi untuk mengetahui waktu salat, namun cukup dengan melakukan perhitungan astronomis untuk mengetahui posisi Matahari (hisab).

Puncak dalam perkembangan astronomi tentang sistem waktu dalam kajian ilmu falak tentang waktu salat adalah transformasi dari posisi Matahari oleh hisab menjadikan waktu salat diindikasikan dengan jam. Dengan kata lain bahwa waktu Dhuhur yang dimulai setelah Matahari tergelincir (*zawal*) ditransformasi menjadi waktu Dhuhur dimulai pada jam tertentu. Demikian pula dengan waktu Ashar, Maghrib, Isya' dan Subuh tidak lagi ditandai dengan posisi Matahari maupun fenomena akibat posisi Matahari, tetapi cukup melihat jam berapa waktu salat tersebut masuk.

Dalam kajian ilmu falak, ada beberapa macam waktu yang digunakan untuk mengetahui waktu salat. Yaitu sebagai berikut:

### **1. Waktu Hakiki**

Waktu Hakiki (WH) adalah skala waktu yang didasarkan pada perjalanan matahari sebenarnya. Waktu ini disebut juga *Apparent Solar Time* atau *Al-Waqt Asy-Syamsi* (arab) yang sama artinya dengan *waqt Istiwa'*.<sup>39</sup> Waktu ini juga dikenal sebagai waktu surya hakiki setempat, dipendekkan menjadi waktu hakiki setempat atau waktu surya.<sup>40</sup> Waktu yang didasarkan pada peredaran Matahari yang sebenarnya, yaitu pada saat Matahari berkulminasi atas pada saat itu pukul 12:00:00.<sup>41</sup>

Lamanya satu hari Matahari tidak seragam. Begitu pula dengan lamanya siang dan malam yang tidak seragam. Pada suatu saat, siang bisa lebih lama daripada malam, begitu pula sebaliknya. Hal demikian disebabkan karena rotasi Bumi pada sumbunya yang tidak teratur dan gerakan ekliptika pada bola langit.

Dalam ranah waktu salat, Waktu Hakiki ini tidak akan berubah kapan waktu salat dimulai. Akan tetapi jam sebagai petunjuk waktu Hakiki selalu berubah-ubah sesuai dengan pergerakan posisi Matahari sebenarnya.

### **2. Waktu Pertengahan**

Untuk menjaga stabilnya waktu agar tidak berubah-ubah setiap saat untuk penyesuaian kedudukan Matahari, maka dibuatlah Waktu

---

<sup>39</sup> Susiknan Azhari, *Ensiklopedi...* hal. 28.

<sup>40</sup> Abdur Rachim, *Ilmu...* hal. 42.

<sup>41</sup> Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1 Penentuan Awal Waktu Salat dan Kiblat Seluruh Dunia*, Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011, hal. 81.

Pertengahan, yaitu waktu yang didasarkan pada peredaran Matahari khayal yang seakan akan teratur, tidak terlalu cepat juga tidak pernah terlambat.<sup>42</sup> Waktu ini disebut juga *Mean Solar Time*. Satu hari Matahari mengengah dianggap selalu sama/seragam, tidak pernah lebih lama maupun lebih cepat.

Waktu pertengahan secara legal internasional yang dipakai adalah skala waktu UTC. UTC merupakan waktu Matahari rata-rata dengan meridian Greenwich sebagai referensinya. Namun, untuk keperluan yang lebih kecil, tidak menggunakan waktu UTC melainkan waktu daerah. Waktu Daerah merupakan waktu pertengahan yang menggunakan meridian tertentu sebagai referensinya.<sup>43</sup> Secara prinsip waktu UTC dan Waktu Daerah adalah sama, perbedaannya hanya pada referensi merediannya.

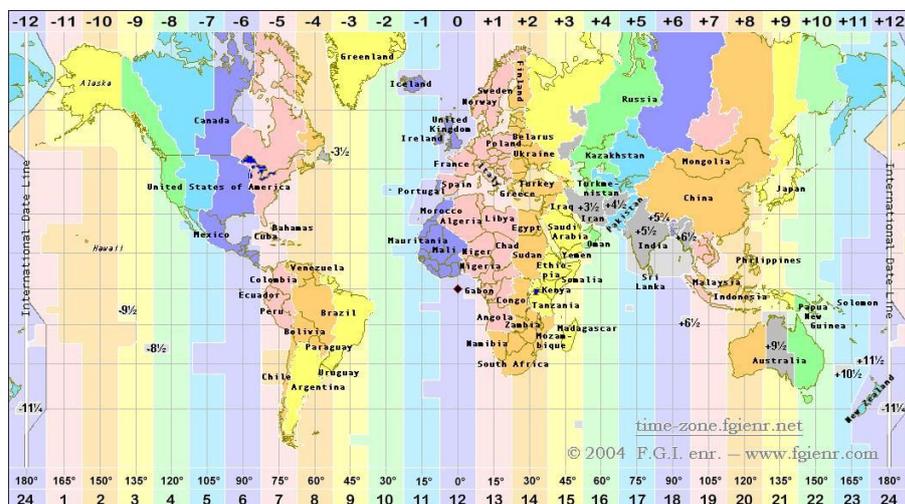
Waktu daerah menggunakan dasar bahwa Bumi terbagi menjadi 24 wilayah waktu yang dibatasi oleh meridian-meridian dengan selisih bujur 15 derajat (1 jam). Dalam setiap wilayah ini berlaku satu macam waktu wilayah dengan meridian tengahnya sebagai referensi. Wilayah 0 meridian adalah meridian Greenwich. Ke timur dari Greenwich tiap wilayah beri nomor -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9, -10, -11 dan -12 dan ke barat dari Greenwich tiap wilayah diberi nomor +1, +2, +3, +4, +5, +6, +7, +8, +9, +10, +11 dan +12.<sup>44</sup> Untuk lebih jelasnya, lihat gambar berikut ini :

---

<sup>42</sup> *Ibid.* hal. 94.

<sup>43</sup> *Ibid.*

<sup>44</sup> K.J. Vilianueva, *Pengantar...* hal. 70



Gambar 2.1  
Peta Pembagian Zona Waktu

### C. Jam sebagai Instrumen Penunjuk Waktu dan Kalibrasinya

Banyaknya sistem dan skala waktu dalam astronomi secara umum, tidak bisa lepas dari jam. Jam berfungsi sebagai perkakas untuk menunjukkan waktu.<sup>45</sup> Dalam kehidupan sehari-hari ada berbagai macam jenis jam yang digunakan untuk mengetahui waktu. Namun, secara mendasar jenis jam ada 2 (dua) macam yaitu sebagai berikut:

#### 1. Jam Analog

Jam analog menampilkan *clock face* dalam bentuk 12 jam yang berulang, dilengkapi jarum sebagai penunjuk jam, jarum penunjuk menit dan jarum penunjuk detik.<sup>46</sup>

<sup>45</sup> Meity Taqdir Qodratillah et. al., *Kamus Bahasa Indonesia*, Jakarta: Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional, 2008, hal. 611

<sup>46</sup> <http://elektronikgadget.com/jam-tangan-digital-atau-analog/> diakses pada 26 November 2016

## 2. Jam Digital

Seiring berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, jam mengalami perkembangan pula. Muncul jam yang menampilkan angka-angka sebagai petunjuk waktu saat itu melalui layar elektronik.<sup>47</sup>

Sistem dan skala waktu tidak ada yang konstan. Walaupun yang dipakai adalah gerakan menengah benda langit, tetap saja akan mengalami perubahan bila terjadi selisih yang signifikan. Seperti dalam waktu Matahari. Sistem waktu Matahari menengah (*Mean Solar Time*) dengan skala Waktu Universal (UT) akan dilakukan kalibrasi apabila UT terpaut selisih lebih dari 0,9 detik. Kalibrasi akan dilakukan dengan menyelipkan detik (*leap second*) agar waktu iniversal bisa sama/berdekatan dengan hasil pengamatan matahari.<sup>48</sup> Apabila waktu Matahari sejati (*Apparent Solar Time*) maka kalibrasi harus sering dilakukan karena peredaran Matahari setiap hari selalu berubah-ubah.

Jam yang dipakai sehari-hari ada yang secara otomatis melakukan penyesuaian bila terjadi kesalahan penunjukan waktu dan ada juga yang tidak bisa secara otomatis melakukan penyesuaian sehingga membutuhkan seseorang untuk melakukan penyesuaian tersebut. Penyesuaian disebut dengan kalibrasi jam.

---

<sup>47</sup> *Ibid.*

<sup>48</sup> Pengamatan Matahari terus dilakukan dengan cara melihat kulminasi dimeridian Greenwich. Bila selisih waktu universal (UT) dengan hasil pengamatan lebih dari 0,9 detik maka *leap second* akan dimasukkan dengan cara mengurangi akan menambahkan 1 detik. Penambahan atau pengurangan ini dilakukan tengah malam pada akhir bulan Juni atau Desember. Terakhir penambahan *leap second* pada 30 Juni 2015. Pada saat itu setelah pukul 23:59:59 tidak langsung pukul 00:00:00 tetapi pukul 23:59:60.

Kalibrasi dalam bahasa Inggris adalah *calibration* yang berarti peneraan, pencocokan, penyesuaian, pertimbangan dengan ukuran dasar.<sup>49</sup> Kalibrasi merupakan proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan spesifikasinya.<sup>50</sup> Kalibrasi jam berarti melakukan verifikasi jam yang dipakai sebagai petunjuk waktu apakah sudah tepat atau belum. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan suatu standar yang terhubung secara nasional maupun internasional yang dilakukan secara periodik.

Kalibrasi jam menjadi hal yang sangat urgen untuk mendapat tingkat akurasi waktu yang sangat tinggi. Termasuk penggunaan jam dalam menentukan waktu salat. Adapun sumber rujukan untuk melakukan kalibrasi jam antara lain sebagai berikut:

1. Global Positioning System (GPS)

Jam GPS mempunyai akurasi waktu yang tinggi karena terhubung langsung dengan satelit.

2. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

Cara kalibrasi melalui BMKG bisa melihat di websitenya yang berada di bagian atas kiri atau bisa mengunjungi langsung mengunjungi alamat websitenya <http://time.bmkg.go.id/Jam.BMKG>. Berdasarkan tugas pokok dan fungsinya, BMKG adalah lembaga yang dipercaya oleh pemerintah untuk melakukan kegiatan geofisika yang didalamnya memuat tentang sistem waktu.

---

<sup>49</sup> John M. Echols dan Hasan Syadily, *Kamus Inggris-Indonesia cet. XXVII*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2006, hal. 94

<sup>50</sup> Alan S. Morris, *Measurement and Instrumentation Principles*, Butterworth Heinemann: tp. 2001, hal. 64-65

3. Pusat Penelitian Kalibrasi Instrumentasi Metrologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Puslit KIM-LIPI). Kalibrasi bisa dilakukan dengan melihat website Puslit KIM-LIPI di **<http://time.kim.lipi.go.id/>**
4. Radio Republik Indonesia (RRI)  
Radio Republik Indonesia (RRI) biasanya mengumumkan jam pada pukul 07.00 dan 19.00. Apabila ingin melakukan kalibrasi jam dengan jam yang disiarkan oleh Radio Republik Indonesia bisa mendengarkan radio tersebut sebelum jam 07.00 atau 19.00
5. Website **<http://time.gov/>** yang dikelola oleh NIST (*National Institute of Standards and Technology*) dan USNO (*United States Naval Observatory*) dari Amerika Serikat maupun website lain yang mempublikasikan jam dengan akurat seperti **<http://time.is>**