

Sundial Sejarah dan Konsep Aplikasinya

Elly Uzlifatul Jannah^{1*}, Elva Imeldatur Rohmah²

UIN Sunan Ampel Surabaya^{*1}, Institut Pesantren Sunan Drajat Lamongan²

^{*1}email: ellyuzlifah@gmail.com

²email: elvaimelda@insud.ac.id

Abstract

Sundial is a device used as a hint of local pseudo-time using the sun, thus producing the shadows of the gnomon. Sundial is the oldest hour and was first used around 3500 BCE. Sundial consists of several types, namely horizontal, vertical, and equatorial Sundial. Each sundial has its own rules in its creation and the concept of its application. The working principle of this clock is by showing the location based on the sun by looking at the shadows of the sun. As one of the timepiece tools, the sundial not only serves as a tool to know the timing only. It has several other functions, such as the season determinant and the direction of Qibla. However, the entire function of the sundial can only function with the help of the sun as its appointment. By application and the theory, sundial has an excess compared to the math clock. This is because the routine of worship and human social activity is absolutely determined by the time of the Sun standard, not the clock. Because the clock is just the average calculation of the sun's circulation averages around the earth, so the clock can not show the actual time. The sundial can also be used as a time-to-date verifier, as well as a prayer time guideline without time correction, such as digital clock or analog clock.

Keywords : *Sundial, History, Application Concept*

Abstrak

Sundial atau jam Matahari adalah sebuah perangkat yang digunakan sebagai petunjuk waktu semu lokal dengan menggunakan Matahari, sehingga menghasilkan bayang-bayang dari gnomon. *Sundial* merupakan jam tertua dan pertama kali digunakan sekitar 3500 sebelum Masehi. *Sundial* terdiri atas beberapa jenis, yaitu *sundial* horisontal, vertikal, dan ekuatorial. Masing-masing *sundial* memiliki aturan tersendiri dalam pembuatannya dan konsep aplikasinya. Prinsip kerja jam ini yaitu dengan menunjukkan berdasarkan letak Matahari dengan cara melihat bayangan

Artikel Info

Received:

23 Agustus 2019

Revised:

24 September 2019

Accepted:

29 November 2019

Published:

02 Desember 2019

Matahari. Sebagai salah satu alat penunjuk waktu, *sundial* tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk mengetahui waktu saja. Melainkan memiliki beberapa fungsi lainnya, seperti sebagai penentu musim dan penentu arah kiblat. Namun keseluruhan fungsi dari *sundial* tersebut hanya bisa berfungsi dengan adanya bantuan Matahari sebagai penunjuknya. Secara aplikasi dan teoritisnya, *sundial* memiliki kelebihan dibandingkan dengan jam matematika. Hal ini dikarenakan rutinitas ibadah dan aktivitas sosial manusia mutlak ditentukan oleh waktu standar Matahari, bukan jam. Karena jam hanyalah perhitungan rata-rata peredaran semu Matahari mengelilingi Bumi, sehingga jam tidak dapat menunjukkan waktu yang sebenarnya. Sehingga *sundial* selain dapat dijadikan sebagai verifikator waktu, juga dapat digunakan sebagai pedoman waktu shalat tanpa koreksi waktu, seperti jam digital atau jam analog.

Kata Kunci : Sundial, Sejarah, Konsep Aplikasi

A. Pendahuluan

Secara definisi, *sundial* atau jam Matahari adalah sebuah perangkat yang digunakan sebagai petunjuk waktu semu lokal dengan menggunakan Matahari, sehingga menghasilkan bayang-bayang dari gnomon (batang atau lempengan yang bayang-bayangnya digunakan sebagai petunjuk waktu). Rancangan jam Matahari yang paling umum dikenal memanfaatkan bayangan yang menimpa permukaan datar yang ditandai dengan jam-jam dalam suatu hari. Seiring dengan perubahan pada posisi Matahari, waktu yang ditunjukkan oleh bayangan tersebut pun turut berubah. Pada dasarnya, jam Matahari dapat dibuat

menggunakan segala jenis permukaan yang ditimpa bayangan yang dapat ditebak posisinya.

Seiring dengan perkembangan zaman, eksistensi jam Matahari sebagai penentu waktu mulai pudar dan tersisihkan dengan ditemukannya beberapa alat teknologi yang jauh lebih canggih dan praktis untuk mengetahui waktu dalam kehidupan sehari-hari. Seperti misalnya arloji atau jam tangan, serta jam dinding. Bahkan kini, aplikasi jam dapat diperoleh bersamaan dengan membeli alat-alat teknologi lainnya, seperti jam pada *handphone* (telepon genggam), komputer atau laptop, serta alat lainnya yang kini dapat kita jumpai di banyak tempat.

Panjangnya waktu yang tidak terbatas berada di luar kekuasaan manusia. Manusia adalah setitik umur yang akan sirna dari sejarah ke sejarah, sedangkan waktu yang terus berjalan. Manusia hanya menanti pergantian. Keabadian tidak dapat diukur maupun dihitung. Seandainya dapat dihitung, maka akan sia-sia karena manusia akan musnah dengan perjalanan waktu.¹

Meskipun sudah banyak alat-alat canggih dan praktis untuk mengetahui waktu, namun masih ada yang menggunakan dan memanfaatkan jam Matahari atau *sundial* ini. Oleh karena itu, peneliti akan meneliti tentang seluk beluk *sundial* yang meliputi sejarah, macam-macamnya, hingga konsep aplikasinya.

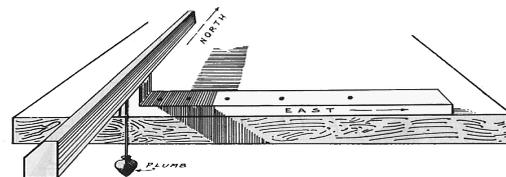
B. Pembahasan

1. Sejarah Perkembangan

Penunjuk Waktu

Jam Matahari² merupakan jam tertua atau biasanya disebut jam *Sundial*. Pada permulaan abad ke-20 para arkeolog menemukan sebuah

sundial yang diperkirakan telah dibuat sekitar abad 370 SM, *sundial* tersebut merupakan *sundial* yang pertama kali ditemukan, seiring dengan perkembangan waktu para arkeolog mulai menemukan *sundial-sundial* lain yang berumur lebih tua dan kebanyakan *sundial* tersebut ditemukan di daerah Mesir.³ Salah satu *sundial* tertua yang ditemukan di daerah Mesir diperkirakan dibuat sekitar tahun 1500 SM dan digunakan oleh Thutmosis III.⁴



Gambar 1 : Sundial Tertua

Sundial tersebut terbuat dari batu yang berbentuk batangan datar dengan panjang sekitar 12 inchi dengan sebuah bidang tegak lurus yang berbentuk "T" pada salah satu ujungnya. Ketika Matahari menyinari *sundial* tersebut, bayangan dari bidang yang berbentuk "T" akan jatuh pada batangan datar yang terletak di bawahnya dan

¹ Slamet Hambali, *Almanak Sepanjang Masa*, (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang), 2011, h. 1.

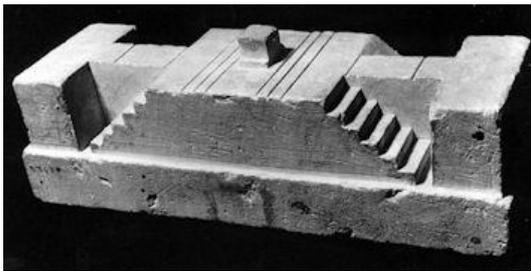
² John M Echols dan Hasan Shadily, *Kamus Inggris Indonesia*, (Jakarta: Gramedia, 2003), Cet XXV, h. 586.

³ R Newton Mayyal dan Margaret W Mayyal, *Sundials Their Contruction and Use*, (Cambridge: Sky Pub Corp, 1994), h. 3.

⁴ Rene. R. J. Rohr, *Sundial, History, Theory and Pactice*, (New York: Dover Publication Inc, 1996), h. 5.

menunjukkan ukuran waktu. Untuk dapat menggunakan *sundial* tersebut, bidang yang berbentuk “T” harus diarahkan ke arah timur pada waktu pagi dan ke arah barat pada waktu sore. *Sundial* ini juga dilengkapi dengan sebuah bandul yang digunakan sebagai alat untuk mengukur kesejajaran *sundial* ketika di tempatkan.⁵

Sundial lainnya yang ditemukan di daerah Mesir yang diperkirakan dibuat sekitar tahun 660-330 SM.



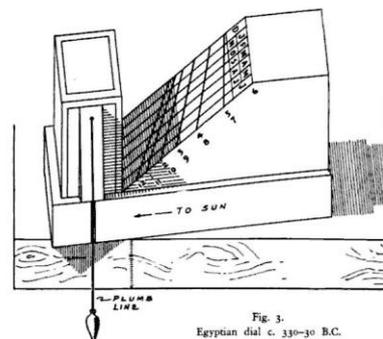
Gambar 2 : Egyptian dial

Sundial ini bisa menunjukkan waktu sepanjang hari tanpa harus mengubah posisi *sundial* ketika sore hari seperti *sundial* yang pertama. Selain memiliki bidang *sundial* yang datar, *sundial* ini juga memiliki bidang yang miring dan bertingkat menyerupai tangga di kedua sisinya. Bayangan yang jatuh pada bidang miring tersebut juga dapat menunjukkan waktu. Dengan bentuk yang seperti itu, *sundial* ini bisa

⁵ *Ibid*, h. 4.

ditempatkan tanpa harus mengetahui garis meridian terlebih dahulu. Untuk menggunakan *sundial* ini yang perlu dilakukan hanyalah meletakkannya pada posisi yang datar kemudian *sundial* tersebut digerakkan sampai waktu yang ditunjukkan oleh bayangan pada bidang yang miring sama dengan waktu yang ditunjukkan oleh bayangan yang berada pada bidang datar yang berada di atasnya.⁶

Selain kedua *sundial* di atas, masih ada satu lagi *sundial* yang ditemukan di Mesir yang diperkirakan dibuat sekitar abad 330-30 SM.



Gambar 3 : Egyptian dial 330-30 SM

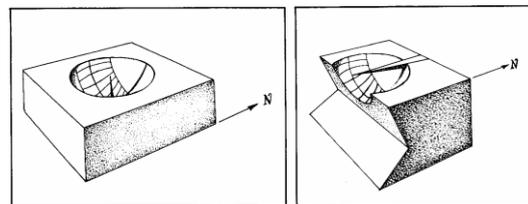
Berbeda dengan kedua *sundial* sebelumnya yang mempunyai permukaan yang datar sebagai area untuk menangkap bayangan yang dihasilkan oleh balok yang tegak lurus (*gnomon*), *sundial* ini memiliki permukaan yang miring yang mana

⁶ *Ibid*.

kemiringannya tersebut sesuai dengan lintang tempat. Lebar dari *sundial* tersebut dibagi menjadi beberapa bagian untuk menunjukkan bulan, serta garis-garis diagonal yang digambar melewati garis-garis bulan tersebut digunakan untuk menunjukkan jam. Adapun cara penggunaannya hampir menyerupai *sundial* yang pertama yakni *sundial* pertama-tama diletakan pada daerah yang datar kemudian arahkan balok yang berdiri tegak tersebut ke arah Matahari. Posisi bayangan pada garis waktu menunjukkan waktu harian pada bulan-bulan tersebut.⁷

Pada periode Yunani klasik, beberapa desain jam Matahari mulai di kembangkan. Aristarcus dari Samos (abad ke-3 SM) dikatakan telah merancang sebuah jam Matahari yang disebut “hemisperium“. *Sundial* ini terbuat dari batu yang berbentuk cekung yang ditengahnya terdapat sebuah *gnomon* vertikal yang berupa stik yang mengarah ke arah *zenith*. seiring dengan pergerakan Matahari, bayangan dari ujung *gnomon* akan bergerak dengan arah yang berlawanan dengan arah pergerakan Matahari. Garis-garis vertikal pada permukaan *sundial*

tersebut membagi panjang hari ke dalam dua belas bagian sedangkan garis horizontal pada permukaan dial tersebut dibuat untuk menunjukkan bulan atau musim. Metode yang digunakan *sundial* ini sama dengan metode *sundial* yang digunakan pada *sundial* yang ke tiga.⁸



Gambar 4 : Hemisperium dan Hemicyclium

Jika dibandingkan dengan penggunaan jam air, *hemisperium* lebih terkenal dan banyak digunakan pada saat itu. Jam air jarang digunakan karena jam ini membutuhkan tempat yang besar serta kurang fleksibel karena tidak bisa dibawa dengan mudah. Berbeda dengan *hemisperium* yang bisa dibuat dalam bentuk yang kecil sehingga mudah untuk dibawa dan bisa di “set up“ di mana saja.

Dalam perkembangan selanjutnya *hemisperium* dimodifikasi oleh Berosus, seorang ahli astronomi yang hidup pada zaman Alexander The Great. (356-323

⁸ Lawrence E Jones, *Sundial And Geometry*, (Glastonbury: North American Sundial Society, 2005), h. 4.

⁷ *Ibid*, h. 5

SM). *Hemisperium* yang dimodifikasi oleh Berossus ini dinamakan *hemicyclium* yang terkadang orang menyebutnya sebagai “*dial of berossus*“. Bagian depan atau bagian *hemisperium* yang mengarah ke arah selatan dipotong karena bayangan dari *gnomon* tidak pernah menyentuh bagian tersebut sehingga bagian tersebut dianggap tidak berguna. Selain itu *sundial* ini tidak menggunakan *gnomon* vertikal lagi melainkan diganti dengan menggunakan *gnomon* horizontal. Dengan adanya modifikasi tersebut, *hemicyclium* lebih mudah untuk dibaca dan lebih ringan untuk dibawa sehingga para peneliti pada waktu itu menyatakan bahwa *hemicyclium* merupakan perbaikan besar dari *hemisperium*.⁹

Pada akhir abad ke-10, para astronom Arab menemukan sebuah penemuan besar yang menjadi cikal bakal lahirnya *sundial* modern. Mereka menyadari bahwa dengan menggunakan *gnomon* yang sejajar dengan sumbu Bumi, sebuah *sundial* akan mampu menunjukkan waktu yang sama pada satu hari dalam setiap tahun. *Sundial* jenis ini pernah dibuat oleh seorang astronom yang bernama Ibnu Al-Syatiir

untuk masjid Umayyah di Damaskus pada tahun 1371 M. *Sundial* tersebut merupakan *sundial* (yang menggunakan *gnomon* yang sejajar dengan kutub Bumi) tertua yang masih ada.¹⁰

Pada tahun 1500 SM orang Mesir juga menggunakan jam air yang diberi nama *Clepsydra*. Alat ini terdiri atas tabung kerucut yang menyempit ke dasar, dengan sebuah lubang di sisi dekat alas. Ketika air mengalir melalui lubang, turunnya permukaan air dalam tabung memberi ukuran jangka waktu yang terlampaui. Jam air masuk ke Cina sekitar tahun 200 SM dan tetap menjadi standar pengukuran waktu di sana sampai akhir abad pertengahan. Penemuan Horology yang gemilang di Cina sebenarnya adalah sebuah jam air monumental yang dibangun oleh Su Song di penghujung abad ke-11 M. jam air ini digerakkan oleh sebuah kincir air bergaris tengah sekitar 3 meter, kecepatan rotasinya dikontrol oleh sebuah mekanisme gerak yang mengatur agar roda bergerak pada putaran yang tepat.¹¹

¹⁰ Lawrence E. Jones, *op.cit.*, h. 6.

¹¹ Ahmad Y. Hasan dan Donald R. Hiil, *Islamic Tecnology: An Illustrated History*,

⁹ Rene R. J. Johr, *op.cit.* h. 8.

Jam air paling canggih pertama kali ditemukan di zaman kejayaan Islam yang dibuat oleh Al-Jaziri pada tahun 1136-1206 yang berbentuk gajah dan bisa menghasilkan suara tiap jam. Jam astronomi terbesar yang dibuat Al-Jazari disebut *Castle Clock*, yang dianggap menjadi analog komputer terprogram pertama. Ketika al-Jazari membuat jam air pada abad 12 dan awal 13, dunia kekhalifahan Islam masing-masing wilayah ingin membuat wilayah-wilayah sendiri-sendiri, melepaskan diri dari tali ikatan kekhalifahan. Jadi walaupun ada kekhalifahan, sudah tidak ada lagi sesolid dan sekuat dahulunya. Jam air yang relatif modern seringkali dijadikan hadiah kepada raja-raja di Eropa, dimana masyarakat Eropa saat itu masih jauh ketinggalan dengan Ilmuan Muslim dalam hal ilmu pengetahuan dan teknologi. Sehingga jam bagi mereka merupakan hadiah yang sangat istimewa, baik dari sisi kebendaannya,

terlebih lagi dari sisi ilmu teknologinya.¹²

Pada 1300 SM, Ctesibus dari Alexandria membuat jam dengan menggunakan instrumen pasir. Pasir yang diisi di dalam tabung itu jatuh ke bawah melewati bagian tabung yang sempit untuk menunjukkan waktu tertentu. Lalu tabung itu dibalik 180 derajat untuk mengulangi pengukuran waktu. Jam Pasir atau *Hourglass* terdiri dari dua kaca gembung yg diisi pasir halus dan dihubungkan oeh pipa sempit. Rata-rata menunjukkan waktu selama satu jam. Faktor yang berpegaruh dalam penunjukan waktu adalah, volume tabung, jenis kualitas pasir dan lebar leher. Menurut beberapa ahli jam pasir diciptakan di Alexandria sekitar pertengahan abad ketiga. Dimana pada masa itu, orang-orang membawa jam pasir kemana-mana seperti yang kita lakukan dengan jam sekarang ini. Pada zaman dahulu di Inggris, jam pasir digunakan untuk mengetahui panjang khotbah seorang pendeta di gereja. Jam pasir diletakkan di sudut mimbar, ketika

diterjemahkan oleh Yuliana Liputo, "*Teknologi dalam Sejarah Islam*", (Bandung: Mizan, 1993), h. 83-84.

¹² Darmawan Abdullah, *Jam Hijriyah: Menguak Konsepsi Waktu dalam Islam*, (Jakarta: Pustaka al-Kautsar, 2011), h. 92.

pasir yang terdapat pada jam pasir telah habis maka khotbah pun juga selesai.¹³

Jam dengan alat berat pertama kali diciptakan Ibnu Khalaf al-Muradi dari Islam Spanyol. Ahmad Y al-Hassan dan Donald R Hill dalam bukunya *Islamic Technology: An Illustrated History* mengungkapkan, ilmuwan Muslim yang menciptakan jam mekanik lainnya adalah Taqi al-Din. Taqi al-Din menguraikan konstruksi jam yang dikendalikan pemberat dengan mekanisme gerak berupa *verge and foliot*, suatu rangkaian gir yang berdetak, sebuah alarm, dan pemodelan fase-fase bulan. Ia juga menjabarkan tentang pembuatan jam yang dijalankan pegas dengan penggerak silinder-konis.¹⁴

Taqi al-Din lebih awal menguasai seni horologi (seni pembuatan jam) dibandingkan orang Eropa. Sayangnya, penguasaan teknologi jam itu tak dibarengi dengan munculnya industri arloji di Turki. Justru negara-negara Eropa lah yang memasok jam-jam murah bagi Turki. Umat Islam saat itu

tidak mampu menjadikan temuannya menjadi sebuah industri. Barulah pada tahun 1950-an dilahirkan jam digital. *The Hamilton Watch Co of Lancaster, Pennsylvania*, adalah perusahaan yang pertama kali membuat jam elektrik/digital.¹⁵

Akhir tahun 1600-an, jam mulai dibuat tegak. Di awal tahun 1700, mesinnya mulai diberi pembungkus dari kuningan. Kemudian di abad yang sama jam diperkaya dengan penutup kaca dan jarum penunjuk menit. Tidak hanya itu, mulai tahun 1656 diperkenalkan pula jam dengan pemberat dan pendulum bertali pendek yang dikemas dalam kotak kayu dan bisa digantung di dinding. Dengan begitu lahirlah jam ding-dong, atau *grand father's clock* dengan pendulum sebagai alat pengukur waktu yang andal.¹⁶

Pada tahun 1600-an jam mekanik yang awalnya hanya digunakan sebagai penunjuk waktu berkembang menjadi perhiasan. Ketika itu, jam mekanik terbuat dari uang logam, logam berharga, ataupun bahan perhiasan lainnya. Dengan demikian jam mekanik

¹³ Rev. Alfred Taylor. *The Watch And The Clock*, (New York: Phillips & Hunt, 1883), h. 2-3.

¹⁴ Ahmad Y. Hasan dan Donald R. Hill, *op. cit.*, h. 87.

¹⁵ *Ibid*

¹⁶ George I. Overton, *Clocks And Watches*, (London: Fellow Of The British Horological Institute, 1922), h. 94-95.

pun dipandang sebagai bagian dari perhiasan. Tahun 1700 hingga 1800 merupakan masa dimana jam mekanik yang disimpan di saku bermigrasi menjadi jam tangan (arloji) yang bisa digunakan dipergelangan tangan. Hal ini tentu memudahkan bagi para pengguna penunjuk waktu itu. Meskipun pada awalnya sulit untuk menyesuaikan desain jam tangan (arloji) dengan anatomi tangan serta pengaruh kegiatan tangan dengan sistem keakuratan waktu namun seiring perkembangan semua mampu teratasi.¹⁷

2. Mengetahui Sundial

Sundial (jam Matahari) atau yang lebih dikenal dengan sebutan bencet atau tongkat istihwa ialah suatu alat yang digunakan untuk mengetahui waktu dengan bantuan bayangan Matahari. Secara etimologi, jam Matahari berasal dari bahasa Inggris yaitu *Sundial* yang artinya ialah alat penunjuk waktu dengan bantuan bayangan Matahari.¹⁸ Sedangkan dalam bahasa arab dikenal dengan nama *al-sa'ah asy-syamsiyah* atau *mizwalla*.

Jam Matahari memiliki bagian-bagian penting yang menyertainya,

yaitu *Gnomon* dan Bidang Dial. *Gnomon* ialah alat yang berfungsi sebagai penunjuk jam pada bidang dial yang dihasilkan oleh bayangan Matahari.¹⁹ Sedangkan Bidang Dial ialah alat berupa piringan atau dataran yang di atasnya tertulis angka-angka jam yang ditunjukkan oleh *gnomon* sebagai penunjuk bayangan Matahari.²⁰

3. Macam-macam Sundial dan Konsep Aplikasinya

Sebagai alat penunjuk waktu, *sundial* terdiri dari beberapa jenis, di antaranya, *sundial* horisontal, vertikal, dan ekuatorial. Masing-masing jenis *sundial* tersebut memiliki konsep berbeda dalam pembuatannya. Selain itu, hal lain yang perlu diperhatikan dalam pembuatannya ialah penyesuaian dengan daerah dimana *sundial* tersebut akan digunakan.

1. Sundial Ekuatorial

Sundial ekuatorial mempunyai bidang dial miring sesuai dengan lintang suatu tempat dan memiliki *gnomon* yang tegak lurus terhadap dataran bidang dialnya tersebut. Kemiringan bidang dial sesuai

¹⁷ *Ibid*

¹⁸ John M Echols, *op. cit.*, h. 586.

¹⁹ Susiknan Azhari, *Ensiklopedia Hisab Rukyat*, (Yogyakarta : Pustaka Pelajar, 2008), h. 105.

²⁰ *Ibid*.

dengan besar lintang tempat ditujukan untuk penyesuaian posisi bidang dial dengan lingkaran meridian.²¹



Gambar 5 : Jam Matahari Ekuatorial

Konsep *sundial* ekuatorial (Khatulistiwa) :

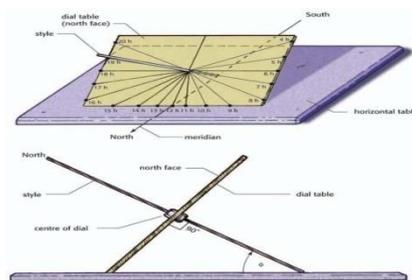
a. Bidang dial

Sebagaimana gambar di atas, bentuk dan model bidang dial pada *sundial* ekuatorial memiliki kemiringan sesuai dengan lintang suatu tempat. Tabel pada bidang dial memiliki dua sisi yang sejajar dengan khatulistiwa dan memiliki sudut 90° . Selain itu, bidang dial memiliki tabel garis waktu yang digunakan sebagai penanda bayangan Matahari. Hal ini dikarenakan adanya pergerakan deklinasi Matahari yang mana kadang kala Matahari berada di utara khatulistiwa atau memiliki deklinasi

positif dan kadang kala berada di selatan khatulistiwa atau memiliki deklinasi negatif.²²

b. Bayangan Gnomon

Ketika hari berganti, model bayangan tidak akan selalu bergerak ke arah yang sama. Seperti ketika Matahari berada pada deklinasi utara maka bayangan Matahari akan searah dengan jarum jam. Akan tetapi ketika deklinasi selatan maka bayangan Matahari akan berlawanan dengan arah jarum jam. Pada saat deklinasi utara, setelah tanggal 21 juni panjang bayangan akan menjadi lebih panjang, dan akan terus memanjang tak terhingga sampai pada musim gugur yang terjadi pada tanggal 23 september. Begitu juga sebaliknya akan terjadi pada saat deklinasi selatan.²³



Gambar 6 : Konsep Sundial Ekuatorial

²¹ Rene. R. J. Rohr, *op. cit.*, h. 47.

²² Denis Savoie, *Sundial, Construction and Use*, (Jerman: Praxis, 2009), h. 57.

²³*Ibid*, h. 59.

c. Garis jam

Besar sudut garis dalam tabel dial jam Matahari ekuatorial sebesar 15° . Hal ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk bergeser 1 jam adalah 15° busur. Ketika Matahari berada pada puncak deklinasi utara, pada saat itu Matahari berada di $23^\circ 26'$ dari garis khatulistiwa. Pada saat itu, di Perancis mengalami terbit Matahari tercepat yakni pukul 4 waktu setempat dan Matahari terbenam paling akhir yakni pukul 20 waktu setempat. Dan ketika Matahari berada di puncak deklinasi selatan, maka pada saat itu Matahari terbit pada pukul 8 dan terbenam pada pukul 16 waktu setempat. Siklus ini akan berjalan normal sesuai dengan biasanya ketika Matahari berada di titik vernal equinox dan berada pada titik autumnal equinox.²⁴

2. Sundial Horisontal

Sundial Horisontal merupakan bentuk yang paling mudah dipahami. Jam Matahari ini biasanya diletakkan orang di tempat terbuka seperti kebun-kebun atau taman. Garis jam berpotongan pada titik di mana

gnomon ini melintasi bidang horizontal. Bentuk dari jam ini disesuaikan dengan skema kemiringan yang sama dari garis lintang tempat. Jam ini lebih mendekati prinsip dalam pemakaian jam equatorial. *Sundial* ini dirancang untuk satu lintang dan tidak dapat digunakan pada lintang lain.²⁵



Gambar 7 : Sundial Horisontal

Konsep *sundial* horisontal:

a. Bidang Dial

Sundial ini dinamakan dengan *sundial* Horisontal karena bidang dial pada alat ini berbentuk datar sejajar dengan garis horizon Bumi. Hal inilah yang menjadikan alat ini dapat dibentuk sedemikian rupa, dengan bentuk lingkaran, persegi empat, segi enam ataupun bentuk lainnya. Bahkan alat ini dapat pula dijadikan sebagai penghias halaman

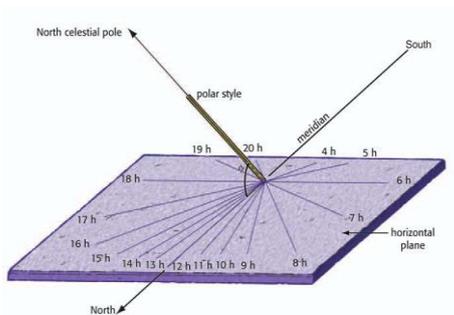
²⁴*Ibid.*

²⁵ Rene R. J. Rohr. *op.cit.*, h. 49.

rumah atau lainnya asalkan berbentuk datar.²⁶

b. Gnomon

Gnomon pada *sundial* ini, harus disesuaikan dengan besar sudut lintang tempat dimana *sundial* ini akan digunakan. Mungkin disinilah kita dapat menemukan perbedaan antara *sundial* ekuatorial dan horisontal. Di mana pada *sundial* ekuatorial, yang harus disesuaikan kemiringannya dengan besar sudut lintang tempat adalah bidang dialnya. Sedangkan untuk *sundial* horisontal adalah kemiringan gnomonnya.²⁷



Gambar 8 : Konsep Bidang Dial Sundial Horisontal

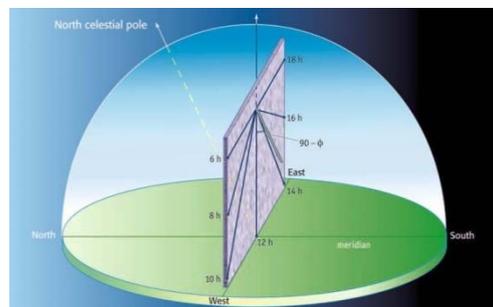
c. Garis Jam

Penentuan garis jam pada bidang dial untuk jam Matahari horisontal tidak sama seperti *sundial* ekuatorial. *Sundial*

ekuatorial memiliki jarak sebesar 15° antar garis jam. Sedangkan untuk *sundial* horisontal, besar sudut antar garis jam dihitung dengan mempertimbangkan lintang tempat dari daerah dimana *sundial* tersebut akan digunakan. Yaitu dengan menggunakan rumus: $\tan H' = \sin \phi \times \tan H$. Sehingga besar sudut antar jam pada bidang dial tidak mutlak sebesar 15°.²⁸

3. Sundial Vertikal

Sundial vertikal adalah jam Matahari yang biasanya ditemui di dinding-dinding bangunan, menara atau bangunan lainnya. Hal ini berhubungan dengan bentuk *sundial* tersebut yang tegak lurus atau vertikal. Sehingga penempatannya lebih tepat untuk diletakkan di tempat yang tegak lurus pula.



Sumber: Buku Sundials Design, Construction, and Use Karya Denis Savoie

Gambar 9 : Sundial Vertikal

²⁶ Denis Savoie, *op.cit.*, h. 68.

²⁷ *Ibid.* h. 69.

²⁸ *Ibid.*

Konsep yang terdapat di dalam *sundial* ini hampir sama dengan apa yang ada di dalam *sundial* horisontal. Di antara persamaannya ialah pada konsep penentuan kemiringan gnomon yang disesuaikan dengan besar sudut lintang tempat daerah yang akan dijadikan tempat penggunaan jam ini. Sedangkan untuk bidang dialnya ialah datar sehingga keadaannya dapat tegak lurus dengan alas bangunan yang akan dijadikan pijakannya. Selain itu, rumus penentuan garis antara satu jam ke jam lain pun sama dengan apa yang terdapat pada *sundial* horisontal, yaitu dengan menggunakan rumus dan mempertimbangkan besar sudut lintang tempat. Apabila kita simpulkan, maka *sundial* vertikal ini layaknya *sundial* horisontal yang dirubah posisinya menjadi tegak lurus.²⁹

4. Fungsi Jam Matahari atau *Sundial*

Sebagai salah satu alat penunjuk waktu, *sundial* tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk mengetahui waktu saja. Melainkan memiliki beberapa

fungsi lain selain itu. Namun, sesuai dengan nama alatnya, keseluruhan fungsi dari *sundial* tersebut hanya bisa berfungsi dengan adanya bantuan Matahari sebagai penunjuknya. Di antara fungsi-fungsi tersebut ialah:

1. Penunjuk Waktu Shalat

Fungsi *sundial* sebagai penunjuk waktu shalat murni maksudnya ialah berdasarkan petunjuk panjang bayangan gnomon yang jatuh pada bidang dialnya. Hal ini sama persis dengan apa yang dipaparkan dalam salah satu hadis Rasulullah yang berkaitan dengan permulaan waktu shalat Zuhur dan Ashar yang diriwayatkan oleh Jabir bin Abdullah r.a. Dari penjelasan hadis tersebut, berkesimpulan bahwa jam Matahari dapat digunakan untuk mengukur waktu shalat Zuhur dan Ashar yaitu dengan menggunakan bayangan gnomon. Ketika Matahari tergelincir dari jam 12 waktu hakiki Matahari atau dalam istilah jam Mataharinya ialah *noon time* berarti bahwa waktu shalat Zuhur telah masuk. Sedangkan waktu shalat Ashar dapat diketahui

²⁹ Rene R. J. Rohr, *op.cit.*, h. 53.

ketika bayangan gnomon melebihi panjang aslinya.³⁰

2. Penunjuk Musim

Sundial juga dapat difungsikan sebagai penunjuk pergantian musim. Musim yang dimaksud di sini adalah musim universal yaitu musim panas, dingin, semi, dan gugur. Caranya ialah dengan menggunakan garis penunjuk deklinasi Matahari yang terletak pada bidang dial. Salah satu *sundial* yang mudah untuk dijadikan penunjuk pergantian musim ialah *sundial* horisontal. Karena *sundial* ini adalah contoh *type* yang biasa menyertakan garis deklinasi pada bidang dialnya.³¹

3. Penunjuk Arah Kiblat

Dengan meniru langkah-langkah pengukuran arah kiblat dengan menggunakan theodolit dan memodifikasinya, proses penentuan arah kiblat dengan *sundial* equatorial bisa ditempuh dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Menyiapkan data-data yang diperlukan. Data-data yang

diperlukan untuk menentukan arah kiblat dengan *sundial* equatorial antara lain:

1) Lintang dan Bujur tempat yang akan diukur. Data mengenai lintang dan bujur tempat bisa di peroleh melalui buku-buku, peta, GPS (*Global Positioning System*), ataupun program-program komputer seperti *encarta*, *google earth* dan sebagainya.

2) Jam yang menunjukkan waktu yang benar dan tepat. Hal ini bisa di peroleh melalui GPS.

3) Data *equation of time* pada waktu pengukuran, data *equation of time* tersebut bisa dilihat dalam tabel *equation of time* kontemporer seperti Ephemeris atau Almanak Nautika.

b. Melakukan perhitungan arah kiblat untuk tempat yang bersangkutan. Untuk menghitung Arah Kiblat, bisa menggunakan rumus :

³⁰ Muhammad bin Ali bin Muhammad al-Syaukany, *Nail al-Authar min Asrar Muntaha al-Akhhbar*, (Beirut-Libanon : Dar al-Kutub al-Araby), Jilid I, h. 438.

³¹ Denis Savoie, *op.cit.* h. 61.

$$\{\tan Q = \tan LM \times \cos LT \times \operatorname{Cosec}(\text{SBMD}) - \sin LT \times \operatorname{Cotg}(\text{SBMD})\}^{32}$$

Keterangan :

LM : Lintang Makkah

LT : Lintang Tempat

SBMD : Selisih Bujur Makkah Daerah

c. Melakukan pengukuran dengan *sundial* equatorial. Setelah semua hal di atas tersedia maka pengukuran arah kiblat dengan menggunakan *sundial* equatorial bisa dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Tentukan pada jam berapa (jam *istiwa*³³) pengukuran akan dilakukan, contohkan jam 10.
- 2) Konversi jam *istiwa* tersebut ke dalam jam daerah dengan menggunakan rumus³⁴

$$WD = WH - e + (\lambda_t - \lambda_d) : 15$$

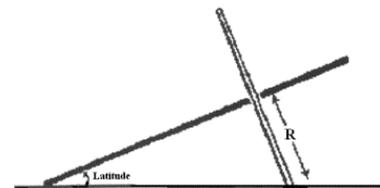
³² Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab Rukyah Praktis Dan Solusi Permasalahannya*, (Semarang: Komala Grafika, 2006), h. 37.

³³ *Ibid.*, h. 90.

³⁴ Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*, (Semarang: Program Pasca Sarjana Iain Walisongo Semarang, 2011), h. 193.

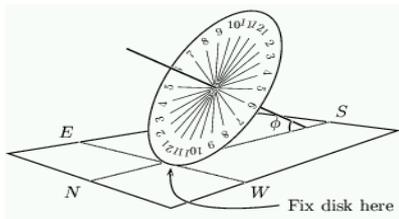
3) Letakkan *sundial* equatorial pada bidang datar.

4) Atur kemiringan *sundial* equatorial sehingga sudut kemiringan *gnomon* sama dengan lintang tempat atau sampai sudut kemiringan *dial face* sama dengan $90 - \text{lintang tempat}$.



Gambar 10 : Setingan kemiringan *sundial*

- 5) Pada waktu yang telah dihitung pada poin 2 (jam 10:19:56), putar *sundial* equatorial sehingga bayang-bayang *gnomon* menunjukkan waktu atau jam yang ditentukan pada poin 1 (jam 10:00)
- 6) Bagian depan *dial face* (bagian permukaan *sundial* equatorial yang menghadap ke atas) menunjukkan arah utara, tandai bagian kanan *sundial* equatorial dengan titik T (timur) dan bagian kiri dengan titik B (barat).



Gambar 11 : Sundial menunjukan arah mata angin

- 7) Setelah menemukan titik timur dan barat arah kiblat dapat ditentukan dengan menggunakan busur derajat dengan mengambil posisi sebesar sudut arah kiblat yang telah dihitung baik itu dari titik timur maupun barat. Selain menggunakan alat di atas penentuan arah kiblat juga bisa dilakukan dengan menggunakan segitiga siku-siku dengan cara membuat sebuah garis yang tegak lurus dengan garis BT dimulai dari titik B ke arah utara (sebut saja ke titik K) sepanjang \tan sudut kiblat \times panjang garis BT (lebar *sundial*). Kemudian buatlah garis dari titik T ke titik K. Garis TK tersebut menunjukkan arah kiblat.

Konsep sederhana jam Matahari dengan tongkat istiwa' sebagai penentu

arah kiblat kini sudah banyak dikembangkan dengan dilengkapi *software* sebagai aplikasi penentu waktu bayang-bayang tanpa harus menghitung secara manual. Cukup menginput data lintang dan bujur lokasi pengukuran serta jam pembidikan bayangan, maka dengan mudah *user* memperoleh arah kiblat yang diinginkan. Seperti halnya Mizwala karya Hendro Setyanto, dan Istiwa'aini karya Slamet Hambali. Keduanya merupakan alat pengukur arah kiblat yang berbasis *sundial* yang tidak dapat berfungsi dengan baik tanpa adanya bantuan sinar Matahari.

Pada hakikatnya, jam Matahari masih sangat diperlukan untuk beberapa keperluan penentuan waktu yang memang masih menggunakan bantuan keadaan Matahari, baik keberadaannya ataupun pergerakannya.³⁵ Secara aplikasi dan teoritisnya, jam Matahari (*sundial*) memiliki kelebihan dibandingkan dengan jam matematika. Hal ini dikarenakan rutinitas ibadah bersifat *muwaqqat*, artinya bahwa rutinitas dan kewajiban ibadah itu telah ditentukan waktu-waktunya, dan

³⁵ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), h. 88.

bahkan hukumnya dapat berubah menjadi terlarang apabila dilakukan tidak pada waktunya. Begitupula dalam rutinitas dan aktivitas sosial manusia, semua aktivitas dan patokan waktu tidak akan terlepas dari penggunaan pedoman waktu standar, yaitu jam Matahari.

Dengan kata lain, rutinitas ibadah dan aktivitas sosial manusia mutlak ditentukan oleh waktu standar Matahari, bukan jam. Karena jam hanyalah perhitungan rata-rata peredaran semu Matahari mengelilingi Bumi, sehingga jam tidak dapat menunjukkan waktu yang sebenarnya. Maka dalam penggunaannya sebagai patokan waktu ibadah berdasarkan jam, selalu ada koreksi waktu tiap harinya. Hal ini berbeda dengan *sundial* karena menggunakan bayangan Matahari sebagai penunjuk waktu, maka waktu yang ditunjukkan *sundial* merupakan waktu hakiki atau waktu yang sebenarnya. Sehingga *sundial* selain dapat dijadikan sebagai verifikator waktu, juga dapat digunakan sebagai pedoman waktu shalat tanpa koreksi

waktu, seperti jam digital atau jam analog.³⁶

5. Penutup

Sundial merupakan jam tertua, jam yang pertama kali digunakan sekitar 3500 sebelum Masehi. *Sundial* terdiri atas beberapa jenis, yaitu *sundial* horisontal, vertikal, dan ekuatorial. Masing-masing *sundial* memiliki aturan tersendiri dalam pembuatannya dan konsep aplikasinya. Prinsip kerja jam ini yaitu dengan menunjukkan berdasarkan letak Matahari dengan cara melihat bayangan Matahari. Sebagai salah satu alat penunjuk waktu, jam Matahari tidak hanya berfungsi sebagai alat untuk mengetahui waktu saja. Melainkan memiliki beberapa fungsi lainnya, seperti sebagai penentu musim dan penentu arah kiblat. Namun, sesuai dengan nama alatnya, keseluruhan fungsi dari jam Matahari tersebut hanya bisa berfungsi dengan adanya bantuan Matahari sebagai penunjuknya. Alat penentu arah kiblat Mizwalla karya Hendro Setyanto, dan Istiwa'aini karya Slamet Hambali, merupakan salah satu contoh alat pengukur arah kiblat yang

³⁶ M. Sayuthi Ali, *Ilmu Falak I*, (Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 1996), h. 34.

berbasis *sundial* yang telah dikembangkan sekarang ini.

Secara aplikasi dan teoritisnya, jam Matahari (*sundial*) memiliki kelebihan dibandingkan dengan jam matematika. Hal ini dikarenakan rutinitas ibadah dan aktivitas sosial manusia mutlak ditentukan oleh waktu standar Matahari, bukan jam. Karena jam hanyalah perhitungan rata-rata peredaran semu Matahari mengelilingi Bumi, sehingga jam tidak dapat menunjukkan waktu yang sebenarnya. Sehingga *sundial* selain dapat dijadikan sebagai verifikator waktu, juga dapat digunakan sebagai pedoman waktu shalat tanpa koreksi waktu, seperti jam digital atau jam analog.

Daftar Pustaka

- Abdullah, Darmawan. *Jam Hijriyah: Menguak Konsepsi Waktu dalam Islam*. Jakarta: Pustaka al-Kautsar, 2011.
- Ali, M. Sayuthi. *Ilmu Falak I*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada), 1996.
- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- Echols, John M dan Hasan Shadily. *Kamus Inggris Indonesia*. Jakarta: Gramedia, 2003.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Shalat Dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang: Program Pasca Sarjana Iain Walisongo Semarang, 2011.
- Hasan, Ahmad Y. dan Donald R. Hiil. *Islamic Tecnology: An Illustrated History*, diterjemahkan oleh Yuliana Liputo. "Teknologi dalam Sejarah Islam". Bandung: Mizan, 1993.
- Izzuddin, Ahmad. *Ilmu Falak Praktis Metode Hisab – Rukyah Praktis Dan Solusi Permasalahannya*. Semarang: Komala Grafika. 2006.
- Jones, Lawrence E. *Sundial And Geometry*. Glastonbury: North American Sundial Society, 2005.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- Mayyal, R Newton dan Margaret W Mayyal. *Sundials Their Contruction and Use*,

Cambridge: Sky Pub Corp,
1994.

Overton, George I. *Clocks And
Watches*. London: Fellow Of
The British Horological
Institute, 1922.

Rohr, Rene. R. J. *Sundial, History,
Theory and Pactice*. New York:
Dover, 1996.

Savoie, Denis. *Sundial, Construction
and Use*. Jerman: Praxis, 2009.

Syaukany. Muhammad bin Ali bin
Muhammad al-, *Nail al-Authar
min Asrar Muntaqa al-Akhbar*.
Beirut-Libanon: Dar al-Kutub
al-Araby, tt.

Taylor, Rev. Alfred. *The Watch And
The Clock*. New York : Phillips
& Hunt, 1883.