

Mizwalah TaHa

Menghidupkan Warisan Sains Dan Seni Islam¹

Syed Kamarulzaman b Syed Kabeer Al Hussaini
Akademi Falak Malaysia
Persatuan Falak Syar'i Malaysia
syedk@falaksyari.org

Abstrak:

Jam matahari adalah suatu peralatan utama bagi pengukuran masa sejak zaman kuno, sebelum kemuculan jam mekanikal. Tamadun Islam dengan penekanannya kepada pengukuran dan penetapan masa dan waktu solat telah menggunakan jam matahari bagi maksud itu. Ahli falak Muslim telah menyediakan jadual dan kitab untuk kegunaan pembuatan jam matahari. Ahli falak Muslim telah melakukan inovasi dalam rekabentuk jam matahari bagi mendapatkan waktu jam sama panjang dan waktu solat bagi waktu solat di siang dan malam hari. Suatu jam matahari telah dibina untuk Kompleks Tabung Haji baru, yang berfungsi sebagai arca dan artifak untuk mempamerkan seni dan sains Islam. Elemen jam matahari Islami yang tradisional seperti waktu jam piawai dan waktu solat telah disediakan bersamaan konsep baru seperti tarikh ulangtahun dan tarikh calendar syamsiyah. Terdapat inovasi dalam kegunaan teknologi terkini untuk melanjutkan kegunaan jam matahari itu sebagai peralatan pembelajaran ilmu astronomi.

Katakunci: jam matahari, mizwalah, waktu solat, arca

Pengenalan

Kepentingan masa dan penentuan waktu dalam Islam tidak boleh diperkecilkan atau dinafikan. Daripada lima rukun Islam, empat daripadanya hanya boleh dilaksanakan dengan sempurna dalam masa tertentu. Tamadun Islam Abad Pertengahan dengan penekanannya pada pengukuran masa dan pengawalan masa, terutama dalam pengawalan waktu solat, jam matahari digunakan di antara instrumen saintifik lain untuk tujuan itu.

Masa telah secara tradisinya diukur oleh pergerakan Matahari dan Bulan yang jelas di langit. Pergerakan matahari Matahari digunakan untuk mengukur tempoh 24 jam dan tempoh masa yang lebih lama dapat diukur oleh fasa-fasa Bulan. Al Quran mengandungi beberapa ayat yang memberikan isyarat mengenai hal ini:

“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkannya manzilah manzilah bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan waktu. Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda tanda kebesarannya kepada orang-orang yang mengetahui.” (Surah Yunus: 5)

¹ Disampaikan di Seminar Falak Kontemporari Peringkat Kebangsaan 2019 di Dewan Besar Pusat Islam Iskandar Negeri Johor pada 29hb Syawal 1440/3hb Julai 2019

“Mereka bertanya kepada kamu mengenai hilal bulan, Katakanlah: Hilal itu menandakan waktu waktu dalam urusan manusia dan masa Haji...”(Surah Al Baqarah: 189)

Jam matahari telah digunakan oleh pelbagai tamadun sebagai alat utama, sejak zaman kuno lagi, untuk mengukur waktu. Kemuncak pembangunan jam matahari adalah semasa peradaban Islam zaman pertengahan, dengan reka bentuk dan pengeluaran pelbagai jenis jam matahari yang didokumentasikan dengan baik melalui ziz dan kitab ahli falak.

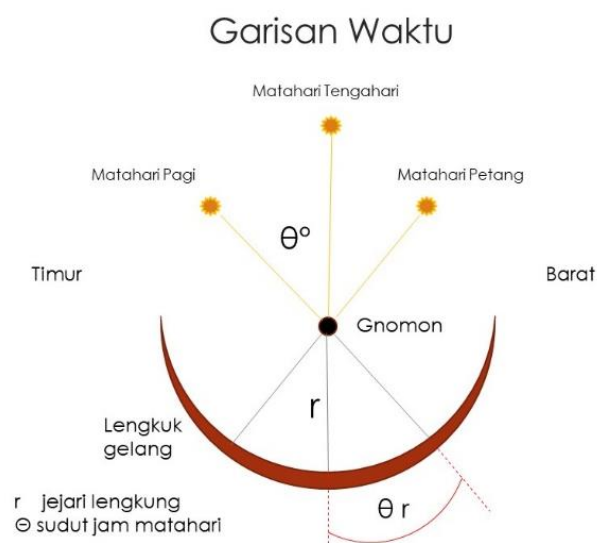
Kini, jam matahari masih dapat ditemui di taman dan kawasan rekreasi di negara-negara Barat. Ianya, bukan sangat sebagai pengukur masa, tetapi sebagai artifak budaya dan saintifik. Bagaimanapun pada masa ini, jam matahari tidak lagi dibina di dunia Islam dan ianya telah dijadikan sebagai pameran muzium. Usaha awal telah mulakan untuk memperkenalkan semula jam matahari dalam persekitaran Islamik di Malaysia. Usaha juga sedang dilakukan untuk membina jam matahari sebagai mercu tanda masjid, taman, sekolah atau bangunan institusi. Ianya yang berfungsi sebagai arca dan artifak yang berfungsi yang mempamerkan gabungan seni dan sains Islam.

Pengenalan kepada jam matahari

Jam matahari adalah alat saintifik untuk memberitahu masa dan tarikh dari kedudukan Matahari di langit. Dalam bentuk yang paling asas, jam matahari terdiri daripada dua bahagian utama iaitu satu peranti gnomon dan plat. Matahari bersinar atas gnomon dan bayang-bayang gnomon jatuh di plat yang mempunyai garisan yang tertanda di atasnya untuk menunjukkan waktu dan tarikh. Pergerakan harian matahari di langit yang naik dari timur dan ghurub di barat menjadikan bayang-bayang gnomon bergerak dari barat ke timur.

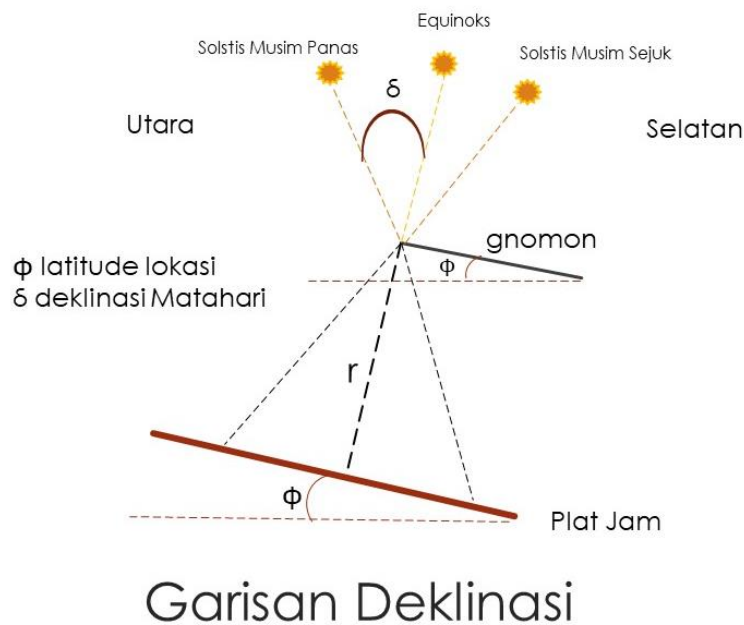
Terdapat pelbagai jenis jam matahari dengan rekabentuk, fungsi dan maklumat yang berlainan. Prinsip operasi jam matahari jenis gelang akan dihuraikan.

Jam matahari jenis gelang atau '*armillary sundial*' boleh digunakan untuk mengukur masa yang berlalu dan juga tarikh pada sesuatu hari. Ini dilakukan dengan mengukur perbezaan sudut jam Matahari untuk waktu seharian dan perbezaan sudut deklinasi Matahari untuk mendapatkan tarikh. Pengukuran masa seharian, iaitu pergerakan ketara Matahari daripada timur ke barat, dilakukan dengan menandakan posisi bayang gnomon atau peranti diatas garisan yang selari. Gnomon perlu mengarah kepada kutub utara samawi dan terdonggak daripada ufuk mengikut latitud lokasi jam matahari itu. Perubahan sudut jam adalah 15 darjah sejam dan adalah diarah timur barat. Gambarajah 1 dibawah menunjukkan bagaimana bayang gnomon diukur untuk mendapatkan waktu.



Gambarajah 1 Pergerakan Matahari dan bayang gnomon yang diukur atas lengkung gelang

Perubahan deklinasi Matahari diperoleh dari posisinya di arah utara-selatan, seperti ditunjukkan dalam Gambarajah 2 dapat memberikan tarikh mengikut calendar Syamsiyah dan ditandakan mengikut paksi utara-selatan jam matahari.



Gambarajah 2: Posisi ketara Matahari (deklinasi) akan berubah mengikut utara-selatan untuk memberikan tarikh

Jam matahari Islam

‘Tidakkah engkau melihat kekuasaan Tuhanmu? –Bagaimana Ia memanjangkan bayang-bayang! Jika Ia kehendaki tentulah Ia menjadikannya tetap (tidak bergerak dan tidak berubah)! Kemudian Kami jadikan Matahari sebagai pembimbing bayang itu.’ (Surah Al Furqan:45).

Ayat Al Quran ini memberikan isyarat jelas mengenai pergerakan bayang oleh Matahari dan prinsip atau Sunnatullah ini digunakan oleh manusia untuk menciptakan alat yang mengukur pergerakan Matahari dengan menggunakan bayang untuk mengukur perjalanan masa. Manusia di zaman dahulu semestinya telah melihat bagaimana bayang sesuatu benda tegak akan memanjang dan memendek mengikut posisi Matahari di atas langit. Jam matahari, Mizawalah (nama kuno), Assaat AsShamsiyah (nama moden) adalah alat tradisional untuk mengukur pergerakan di atas langit dan sekaligus mengira perjalanan waktu.

Jam matahari yang mungkin tertua dalam dunia Islam adalah tongkat istiwa di Masjid Janad di Yemen, yang masih wujud, yang dinamakan tongkat (‘asa) Mu’adh ibn Jabal, Govenor yang dilantik oleh Rasulullah ke Yaman. Khalifah Umar Ibn Abdul Aziz (tahun 720M) telah diberitakan juga sebagai seorang yang telah mendirikan dan belajar menggunakan jam matahari (nasaba sa’at) untuk perkiraan waktu dan waktu solat. (King David A. 2004)



Gambarajah 3: 'Asa Mu'adth ibn Jabal (ra), di halaman masjid Janad mosque. Sumber: David A King

Sepanjang sejarah falak Islam, kita dapati ahli falak Islam telah menanam jasa dengan kajian dan penulisan mereka mengenai tiori dan pembuatan jam matahari. Ahli falak seperti Al Khawarizmi, Thabit Ibn Qurra, Habash al Hasib, Ibn Al Adami dan lain lain telah mengeluarkan jadual pembuatan jam matahari dalam zij zij mereka yang kemudian digunakan di Europa beberapa abad kemudian. Jam matahari pula didapati di masjid, madrassah, taman dan bangunan di seluruh dunia Islam daripada Afghanistan hingga ke Andalusia.

Suatu kitab yang dikarang oleh Al Biruni (973- 1050 M), yang dianggap sebagai satu daripada sarjana ulung dikalangan sarjana dan ulama zaman pertengahan Islam, telah juga menulis suatu kitab mengenai bayang dan jam matahari, berjudul '*Ifrad al maqal fi amril zilal*'. Kitab itu mengandungi 30 bab, yang berikan definisi mengenai bayang, cara mendapatkan bayang dengan jenis jam matahari dan gnomon dan penggunaan jam matahari untuk mendapatkan kesemua waktu solat. Al Biruni telah secara terang menyatakan bahawa Bumi adalah bulat dalam perbincangan mengenai gerhana Bulan.

Ferrari (2012) menyatakan muwaqqit (ahli falak professional yang berkhidmat di masjid dan masdrasah) terkenal di masjid Umayyad di Damsyik, Ala Al-Din Abu'l-Hasan Ali Ibn Ibrahim Ibn al-Shatir (1371M) telah merekakan dan membuat satu jam matahari jenis mengufuk (horizontal) yang dipasangkan di menara masjid itu untuk mengukur pelbagai jenis waktu. Ini adalah jam matahari yang pertama di mana peranti gnomonnya selari dengan paksi polar, iaitu tercondong $33\frac{1}{2}^{\circ}$ daripada ufuk, iaitu nilai untuk latitude Damsyik.

Sebelum rekaan jam matahari Ibn Shatir, waktu jam yang diukur adalah tidak sama panjang. Ini kerana waktu jam '*unequal or temporal hours*' itu berbeza panjangnya mengikut musim; iaitu masa hari lebih panjang ketika musim panas dan masa hari daripada syuruk hingga maghrib lebih pendek pada masa musim sejuk. Dengan inovasi Ibn Shatir, dimana gnomonnya selari dan mengarah kepada kutub utara samawi, waktu jam itu akan sama panjang seluruh tahun.

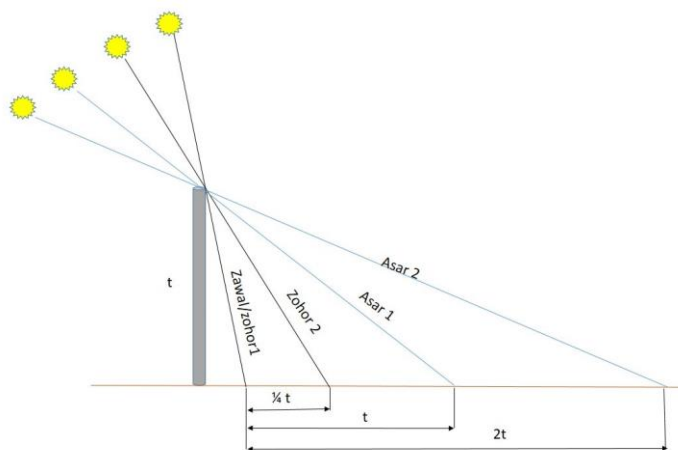
Pelbagai jenis jam matahari telah diciptakan oleh para ahli falak Islam kuno bagi maksud perkiraan waktu dan masa. Mengikut King (1993), istilah *mizwalah* telah digunakan pada zaman dulu untuk jam matahari secara umum. Istilah *rukhamah* dan *munharifa* pula membezakan, masing masing, jenis jam matahari jenis mengufuk (horizontal) dan menegak (vertical).

Kebanyakan jam matahari dalam tamadun Islam adalah jenis mengufuk dan menegak yang rata dan datar. Terdapat juga jam matahari menegak yang miring (vertical declined) daripada arah mata angin. Walaubagaimanapun, walaupun tidak meluas, terdapat juga jam matahari yang jenis silinder diletakkan di menara dan tiang masjid seperti di masjid di Algeria, Cairo dan Damsyik (Gianni Ferrari. 2011).

Tujuan utama jam matahari dalam tamadun Islam adalah untuk perkiraan masa dan waktu solat. Waktu solat yang ditandakan berbeza mengikut pembuat, negeri digunakan dan keperluan setempat. Kesemua waktu solat boleh ditandakan diatas jam matahari, termasuk waktu maghrib, isya, fajar dan juga syuruk.

Tidak terdapat tarikh ulangtahun ditandakan atas jam matahari Islam kuno, kerana taqwim yang digunakan oleh umat Islam adalah taqwim qamariah yang tidak dapat ditandakan atas sesuatu jam matahari. Hanya terdapat penandaan deklinasi Matahari utama seperti garisan ekuinoks dan garisan solstis. Jam matahari yang dibuat oleh tamadun Barat sering menandakan tarikh ulangtahun diatas jam matahari kerana taqwim shamsiyah kegunaan mereka boleh dikaitkan dengan perubahan deklinasi matahari setiap hari.

Waktu solat yang ditandakan bagi hampir semua jam matahari adalah waktu zohor dan asar. Definasi waktu zohor dan asar ada perbezaan mengikut lokaliti dan anutan mazhab fikah disana.



Gambarajah 4: Definisi waktu solat zohor dan asar, menggunakan bayang gnomon dengan ketinggian t

Lazimnya waktu zohor, untuk kesemua mazhab, bermula selepas zawal Matahari dimana bayang sesuatu tongkat (t) paling pendek (zohor 1). Walaubagaimanapun, menurut King (1993), amalan di Andalusia dan Maghribi kuno, waktu bermulanya waktu zohor, iaitu zohor 2, bila bayang gnomon atau tongkat telah memanjang lebih daripada bayang zawal sebanyak satu perempat.

Bagi waktu asar pula ada dua pendapat utama, iaitu mengikut amalan kebanyakan mazhab, ialah bila bayang gnomon itu melebihi bayang zawal sebanyak sekali panjang gnomon, iaitu asar awal atau asar 1 dalam Rajah 1. Satu lagi pendapat utama, iaitu dikalangan mazhab Hanafiyah, mulanya waktu asar ialah ketika bayang gnomon melebihi bayang zawal sebanyak dua kali panjang gnomon, iaitu asar thani atau asar 2, dalam Gambarajah 4.

Tiga jenis utama jam matahari, iaitu *muharifah*, *rukhamah* dan *khatulistiwa* akan dihuraikan untuk menunjukkan ciri rekabentuk. *Munharifah* Osmaniyah, masih boleh kelihatan di tembok masjid di Turki. Ianya lazim dibina ditembok yang menghala ke barat daya, dan arah kiblat pula arah tenggara. Ferrari (2010) telah mengkaji beberapa contoh jam matahari Osmaniyah jenis *munharifah* atau menegak (vertical) dan menunjukkan setiap jam matahari itu mempunyai gnomon berbeza bagi mengukur waktu azar dan waktu lain.

Gambarajah 5 dibawah menunjukkan satu *munharifah* yang terletak ditembok masjid Fatih Istanbul, Turki. Ianya mempunyai 2 gnomon, satu untuk waktu jam, waktu solat selain waktu asar dan satu lagi khusus untuk waktu asar awal dan asar thani. Waktu ditandakan setiap 20 minit yang diasaskan kepada sistem waktu ezani (istilah Osmaniyah) atau ghurubi. Waktu ezani atau ghurubi adalah masa yang berlalu semenjak waktu ghurub matahari. Ini adalah sebab, dalam sistem perkiraan masa Islami, hari bermula pada waktu maghrib dan waktu maghrib dikira sebagai jam 12. Dalam sains jam matahari Barat, waktu ezani atau ghurubi di istilahkan sebagai 'Italian hours'. Garisan yang menandakan waktu

daripada naik Matahari atau syuruk ke waktu Matahari terbenam atau ghurub dinamakan 'Babylonian hours'.

Maklumat lain yang terdapat atas jam matahari itu adalah:

- Waktu zohor
- Masa jam (hours) sebelum maghrib
- Masa sebelum waktu asar
- Waktu bermula asar awal dan asar thani
- Garisan menunjukkan 4jam sebelum waktu isya.
- Garisan menunjukkan 14jam sebelum waktu fajar.



Gambarajah 5: Munharifa di tembok masjid Fatih Istanbul dan cirinya. Sumber: Dr Ibnor Azli

Satu contoh jam matahari jenis mengufuk, *rukham*, adalah jam matahari di masjid Sidi Okba di Bandar Khairouan (mula dibina pada tahun 688 M) di Tunisia. Jam matahari ini telah dianalisa dengan teliti dan sepenuhnya oleh Ferrari (2010). Diantara ciri yang menarik yang dimiliki oleh jam matahari ini ialah ia mempunyai 4 gnomon.



Jam Matahari jenis mengufuk, dengan 4 gnomon di Masjid Sidi Okba di Bandar Khairouan di Tunisia

Gambarajah 6: Rukhama di perkarangan Masjid dengan 4 gnomon. Sumber: Salvadore Trani

Mengikut Salvadore Trani (2009), maklumat yang diberikan oleh jam matahari itu adalah seperti berikut:

- Sudut jam matahari dan juga jam sebenar
- Waktu selepas syuruk, iaitu jam Babilon
- Waktu yang telah berlalu semenjak maghrib hari sebelumnya, iaitu jam Itali/ghurubi
- Waktu masuk zohor
- Waktu fajar, asar (asar awal dan asar thani) dan Isya

Cara mendapatkan waktu fajar dan isya adalah menarik kerana penentuannya dibuat ketika Matahari masih terbit untuk mendapatkan bayang dan peralatan astrolab digunakan bersama jam matahari. Bagi menentukan waktu fajar, bila bayang gnomon barat, iaitu yang paling kiri daripada 4 gnomon, jatuh diatas satu daripada dua garisan, ia menandakan waktu fajar akan bermula 20 jam lagi untuk garisan pertama dan 21jam lagi untuk garisan kedua. Muwaqqit yang bertugas akan mengambilkira waktu yang berkaitan daripada jam matahari dan mendapatkan bintang rujukan yang berada atas ufuk dengan ketinggiannya daripada astrolabe, ketika masuk waktu fajar. Keesokan pagi, sebelum masuk waktu fajar, muwaqqit itu akan menunggu untuk mencerap bintang rujukan, yang dikenalpasti pada waktu siang. Bila bintang rujukan itu dicerap pada ketinggian yang dikenalpasti, maka ia akan menandakan masuknya waktu fajar.

Proses untuk mendapatkan waktu isya adalah serupa dengan penentuan waktu fajar. Gnomon yang paling kanan (timur) digunakan dengan 2 garisan yang menandakan empat jam sebelum isya atau tiga jam sebelum isya. Kegunaan astrolabe bagi mencerap bintang ketika masuknya waktu isya akan dilakukan bagi penentuan masuknya waktu isya.

Gnomon yang utara adalah bagi penentuan waktu jam, dan waktu solat syuruk, maghrib dan asar awal dan azar thani. Gnomon yang paling selatan pula adalah bagi penentuan waktu zohor.

Di Malaysia tidak terdapat banyak masjid lama dan amat sedikit sekali masjid yang telah menggunakan jam matahari untuk perkiraan waktu dan penentuan waktu solat. Terdapat satu jam matahari jenis *khatulistiwa* dan satu tongkat istiwa di masjid Serkam Pantai di Melaka (Syed Kamarulzaman, 2013),

yang sangat sederhana jika dibandingkan dengan kecanggihan jam matahari Timur Tengah. Jam matahari itu mempunyai garisan untuk waktu ketara tempatan tanpa apa apa koreksi untuk longitude. Daripada tongkat istiwa pula, waktu zohor dan waktu asar boleh didapati. Walaubagaimanapun, garisan untuk waktu asar tidak ditandakan khas seperti jam matahari di Timur Tengah, tetapi boleh dianggarkan daripada posisi bayang tongkat diatas plet yang bergarisan bulatan sepusat. Tidak terdapat garisan untuk waktu solat lain seperti waktu fajar, syuruk, maghrib dan isya diatas jam matahari ataupun tongkat istiwa.



Gambarajah 7: Masjid Serkam Pantai di Melaka dengan 2 jam matahari. Sumber: Syed Kamarulzaman

Mizwalah TaHa

Persatuan Falak Syar'i Malaysia telah diberikan tanggungjawab untuk mendirikan suatu jam matahari di Kompleks Hotel dan Pesidangan Tabung Haji baru, di Sepang. Beberapa reka bentuk jam matahari, termasuk, jenis mengufuk, rehal dan gelang, telah dimajukan kepada pihak Tabung Haji untuk membuat pihihan. Akhirnya, reka bentuk yang dipersetujui ialah jam matahari, jenis gelang, yang berbentuk logo Lembaga Tabung Haji, iaitu huruf abjad Arab 'Ta' dan 'Ha', yang berdasarkan prinsip jam gelang atau 'equatorial armillary sundial'. Badan jam matahari berbentuk huruf 'Ta' dan gnomon atau peranti daripada mana bayangnya digunakan, bentuk huruf 'Ha'. Waktu dan tarikh dikira dimana hujung bayang gnomon atau peranti berbentuk 'Ha' jatuh atas lengkung separuh bulatan atau gelang berbentuk 'Ta'.



Gambarajah 8: Panorama Mizwalah TaHa di Kompleks Tabung Haji. Sumber: Syed Kamarulzaman

Gambarajah 8 menunjukkan posisi strategik Mizwalah TaHa di hadapan pintu utama dewan persidangan dan tempat perlepasan jamaah Haji, Masjid Sultan Abdul Samad KLIA di kiri gambar dan hotel Movenpick di sebelah kanan.



Gambarajah 9: Mizwalah TaHa yang mengarah kepada kutub utara sebenar. Sumber: Syed Kamarulzaman



Gambarajah 10 : Pemandangan Mizwalah TaHa berlatarbelakang hotel kompleks Tabung Haji

Mizwalah TaHa ini, adalah sebuah arca yang berfungsi, dimana ianya berciri:

- Sebagai mercu tanda unik untuk Kompleks Tabung Haji itu
- Mempamerkan sebuah artifak tradisi Islami
- Arca ini, bukan sahaja mempunyai nilai estetika dan seni, malah akan dapat menunjukkan pelbagai pengukuran dan pengiraan masa.
- Jam matahari ini adalah peralatan yang paling mesra alam; ianya di kuasai oleh Matahari, tidak mengeluarkan apa apa bahan pencemaran atau buangan dan hampir tidak memerlukan penyelenggaraan.

- Jam matahari boleh berfungsi setiap masa selagi Matahari bersinar.
- Apabila seseorang memerhati pergerakan bayang di atas jam matahari, ia akan membawanya untuk serentak dengan pergerakan Bumi mengelilingi Matahari dan sekaligus, ia akan membawanya seiring dengan peredaran dan irama azali yang difahami oleh nenek moyang kita.
- Masa yang ditunjukkan oleh jam matahari adalah jenis 'analog' jika dibandingkan dengan masa 'digital' yang menyebabkan manusia moden tersibuk dan dikuasinya. Semasa berinteraksi dengan jam matahari itu, seseorang akan mula merasakan penurunan kelajuan kehidupannya dan dapat merasakan dirinya dalam keadaan bertafakkur.

Beberapa objektif telah ditetapkan dalam merekabentuk Mizwalah TaHa ini supaya ianya dapat berfungsi sebagai sesuatu yang praktikal digunakan dan mempunyai ciri-ciri seperti ternyata di atas. Jam matahari ini perlu:

1. **Sebagai arca berfungsi yang mempamerkan sains dan seni Islam.** Ianya bukan sahaja mempunyai nilai estetika dan seni tetapi boleh memberikan pengukuran waktu dan tarikh yang tepat.
2. **Mudah dan praktikal dibaca dan digunakan.** Garisan yang hanya diperlukan sahaja ditandakan agar tidak terdapat terlalu banyak garisan yang boleh mengelirukan pengguna. Sistem kod warna digunakan untuk membezakan jenis garisan. Latarbelakang lengkung berwarna putih supaya warna garisan maklumat dapat kelihatan jelas.
3. **Sebagai alat pengajaran ilmu falak.** Waktu jam diberikan, waktu solat dan juga posisi Matahari di atas langit setiap hari ditandakan. Maklumat diberikan dengan papantanda tiga bahasa, iaitu Bahasa Malaysia, Bahasa Inggeris, dan Bahasa Arab. Jika pengguna memerlukan maklumat lebih mendalam, ia boleh melayari laman sesawang berkaitan untuk mendapat maklumat lanjut.
4. **Menimbulkan keinsafan mengenai kuasa Allah swt mengerakkan Matahari dan Bumi.** Pergerakan bayang gnomon di atas jengkok akan dapat menimbulkan kefahaman mengenai pergerakan ketara Matahari yang disebabkan oleh sunnatullah. Ayat 45 surah Al Furqan, '**Tidakkah engkau melihat kekuasaan Tuhanmu? Bagaimana Ia memanjangkan bayang-bayang! Jika Ia kehendaki tentulah Ia menjadikannya tetap (tidak bergerak dan tidak berubah)! Kemudian Kami jadikan Matahari sebagai pembimbing bayang itu**', dijadikan moto untuk Mizwalah ini. Bagi rujukan pengguna, terdapat pelbagai ayat Al Quran, mengenai pergerakan Bumi, Matahari dan Bulan yang menjadi asas kepada ilmu falak, dalam laman sesawang Mizwalah ini

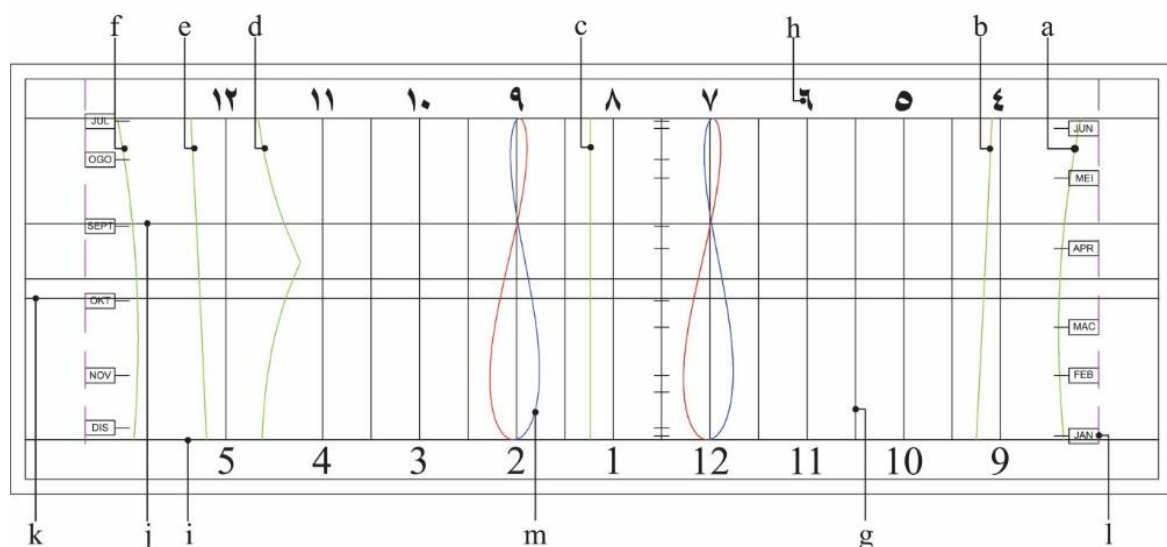
Untuk memenuhi matlamat arca berfungsi yang mempamerkan peralatan sains Islam, Mizwalah TaHa direka untuk mengukur masa setepat yang mungkin. Matahari membuat revolusi 360 darjah dalam 24 jam di meridian tempatan. Sudut jam matahari meningkat sebanyak 15 darjah setiap jam masa. Dengan ketinggian gnomon di titik tengah lengkung dengan jejari 2500mm, bayangan gnomon akan bergerak 11mm atas lengkung untuk setiap 1 minit masa dan pergerakannya mudah dilihat. Bayang-bayang akan bergerak berlatar belakang jubin mosaik putih. Jubin 25mm persegi digunakan untuk menunjukkan garis dan latar belakang. Warna yang berbeza digunakan untuk membezakan pelbagai masa dan tarikh. Ia adalah memungkinkan pembacaan masa dari bayang gnomon dengan ketepatan 1minit.

Masa yang ditunjukkan pada Mizwalah TaHa mesti setepat mungkin kerana mana-mana pemerhati akan secara sengaja memeriksa jam tangan atau telefon pintar untuk membandingkan masa yang ditunjukkan pada Mizwalah TaHa dengan peranti mereka. Masa Mizwalah TaHa yang dipaparkan tidak bertujuan untuk bersaing dengan ketepatan peranti lain yang mempamerkan masa digital yang sangat tepat.

Maklumat Diberikan Mizwalah TaHa

Garisan dan nombor atas jam matahari untuk memberikan waktu seharian adalah perkara asas untuk sesuatu jam matahari. Garisan dan tulisan lain lazim dimasukkan diatas jam matahari untuk memberikan maklumat tambahan. Garisan dan tulisan lain ini diistilah sebagai hiasan jam matahari atau *Dial Furniture* (Waugh Albert E. 1973). Jam matahari Islam dahulu mempunyai banyak garisan yang bertindih dan agak sukar untuk orang awam membacanya. Ianya hanya untuk pakar seperti muwaqqit atau muadzin menggunakan.

Konsep dan cara perkiraan waktu solat yang terdapat dalam jam matahari Islam dulu diambilkira dalam merekabentuk Mizwalah TaHa. Maklumat yang diberikan oleh Mizwalah TaHa adalah seperti senarai berikut. Gambarajah 11 boleh dirujuk bagi setiap huruf yang dinyatakan:

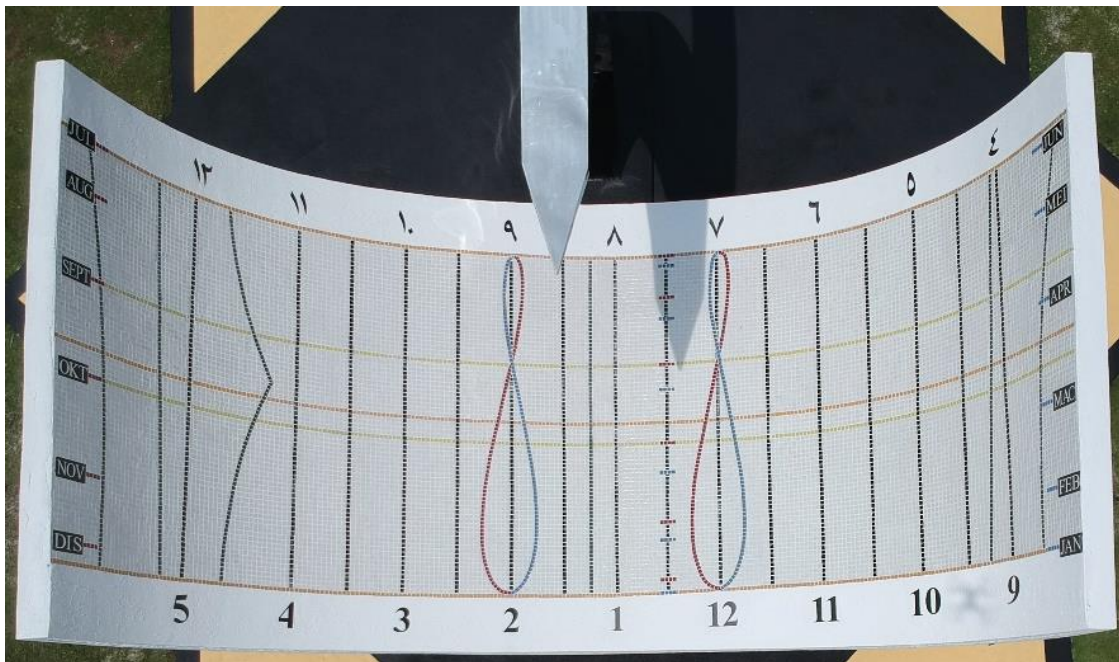


Gambarajah 11: Garisan yang ditandakan dipermukaan jam dengan huruf rujukan.

Waktu solat dengan garisan berwarna hijau menunjukkan

- 2.5 jam selepas waktu Fajar
- 2 jam selepas waktu Syuruk
- Waktu Zohor
- Waktu Asar
- 2 jam sebelum waktu Maghrib dan
- 2.5 jam sebelum waktu Isya.
- Waktu ketara tempatan, yang telah diambilkira zon waktu Malaysia di longitud 120 darjah, dengan garisan berwarna hitam, daripada 9 pagi hingga 5 petang.
- Waktu di Makkah diberikan dengan nombor Arab daripada jam 4 pagi hingga 12 tengahari
- Deklinasi Matahari- Garisan Sartan (22hb Jun), Garisan Jadi (22hb Disember) dan Garisan Khatulistiwa (22hb Mac/22 Sept) ditandakan dengan garisan warna oren. Ia akan menunjukkan kedudukan Matahari atas langit dalam perjalanannya dalam setahun.
- Ulangtahun tarikh kemerdekaan Malaysia, 31 Ogos 1957 ditandakan dengan garisan melintang berwarna kuning

- k. Ulangtahun tarikh penubuhan Lembaga Tabung Haji pada 30 September 1963 ditandakan dengan garisan melintang berwarna kuning.
- l. Tarikh awal bulan ditandakan dengan garisan pendek berwarna biru bagi bulan Januari hingga Jun, dan warna merah untuk bulan Julai hingga Disember. Garisan terletak di kiri, tengah dan kanan mizwalah.
- m. Analema, berbentuk nombor lapan, terdiri daripada dua warna; Biru daripada awal Januari sehingga akhir Jun, dan berwarna merah untuk tarikh diantara awal July sehingga akhir Disember. Analema diberikan untuk dua waktu jam sahaja, iaitu pukul 12 dan pukul 2. Jika bayang gnomon jatuh atas analema maka waktu piawai Malaysia boleh dibacakan terus daripada posisi bayang. Bagi waktu lain, koreksi persamaan waktu boleh didapati daripada rajah analema yang diberikan dipapantanda dan juga dalam laman sesawang.



Gambarajah 12: Bayang gnomon atas permukaan lengkung menunjukkan waktu 12:20 pada 8hb April. Sumber: Syed Kamarulzaman

Arah Kiblat dan arah mata angin telah ditandakan di atas dataran mizwalah. Kerjasama daripada Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia telah diperolehi untuk pengukuran arah berkenaan sebelum pembinaan mizwalah dimulakan. Arah utara sebenar amat penting dalam pembinaan jam matahari, kerana, untuk kebanyakan rekabentuk jam matahari, peranti gnomon perlu mengarah kepada utara sebenar dan bukan utara magnetik.

Spesifikasi Teknikal Mizwalah

Jadual dibawah ini memberikan spesifikasi teknikal mizwalah yang telah dibina:

Latitud	2 ° 47 ' 19 " Utara
Longitud	101 ° 40' 39 " Timur
Zone Masa	UT + 8 jam
Koreksi Longitud	1 jam 13 min 17 s

Tahun Buatan	2018
Jenis Jam matahari	Khatulistiwa gelang dengan peranti berpaksi (Equatorial armillary with axial style)
Ketinggian Peranti Gnomon 'Ha'	3500 mm
Jarak Lengkuk 'Ta'	6850 mm
Lebar Jam matahari 'Ta'	2500 mm
Kedongakkan paksi daripada ufuk	2.78 °

Panduan Penggunaan

Dua papan tanda yang diperbuat daripada besi keluli telah dipasangkan disisi lengkuk mizwalah. Satu daripada papan tanda itu mengandungi panduan ringkas bagi membaca waktu dan masa dalam bahasa Malaysia dan satu lagi papan tanda mengandungi maklumat yang sama dalam bahasa Inggeris dan Arab.

Maklumat yang diberikan itu adalah memadai untuk seseorang mendapatkan waktu dan tarikh daripada jam matahari itu. Walaubagimanapun, jika maklumat lebih diperlukan, suatu laman sesawang telah disediakan. Laman sesawang itu boleh dicapai dengan hanya menggunakan aplikasi pengimbas kod QR (Quick Response Code) dalam talifon pintar untuk mengimbas kod QR yang terdapat dipapan tanda berbahasa Malaysia.

Didalam laman sesawang www.th.mizwalah.org, di masukkan dalam pelbagai maklumat mengenai sejarah, fungsi jam matahari, pergerakan Bumi dan Matahari dan rujukan ayat Al Quran mengenai ilmu falak. Pelbagai animasi mengenai pergerakan Matahari dan Bumi disediakan juga agar dipermudahkan pemahaman bagi pengguna. Kaedah mendapat maklumat tambahan ini merupakan suatu inovasi yang tidak terdapat dimanapun pembinaan jam matahari samaada yang moden atau pun yang kuno. Inovasi ini akan melanjutkan kegunaan mizwalah ini sebagai alat pembelajaran ilmu astronomi.

Kesimpulan

Jam matahari telah lama digunakan dalam dunia Islam sebagai alat pengukur masa yang menjadikan alat itu penting dalam aspek keagamaan, sains dan kebudayaan.

Peralatan jam matahari dapat mempamerkan sekaligus seni dan sains Islam didalam rekabentuk dan maklumat yang diberikan. Mizwalah TaHa mengandungi ciri jam matahari tradisional Islam bersamaan ciri baru dan kegunaan secara inovatif teknologi terkini bagi meluaskan lagi kegunaan jam matahari ini.

Usaha perlu dilakukan untuk mempromosikan pembinaan jam matahari dikawasan umum seperti masjid, sekolah, universiti dan taman rekreasi yang boleh berfungsi seperti arca, mercu tanda dan juga alat pembelajaran falak. Ia juga sebagai usaha memperkenalkan dan mengembangkan peralatan sains Islam tradisional dalam bentuk dan kegunaan moden.

Penghargaan

Penghargaan diberikan kepada Lembaga Tabung Haji diatas kepercayaan memberikan projek merekabentuk dan membina Mizwalah TaHa kepada Persatuan Falak Syar'i Malaysia. Kerjasama Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) dalam pengukuran tapak projek dan mata angin amat dihargai. Penghargaan juga dirakamkan bagi semua pihak yang terlibat secara langsung dalam pembinaan dan kejayaan projek ini.

Pengiktirafan Antarabangsa

Rekabentuk dan pembinaan Mizwalah Taha telah mendapat pujian dan pengiktirafan daripada pakar jam matahari di peringkat antarabangsa. Komen mereka adalah seperti berikut:

1. 'I have looked in detail at your dial, and I am impressed... I liked how you handled prayer time on your dial. And I also liked the different colors for the seasons on the analemma. This is a very impressive dial, and thank you for sharing it with me. I am astounded!'
Simon Wheaton-Smith, Phoenix, Arizona, USA. Pakar Jam Matahari, penulis banyak buku mengenai jam matahari dan laman web www.illustratingshadows.com
2. 'Thank you very much for the PDF report on the BEAUTIFUL TaHa sundial that you designed and built in Sepang. I have just sent some photos of this amazing monument to our Italian gnomonic list. If you agree, I can translate your writing and publish it as an article in our Italian magazine *Orologi Solari*'.
Ing. Gianni Ferrari, seorang Jurutera, pendidik dan pembuat jam matahari dan penulis buku 'Le Meridiane Dell'Antico Islam' (Sundials of Ancient Islam)
3. 'The sundial is impressive and newsworthy, and the choice of design features makes it of interest to members of our society.'
Steve Lelievre, Vancouver, Canada, Setiausaha North American Sundial Society
4. 'Brilliant! Great sundial for a wonderful place. This kind of sundial is perfect for a place near the equator. And I like the use of the two letters from the logo to give a meaning to the sundial shape'.
François Blateyron, France. Pembuat *sofwer Shadows*
5. 'I firstly want to congratulate you for this impressive achievement. It is in my mind a tremendous sign of cultural effort and success in your country. It certainly is worth to make the sundial known beyond the borders of Malaysia, also in my own country, Germany'.
Siegfried Netzband, member of the "Deutsche Gesellschaft für Chronometrie, AG Sonnenuhren" (DGC, German Chronometric Society, WG Sundials).
6. 'Your sundial is an excellent piece of work. Congratulations and best wishes'.
Josep Casulleras, Secretary of CHAMA the Commission for the History of Ancient and Medieval Astronomy (IUHPS) & associate professor at the University of Barcelona, Spain

Rujukan

Al Quran Al Karim

Al Biruni Abu Raihan Muhammad b. Ahmad (1976). *Ifrad al maqal fi amril zilal. The Exhaustive Treatise On Shadows*. Vol. 1 &2 (E.S. Kennedy, Trans.). University of Aleppo. Syria

Debasish Das. 2018. *Sundials To Tell The Times Of Prayers In The Mosques Of India*.
<https://lighteddream.wordpress.com/2018/01/01/sundials-to-tell-the-times-of-prayers-in-the-mosques-of-india/>

- Gatty, A. 1889. *The Book of Sun-dials*. Chiswick Press. London
- Gianni Ferrari. 2010. *The Ottoman Sundials in Aiello del Friuli*. The Compendium, Volume 17, Number 3. North American Sundial Society
- Gianni Ferrari. 2011. *Le Meridiane Dell'antico Islam*. (n.p): Author. Modena
- Herbert A.P. 1967. *Sundials Old and New or Fun With The Sun*. Methuen & Co Ltd. London
- JAKIM. 2001. *Kaedah Panduan Falak Syarie*. Jabatan Kemajuan Islam Malaysia. Kuala Lumpur
- J. L. Berggren. 2001. *Sundials in Medieval Islamic Science and Civilization*. The Compendium, Volume 8, Number 2. North American Sundial Society
- King David A. 1990. *A Survey of Medieval Islamic Shadow Schemes for Simple Time-Reckoning*. Oriens Vol.32 (1990), pp.191-249
- King David A. 1993. *Astronomy in The Service of Islam*. Variorum. Great Britain
- King David A. 2004. *In Synchrony With The Heavens; Studies in Astronomical Timekeeping and Instrumentation in Medieval Islamic Civilization Voll*. Brill. Boston
- Mayall R. Newton, Margaret W. Mayall. 2000. *Sundials: Their Construction and Use*. Dover Publications Inc. New York
- Salvadore Trani. 2009. *Kairouan (Tunisia) - Grande Moschea*.
<http://www.osservatoriogalilei.com/home/index.php/rirorse/censimento-meridiane/409-kairouan-tunisia-grande-moschea>
- Simon Wheaton Smith. 2014. *Illustrating Times's Shadow*. (n.p): Author. Silver City, New Mexico
- Syed Kamarulzaman. 2013. *Pemuliharaan Artifak Jam Matahari*. In Mat Rofa Ismail (Ed.), *Etnosains dan Etnomatematik Alam Melayu* (pp. 49-66). Universiti Malaya. Kuala Lumpur
- Waugh Albert E. 1973. *Sundials: Their Theory and Construction*. Dover Publications Inc. New York