

BAB II

PENENTUAN AWAL WAKTU SALAT

A. Landasan Normatif Penentuan Awal Waktu Salat

1. Dalil Awal Waktu Salat

Waktu-waktu salat telah ditetapkan Allah swt sebagaimana firman-Nya:

a. Surat An-Nisa' (4): 103

فَإِذَا قَضَيْتُمُ الصَّلَاةَ فَادْكُرُوا اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِكُمْ فَإِذَا اطْمَأْنَنْتُمْ فَأَقِيمُوا
الصَّلَاةَ إِنَّ الصَّلَاةَ كَانَتْ عَلَى الْمُؤْمِنِينَ كِتَابًا مَوْقُوتًا

“Maka apabila kamu telah menyelesaikan salat (mu), ingatlah Allah di waktu berdiri, di waktu duduk dan di waktu berbaring. Kemudian apabila kamu telah merasa aman, maka dirikanlah salat itu (sebagaimana biasa). Sesungguhnya salat itu adalah kewajiban yang ditentukan waktunya atas orang-orang yang beriman” (Depag, 1995: 138).

Ayat ke-103 dari surat an-Nisa' merupakan ayat salat *khauf*. *Asbābunnuzūl* ayat 101-102, diriwayatkan oleh Ibnu Jarir dari Ali beliau berkata: “satu kaum dari Bani Najjar bertanya kepada Rasulullah saw, mereka berkata: “wahai Rasulullah, kami sedang dalam perjalanan, maka bagaimana kami salat?”. Maka turunlah ayat

وَإِذَا ضَرَبْتُمْ فِي الْأَرْضِ فَلَيْسَ عَلَيْكُمْ جُنَاحٌ أَنْ تَقْصُرُوا مِنَ الصَّلَاةِ.

Ayat (wahyu) terputus sampai di sini. Kemudian setelah hampir setahun setelah kejadian itu Nabi keluar untuk berperang, dan ketika tiba waktu zuhur Nabi bersama para sahabatnya melaksanakan salat Zuhur. Pada saat Nabi sedang salat, kaum Musyrikin berseru: “Sungguh memungkinkan bagi kalian untuk menyerang Muhammad dan Sahabatnya dari belakang, apakah kalian ingin menyerangnya?”. Kemudian salah seorang di antara mereka berkata: “masih ada kelompok lain yang sama banyaknya dengan kelompok itu di belakangnya”.

Kemudian Allah menurunkan ayat (إِنْ حِفْتُمْ أَنْ يَفْتِنَكُمْ الَّذِينَ كَفَرُوا) sampai pada ayat (عَذَابًا مُهِينًا). Setelah itu, turunlah ayat salat khauf yaitu an-Nisa' ayat 103 (Syuyuti, 2002: 91).

Lafaz “*Kitāban Mauqūtan*” pada akhir ayat 103 ini memiliki beberapa penafsiran, sebagaimana dikatakan oleh Abu Ja’far, ada beberapa penafsiran oleh ahli tafsir. Sebagian mengatakan bahwa makna “*Kitāban Mauqūtan*” adalah “difardukan”. Diantara beberapa ahli ta’wil tersebut adalah ‘Atiyyah al-‘Aufi, Ibnu Zaid, Aḥmad ibn Mufaḍḍil, Ya’qūb bin Ibrāhīm, Muḥammad bin ‘Amrū, dan Abu Nu’aim. Sementara Ibnu Mas’ud berpendapat makna lafaz “*Kitāban mauqūtan*” adalah memiliki waktu-waktu tertentu. Dia mengatakan bahwa makna ayat ini adalah salat memiliki waktu-waktu tertentu sebagaimana ibadah haji. (Ṭabarī. 2010: III/ 2516) .

Al-Marāgī (2006:2/303) menafsirkan “*Kitāban Mauqūtan*” bahwa salat dalam syariat Allah swt itu fardu *muakkad* pada waktu-waktu yang dibatasi (ditentukan). Melaksanakannya wajib di dalam waktu-waktunya jika dimungkinkan, dan dilaksanakan di dalam waktunya dengan cara qasar dengan syarat-syarat tertentu. Hikmah dari adanya waktu-waktu salat adalah jika sesuatu tidak memiliki wakt-waktu yang ditentukan, maka akan ditinggalkan atau diabaikan karena tidak mendapatkan perhatian serius dari Mukalaf.

b. Surat Al-Isra' (17): 78

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

“Dirikanlah salat dari sesudah Matahari tergelincir sampai gelap malam dan dirikan pula salat subuh. Sesungguhnya salat subuh itu disaksikan oleh malaikat” (Depag, 1995: 436).

Mujahid (1992: VIII/128) menafsiri “*wa Qur’ān al-fajr*” adalah salat Subuh. “*inna Qur’ān al-fajri kāna Masyhūdā*” maknanya adalah malaikat malam dan malaikat siang berkumpul pada waktu Subuh.

Al-Marāgī (2006: V/344) mengartikan “*dulūk asy-syams*” adalah tergelincirnya Matahari dari setengah busur siang, Sedangkan makna “*al-Ḡosaq*” adalah gelap gulita. Lafaz “*wa Qur’ān al-fajr*” berarti salat subuh dan lafaz “*kāna masyhūdan*” disaksikan oleh Malaikat.

c. Surat Tāhā (20) ayat 130

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

“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.” (Depag, 1995: 492)

Al-Marāgī (2006:6/138) menafsiri ayat tersebut:

“Sabarlah wahai Rasul atas apa yang dikataka orang-orang pendusta, seperti mengatakan anda penyihir, anda gila dan anda penyair. Sibuklah dengan mensucikan Allah sebelum terbit dan terbenamnya Matahari pada waktu-waktu malam hari dan pada tepi-tepi siang hari. Yang di maksud dengan waktu-waktu itu adalah waktu-waktu secara umum. Sebagaimana diriwayatkan di dalam Sahih Muslim bahwa Rasulullah bersabda: ”Sekali-kali tidak akan memasuki neraka seseorang yang mengerjakan shalat sebelum Matahari terbit dan sebelum ia terbenam”.

Ibnu Mas’ud mantakwil ayat :

وَسَبِّحْ بِحَمْدِ رَبِّكَ قَبْلَ طُلُوعِ الشَّمْسِ وَقَبْلَ غُرُوبِهَا

Maksud dari bertasbih pada ayat ini adalah salat (Ṭabarī, 1992:8/477).

d. Surat Hūd (11) ayat 114:

وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفِي النَّهَارِ وَزُلْفًا مِّنَ اللَّيْلِ إِنَّ الْحَسَنَاتِ يُذْهِبْنَ السَّيِّئَاتِ ذَلِكَ ذِكْرٌ لِّلذَّاكِرِينَ

“Dan dirikanlah sembahyang itu pada kedua tepi siang (pagi dan petang) dan pada bahagian permulaan daripada malam. Sesungguhnya perbuatan-perbuatan yang baik itu menghapuskan (dosa) perbuatan-perbuatan yang buruk. Itulah peringatan bagi orang-orang yang ingat” (Depag, 1995: 344)

Diriwayatkan oleh (al-Bukhari dan Muslim) yang bersumber dari Ibnu Mas’ud bahwa seorang laki-laki, setelah mencium seorang wanita, datang menghadap Rasulullah saw. seraya menerangkan peristiwa tersebut. Maka Allah menurunkan ayat ini (Hud: 114) yang menegaskan kejahatan itu dapat diampuni Allah dengan melaksanakan salat lima waktu.

Diriwayatkan oleh at-Tirmidi dan lain-lain, yang bersumber dari Abu al-Yasar bahwa Abu al-Yasar kedatangan seorang wanita yang mau membeli kurma. Ia berkata: “Di rumahku ada kurma yang lebih baik daripada ini.” Maka masuklah wanita itu bersamanya, kemudian ia merangkul wanita itu dan menciumnya. Setelah itu ia menghadap Rasulullah saw. seraya menerangkan kejadian tersebut. Bersabdalah Rasulullah saw.: “Beginikah engkau apabila dititipi istri oleh suaminya yang sedang berperang?” lama sekali Abu al-Yasar menundukkan kepala. Berkenaan dengan peristiwa tersebut, turunlah ayat ini (Hud: 114) yang memerintahkan untuk mendirikan salat lima waktu, karena

perbuatan yang baik dapat menghapus perbuatan yang tidak baik. (Syuyūṭi, 2002:148-149)

Ada beberapa pendapat dari ahli takwil mengenai makna dari “ طَرْفِي ”

“ وَزُلْفًا مِنَ اللَّيْلِ ” dan “ النَّهَارِ ” Beberapa di antaranya berpendapat bahwa arti “ طَرْفِي ”

“ النَّهَارِ ” adalah salat Zuhur, Asar dan Subuh, yang mana Zuhur dan asar adalah

salat-salat sore hari (صلاة العشي) dan salat pagi hari (صلاة الغداة) adalah Subuh.

Diantara yang berpendapat demikian adalah Mujāhid, Muḥammad bin Ka’ab al-

Qaraḏī, dan Ad-Ḍahāk. Sementara Ibn ‘Abbās, al-Ḥasan dan Ibn Zaid

berpendapat bahwa makna dari (صلاة الغداة) adalah salat Subuh dan Magrib.

Adapun makna “ وَزُلْفًا مِنَ اللَّيْلِ ” Ibn Zaid berpendapat maknanya adalah salat

Isya. (Ṭabarī, 1992: VII/124-128)

e. Hadis Jabir ra.:

أَخْبَرَنَا الْحَسَنُ بْنُ سَفْيَانَ قَالَ أَخْبَرَنَا حَبَانُ بْنُ مُوسَى أَخْبَرَنَا عَبْدُ اللَّهِ ، قَالَ : حَدَّثَنَا
حُسَيْنُ بْنُ عَلِيٍّ بْنِ حُسَيْنٍ ، عَنْ وَهْبِ بْنِ كَيْسَانَ ، عَنْ جَابِرٍ ، قَالَ " : جَاءَ جَبْرِيلُ
إِلَى النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ حِينَ زَالَتِ الشَّمْسُ ، فَقَالَ : قُمْ يَا مُحَمَّدُ ، فَصَلِّ
الظُّهْرَ ، فَقَامَ فَصَلَّى الظُّهْرَ ، ثُمَّ جَاءَهُ حِينَ كَانَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ مِثْلَهُ ، فَقَالَ : قُمْ فَصَلِّ
العَصْرَ ، ثُمَّ قَامَ فَصَلَّى العَصْرَ ، ثُمَّ جَاءَهُ حِينَ غَابَتِ الشَّمْسُ ، فَقَالَ : قُمْ فَصَلِّ

الْمَغْرِبَ ، فَقَامَ فَصَلَّى الْمَغْرِبَ ، ثُمَّ مَكَثَ حَتَّى ذَهَبَ الشَّفَقُ ، فَجَاءَهُ فَقَالَ : قُمْ
فَصَلِّ الْعِشَاءَ ، فَقَامَ ، فَصَلَّاهَا ، ثُمَّ جَاءَهُ حِينَ سَطَعَ الْفَجْرُ بِالصُّبْحِ ، فَقَالَ : قُمْ يَا
مُحَمَّدُ ، فَصَلِّ ، فَقَامَ ، فَصَلَّى الصُّبْحَ ، وَجَاءَهُ مِنَ الْعَدِ حِينَ صَارَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ مِثْلَهُ
، فَقَالَ : قُمْ فَصَلِّ الظُّهْرَ ، فَقَامَ ، فَصَلَّى الظُّهْرَ ، ثُمَّ جَاءَهُ حِينَ كَانَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ
مِثْلِيهِ ، فَقَالَ : قُمْ فَصَلِّ الْعَصْرَ ، فَقَامَ ، فَصَلَّى الْعَصْرَ ، ثُمَّ جَاءَهُ حِينَ غَابَتِ الشَّمْسُ
وَقْتًا وَاحِدًا لَمْ يَزَلْ عَنْهُ ، فَقَالَ : قُمْ فَصَلِّ الْمَغْرِبَ ، فَقَامَ ، فَصَلَّى الْمَغْرِبَ ، ثُمَّ جَاءَهُ
الْعِشَاءَ حِينَ ذَهَبَ ثُلُثُ اللَّيْلِ ، فَقَالَ : قُمْ فَصَلِّ الْعِشَاءَ ، فَقَامَ ، فَصَلَّى الْعِشَاءَ ، ثُمَّ
جَاءَهُ الصُّبْحَ حِينَ أَسْفَرَ جَدًّا ، فَقَالَ : قُمْ فَصَلِّ الصُّبْحَ ، فَقَامَ ، فَصَلَّى الصُّبْحَ ، فَقَالَ
: مَا بَيْنَ هَذَيْنِ وَقْتُ كُلِّهُ

(Ibnu Hibbān, 1996: 86).

“Al-Ḥasan bin Sufiyān mengabari kepada kami, beliau berkata: Ḥibbān bin Mūsā mengabari kepada kami, beliau berkata: Abdullah mengabari kepada kami, beliau berkata: Ḥusain bin ‘Alī bin Ḥusain, dari Wahbi bin Kaisān, dari Jābir, beliau berkata: “Bahwasanya malaikat Jibril datang kepada Nabi Muhammad saw. Lalu berkata kepadanya : bangun dan bersalatlah, maka Nabi pun bersalat Zuhur di ketika tergelincir Matahari, kemudian datang pula Jibril pada waktu Asar, lalu berkata bangun dan bersalatlah, maka Nabi bersalat ashar di ketika bayangan segala sesuatu itu menjadi panjang seperti dirinya, kemudian datang pula Jibril pada waktu Magrib lalu berkata : bangun dan bersalatlah, maka Nabi bersalat Magrib ketika di waktu telah tebenam Matahari, kemudian Jibril datang pada waktu Isya serta berkata : bangun dan bersalatlah, maka Nabi bersalat isya’ di waktu telah hilang mega-mega merah, kemudian datang pula Jibril pada waktu Subuh, lalu berkata bangun dan salatlah, maka Nabi bersalat Subuh ketika telah cemerlang fajar. Pada hari berikutnya Jibril datang lagi untuk salat Zuhur, kemudian berkata bangun dan salatlah, maka Nabi bersalat Zuhur di ketika bayangan segala sesuatu itu menjadi panjang seperti dirinya, kemudian datang pula Jibril pada waktu ashar lalu berkata bangun dan bersalatlah, maka Nabi bersalat ashar di ketika bayangan segala sesuatu dua kali sepanjang dirinya, kemudian datang lagi Jibril pada waktu Magrib sebagaimana waktu magrib sebelumnya, kemudian datang lagi Jibril pada waktu Isya ketika telah berlalu separuh malam atau sepertiga malam, maka Nabi bersalat Isya, kemudian datang lagi Jibril pada waktu telah bersinar benar, lalu berkata : bangun dan bersalatlah, maka Nabi pun bangun dan bersalat Subuh, sesudah itu malaikat Jibril berkata : waktu-waktu di antara kedua waktu ini, itulah waktu salat.”

f. Hadis riwayat Abu Hurairah:

حَدَّثَنَا هَنَّادٌ حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ فُضَيْلٍ عَنِ الْأَعْمَشِ عَنْ أَبِي صَالِحٍ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ :
 قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ لِلصَّلَاةِ أَوَّلًا وَآخِرًا وَإِنَّ أَوَّلَ وَقْتِ صَلَاةِ الظُّهْرِ
 حِينَ نَزُولِ الشَّمْسِ وَآخِرَ وَقْتِهَا حِينَ يَدْخُلُ وَقْتُ العَصْرِ وَإِنَّ أَوَّلَ صَلَاةِ العَصْرِ حِينَ
 يَدْخُلُ وَقْتِهَا وَإِنَّ آخِرَ وَقْتِهَا حِينَ تَصْفُرُ الشَّمْسُ وَإِنَّ أَوَّلَ وَقْتِ للمَغْرِبِ حِينَ تَغْرُبُ
 الشَّمْسُ وَإِنَّ آخِرَ وَقْتِهَا حِينَ يَغِيبُ الأفُقُ وَإِنَّ أَوَّلَ وَقْتِ العِشَاءِ الآخِرَةِ حِينَ يَغِيبُ
 الأفُقُ وَإِنَّ آخِرَ وَقْتِهَا حِينَ يَنْتَصِفُ اللَّيْلُ وَإِنَّ أَوَّلَ وَقْتِ الفَجْرِ حِينَ يَطْلُعُ الفَجْرُ وَإِنَّ
 آخِرَ وَقْتِهَا حِينَ تَطْلُعُ الشَّمْسُ (Tirmizi, 2010: I/306)

“Hannād menceritakan kepada kami, menceritakan kepada kami Muhammad bin Fuḍail dari al-A’masy dari Abi Ṣoleh dari Abi Hurairah berkata, Rasulullah Bersabda: Sesungguhnya salat itu memiliki awal dan akhir waktu. Awal waktu shalat Zuhur adalah saat Matahari tergelincir dan akhir waktunya adalah ketika masuk waktu Asar. Awal waktu salat Asar adalah ketika masuk waktunya dan akhir waktunya saat Matahari menguning. Awal waktu salat Magrib adalah ketika Matahari tenggelam dan akhir waktunya ketika tenggelamnya ufuk (*syafaq*). Awal waktu shalat isya adalah saat ufuk tenggelam dan akhir waktunya adalah pertengahan malam. Awal waktu salat adalah ketika terbit fajar dan akhir waktunya saat Matahari terbit.”

Dari beberapa teks tersebut menunjukkan bahwa salat memiliki awal dan akhir waktu yang ditentukan. Waktu-waktu salat tersebut secara global disebutkan dalam surat an-Nisa’: 103. Adapun jumlah dari berapa kali kewajiban salat dalam sehari diterangkan melalui isyarat-isyarat. Seperti digambarkan waktu-waktu salat pada surat al-Isra’: 78 yaitu waktu-waktu salat adalah dari tergelincirnya Matahari sampai malam menjadi gelap dan salat fajar (Subuh). Demikian juga dalam surat Taha: 130, waktu-waktu salat diisyaratkan sebelum Matahari terbit dan sebelum terbenamnya, ditepian siang dan permulaan malam. Penjelasan lebih terperinci tentang waktu-waktu salat terdapat dalam hadis pengimaman Jibril as yang diriwayatkan dari Jabir ra. Nabi Muhammad saw salat bersama Jibril as selama

dua hari berturut-turut. Nabi saw salat Zuhur pada dua waktu yang berbeda, yaitu pada hari pertama saat Matahari tergelincir dan hari berikutnya Nabi saw melaksanakan salat Zuhur saat bayang benda sama dengan panjang suatu benda.

Kemudian Nabi saw salat Asar pada hari pertama saat panjang bayangan suatu benda sama dengan benda tersebut, dan pada hari berikutnya Nabi salat Asar pada saat bayang suatu benda dua kali panjang bayangan benda tersebut. Pada salat Magrib tidak ada perbedaan waktu yang dicontohkan oleh Nabi saw. Beliau melaksanakan salat magrib di hari pertama dan kedua saat Matahari telah tenggelam. Lalu Nabi saw salat Isya di waktu yang berbeda pula sebagaimana waktu-waktu salat selain Magrib, yaitu saat hari pertama, Nabi saw melaksanakan salat bersama Jibril as ketika telah hilang mega-mega merah dilangit Barat. Namun di hari berikutnya Nabi saw salat Isya di waktu pertengahan atau sepertiga malam. Berdasarkan hadis tersebut, diketahui bahwa salat-salat yang diwajibkan ada lima waktu, yaitu Zuhur, Asar, Magrib, Isya dan Subuh. (Maskufa, 2010: 95)

Salat juga memiliki awal dan akhir waktunya, sebagaimana diterangkan dalam hadis Abu Hurairah yang diriwayatkan oleh at-Tirmizi. Hadis tersebut menerangkan bahwa waktu-waktu salat memiliki awal dan akhirnya. Hanya saja batasan awal waktu asar terdapat perbedaan pendapat. Hal tersebut disebabkan fenomena yang dijadikan rujukan masih belum begitu jelas.

2. Waktu-Waktu Salat

Berdasarkan batasan waktu-waktu salat sebagaimana dicontohkan oleh Nabi saw dalam sunahnya, penetapan awal waktu salat didasarkan pada pengaruh posisi kedudukan Matahari ataupun pengaruh cahaya Matahari yang ditangkap dari suatu

tempat di permukaan bumi, sedangkan intensitas cahaya berikut sudut pandang yang diterima pada tiap-tiap ruang di permukaan bumi akan berbeda. Hal tersebut sebagai akibat dari adanya rotasi bumi yang menyebabkan perbedaan waktu di suatu daerah dengan daerah di Barat dan Timurnya.

Posisi bumi yang miring terhadap bidang ekliptika saat mengorbit Matahari, mengakibatkan posisi deklinasi Matahari terhadap bumi berubah-ubah dari waktu ke waktu. Oleh karena itu waktu salat relatif terhadap peredaran gerak semu harian Matahari.

Peristiwa peredaran gerak semu Matahari yang relatif terhadap bumi menyebabkan waktu salat dari satu hari ke hari yang lainnya serta dari suatu tempat ke tempat lainnya turut berubah-ubah. Pada prinsipnya, untuk mengetahui waktu-waktu salat bisa dilakukan secara langsung dengan melihat fenomena Matahari di lapangan atau pun fenomena pengaruh tinggi Matahari seperti fajar dan *syafaq*.

Dari teks Hadis tersebut bisa digambarkan batasan awal waktu-waktu salat sebagai berikut:

a. Waktu Zuhur

Dalam pergerakan harian Matahari terbit dan tenggelam, terjadi keadaan dimana titik pusat Matahari akan berada pada posisi tepat di meridian suatu tempat. Hal tersebut dalam astronomi disebut dengan kulminasi atau waktu istiwak. Awal waktu Zuhur dimulai sejak Matahari tergelincir, yaitu sesaat setelah Matahari mencapai titik kulminasi dalam peredaran hariannya, namun sudah sedikit bergerak ke arah Barat. Matahari dikatakan telah tergelincir

kearah Barat bila titik tengah piringan matahari telah bergeser ke arah Barat (Zainal, 2004:121).

Menurut Nawawi (2010: 25) Matahari dikatakan tergelincir apabila bibir piringan bagian luarnya telah berhimpit dari garis khayal meridian pengamat di suatu tempat. Hal tersebut sesuai dengan larangan Nabi Muhammad saw untuk tidak salat pada saat Matahari berada di meridian (berkulminasi):

حَدَّثَنَا هَنَادٌ حَدَّثَنَا وَكَيْعٌ عَنْ مُوسَى بْنِ عَلِيٍّ بْنِ رَبَاحٍ عَنْ أَبِيهِ عَنْ عُقْبَةَ بْنِ عَامِرٍ الْجُهَنِيِّ قَالَ : ثَلَاثُ سَاعَاتٍ كَانَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَنْهَانَا أَنْ نُصَلِّيَ فِيهِنَّ أَوْ نَقْبُرَ فِيهِنَّ مَوْتَانَا حِينَ تَطْلُعُ الشَّمْسُ بَارِغَةً حَتَّى تَرْتَفِعُ وَحِينَ يَقُومُ قَائِمُ الظُّهَيْرَةِ حَتَّى تَمِيلُ وَحِينَ تَضَيِّفُ الشَّمْسُ لِلْغُرُوبِ حَتَّى تَغْرُبَ

(Tirmizi, T.t: 524)

“Hanād mengabari kepada kami, Waki’ mengabari kami dari Mūsā dari ‘Alī dari Rabāḥ dari ayahnya dari ‘Uqbah nin ‘Amir al-Jahinī berkata: Ada tiga waktu di mana Nabi Shallallahu ‘alaihi wa sallam melarang kami untuk melaksanakan shalat di tiga waktu tersebut atau menguburkan jenazah kami, yaitu ketika Matahari terbit sampai tinggi, ketika seseorang berdiri di tengah hari saat Matahari berada tinggi di tengah langit sampai Matahari tergelincir dan ketika Matahari miring hendak tenggelam sampai benar-benar tenggelam.”

Sehingga dalam menghitung waktu Zuhur hanya perlu menambahkan nilai semi diameter Matahari (SD) pada saat terjadi kulminasi. Rentang waktu salat Zuhur berakhir sampai masuknya waktu asar.

b. Waktu Asar

Dari hadis *imāmah Jibrīl*, fenomena yang dijadikan tanda sebagai penentu Awal waktu salat Asar tidak jelas. Dalam hadis tersebut, Nabi Muhammad saw diajak salat oleh Jibril as pada saat panjang bayangan suatu benda sama

dengan benda tersebut. Pada hari berikutnya, Jibril as menjadi imam salat Asar pada saat panjang bayangan suatu benda telah mencapai dua kali panjang benda tersebut.

Ṭabarī (1982: 1/92) mengatakan para imam sependapat akan awal waktu Zuhur yaitu setelah tergelincirnya Matahari. Akan tetapi mereka berbeda pendapat tentang fenomena yang menjadi acuan akhir dari waktu Zuhur yang sekaligus menjadi awal waktu salat Asar. Imam Mālik, as-Syāfi'ī, Abū Ṣaur, dan Daud berpendapat bahwa akhir waktu Zuhur adalah ketika panjang Bayangan suatu benda sama dengan panjang benda tersebut. Abū Ḥanīfah berpendapat lain, dalam satu riwayat yaitu ketika panjang bayangan suatu benda dua kali panjang bayangan benda tersebut. Dalam riwayat lain menyebutkan akhir dari waktu Zuhur adalah ketika panjang bayang benda sama dengan benda tersebut, dan masuknya waktu Asar ketika bayangan suatu benda dua kali panjang bayangan benda tersebut.

Adapun akhir waktu salat Asar adalah masuknya waktu salat Magrib.

Hal tersebut berdasarkan hadis:

حَدَّثَنَا عَبْدُ اللَّهِ بْنُ مَسْلَمَةَ ، عَنْ مَالِكٍ ، عَنْ زَيْدِ بْنِ أَسْلَمَ ، عَنْ عَطَاءِ بْنِ يَسَارٍ وَعَنْ بُسْرِ بْنِ سَعِيدٍ وَعَنِ الْأَعْرَجِ يُحَدِّثُونَهُ ، عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ ، أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ : مَنْ أَدْرَكَ مِنَ الصُّبْحِ رَكْعَةً قَبْلَ أَنْ تَطْلُعَ الشَّمْسُ فَقَدْ أَدْرَكَ الصُّبْحَ ، وَمَنْ أَدْرَكَ رَكْعَةً مِنَ الْعَصْرِ قَبْلَ أَنْ تَغْرُبَ الشَّمْسُ فَقَدْ أَدْرَكَ الْعَصْرَ .

(Bukhāri, 1992:1/180)

“ ‘Abdullah bin Maslamah mengabari kepada kami dari Mālik dari Zaid bin Aslam dari ‘Aṭā bin bin Yasār dan dari Busri bin Saīd dan dari Al-A’raj mengabarinya dari Abī Hurairah berkata sesungguhnya Rasulullah saw bersabda: Siapa yang mendapati satu rakaat Subuh sebelum Matahari terbit

maka sungguh ia telah mendapatkan salat subuh dan siapa yang mendapati satu rakaat Asar sebelum Matahari tenggelam maka sungguh ia telah mendapatkan salat Asar.”

c. Waktu Magrib

Waktu magrib dimulai dari tenggelamnya seluruh piringan Matahari di ufuk *mar'i* disuatu tempat pengamat. Ufuk *mar'i* suatu tempat dipengaruhi oleh ketinggian suatu tempat. Bagi tempat-tempat yang berada pada ketinggian biasa (dataran), jarak zenit Matahari ketika tenggelam adalah $90^{\circ}50'$ (90.8333°) (Zainal, 2004: 124). Nilai tersebut diambil dari semi diperoleh dari jarak zenit titik pusat Matahari dari saat kulminasi sampai di garis horizon sebelum terbenam sebesar 90° , ditambah dengan semi diameter Matahari sekitar 16 menit busur.

Selain itu, pada saat tenggelam terjadi fenomena refraksi Matahari yang menyebabkan kedudukan Matahari tampak terangkat lebih tinggi dari kedudukan sebenarnya sebesar rata-rata 34 menit busur. Sehingga koreksi Matahari saat tenggelam dengan menambahkan nilai semi diameter Matahari dan refraksinya sebesar 50 menit busur. Oleh sebab itu jarak zenit Matahari saat terbit dan tenggelam adalah $90^{\circ}50'$ (Hambali, 2011:131). Awal waktu salat Magrib dalam perhitungan ditambah *ihtiyāt* sebesar 2 menit waktu. Hal tersebut dimaksudkan untuk menjangkau waktu salat daerah-daerah disekitarnya.

Disamping itu ada hal yang lebih mendasar yaitu adanya larangan salat saat Matahari terbit, tenggelam dan berkulminasi di tengah langit. Sebagaimana diriwayatkan oleh Muslim:

عَنْ عَمْرِو بْنِ عَبَسَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ: قُلْتُ يَا نَبِيَّ اللَّهِ أَخْبِرْنِي عَنْ الصَّلَاةِ، قَالَ: صَلِّ صَلَاةَ الصُّبْحِ ثُمَّ أَقْصِرْ عَنِ الصَّلَاةِ حَتَّى تَطْلُعَ الشَّمْسُ حَتَّى تَرْتَفِعَ، فَإِنَّهَا تَطْلُعُ حِينَ تَطْلُعُ بَيْنَ قَرْنَيْ شَيْطَانٍ، وَحِينَئِذٍ يَسْجُدُ لَهَا الْكُفَّارُ؛ ثُمَّ صَلِّ فَإِنَّ الصَّلَاةَ مَشْهُودَةٌ مَحْضُورَةٌ، حَتَّى يَسْتَقِيلَ الظِّلُّ بِالرُّمْحِ، ثُمَّ أَقْصِرْ عَنِ الصَّلَاةِ، فَإِنَّ حِينَئِذٍ تُسَجَّرُ جَهَنَّمُ. فَإِذَا أَقْبَلَ الْفَيْءُ فَصَلِّ فَإِنَّ الصَّلَاةَ مَشْهُودَةٌ مَحْضُورَةٌ، حَتَّى تُصَلِّيَ الْعَصْرَ، ثُمَّ أَقْصِرْ عَنِ الصَّلَاةِ حَتَّى تَعْرُبَ الشَّمْسُ، فَإِنَّهَا تَعْرُبُ بَيْنَ قَرْنَيْ شَيْطَانٍ، وَحِينَئِذٍ يَسْجُدُ لَهَا الْكُفَّارُ (An-Naisaburi, T.t: 832)

“Dari ‘Amr bin ‘Abasah ra. Berkata: saya berkata “ya Nabiyallah ceritakanlah kepada kami tentang salat. Rasulullah berkata: Kerjakanlah salat Subuh kemudian tahanlah dari mengerjakan salat ketika Matahari terbit sampai tinggi karena Matahari terbit di antara dua tanduk setan dan ketika itu orang-orang kafir sujud kepada Matahari. Kemudian salatlah karena salat itu disaksikan dihadiri (oleh para malaikat) hingga tombak tidak memiliki bayangan, kemudian tahanlah dari mengerjakan salat karena ketika itu neraka Jahannam dinyalakan/dibakar dengan nyala yang sangat. Apabila telah datang bayangan (yang jatuh ke arah Timur/saat Matahari tergelincir) salatlah karena salat itu disaksikan dihadiri (oleh para malaikat) hingga engkau mengerjakan salat Asar, kemudian tahanlah dari mengerjakan salat hingga Matahari tenggelam karena Matahari tenggelam di antara dua tanduk setan dan ketika itu orang-orang kafir sujud kepada Matahari.”

Akhir waktu salat Magrib yaitu saat hilangnya *syafaq*, sebagaimana terdapat dalam teks hadis. Akan tetapi ulama berbeda pendapat mengenai *syafaq* yang dimaksudkan disini. Ulama *Hanafiyyah* mengatakan bahwa fenomena yang terjadi di ufuk Barat setelah Matahari terbenam ada tiga tahapan yang beruntun. Yaitu langit menjadi merah (muncul mega merah) setelah beberapa waktu muncul mega putih kemudian hilang dan langit menjadi gelap. *Syafaq* menurut Imam Abu Hanifah yang menjadi akhir waktu magrib dan masuknya awal waktu salat Isya adalah hilangnya *Syafaq abyad* (mega putih) dan langit menjadi gelap gulita. Akan tetapi dua ulama

hanafiyah “*as-ṣoḥibāni*” Abu Yusuf dan Muhammad bin Hasan asy-Syaibani berpendapat yang sama dengan tiga imam mazhab yang lain yaitu bahwa *syafaq* yang menjadi akhir tanda waktu Magrib dan masuknya awal waktu Isya adalah *syafaq aḥmar* (mega merah) (Juzairī, T.t:1/177).

d. Waktu Isya

Awal waktu salat Isya adalah berakhirnya waktu salat Magrib yaitu hilangnya *syafaq*. Dalam hadis yang diriwayatkan oleh Muslim:

وَحَدَّثَنِي أَحْمَدُ بْنُ إِبْرَاهِيمَ الدَّوْرَقِيُّ حَدَّثَنَا عَبْدُ الصَّمَدِ حَدَّثَنَا هَمَّامٌ حَدَّثَنَا قَتَادَةُ عَنْ أَبِي أَيُّوبَ عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ -صلى الله عليه وسلم- قَالَ وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتِ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطُولِهِ مَا لَمْ يَحْضُرِ العَصْرُ وَوَقْتُ العَصْرِ مَا لَمْ تَصْفُرْ الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ المَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ وَوَقْتُ صَلَاةِ العِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الأَوْسَطِ وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ فَإِذَا طَلَعَتِ الشَّمْسُ فَأَمْسِكْ عَنِ الصَّلَاةِ فَإِنَّهَا تَطْلُعُ بَيْنَ قَرْنَيْ شَيْطَانٍ (An-Naisaburi, T.t: 105)

Ahmad bin Ibrāhīm ad-Dauroqī mengabari kepada kami Abdusṣamad mengabari kepada kami Hisyam mengabari kepada kami Qatadah mengabari kepada kami dari Abi Ayyub dari Abdullah bin ‘Amru berkata bahwa Rasulullah saw bersabda: Waktu Zuhur ialah apabila tergelincir Matahari ke arah Barat dan terus berlanjut sehingga menjadi bayangan seseorang sama panjangnya, selama belum lagi datang waktu Asar. Dan waktu Asar sejak habisnya waktu Zuhur hingga Matahari belum kuning. Dan waktu Magrib, selama belum hilang *syafaq* dan waktu Isya hingga separuh malam yang pertama dan waktu Subuh dari terbit fajar selama belum lagi terbit Matahari, maka apabila Matahari terbit, tahanlah dari mengerjakan salat, sesungguhnya Matahari terbit di antara dua tanduk setan.

Imam Mālik, as-Syafi’i, dan Jama’ah berpendapat bahwa *syafaq* yang menjadi awal waktu Isya adalah *syafaq aḥmar* (mega merah). Adapun yang menjadi perdebatan dikalangan ulama mengenai *syafaq* adalah

ambiguitas makna kata tersebut dikalangan orang Arab. Arti kata *syafaq* dikalangan orang-orang arab bermakna mega merah dan mega putih.

e. Waktu Subuh

Waktu shalat Subuh ini diawali ketika terbit fajar sidik sampai dengan terbitnya Matahari. Fajar sidik adalah cahaya putih yang menyebar yang tampak di ufuk. Berbeda dengan fajar kazib yang cahayanya memanjang ke atas langit seperti ekor srigala (Zuhāifi, 2009:1/569). Fajar sidiq dalam ilmu astronomi dikenal sebagai *Astronomical Twilight* (fajar astronomi), cahaya fajar ini mulai tampak di ufuk Timur menjelang Matahari terbit pada saat posisi Matahari berada di -18° atau pada saat jarak zenit Matahari mencapai 108° . Pendapat lain menyebutkan pada saat jarak zenit Matahari mencapai 110° atau 20° dibawah ufuk langit Timur (Hambali, 2011:124).

B. Posisi Ketinggian Matahari dalam Penetapan Waktu-Waktu Salat.

Ketinggian Matahari adalah sepanjang lingkaran vertikal yang diukur mulai dari ufuk sampai ketitik pusat Matahari (Nawawi, 2010: 25). Kedudukan fenomena Matahari pada setiap awal waktu salat bisa dijelaskan dalam dua keadaan. Pertama adalah perubahan fisik berupa tanda bayangan benda yang berubah sesuai dengan posisi Matahari di langit. Selain itu, waktu salat bisa diterjemahkan kedalam ilmu astronomi matematis dengan menghitung perubahan sudut Matahari pada bola langit pada setiap fenomena yang diterjemahkan dari teks dalil.

Dalam kaidah perhitungan, waktu salat diukur berdasarkan perbedaan sudut waktu Matahari dari meridian suatu tempat dengan waktu kulminasi dijadikan sebagai permulaan (*epoch*) (Zainal, 2003: 85).

a. Waktu Zuhur

Berdasarkan pergerakan Matahari, terjadi fenomena dimana Matahari akan berada tepat di meridian suatu tempat yang dinamakan dengan waktu istiwak (*culmination*). Waktu istiwak terjadi ketika pada saat titik pusat Matahari tepat mencapai garis khayal meridian sebelum Matahari melintas dari tengah langit ke langit Barat. Secara praktis, waktu istiwak bisa ditentukan dengan melihat pergerakan bayangan suatu benda yang tegak lurus dengan Bumi. Sebelum kulminasi, Matahari berada dilangit Timur dan bayangan benda berada di Barat benda tersebut. Apabila bayang Matahari mencapai bayangan terpendeknya atau hilang tanpa bayangan yaitu pada saat deklinasi Matahari sama dengan lintang suatu daerah, maka pada kondisi tersebut Matahari sedang berkulminasi atau telah terjadi waktu istiwak (Zainal, 2004:121).

Awal waktu Zuhur dimulai sejak Matahari tergelincir, yaitu sesaat setelah Matahari mencapai titik kulminasi dalam peredaran hariannya. Dalam penentuan perhitungannya, awal waktu Zuhur dimulai sejak seluruh piringan luar Matahari telah lepas dari dari meridian, biasanya diambil sekitar 2 menit setelah lewat kulminasi (Azhari, 2007: 66). Perhitungan awal waktu Zuhur tidak memerlukan data ketinggian Matahari (h) tidak sebagai mana untuk perhitungan waktu-waktu salat yang lain. Untuk waktu Zuhur cukup menambahkan semi diameter Matahari (SD) yang di konversikan dalam satuan waktu (Nawawi, 2010: 25). Secara astronomis awal waktu salat Zuhur dimulai setelah kulminasi yang dapat diperoleh dengan rumus: $12 - e + \text{KWD} + i$ dimana 12 merupakan waktu Matahari pertengahan, e adalah perata waktu (*equation of time*) dan KWD

merupakan koreksi waktu daerah yaitu selisih antara waktu daerah dengan waktu setempat.

b. Waktu Asar

Terdapat perbedaan pendapat tentang awal masuknya waktu salat Asar. Awal waktu Asar, berdasarkan literatur fikih tidak ada kesepakatan. Hal tersebut dikarenakan fenomena yang dijadikan dasar tidak tegas. Nabi saw melaksanakan salat dua hari dengan pada saat kedudukan Matahari yang berbeda dengan hari yang pertama. Meski bisa disimpulkan bahwa awal masuknya waktu salat Asar adalah saat bayang benda sama dengan benda tersebut, namun hal tersebut masih menarik penafsiran yang berbeda. Hal ini disebabkan karena kondisi tersebut tersebut tidak dapat digeneralisir akibat dari posisi Matahari yang berbeda-beda sepanjang tahun. Pada saat musim dingin di Makkah, panjang bayangan sama dengan bendanya bisa dicapai saat Zuhur. Bahkan hal tersebut tidak pernah terjadi, sebab bayangan benda selalu lebih panjang dari bendanya (Azhari, 2007: 66).

Menurut Mazhab Syafi'i, Maliki, dan Hambali, waktu Asar diawali jika panjang bayang-bayang benda melebihi panjang benda itu sendiri, sedangkan Mazhab Hanafi mendefinisikan waktu Asar jika panjang bayang-bayang benda dua kali panjang benda tersebut. Hal ini bisa difahami karena saat musim dingin panjang bayangan suatu benda bisa selalu lebih panjang dari benda tersebut dikarenakan jarak zenit yang besar. Awal waktu salat Asar yang dijadikan acuan di Indonesia menurut Kementerian Agama menganut kriteria saat

panjang bayangan adalah panjang benda ditambah panjang bayangan saat kulminasi (Kemenag RI, 2010: 122).

Panjang bayang Asar sama dengan panjang benda itu sendiri terjadi bila Matahari berkulminasi tepat di Zenit suatu tempat, sehingga saat terjadi kulminasi tidak terdapat bayangan pada benda yang tegak lurus dengan dataran. Sedangkan pada saat Matahari tidak tepat di atas Zenit suatu tempat, saat kulminasi akan selalu terdapat bayangan di selatan atau di utara benda yang tegak lurus dengan bumi. Secara astronomis, ketinggian Matahari saat awal waktu Asar dapat bervariasi tergantung posisi gerak tahunan Matahari. Dengan demikian besarnya sudut tinggi Matahari waktu Asar bervariasi dari hari ke hari (Zainal, 2003: 88).

Tinggi Matahari pada awal waktu Asar dapat dihitung dengan rumus: $\cotan ha = \tan zm + 1$, sedangkan $zm = |\phi - \delta|$ (*Cotangens* ketinggian Matahari pada awal Asar adalah sama dengan *tangens* jarak zenit Matahari pada saat kulminasi ditambah satu, sedangkan jarak zenit Matahari sama dengan harga mutlak¹ lintang tempat dikurangi nilai deklinasi Matahari) (Nawawi, 2010: 26). Untuk menghitung waktu Asar dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Waktu Asar} = \text{WKM} + \text{KWD} + t + i$$

Dimana WKM merupakan waktu kulminasi Matahari, KWD adalah koreksi waktu daerah, t adalah sudut waktu dan i adalah ihtiyat.

Sudut waktu (t) asar dapat diperoleh dengan rumus :

¹ Harga mutlak adalah nilai tanpa tanda minus atau disebut harga absolute. Jika dalam perhitungan diperoleh nilai minus, maka tanda minusnya diabaikan.

$$\cos t = -\tan \varphi \tan \delta + \frac{\sin h}{\cos \varphi : \cos \delta}$$

Dimana φ merupakan lintang tempat, δ adalah deklinasi dan h adalah ketinggian Matahari. Perubahan dari masing-masing variabel akan berpengaruh terhadap nilai sudut waktu yang diperoleh.

c. Waktu Magrib

Waktu Magrib dimulai sejak terbenamnya Matahari sampai dengan datangnya waktu Isya. Matahari dikatakan terbenam jika piringan sebelah atas sudah berhimpit dengan ufuk mar'i. Untuk memperoleh keadaan Matahari benar-benar terbenam, perlu adanya koreksi nilai semi diameter Matahari, Refraksi dan koreksi ketinggian tempat (DIP). Besar nilai semi diameter Matahari adalah rata-rata 16' (menit busur), dan refraksi pada saat tenggelam rata-rata sebesar 34.5' (menit busur). Kemudian karena adanya fenomena refraksi atau pembiasan cahaya, maka pada saat piringan Matahari sebelah atas berhimpit dengan ufuk mar'i, keadaan sebenarnya adalah lebih bawah lagi (Zainal, 2003: 89).

Ufuk mar'i dengan jarak zenit nilainya tidak selalu 90°, melainkan bergantung pada ketinggian tempat posisi pengamat di atas permukaan Bumi, yaitu bila posisi pengamat semakin tinggi dipermukaan Bumi, maka ufuk mar'i semakin turun atau lebih rendah. Dengan demikian jarak ufuk mar'i dari zenit akan lebih besar dari 90°. Maka posisi Matahari saat tenggelam masih harus dikoreksi dengan nilai kerendahan ufuk (DIP). Jadi ketinggian Matahari saat Magrib adalah : $0\text{-SD-Refraksi-D}'$ (Murtadho, 2008:184-185). Terbit dan tenggelam didefinisikan sebagai saat-saat ketika piringan bagian atas suatu benda langir (Matahari & Bulan) bersinggungan dengan ufuk mar'i. Waktu terbit

dan tenggelam terkait dengan refraksi, horizontal paralaks, dip dan semi diameter. Jumlah ini menentukan ketinggian benda langit (h) terhadap ufuk mar'i pada saat terbit dan tenggelam (Aghighi Dkk., 2008: 15).

Untuk menghitung waktu Magrib menggunakan rumus (Muhammadiyah, 2009: 60):

$$\text{Waktu Magrib} = \text{WKM} + \text{KWD} + t + i$$

$$\cos t = -\tan \varphi \tan \delta + \frac{\sin h}{\cos \varphi : \cos \delta}$$

Nilai h adalah Matahari saat tenggelam yaitu $0\text{-SD-Refraksi-D}'$. Nilai Dip tergantung dari ketinggian mata pengamat pada suatu tempat di permukaan Bumi.

d. Waktu Isya

Awal waktu Isya ditandai dengan mulai memudarnya cahaya merah di langit bagian Barat. Hal tersebut menandai awal masuknya gelap malam. Peristiwa ini dalam Astronomi dikenal sebagai senja astronomi (*Astronomical Twilight*). Pada saat seperti itu kedudukan Matahari berada pada 18° dibawah horizon tampak (*ufuq mar'i*) atau memiliki jarak zenit 108° (Slamet Hambali, 2011: 132).

Fenomena keadaan langit setelah Matahari tenggelam di ufuk Barat secara astronomi umum dibagi menjadi tiga. Pertama adalah senja sipil (*Civil Twilight*), batasnya adalah sampai pada posisi Matahari berada di 6 derajat dibawah ufuk. Pada masa ini benda-benda di tempat terbuka masih tampak batas-batas bentuknya dan baru bintang-bintang yang paling terang yang tampak di langit. Kedua adalah senja bahari (*Nautical Twiligh*t). Batasannya adalah ketika Matahari telah mencapai 12 derajat di bawah ufuk. Pada masa ini bintang-

bintang yang terang mulai terlihat dan batas antara laut dan langit mulai tidak tampak. Ketiga adalah Senja Astronomi (*Astronomical Twilight*) yang dimulai sejak Matahari sudah berada di posisi 18 derajat dibawah ufuk. Pada masa ini malam sudah mulai gelap sempurna pada kondisi normal tidak ada penerangan dan tidak terdapat lagi sisa-sisa cahaya Matahari yang dipantulkan oleh partikel-partikel angkasa yang dapat ditangkap oleh mata (Cotter, 1997: 336) .

Pada masa inilah waktu Isya dipandang sudah masuk. Kementerian Agama RI menggunakan acuan *Astronomical Twilight* sebagai batas awal masuknya waktu Isya yaitu -18° . Sementara, beberapa ahli hisab yang memakai kriteria ketinggian Matahari -17 dan -19 derajat. Sebagaimana Magrib, ketinggian Isya juga harus dikoreksi dengan kerendahan ufuk (DIP) jika tempat yang dihitung berada pada posisi ketinggian tertentu di atas permukaan dataran terhadap ufuk (Buhairi, 2010: 54).

Untuk menghitung waktu Magrib menggunakan rumus:

$$\text{Waktu Magrib} = \text{WKM} + \text{KWD} + t + i$$

$$\cos t = -\tan \varphi \tan \delta + \frac{\sin h}{\cos \varphi : \cos \delta}$$

Nilai h untuk waktu Isya yang digunakan standar Kemenag RI adalah -18° .

e. Waktu Subuh

Awal waktu Subuh ditandai dengan fenomena terbitnya fajar sidik dan berakhir sampai terbit Matahari. Fajar sidik dalam teori Ilmu falak difahami sebagai awal fajar astronomi. Fenomena penampakan hamburan cahaya Matahari beberapa saat sebelum Matahari terbit di ufuk Timur karena dipantulkan oleh partikel-partikel

angkasa dilatar langit Timur. Secara teori astronomis, fenomena tersebut terjadi pada saat posisi Matahari berada pada jarak -18 derajat dari ufuk.

Pendapat lain menyatakan bahwa terbitnya fajar sidik adalah saat posisi Matahari mencapai -20 derajat dari ufuk atau jarak zenit mencapai 110 derajat. Kementerian Agama RI menetapkan kriteria yang digunakan di Indonesia adalah menggunakan -20 derajat dari ufuk pandang (*ufuq mar'i*). Ahli falak di Indonesia juga rata-rata menggunakan batasan 20 derajat dibawah ufuk, seperti Saadoc'din Djambek yang dikenal sebagai pembaharu pemikiran hisab di Indonesia. Beliau berpendapat bahwa awal waktu Subuh dimulai sejak terbitnya fajar sidik di ufuk Timur dan berakhir saat terbitnya Matahari. Menurutnya, secara ilmu falak saat munculnya fajar didefinisikan dengan posisi Matahari berada pada 20 derajat dibawah ufuk Timur.

Senada dengan Saadoc'din Djambek, Abdur Rachim juga berpendapat bahwa awal waktu Subuh ditandai dengan nampaknya fajar sidik dan dianggap telah masuk waktu Subuh bila posisi Matahari berada pada kedudukan 20 derajat di bawah ufuk Timur, sehingga jarak zenit Matahari sebesar 110 derajat. Sementara batas akhir Subuh adalah saat terbitnya Matahari atau ketika Matahari menempati kedudukan pada -1 derajat dari ufuk. Pemikiran Saadoc'din Djambek dan Abdur Rachim sepertinya masih banyak dipengaruhi oleh pemikiran Syaikh Taher Djalaluddin Azhari (Azhari, 2007: 68-70).

Untuk rumus waktu Subuh waktu kulminasi dikurangi kwd dan sudut waktu

$$\text{Waktu Subuh} = \text{WKM} - (\text{KWD} + t) + i$$

$$\cos t = -\tan \varphi \tan \delta + \frac{\sin h}{\cos \varphi : \cos \delta}$$

C. Data-Data yang Diperlukan dalam Perhitungan Waktu Salat

Perhitungan awal waktu salat memerlukan data-data yang berkaitan dengan posisi suatu tempat yang akan dihitung waktu salatya serta data-data posisi Matahari sebagai acuan perhitungannya. Data-data tersebut meliputi:

a. Lintang Tempat

Lintang tempat yaitu jarak sepanjang garis bujur, mulai dari Katulistiwa sampai ke titik perpotongan garis Bujur tersebut dengan lingkaran lintang tempat yang bersangkutan. Lintang tempat dilambangkan dengan ϕ . Harga ϕ dapat diperoleh dari almanak, atlas dan referensi lainnya. Semua tempat yang terletak pada lintang yang sama, harga ϕ -nya sama. Lintang di sebelah utara Katulistiwa bernilai positif dan bernilai negatif ketika berada di sebelah selatan Katulistiwa. Harga ϕ dinyatakan dengan derajat, menit dan detik busur dengan nilai 0° di Katulistiwa, $+90^\circ$ di Kutub Utara dan -90° berada di Kutub Selatan (Nawawi, 2008: 7-8).

b. Bujur Tempat

Bujur tempat yaitu jarak sepanjang lingkaran lintang mulai dari titik perpotongannya dari garis bujur Greenwich sampai ke titik potongnya dengan garis Bujur tempat yang bersangkutan. Bujur tempat dilambangkan dengan λ (Nawawi, 2008: 9). Garis bujur 0° berada di Greenwich, London Inggris, sedangkan garis *antipod*-nya berada pada 180° . Daerah yang berada di sebelah timur Greenwich disebut dengan Bujur Timur yang bernilai dari 0° - 180° . Sedangkan yang terletak di sebelah baratnya disebut Bujur Barat yang bernilai 0° - (-180°) . Penentuan waktu di dunia menggunakan acuan *Greenwich Mean*

Time (GMT) sehingga ketika di konversikan ke waktu setiap negara, waktu GMT harus dikonversikan berdasarkan bujur tempat wilayah tersebut dengan perbedaan setiap 15° sama dengan 1 jam yang diperoleh dari 360° : 24 zona waktu (Maskufa, 2010: 57).

c. Perata Waktu (*Equation of Time*)

Perata waktu adalah perbedaan antara waktu Matahari hakiki/sebenarnya dengan waktu Matahari pertengahan. Perata waktu dalam astronomi umum disebut dengan *Equation of Time*, dan biasanya dilambangkan dengan huruf e kecil. Dalam literatur kitab klasik perata waktu disebut dengan istilah *Ta'dīl al-waqt* dapat dikatakan juga bahwa perata waktu adalah selisih antara waktu Matahari pertengahan dengan waktu Matahari rata-rata (Azhari, 2012: 167).

Perata Waktu (*Equation of Time*) dalam astronomi, tidak dapat dimaknai dengan pengertian "Persamaan/Perata". kata "*Equation*" sering merujuk pada adanya koreksi atau selisih antara nilai rata-rata suatu variabel dengan nilai sesungguhnya. Dalam hal ini, *Equation of Time* maknanya adanya selisih antara waktu Matahari rata-rata dengan waktu Matahari sesungguhnya. Kemudian yang dimaksud dengan waktu Matahari di sini adalah waktu lokal menurut pengamat di suatu tempat ketika Matahari mencapai meridian suatu tempat (Transit) (Nugroho, 2012: 76).

Jika diperhatikan dengan teliti, ternyata untuk suatu tempat tertentu, jika diukur dengan jam kronologi, waktu terbit, transit dan terbenam Matahari selalu berubah setiap hari. Hal tersebut disebabkan oleh kemampatan (eksentrisitas) orbitnya yang menjadikan lingkaran orbit Bumi menjadi agak lonjong (Elips) dan

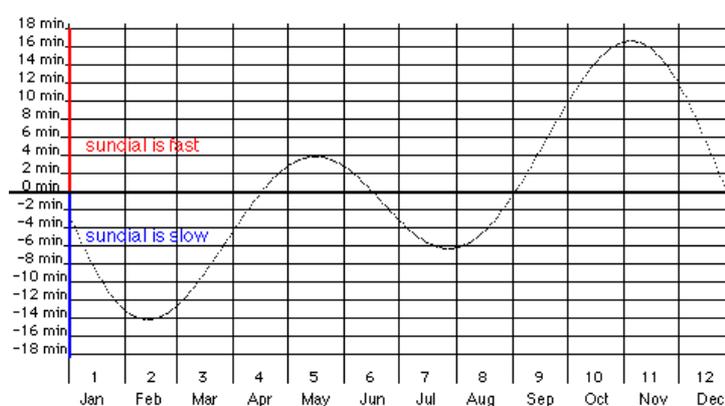
pengaruh-pengaruh lain seperti gangguan-gangguan dari Bulan dan Planet menjadikan Bujur Heliosentrik Bumi tidak benar-benar bervariasi secara merata. Hal tersebut menjadikan kecepatan gerak semu harian Matahari juga tidak merata (Meeus, T.t.:137).

Sebagaimana tampak dalam gambar 2.1, Perata waktu dinyatakan dengan tanda positif (+) jika waktu Matahari pertengahan (rata-rata) mendahului Matahari sebenarnya (yang tampak), dan memiliki nilai negative (-) jika terjadi kondisi sebaliknya. Perata waktu yang terbesar terjadi sekitar tanggal 11 Februari yaitu sebesar +14 menit, dan tanggal 2 November sebesar kisaran -16 menit. Keadaan panjang waktu Matahari hakiki sama dengan panjang waktu Matahari pertengahan (rata-rata) terjadi empat kali sepanjang tahun sekitar tanggal 15 April, 14 Juni, 1 September dan 24 Desember. Pada hari-hari tersebut nilai perata waktu (*Equation of Time*) adalah nol atau mendekati nol (Simamora, 1986: 71-72).

Gambar.2.1. Diagram Equation of Time

(<http://www.jgiesen.de/Divers/Sonnenuhr/EqT.gif> diakses 19-Nov-2014

pukul 14:16 wib)



d. Deklinasi Tampak (*Apparent Declination*)

Dalam perjalanan semu harian Matahari, posisinya akan selalu berubah-ubah. Suatu saat Matahari akan melintasi Katulistiwa, disaat yang lain melintasi daerah diluar Katulistiwa. Jarak yang dibentuk dari lintasan Matahari terhadap garis ekuator langit disebut dengan deklinasi. Saat Matahari berada di utara equator langit, nilai deklinasi Matahari dinyatakan positif, sebaliknya jika posisi Matahari beredar pada lintang diselatan katulistiwa, maka nilai deklinasinya akan dinyatakan dengan negatif. Bila Matahari tepat berada dilintang ekuator, maka nilainya adalah 0 derajat (Hambali, 2011: 55).

Dalam kitab klasik, deklinasi dikenal dengan istilah *Mail asy-Syams*. Data deklinasi selain untuk data perhitungan awal waktu salat juga digunakan dalam keperluan perhitungan bayang benda arah kiblat, waktu konjungsi, ketinggian hilal dan gerhana. Dalam formula perhitungan biasa dilambangkan dengan (δ) (Fathurrohman, 2012: 44).

e. Tinggi Matahari

Tinggi Matahari merupakan kriteria utama dalam perhitungan waktu salat yang disimbolkan dengan h . Data-data posisi Matahari akan menentukan posisi Matahari berdasarkan lintang dan bujur astronomis Matahari. Kementerian Agama RI (2013: 402) menentukan ketinggian Matahari sebesar -1° sebagai acuan standar yang dipergunakan dalam perhitungan awal waktu Magrib di Indonesia. Standar nilai -1° juga digunakan oleh pemerintah Malaysia dalam menentukan ketinggian Matahari terbenam.

Dalam penentuan awal waktu salat selain waktu Zuhur, penggunaan tinggi Matahari merupakan elemen penting karena akan menentukan besaran sudut waktu Matahari yang diperoleh. Akan tetapi dalam penentuan waktu Asar, Magrib, Isya, Subuh dan Terbit, ketinggian Matahari akan sangat menentukan hasil yang diperoleh. Dalam penentuan h Asar, dapat diperoleh dengan cotan $h = \tan Z_m + 1$ (Kemenag RI, 2010: 121). Perolehan h Asar ini didasarkan pada perubahan panjang bayangan yang diperoleh suatu tempat karena perubahan deklinasi Matahari. Sedangkan penentuan h Matahari untuk waktu Mmagrib, Isyak, Subuh dan Terbit, nilai h Matahari harus mendapatkan koreksi sehingga diperoleh ketinggian Matahari berdasarkan aspek *terestial* bumi. Adapun nilai koreksi yang sangat berpengaruh terhadap nilai h Matahari, yaitu:

1. Semi Diameter Matahari

Semi diameter Matahari adalah jarak dari titik pusat Matahari sampai dengan lingkaran piringan luarnya. Semi diameter Matahari dikenal dengan istilah jari-jari Matahari atau *Niṣfu al-Quṭr* dalam istilah literatur kitab klasik. Data ini mutlak diperlukan untuk memperoleh perhitungan secara pasti waktu terbit dan tenggelamnya Matahari. Besaran nilai semi diameter adalah menit busur. Nilai rata-rata diameter Matahari sebesar 32' (menit busur), sehingga nilai rata-rata semi diameter Matahari sebesar 16' (menit busur) (Khazin, 2005: 61).

2. Ketinggian Tempat

Faktor ketinggian tempat yang mempengaruhi perubahan ufuk. Ketinggian tempat akan berpengaruh terhadap jarak pandang terhadap ufuk. Begitu juga

faktor refraksi atmosfer yang menjadikan garis pandang terhadap ufuk menjadi melengkung dan lebih jauh.

Ufuk adalah lingkaran besar yang membagi bola langit menjadi dua bagian sama besar. Satu bagian tampak dan satu bagian lain tidak tampak. Lingkaran ini menjadi batas pandang mata seseorang. Tiap-tiap pengamat yang berlainan tempat memiliki kaki langit yang berlainan (Azhari, 2012: 223).

Dalam astronomi, ada tiga macam ufuk atau cakrawala, yaitu (Simamora, 1986: 6):

a. Ufuk sejati (*True Horizon, Al-Ufuq al-Haqīqī*)

Ufuk sejati adalah bidang yang terhampar melalui titik pusat Bumi yang tegak lurus terhadap garis vertikal. Horizon ini paralel dengan ufuk semu atau *sensible horizon* serta membelah bola Bumi dan bola langit menjadi dua bagian yang sama besar. Menurut Frost (2001: 88), ini adalah bidang acuan dari mana ketinggian suatu benda langit itu diukur. Dapat juga didefinisikan sebagai bidang melalui pusat bola langit, yang tegak lurus terhadap pengamat. bidang akan memotong bola langit pada lingkaran besar. Semua titik lingkaran besar ini akan menjadi 90 derajat diukur dari zenit dan akan memiliki ketinggian sejati nol.

Lingkaran besar dari bola langit yang melewati zenit dan memotong Ufuk Hakiki pada sudut siku-siku, disebut lingkaran vertikal. Busur lingkaran vertikal diantara ufuk sejati dan benda langit pada setiap saat adalah ketinggian sebenarnya dari benda itu. Ini akan menjadi pelengkap dari jarak zenit, yang bisa didefinisikan sebagai busur lingkaran vertikal yang

melewati benda langit dan zenit pengamat. Untuk menemukan jarak zenit pada setiap saat, maka perlu untuk mengamati ketinggian di atas *ufuq mar'i*, dan menerapkan koreksi untuk mendapatkan ke ketinggian sebenarnya.

b. Ufuk Semu (*Sensible Horizon, Al-Ufuq al-Hissi*)

Ufuk semu adalah bidang yang datar yang menyinggung permukaan Bumi yang dapat ditarik dari posisi pengamat berdiri (antara kaki dengan tanah). Bidang ini tegak lurus terhadap garis vertikal.

Dengan pengertian lain, *ufuq Hissi* sebagaimana menurut Hambali (2011: 76) adalah bidang datar yang sejajar dengan ufuk hakiki melalui mata pengamat di atas permukaan Bumi. Sehingga jarak antara ufuk hissi dan ufuk sejati adalah sebesar jari-jari Bumi dan ketinggian mata pengamat di atas permukaan Bumi.

c. Horison Pandang (*Visible Horizon, Al-Ufuq al-Mar'i*)

Horison Pandang adalah batas pandang mata pengamat, seolah-olah menjadi batas pertemuan langit dan Bumi. *Ufuq mar'i* dipengaruhi oleh ketinggian tempat pengamat. Semakin tinggi posisi pengamat maka semakin rendah *ufuq mar'i* nya.

Ufuk Mar'i akan selalu terletak di bawah bidang *ufuq hissi*, sudut antara keduanya disebut sudut dip. Ketinggian yang diamati harus memiliki dip dikurangi dari itu dalam rangka untuk mendapatkan ketinggian yang tampak, yang dapat didefinisikan sebagai ketinggian sudut benda langit di bawah *ufuq hissi*.

Ketinggian tempat ialah jarak sepanjang garis vertikal dari titik yang setara dengan permukaan laut sampai ke tempat tersebut. Ketinggian tempat dinyatakan dengan satuan meter. Data mengenai ketinggian tempat dapat diperoleh dari data geografis tempat tersebut atau dengan pengukuran sendiri menggunakan altimeter atau GPS (Nawawi, 2010:24). Ketinggian tempat berpengaruh pada kerendahan ufuk, yang dalam perhitungan dinyatakan dengan Dip.

1) Dip dari Horizon

Sudut dip adalah sudut depresi yang dibentuk dari garis sinar pandang ke horison pandang dan horison semu. Horison pandang adalah horison satu-satunya yang dapat dilihat mata. Sedangkan horizon semu dan horizon sejati hanyalah garis imajiner astronomi yang dibuat untuk membantu mengoreksi ketinggian. Pusat bumi menjadi titik acuan umum yang semua ketinggian benda langit teramati harus dikurangi sebelum menghitung ketinggian benda langit (Howell, 1986: 62).

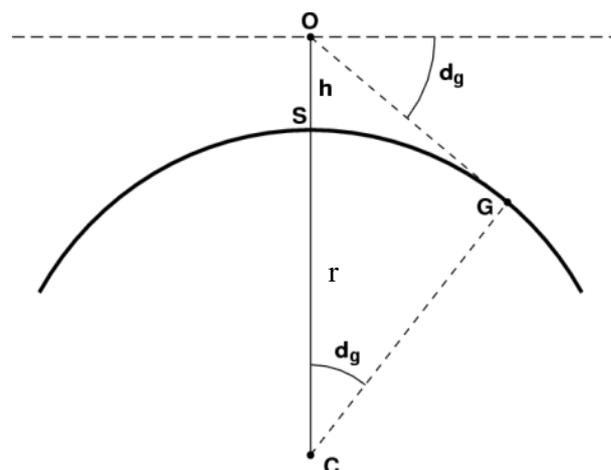
Nilai dip atau kerendahan ufuk ini dipengaruhi oleh ketinggian tempat. Semakin tinggi kedudukan mata pengamat, semakin besar nilai kerendahan ufuk. Sehingga, tempat yang berada lebih tinggi akan menyaksikan benda langit terbit lebih awal, serta melihat benda langit terbenam lebih akhir jika dibandingkan dengan tempat yang lebih rendah. Hal tersebut terjadi karena ketika seseorang beraada diketinggian dari atas dataran, maka jarak sampai ke ufuk sebagai batas kelengkungan Bumi yang bisa teramati (jika tanpa penghalang) semakin jauh.

Ketika seseorang mengamati Matahari terbenam, biasanya seorang pengamat berdiri di permukaan bumi. Tapi berdiri di permukaan tidak berarti mata pengamat berada di permukaan Bumi. Bahkan di laut, jika mata pengamat berada di permukaan air, hidung pengamat akan berada di bawah itu, ini bukan posisi yang dapat dipertahankan untuk waktu yang lama dalam pengamatan (Khazin, 2011:139).

Gambar yang ditunjukkan pada buku-buku yang membahas dip, yang sering diambil adalah seolah-olah pengamat di permukaan Bumi yang rata (tidak memiliki tekstur). Hal itu karena ketinggian mata sangat kecil dibandingkan dengan ukuran Bumi. Mata seseorang sekitar 1,6 meter di atas permukaan tanah, tapi jari-jari Bumi adalah lebih dari 6 juta meter (6.378,1 km). Namun, dalam kasus ini, "sangat kecil" bukan berarti "diabaikan" (Young, diakses dari : *mintaka.sdsu.edu* pada 12 Desember 2014).

a) Dip Tanpa Refraksi/Pembiasan

Gambar.2.2.a. Jarak Pengamat ke Ufuk Tanpa Refraksi (*mintaka.sdsu.edu*)



Gambar di atas adalah gambaran dari kondisi tanpa refraksi atmosfer. Gambar menunjukkan bidang vertikal melalui pusat bumi (di C) dan pengamat (di O). Jari-jari Bumi r , dan mata pengamat adalah ketinggian “ h ” di atas titik S di permukaan Bumi. (Tentu saja, ketinggian mata pengamat, dan akibatnya terhadap jarak ke cakrawala atau ufuk dalam gambar di atas bukan dalam skala sebenarnya). Pada gambar di atas, garis putus-putus melalui O, tegak lurus dengan garis OC, yang merupakan jari-jari Bumi ditambah dengan tinggi mata pengamat disebut dengan istilah Horison Semu (*Al-Ufuq Al-Hissī*).

Dengan menggunakan asumsi sementara bahwa tidak ada pembiasan di atmosfer, maka *ufuq mar’i* (*Apparent Horizon*) pengamat bertepatan dengan ufuk geometris, dalam gambar ditandai dengan garis putus-putus OG, bersinggungan dengan permukaan Bumi, dan tegak lurus dengan garis CG. Titik G adalah batas pandang mata pengamat. Karena posisi pengamat pada ketinggian h , ufuk mar’i terletak di bawah Ufuk Semu membentuk sudut d_g , yang merupakan dip geometris tanpa refraksi atmosfer.

Karena garis OG tegak lurus terhadap CG yang merupakan jari-jari lingkaran yang mewakili Bumi, sudut OCG juga sama dengan dip d_g , karena kedua sudut berlabel d_g melingkapi sudut COG. Jadi dapat diterapkan trigonometri dasar untuk menghitung dip (Young, 2013 diakses dari *mintaka.sdsu.edu*):

$$\cos (d_g) = CG / OC = r / (r + h)$$

Tapi "h", seperti dikatakan di atas, sangat kecil dibandingkan dengan "r". Itu berarti sudut dip itu sendiri juga kecil, sehingga dapat diterapkan untuk sudut yang kecil dengan rumus pendekatan² $\cos x = 1 - x^2/2$ ke sisi kiri dari persamaan dan menggunakan teorema binomial³ untuk memperluas sisi kanan [setelah membagi kedua pembilang dan penyebut dengan r, untuk mendapatkan $1 / (1 + h / r)$], yang menjadi $1 - h / r$. Kemudian 1 itu dibuang, maka akan tinggal hasil perkiraan:

(dg) $2/2 = h / r$, sehingga :

$$d_g = \sqrt{(2h / r)}.$$

Untuk untuk memperkirakan bagaimana formula ini bekerja, maka perlu diterapkan dalam contoh angka. Misalkan seseorang sedang berdiri di tepi laut, dengan kaki orang tersebut di permukaan air. Tinggi mata sekitar

² Pendekatan rumus $\cos x = 1 - x^2/2$ diperoleh dari:

$$\text{Rumus dasar} \quad \cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$\cos^2 x = 1 - \sin^2 x$$

$$\cos x \cdot \cos x = 1 - \sin^2 x$$

$$\cos x = \frac{1}{\cos x} - \frac{\sin^2 x}{\cos x}$$

$$\cos x = 1 - 2 \cdot \sin^2 \frac{x}{2}$$

$$\cos x = 1 - 2 \cdot \sin \left(\frac{x}{2} \right) \cdot \sin \left(\frac{x}{2} \right)$$

$$\cos x = 1 - 2 \cdot \frac{x}{2} \cdot \frac{x}{2}$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2}$$

³ Distribusi Binomial atau distribusi Bernoulli (ditemukan oleh James Bernoulli) adalah suatu distribusi teoritis yang menggunakan variabel random diskrit yang terdiri dari dua kejadian yang berkomplemen, seperti sukses-gagal, ya-tidak, baik-cacat, kapalackor dll.

Ciri-ciri distribusi Binomial adalah sbb :

1. Setiap percobaan hanya memiliki dua peristiwa, seperti ya-tidak, sukses-gagal.
2. Probabilitas suatu peristiwa adalah tetap, tidak berubah untuk setiap percobaan.
3. Percobaannya bersifat independen, artinya peristiwa dari suatu percobaan tidak mempengaruhi atau dipengaruhi peristiwa dalam percobaan lainnya.
4. Jumlah atau banyaknya percobaan yang merupakan komponen percobaan binomial harus tertentu.

1,5 meter di atas laut, dan $r = 6,4 \times 10^6$ m. Kemudian $\sqrt{(3 / 6,4 \times 10^6)}$ adalah sekitar 0,00068 radian, atau 0.039° , atau sekitar $2/3$ menit busur ($0^\circ 2' 20.4''$).

Karena resolusi mata normal di siang hari adalah sekitar satu menit busur, dip ini adalah sudut yang mudah terlihat. Jadi, meskipun sudut ini kecil, tetapi tidak bisa diabaikan, bahkan untuk seorang pengamat dengan mata telanjang berdiri di tepi air. Jelas, dip adalah efek yang cukup untuk semua pengamatan dunia nyata.

Atau dengan persamaan lain, Frost (2001: 90-91) menjelaskan untuk menerapkan dip pada satuan menit busur dalam pengertian ketinggian mata (h) adalah:

Jika dalam persamaan sebelumnya,

$$\cos(d_g) = \frac{r}{(r+h)} \quad \text{dimasukan kedalam persamaan:}$$

$$\cos \theta = 1 - 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

maka,

$$1 - 2 \sin^2 \frac{Dip}{2} = 1 - \frac{h}{r+h}$$

$$\sin \frac{Dip}{2} = \sqrt{\frac{h}{2(r+h)}}$$

Nilai “h” yang merupakan ketinggian mata pengamat sangat kecil bila dibandingkan “r” yang merupakan jari-jari Bumi. Maka, $r + h \simeq r$, dan $\sin dip \simeq dip$ dengan satuan radian. Dan kira-kira:

$$\frac{Dip}{2} = \sqrt{\frac{h}{2R}}$$

Dimana dip dalam satuan radian. Maka:

$$= \sqrt{\frac{h}{6,378,160 \times 2}}$$

Nilai “r” dalam satuan meter.

$$\begin{aligned} DIP &= \frac{2 \times 57.3 \times 60}{\sqrt{2} \times 6,378,160} \sqrt{h} \\ &= 1.93 \sqrt{h} \end{aligned}$$

b) Dip, dengan Pengaruh Refraksi (Terbiaskan)

Ketinggian suatu benda langit yang dilihat pengamat ditentukan oleh arah datang cahaya yang menuju matanya. Sebelum sampai ke mata, cahaya tersebut terlebih dahulu melewati berbagai lapisan atmosfer Bumi yang menjadikannya tidak lurus, melainkan akan dibelokkan dan melengkung. Perubahan kelengkungan cahaya pada atmosfer ini disebabkan oleh kerapatan susunan materi yang tidak sama dalam tiap-tiap lapisannya. Besaran yang menentukan kelengkungan sinar tersebut disebut dengan indeks bias atau indeks refraksi lapisan atmosfer. Dengan demikian cahaya benda langit yang diterima mata pengamat bukanlah cahaya yang datangnya lurus, sehingga obyek yang diterima mata bukan ketinggian benda langit sebenarnya (Kemenag RI, 2010: 217).

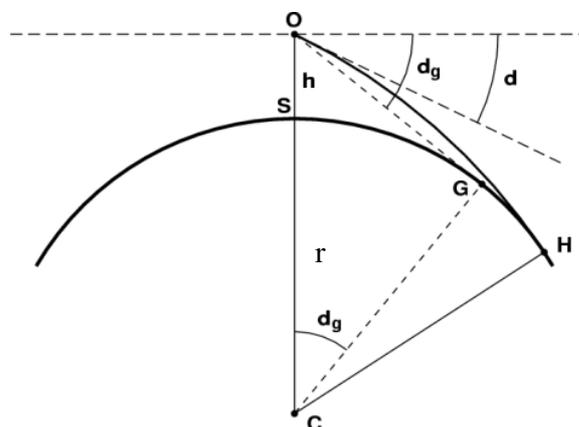
Hambali (2011: 73) mengatakan bahwa pembiasan sinar di angkasa tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan-perbedaan tingkat suhu dan

kepadatan udara. Semakin dekat dengan Bumi, susunan partikel udara akan semakin padat, sebaliknya ketika semakin tinggi atau jauh dari permukaan Bumi, kepadatan partikel-partikel penyusun udara akan semakin renggang atau berkurang. Hal tersebut menyebabkan posisi benda langit akan terlihat lebih tinggi dari posisi yang sebenarnya, kecuali saat benda langit tersebut berada di titik zenit.

Lebih rinci lagi Beij (T.t: 291) mengatakan bahwa ketinggian nilai refraksi tergantung pada ketinggian posisi benda langit. Refraksi akan menjadi bernilai nol jika benda langit tersebut berada pada ketinggian 90 derajat, dan akan bernilai maksimal ketika posisi benda langit berada di ketinggian 0 derajat atau tepat di ufuk. Untuk ketinggian 20° nilai refraksi bisa diabaikan karena tidak lebih besar dari $2'$.

Dari kondisi tersebut, Khazin (2004: 140) mengartikan refraksi (*Daqōiq al-Ihtilāf*) adalah perbedaan antara tinggi suatu benda langit yang sebenarnya dengan tinggi benda langit yang dilihat akibat dari adanya pembiasan sinar yang terjadi di lapisan atmosfer.

Gambar.2.2.b Jarak Pengamat ke Ufuk dengan Pengaruh Refraksi



Pembahasan sebelumnya, telah dibahas ufuk dengan mengabaikan refraksi, dan ditarik garis pandang ke ufuk mar'i sebagai garis lurus OG. Namun, di dunia nyata, ada refraksi terestrial antara pengamat dan horison, yaitu garis pandang ke ufuk mar'i /horison pandang tidak benar-benar lurus, tapi melengkung. Biasanya, sinar garis melekuk cekung ke arah Bumi, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas. Busur OH merupakan garis melengkung dari pandangan. Titik H adalah ufuk mar'i yang dibiaskan. Kalau diperhatikan pembiasan memungkinkan ufuk terlihat sedikit lebih jauh. Jadi tidak lagi memiliki kesamaan baik antara dip dan jarak ke ufuk mar'i, meskipun koreksi refraksi biasanya kecil, sehingga hubungan dengan ufuk geometris menjadi kasar.

Jarak pengamat ke ufuk mar'i, ketika dalam keadaan atmosfer normal, yaitu sekitar sepertigabelas ($1/13$) lebih besar dari jarak secara teoritik. ini memberikan $1.15 \sqrt{h}$ untuk jarak ufuk mar'i. Dip yang sebenarnya dari ufuk mar'i kurang dari dip teoritis. ketika refraksi adalah normal dip horison pandang adalah 0,98 busur. efek refraksi pada dip dan pada jarak horison diilustrasikan pada gambar b.1 diatas. Tabel jarak dan dip *ufuq mar'i* dihitung dari formula yang dinyatakan di atas dan sudah dimasukkan kedalam tabel-tabel nautika. Ketinggian benda langit tereduksi oleh nilai dip dari ufuk mar'i (Cotter, 1997: 239).

Formula dip $1.93\sqrt{h}$ pada kenyataannya, hal tersebut tidak sesuai. Hal tersebut dikarenakan ufuk pandang (*ufuq hissi*) terangkat akibat efek dari refraksi. Oleh karena itu *Ufuq hissi* akan berada diluar dari titik G yang

diasumsikan pada gambar a.1. Kemudian gambar b.1, menunjukkan horizon pandang dan efek refraksi berada pada garis yang mencapai pengamat dari itu.

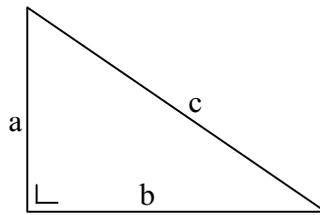
Nilai dip akan berkurang dari nilai yang diberikan formula $1.93\sqrt{h}$. nilai praktis dari dip dapat ditentukan dengan pengamatan dan jumlah refraksi yang disimpulkan. ketidakpastian dalam pembiasan pada saat setiap, membuat koreksi dip sering tidak akurat dan tidak dapat diandalkan dari semua koreksi ketinggian. Untuk prediksi praktis nilai dip, sudut refraksi dari $1/13$ yang terbentuk pada pusat Bumi dapat diperkirakan. Berdasarkan ini, maka asumsi formula $1.93\sqrt{h}$ bisa diganti menjadi $1.77\sqrt{h}$ (Frost, 2001: 91).

2) Jarak Pengamat Terhadap Horison

Sebelum mempertimbangkan kondisi yang lebih realistis yang meliputi refraksi, yang perlu diperhatikan bahwa dip adalah sama dengan sudut OCG di pusat Bumi. Satu menit busur di permukaan bumi sama dengan 1 mil laut. Dengan kata lain, dapat dikatakan bahwa ketika jarak sudut ke ufuk adalah $\sqrt{(2h/R)}$, jarak linier ke ufuk adalah $\sqrt{(2hR)}$ (Young, 2012, di akses dari *mintaka.sdsu.edu*).

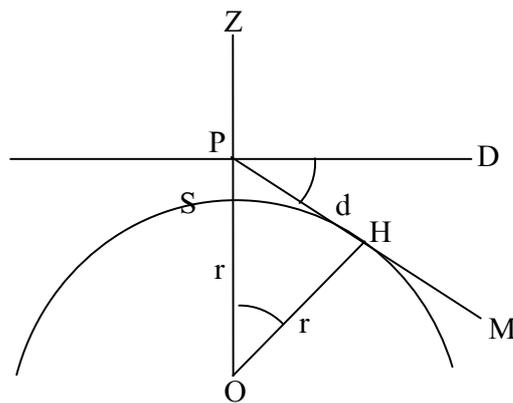
Formula tersebut didapat dari perbandingan sisi segitiga siku-siku pendekatan *theorema Phytagoras* yaitu :

Gambar. 2.2.c.1. Segi Tiga Siku-Siku *Theorema Phytagoras*



$c^2 = a^2 + b^2$ dimana c adalah sisi miring sebuah segitiga, a dan b adalah sisi yang berpotongan tegak lurus dari segitiga. Dengan menggunakan pendekatan *theorema Pythagoras* tersebut, radius pandang dari pengamat ke ufuk dapat ditentukan (Idel&Hariyono, 2005: 89).

Gambar. 2.2.c.2. Kerendahan Ufuk



Dari gambar c.2 terdapat sebuah segitiga siku-siku PHO dengan siku-siku di H, sehingga sisi miringnya adalah OP ($PS + SO$), sisi tegaknya PH (d) dan OH (r). Panjang sinar PH = d merupakan jarak pandang pengamat ke ufuk mar'i, sehingga panjang (d) dapat dihitung dengan *theorem pythagoras* sebagai berikut (Rachim, 1983: 31-32):

$$(PS+SO)^2 = OH^2 + PH^2$$

$$(r + h)^2 = r^2 + d^2$$

$$d^2 = (r + h)^2 + R^2$$

$$d = \sqrt{(r + h)^2 + R^2}$$

$$= \sqrt{r^2 + 2rh + h^2 + r^2}$$

$$d = \sqrt{2rh + h^2}$$

karena nilai h sangat kecil jika dibandingkan dengan nilai r , r bernilai sekitar 6000 Km, dan h hanya beberapa meter, maka bentuk $\sqrt{2rh + h^2}$ dapat disederhanakan menjadi $d = \sqrt{2rh}$. nilai h dalam satuan meter sedangkan nilai r dalam satuan kilometer. Sehingga jika:

$$1\text{Km} = 1000\text{m}$$

$$12\text{Km} = 12000\text{m}$$

$$1\text{m} = \frac{1}{1000}$$

dan Jari-jari Bumi ± 6000 Km, sehingga,

$$d = \sqrt{2rh}$$

$$= \sqrt{12000 \times \frac{h}{1000}}$$

$$= \sqrt{12h}$$

Jadi, jika tinggi mata pengamat dinyatakan dengan jumlah meter, maka jumlah kilometer jarak dari mata pengamat ke kaki langit adalah sebesar 12 kali ketinggian mata pengamat. Nilai ini dengan mengabaikan pengaruh refraksi atmosfer.

Semisal seorang pengamat berada di atas mercusuar setinggi 15 meter, dan tinggi mata pengamat 1,5 meter. Maka secara teori, jauh pandangan mata terhadap ufuk tanpa pengaruh refraksi adalah:

$$d = \sqrt{12 \times 16,5}$$

$$= \sqrt{198}$$

$$= 14,071 \text{ Km.}$$

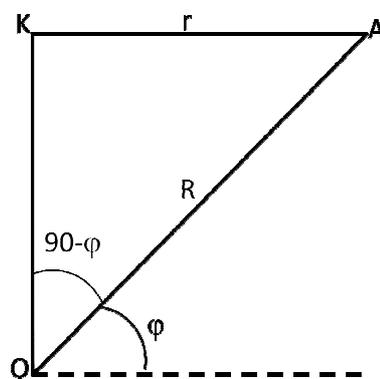
Jadi jarak mata pengamat ke ufuk sejauh 14,071 Km.

Pandangan ufuk suatu tempat dipermukaan bumi untuk keperluan waktu-waktu salat adalah ke timur atau ke barat. Sedangkan lokasi suatu tempat dipermukaan Bumi bila direferensikan ke pandangan timur dan barat, maka akan berlaku kaidah lingkaran besar dan lingkaran kecil pada bola Bumi. Referensi pandangan ke ufuk timur atau barat menjadikan posisi suatu titik di permukaan Bumi yang merupakan lingkaran besar adalah semua wilayah yang berada pada lintang 0° atau dengan kata lain lokasi tersebut berada di sepanjang lingkaran katulistiwa. Dengan demikian, maka selain lokasi tersebut merupakan daerah yang berada di lingkaran kecil. Jari-jari sebanyak lingkaran kecil tersebut sampai ke ufuk memiliki besar jari-jari yang berbeda. Semakin menjauhi lingkaran ekuator bumi, semakin kecil nilai jari-jarinya. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap besar kecilnya jarak terhadap horison.

Menghitung jari-jari lingkaran tidak akan pernah lepas dari istilah diameter. Diameter lingkaran merupakan garis tengah lingkaran yang membelah lingkaran menjadi dua bagian yang sama besar. Sedangkan jari-jari merupakan setengah dari panjang diameter lingkaran tersebut. Definisi lain, jari-jari merupakan panjang garis yang menghubungkan antara titik pusat lingkaran dengan garis tepi/busur lingkaran.

Untuk mencari jari-jari lingkaran besar bumi, maka harus menghitung diameter bumi terlebih dahulu atau langsung mencari pada referensi yang telah disediakan. Pada buku referensi diketahui bahwa diameter bumi adalah 6378,1 km (Ibrahim, 2003: 26).

Sedangkan untuk mencari jari-jari lingkaran kecil adalah dengan menggunakan kaidah trigonometri (Idel&Hariyonno, 2005: 93).



Segitiga KOA yang diambil dari Gambar 3

Dari gambar di atas, dapat kita peroleh data trigonometri sebagai berikut:

$$\sin O = \frac{KA}{AO} = \frac{r}{R}$$

$$\sin O = 90 - \varphi$$

$$\sin(90 - \varphi) = \frac{r}{R}$$

$$r = R \sin(90 - \varphi)$$

$$r = R \cos \varphi$$

Contoh kasus:

Carilah jari-jari lingkaran yang terletak pada 60° LU bumi.

$$\begin{aligned}
 r &= R \sin (90-60) \\
 &= 6378,1 \cdot \sin 30 = 6378,1 \cdot 0,5 \\
 &= 3189,05 \text{ km.}
 \end{aligned}$$

Jadi jari-jari lingkaran pada 60° LU bumi adalah 3189,05 km.

Apabila jari-jari Bumi di lintang tersebut telah ditemukan maka selanjutnya, untuk mengetahui jarak pandang horisonnya adalah dengan memasukan ke rumus jarak horison:

$$\begin{aligned}
 d &= \sqrt{2rh} \\
 &= \sqrt{2r \times \frac{h}{1000}} \\
 &= \sqrt{2 \times 3189,05 \times \frac{h}{1000}} \\
 &= \sqrt{6,379 \times \frac{h}{1000}} \\
 &= 13,83 \text{ km}
 \end{aligned}$$

3) Refraksi

Dalam mendefinisikan tentang refraksi, Martopo (1992:10), menyatakan bahwa refraksi ada dua macam, yaitu refraksi astronomis dan refraksi bumi.

Refraksi astronomis menurut Nathaniel Boudich (1962) sebagaimana dikutip Martopo (1992: 10):

“Refraction is caused by the bending of a light ray as it passes from a medium of one density into one of different density. The increasingly dense layers of the earth atmosphere caused the rise to be bent more and more downward in the vertical plane as they approach the surface”.

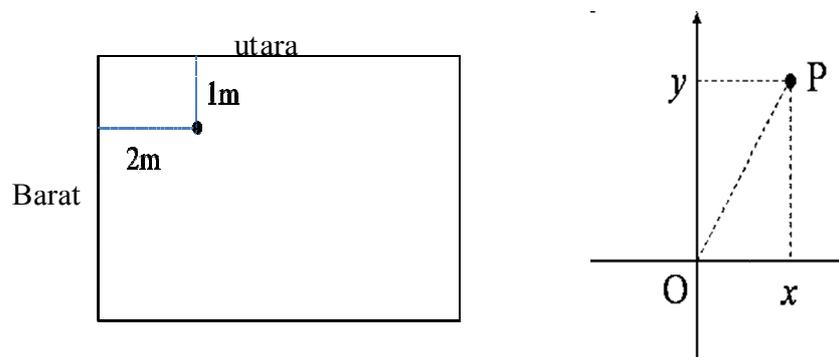
Refraksi bumi didefinisikan sebagai sudut pandang antara arah benda di permukaan bumi yang sebenarnya dengan arah benda yang tampak oleh mata pengamat (Martopo, 1992: 12).

Besarnya nilai refraksi tergantung pada ketinggian benda langit, suhu udara dan tekanan udara. Koreksi refraksi sangat diperhitungkan dalam menentukan tinggi benda langit yang kurang dari 10° . Cahaya yang tidak mengalami pembiasan (refraksi) adalah cahaya yang berimpit dengan arah radial dari titik pusat bumi, karena datangnya tegak lurus terhadap bumi. Sudut datang atau kemiringan cahaya terhadap atmosfer dalam hal ini oleh pengamat diukur dari titik zenitnya (Kemenag, 2010: 221).

D. Posisi di Permukaan Bumi

Penentuan posisi sebuah titik kedudukan suatu benda pada bidang datar harus memenuhi dua syarat yaitu mengetahui jarak dari dua buah sisi atau dengan kata lain, kita mengetahui koordinat titik tersebut, yaitu absis (x) dan ordinatnya (y).

Gambar.2.3. Jarak dan koordinat terhadap bidang datar



Dengan mengetahui jarak sebuah titik dari dua sisi yang berbeda, maka bisa ditentukan secara pasti posisi suatu benda, atau dengan menggunakan sumbu x dan

y yang berpotongan tegak lurus di titik O misalnya, maka dapat dengan mudah diketahui letak titik P (Nawawi, 2010: 5).

Penentuan posisi di suatu tempat pada permukaan Bumi juga menggunakan kaidah seperti di atas. Hanya saja suatu lokasi di permukaan Bumi di mana bentuk Bumi yang berbentuk bulat, tidak ada bagian pada permukaan bumi tersebut yang disebut sisi, maka akan mengalami kesulitan bila tidak ada acuan yang dijadikan dasar sebagai garis bantu menentukan lokasi. Menunjuk atau menggambarkan suatu lokasi pada permukaan Bumi tanpa adanya garis-garis bantu, tentu akan mengalami kesulitan untuk mendeskripsikannya kepada orang lain. Untuk keperluan tersebut, pada tanggal 1 sampai dengan 22 Oktober 1884, para ahli astronomi dari 25 negara mengadakan konvensi internasional di Greenwich⁴.

⁴ Dalam konvensi tersebut menyepakati aturan-aturan penetapan bujur dan lintang tempat di permukaan Bumi dengan membuat garis-garis bantu. Dalam kesepakatan tersebut diperoleh kesepakatan beberapa aturan dalam penetapan garis bujur dan garis lintang antara lain (Fathurrohman, 2010: 10):

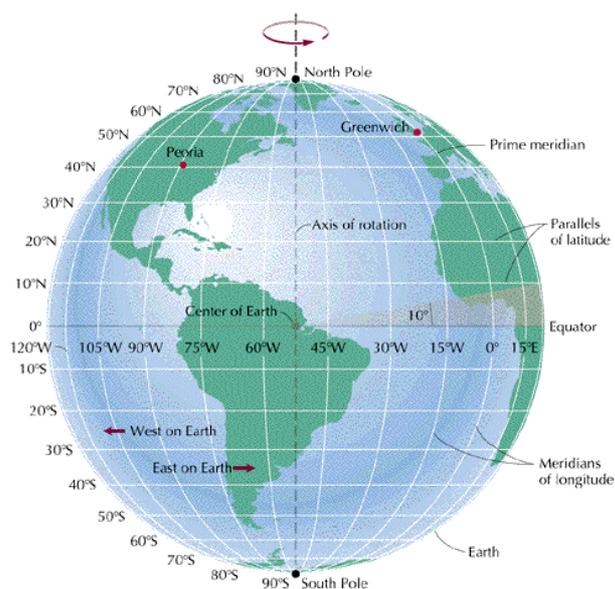
- a) Sepakat untuk membentuk garis bantu yang melingkari bumi dan membagi bumi, dua bagian sama besar antara utara dan selatan yang diberi nama “garis katulistiwa” (*Equator*).
- b) Garis-garis yang sejajar dengan katulistiwa yang melintang dari Barat ke Timur dinamakan “garis lintang”.
- c) Nilai masing-masing garis lintang ditentukan simpangan garis tersebut dengan garis katulistiwa, diukur dari sudut bantu yang dibuat dari titik pusat bumi. Nilai terkecil adalah 0° (garis katulistiwa) dan terbesar adalah 90° (titik kutub). Garis-garis bantu yang terletak di utara bagian Bumi bernilai positif, sedangkan yang berada di bumi bagian selatan bernilai negatif.
- d) Garis-garis yang menghubungkan antara kutub utara dan selatan dinamakan dengan “garis bujur”.
- e) Garis bujur 0° adalah garis yang melintasi kota Greenwich, sebuah kota kecil dekat London. Kota ini yang sampai saat ini dijadikan pedoman penentuan waktu seluruh dunia.
- f) Sebelah Barat garis yang melintasi kota Greenwich disebut “bujur Barat” dan yang terletak di Timurnya disebut “bujur Timur”. Karena bumi berbentuk relatif bola, maka garis tersebut akan berhimpit pada sebuah garis 180° di samudera Pasifik.

Dalam ilmu falak, penentuan posisi di permukaan Bumi (letak geografis) digunakan koordinat Katulistiwa. Sedangkan untuk penentuan posisi suatu obyek di langit menggunakan tata koordinat Horizon, tata koordinat Equator, dan tata koordinat Ekliptika.

Dalam tata Koordinat Katulistiwa, bentuk Bumi sebenarnya tidak benar-benar bulat, sebaliknya berbentuk lonjong (*Elipsoid*) bahkan permukaannya tidak benar-benar rata. Tetapi untuk keperluan perhitungan matematis, bumi selalu di anggap bulat dengan garis atau lingkaran yang membagi bola bumi menjadi dua sama besar. Bumi berotasi pada sumbunya menurut arah Barat-Timur sehingga semua titik di permukaannya bergerak menurut arah itu, kecuali dua titik di kedua ujung sumbunya yang dinamakan Kutub Bumi yang terletak di utara dan selatan (Zainal, 2004: 16).

Gambar.2.4. Koordinat ini beserta unsur-unsurnya

(http://www2.montgomerycollege.edu/departments/planet/M_AS102/coordinates/LatitudeLongitudeEarth.html)



Bola Bumi berputar menurut arah Barat-Timur dengan pola perputaran yang teratur seakan-akan memiliki sumbu di tengahnya. Akibat perputaran itu, semua titik dipermukaan bumi juga berputar sesuai arah perputaran Bumi kecuali dua titik. Dua titik tersebut yang tidak berubah dinamakan dengan “Kutub Bumi”. Jarak dua titik tersebut dari katulistiwa adalah sebesar 90° .

Katulistiwa adalah lingkaran besar yang titik pusatnya adalah titik pusat bumi memiliki jarak yang sama dari kutub utara dan selatan Bumi, sehingga lingkaran ini membagi bumi menjadi dua bagian sama besar yaitu Bumi bagian utara dan Bumi bagian selatan. Jarak dari tiap titiknya di sepanjang lingkaran ini sebesar 90° dari kedua kutub Bumi. Katulistiwa dijadikan sebagai batas permulaan pengukuran lintang suatu tempat di permukaan Bumi, sehingga tempat-tempat yang berada di sepanjang lingkaran katulistiwa memiliki lintang 0° (Khazin, 2005: 44).

Garis atau lingkaran lintang adalah garis-garis atau lingkaran-lingkaran sejajar (pararel) dengan katulistiwa. Semakin jauh dari katulistiwa garis-garis atau lingkaran-lingkaran tersebut semakin kecil sampai dengan kutub lingkaran tersebut berubah menjadi sebuah titik. Lintang tempat (*Latitude*, *'ardu al-Balad*) adalah jarak sebuah titik sepanjang garis atau lingkaran katulistiwa terhadap suatu tempat di permukaan Bumi atau jarak sepanjang meridian Bumi yang diukur dari katulistiwa sampai dengan suatu tempat yang dimaksud. Nilai tempat minimal bernilai 0° yaitu di sepanjang garis atau lingkaran katulistiwa dan maksimal adalah 90° yaitu berupa titik di kutub utara dan selatan Bumi. Tempat-tempat di Bumi bagian utara bernilai positif dan tempat-tempat di Bumi bagian selatan katulistiwa bernilai negatif (Azhari, 2012: 134).

Garis Lintang adalah garis yang menghubungkan kutub utara dan selatan bumi. Garis ini memotong tegak lurus dengan katulistiwa. salah satu garis tersebut melewati kota Greenwich dekat London. Kota inilah yang menjadi acuan titik nol bujur koordinat Bumi. Tempat-tempat yang di Timur kota Greenwich bernilai positif sedangkan yang di Barat kota tersebut bernilai negatif. Bujur Tempat (*Longitude*, *'Tūl al-Balad*) adalah jarak antara garis bujur 0° di garis bujur Greenwich dengan tempat yang dimaksud (Maskufa, 2010: 57).

Bujur yang melingkari permukaan Bumi adalah $+180^\circ$ Bujur Timur dan -180° Bujur Barat. Kedua bujur tersebut jika dijumlah maka 360° . Waktu rata-rata yang digunakan dalam satu kali putaran rotasi adalah 24 jam, sehingga $360^\circ/24j$ maka $15^\circ/1j$. Setiap 15° akan ditempuh Matahari semu selama 1 jam. 1 jam = 60 menit, sehingga $60m/15^\circ = 4m/1^\circ$. Sehingga 1° dalam busur sama dengan 4 menit waktu. Semisal kota Jakarta memiliki bujur $106^\circ49'$ BT dan Banyuwangi $114^\circ23'$, selisih waktu kedua kota tersebut adalah $(106^\circ49' - 114^\circ23')/15 = -0j:30m:16d$. Jadi, selisih waktu antara Jakarta dan Banyuwangi adalah 30 menit 16 detik. Nilai negatif maksudnya adalah bahwa kota Banyuwangi lebih dahulu waktu hakikinya dari Jakarta. (Fathurrohman, 2012: 13).