

Bab X

Batas Jendela Pengamatan Hilal pada Bulan Sabit

Zaid Nasrullah

A. Sistem Perhitungan Waktu dalam Peradaban

Peradaban manusia dimulai seiring berjalannya waktu. Sistem perhitungan waktu memberi informasi *setting* terjadinya peristiwa sejarah. Dimulai dari kalender tertua, Kalender Yahudi, yang dikenal dengan tahun Ibrani bertepatan dengan 5784 tahun silam berdasarkan kalender lunisolarnya (berbasis bulan-matahari). Kalender China dengan perayaan Imleknya sudah melewati tahun ke-2574. Kalender Julian dimulai sejak 1 Januari 45 Sebelum Masehi (SM) diperkenalkan oleh Julius Caesar berdasarkan nasihat seorang astronom Sosigenes menetapkan satu tahun 365,25 hari. Kalender Hindu dengan tahun Saka saat ini berumur 1944. Kalender Persia dimulai 622 M dikenal solar hijriah yang berusia 1401 tahun. Kalender Islam dimulai pada tahun 1445 silam. Terakhir, pada tahun 1582 bertepatan dengan hari

Z. Nasrullah

Pesantren Persatuan Islam 1 Bandung/BHRD Kota Cimahi,
e-mail: zaidnasrullah5@gmail.com

© 2025 Editor & Penulis

Nasrullah, Z. Batas Jendela Pengamatan Hilal pada Bulan Sabit. Dalam T. Djamiluddin & F. Nuraeni (Ed.), *Keantariksaan untuk Masyarakat dan Kemajuan Bangsa: Sains dan Teknologi* (313–341). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.1425.c1493 E-ISBN: 978-602-6303-86-8

Kamis, 4 Oktober 1582 M atas kekeliruan Kalender Julian, akhirnya direvisi oleh Paus Gregorius XIII, besoknya diputuskan hari Jum'at, 15 Oktober 1582 M sekaligus menggantinya berdasarkan Kalender Gregorian memperbaiki ketidakakuratan dengan menghapus tiga hari dalam 400 tahun. Artinya tidak ada tanggal 5–14 Oktober. Sampai saat ini di seluruh dunia menggunakan sistem Kalender Gregorian.

Kemudian, terakhir sistem penanggalan yang digunakan dalam astronomi untuk menyusun dan mencatat tanggal dengan cara yang lebih tepat dan universal menggunakan *Julian Day* (JD). JD diperkenalkan oleh seorang matematikawan sekaligus astronom Prancis, Joseph Justus Scaliger, sebagai penghargaan kepada ayahnya bernama Julius Caesar Scaliger, pada tahun 1583 M. JD digunakan sebagai alat bantu dalam penanggalan astronomi. Berbagai sistem penanggalan di dunia ini tidak lepas dari ritual keagamaan, termasuk Islam, yang menjadi dasar dan patokan dalam melaksanakan ibadah puasa, baik sunnah maupun wajib, dua hari raya dengan puncak ibadah haji, hari raya Jum'at, dan pendistribusian zakat fitrah.

Polemik seputar perbedaan pelaksanaan waktu ibadah puasa dan lebaran kerap terjadi secara berulang setiap tahunnya antara organisasi masyarakat (ormas) dan pemerintah di Indonesia. Hal ini disebabkan karena miskonsepsi pemaknaan *hilal* itu sendiri, baik secara bahasa maupun istilah, serta perbedaan metode dalam penentuan awal bulan Kamariah. Dalam bab ini akan dipaparkan mengenai batasan jendela pengamatan hilal, dalam konteks keperluan umat Islam dalam upaya mengurai miskonsepsi tersebut.

Dengan melihat pola dasar gerak Matahari yang terbit dan terbenam cenderung teratur, pada akhirnya membagi ke dalam 12 jam siang dan 12 jam malam. Matahari senantiasa bergeser terhadap timur yang dimulai pada pertengahan akhir bulan Maret ke arah utara kemudian berbalik ke arah selatan pada pertengahan akhir bulan Juni hingga pertengahan akhir Desember – kembali ke arah utara menuju titik awal timur pada pertengahan akhir Maret, yang menjadi patokan bilangan dalam satu tahun tropis rata-rata 365,2422 hari atau setara dengan 365 hari 5 jam 48 menit 45,25 detik yang mengindikasikan

Bumi mengelilingi Matahari mengakibatkan pergantian musim di berbagai belahan dunia baik utara maupun selatan khatulistiwa.

Bulan merupakan benda langit yang berevolusi mengelilingi Bumi mengakibatkan adanya perubahan paras Bulan, diikuti keterlambatan terbit atau terbenam setiap hari sebesar $12^{\circ} 11' 26,70''$ atau sekitar 49 menit, mengindikasikan Bulan mengelilingi Bumi dalam waktu satu tahun terdiri dari 12 bulan. Kedua benda langit ini melahirkan sistem kalender Matahari dan sistem kalender Bulan. Titik acuan pada kalender Bulan didasarkan pada penampakan sabit bulan pertama yang bisa diamati, sebagaimana diriwayatkan oleh Imam Bukhari di dalam kitabnya menerangkan sebab memulai pelaksanaan ibadah puasa dan berbuka (lebaran) adalah hilal (bulan sabit pertama) yang bisa diamati (Al-Bukhari, 2001). Berdasarkan keterangan yang disampaikan tersebut, nyatalah bahwa batasan hilal itu bisa diamati, dan praktiknya dengan cara *ru'yat* (pengamatan langsung) dengan kasat mata. Hal ini dikarenakan keterbatasan pada masa itu dalam menghitung secara rumit, sehingga berlaku ketentuan kaidah, '*baik ada atau tidak, hukum berjalan bersama dengan 'illat (alasan).*' (Al-Bassäm, 1992). Secara umum, memang masyarakat Arab saat itu hanya bisa menghitung secara sederhana, sebagaimana bentuk pengaplikasian matematika dalam perniagaan seperti penjumlahan dan selisih. Hanya segelintir orang yang mampu menghitung secara rumit seperti halnya orang Yahudi.

Jika menilik dari sisi kebahasaan, antara bahasa Indonesia (bulan sabit), Inggris (Crescent), dan Arab (Hilal) memiliki arti dan pengertian yang berbeda dalam memaknai batasan fase bulan terutama bulan sabit. Secara bahasa, fase bulan sabit dalam bahasa Arab ada tiga term yang digunakan dalam satu lunasi: sebelum, ketika, dan setelah *konjungsi*. *Prakonjungsi* dikenal dengan kata atau kalimat *Da-da* (دَا دَا); Ketika *konjungsi*, disebut *alMuhäq* (المحاق); dan terakhir, *pascakonjungsi* dikenal dengan *Hilal* (الهلال). *Da-da* dimulai saat fase bulan sabit mengecil saat malam 28 hingga masuk fase *alMuhäq*. Ketika *ijtima'* atau *konjungsi* terjadi, bulan masuk fase *alMuhäq* dalam bahasa Inggris disebut *New Moon* atau *Dark Moon* karena pada fase

ini bulan sabit tidak bisa diamati karena terlalu tipis dan dekat dengan Matahari. Terakhir, istilah *Hilal* digunakan saat bulan sabit pertama kali bisa diamati. Hanya ada satu fase saat bulan sabit tidak bisa diamati, yaitu pada fase *alMuhäq*.

Dari sisi metodologi, ada tiga istilah yang digunakan, yaitu rukyat (observasi), hisab (perhitungan), dan imkan rukyat (menggabungkan kedua metode). Tidak bisa dipungkiri bahwa pelaksanaan rukyat memiliki kedudukan lebih kuat dibandingkan dengan perhitungan mengingat praktik pada masa-masa awal syariat diturunkan, yaitu dengan cara melihat langsung. Meskipun demikian, perhitungan pun memiliki sumber dari *nash* (sumber hukum) yang ada dalam al-Qur'an. Berdasarkan kaidah dalam hukum Islam bahwa, '*Tidak ada ruang untuk ijtihad jika ada sumber nash* (teks hukum yang tegas dan jelas secara tersurat)' (Al-Bassäm, 1992). Hal ini menjelaskan konteks hukum Islam yang merujuk pada situasi ijtihad tidak diperbolehkan karena tersurat dalam al-Qur'an maupun as-Sunnah. Selain itu terdapat juga kaidah bahwa '*Mengamalkan dua dalil sekaligus lebih utama daripada meninggalkan salah satunya selama masih memungkinkan*'. Kaidah ini menitikberatkan pentingnya mempertimbangkan dan menggabungkan semua dalil yang ada untuk diamalkan selama memungkinkan ketika membuat atau menentukan suatu keputusan hukum sehingga hukum asalnya tetap mengamalkan dalil tersebut sesuai dengan al-Qur'an dan as-Sunnah. Berdasarkan hal tersebut dapat digabungkan beberapa prosedur atau metode maupun data ke dalam satu kesatuan yang lebih besar atau lebih komprehensif. Melalui beberapa kaidah yang digunakan, maka berlaku kaidah '*Apa yang ditetapkan atas dasar syari'at lebih didahulukan daripada yang ditetapkan atas dasar kesepakatan*.' (Al-Bassäm, 1992)

Hal ini sejalan dengan sudut pandang astronomis yang memandang rukyat dan hisab adalah bagian dari perkembangan pemahaman sains kaum muslimin secara terintegrasi mengingat banyak bukti yang ditulis oleh para ulama yang saintis membangun batasan sabit bulan pertama yang bisa diamati sesuai perkembangan zaman era keemasan Islam masing-masing melalui tulisan tinta emasnya. Hal itu

dimulai oleh alKhawārizmī, diikuti Ibnu Maymūn dan Ibnu Qurra, dilanjutkan oleh alBattānī, ashShūfī, alBirūnī, dan lainnya. Semua kajian itu akhirnya bermuara dengan menggabungkan dua dalil yang melahirkan metode *imkānur rukyat* (kemungkinan rukyat) yang berarti kemampuan atau kesanggupan melihat sabit bulan pertama atau disebut juga visibilitas hilal (ketampakan hilal) mengingat perkembangan astronomi menunjukkan bahwa hisab dan rukyat selalu beriringan dan secara bersama saling memacu kemajuan.

Pada masa keemasan peradaban dan ilmu pengetahuan di Bagdad sampai akhir abad ke-15, umat Islam mampu memprediksi dan mensimulasikan gerak benda langit melalui astrolab. Dari hasil pengamatan gerak Matahari dan Bulan selama bertahun-tahun bahkan hingga ratusan tahun ini, didapatkanlah suatu pola, kemudian para cendekiawan membuat model matematika untuk memprediksi gerak benda langit sehingga muncul perhitungan atau disebut juga sebagai hisab. Hasil perhitungan ini terus diuji validitasnya, tatkala hasilnya tidak sesuai dengan hukum-hukum di alam, rumusnya dimodifikasi secara terus-menerus mengalami *trial-error* hingga mendekati hasil observasi. Jadi, hal yang wajar hasil hitungan ini divalidasi secara terus-menerus berdasarkan bukti empiris di lapangan. Sejatinya, hisab dan/atau *rukyat* merupakan suatu alat untuk mengetahui hilal bisa diamati atau belum.

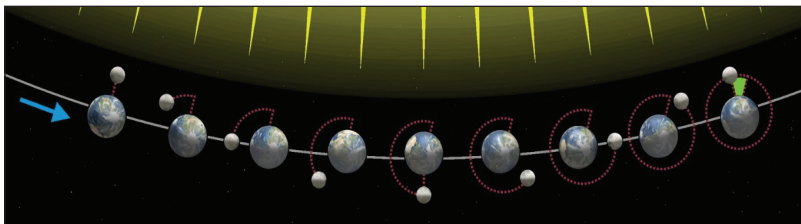
Selain itu, teknologi pun berevolusi dan terus berkembang, termasuk bidang keantariksaan yang telah memainkan peranan penting di semua lini kehidupan. Kemajuan peradaban manusia dipengaruhi oleh kemampuan untuk mengumpulkan data dari bintang dan planet, mengirim satelit ke antariksa, dan memantau hukum alam di antariksa untuk mempelajari cuaca, memantau Bumi, navigasi, dan telekomunikasi. Sistem perhitungan dan pengamatan menggunakan instrumen keantariksaan seperti teleskop, kamera, dan perangkat lunak analisis citra telah membantu umat Islam menemukan hilal dengan lebih akurat dan objektif. Ini pun termasuk dalam bidang perhitungan dan pengamatan antariksa telah meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam menjaga waktu. Sekarang, didukung dengan kemajuan

teknologi dengan adanya pengolahan citra bahkan bisa dimaksimalkan secara otomatis dengan bantuan AI (kecerdasan artifisial) sehingga memiliki kemampuan setara dengan cara kerja mata.

B. Fase-Fase Bulan

Perubahan paras pada Bulan, terjadi karena Bulan berevolusi terhadap Bumi. Periode Bulan menyelesaikan satu putaran (putaran 360 derajat membutuhkan waktu selama 27,3217 hari atau sepadan dengan $27^{\text{hari}} 7^{\text{jam}} 43^{\text{menit}} 11,51^{\text{detik}}$) dikenal dengan periode *sideris*. Berdasarkan simulasi posisi Bulan terhadap Bumi sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 10.1. berada di sisi paling kiri gambar (tanda panah warna biru) sebagai permulaan sampai ilustrasi posisi Bulan–Bumi kedua dari paling kanan (posisi Bulan seperti perjalanan pertama di sisi kiri), dimulai dari satu titik hingga kembali ke tempat yang sama di antara Matahari dan Bumi dalam melakukan perjalanan satu putaran penuh.

Di sisi lain, Bumi pun berevolusi terhadap Matahari, sekaligus memboyong Bulan. Hal ini menjadikan titik acuan menjadi berbeda, yaitu ditandai dari satu fase ke fase yang sama (dari fase hilal ke hilal berikutnya atau dari purnama ke purnama berikutnya) memerlukan waktu lebih lama, selama 29,5306 hari atau sebanding dengan 29 hari 12 jam 44 menit 2,89 detik. Periode tersebut dikenal periode *sinodis*. Sama halnya simulasi pada periode *sideris*, definisi satu putaran penuh Bulan tidak lagi di tempat yang sama tetapi bergeser pada posisi paling

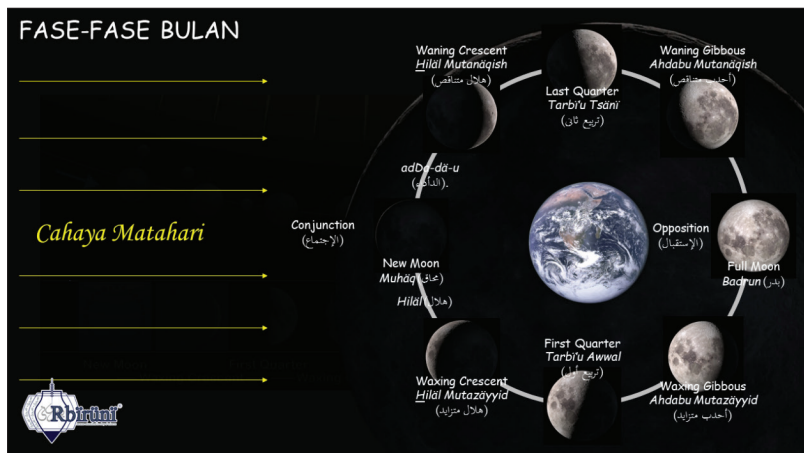


Sumber: diadaptasi dari Tttrung (2020)

Gambar 10.1 Gerak revolusi Bumi mengitari Matahari dan bulan mengitari bumi menyebabkan terjadinya fase-fase Bulan.

kanan ditandai dengan adanya sapuan luasan arsiran berwarna hijau, supaya kembali mengarah ke Matahari maka memerlukan waktu lebih, selama 2 hari 5 jam 0 menit 51,38 detik. Akibatnya, Bulan selalu terbit terlambat 48 menit 45,78 detik dengan perbedaan $12^{\circ}11'26,70''$ setiap harinya. Uniknya, Bulan mengorbit Bumi membentuk sudut $5^{\circ}09'$ (bervariasi dari $4^{\circ}58'$ sampai $5^{\circ}19'$) terhadap bidang orbit Bumi mengelilingi Matahari yang disebut ekliptika. Jarak rata-rata Bumi-Bulan 384.400 km. Hal ini menyebabkan gerhana tidak selalu terjadi pada setiap bulan.

Perbedaan paras Bulan terlihat mencolok setiap harinya. Fase-fase Bulan digolongkan ke dalam delapan fase besar, yaitu : 1. Bulan Mati/ Baru (*Dark Moon/New Moon*); 2. Bulan Sabit Membesar; 3. Kuartier Pertama; 4. Cembung Membesar; 5. Purnama; 6. Cembung Mengecil; 7. Kuartier Kedua; 8. Bulan Sabit Mengecil; kemudian kembali lagi ke awal sebagaimana pada Gambar 10.2. Pada fase pertama saat *konjungsi* atau *ijtimak* dengan sebutan fase *New Moon* yang diartikan ke dalam Bahasa Indonesia menjadi bulan baru, posisi Bumi – Bulan – Matahari dalam keadaan segaris. Berhubung orbit bulan melintas bidang edar



Gambar 10.2 Beragam fase-fase bulan berdasarkan gerak revolusinya mengelilingi Bumi.

Bumi sebesar $5^{\circ}09'$, menyisakan atau meloloskan cahaya Matahari kemudian dipantulkan ke Bumi sehingga membentuk sabit yang sangat tipis sekali, sampai tidak bisa diamati, hanya bisa dideteksi. Kedelapan fase ini pun sesuai dengan yang diilustrasikan oleh Quthbu adDīn asySyīrāzī dalam manuskrip berjudul *Nihāyatul Idrāki fi Dirāyatil Aflāk*.

C. Hilal: Bulan Sabit Pertama

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa paras Bulan dalam fase sabit terjadi paling tidak tiga kali kesempatan dalam satu lunasi; sebelum, ketika, dan setelah *konjungsi*. Fase pertama adalah *prakonjungsi* dikenal dengan sebutan *Da-da-un* sebagaimana dalam kitab *Lisānul 'Arab*, Ibnu Mandlūr menyampaikan, “Seiring berjalannya waktu pada bulan sabit mengecil, Da-da mulai memudar. Ini terjadi ketika bulan berada di ujung fase bulan yang berada pada posisi menurun (mendekati Matahari) dan semakin memudar.” Pada kitab yang sama, Azharī mengatakan bahwa, “Bulan mulai memudar pada malam terakhir dari malam-malam bulan Rajab, dan disebut juga sebagai adDa-dā-u atau adDi-dā-u pada malam ke-25, 26, dan 27.” Tsa'lab menambahkan, “Orang-orang Arab menyebut malam tanggal 28 dan 29 dengan sebutan adDādi-u, dan satu malam disebut Dādā-atun”. Sedangkan dalam ashShihāh menuturkan di dalam kitab yang sama, “adDādi-u adalah tiga malam terakhir sebelum malam alMuhāq, alMuhāq itu merupakan akhirnya.” (Ibnu Mandlūr, 1993).

Kemudian fase kedua adalah fase *alMuhāq* yaitu tepat ketika *konjungsi* atau *ijtimak*, Bulan memiliki sabit yang paling tipis apalagi jika terjadi gerhana Matahari saat Maghrib, ia cenderung tidak bisa dilihat atau dideteksi sekalipun. Lalu fase terakhir adalah hilal, yaitu Sabit Bulan yang bisa diamati. Ada yang berpendapat bahwa ini terjadi hingga malam kedua atau ketiga. Hal ini tertuang di dalam manuskrip berjudul *Nihāyatul Idrāki fi Dirāyatil Aflāk* karangan Quthbu adDīn asySyīrāzī, “ketika *ijtimā* terjadi, bagian wajah bulan ... dan bagian yang terlihat adalah sisi gelapnya, oleh karena itu tidak dapat dilihat dan disebut alMuhāq” (asySyīrāzī, t.t.).

Secara bahasa, kata hilal memiliki asal-usul kata sebagaimana dalam Kamus Al-Munawwir pada halaman 1514 menerangkan "*Halla wa Ahalla alHilalu*" yang berarti tampak atau terlihat (Munawwir, 1997). AzZamakhshari pun menjelaskan dalam kitab *alFä-iq*-nya halaman 111, "Hilal itu makna asalnya adalah putih." (azZamakhshari, t.t.). Seorang filolog, azZabidi menuturkan dalam kitab *Täjul 'Arüs* pada halaman 146 mendefinisikan, "Hilal adalah warna putih yang tampak pada pangkal kuku." (azZabidi, t.t.). Lebih lanjut, Ibnu Mandlür memberikan definisi, "*Hilal adalah cahaya bulan ketika orang-orang meneriakinya pada waktu awal bulan.*" pada Juz 11 halaman 702 dalam Kitabnya (Ibnu Mandlür, 1993).

Selain ditinjau dari tinjauan etimologinya, jika menilik pola kalimat yang berkaitan dengan pasangan kata *ra-a* dan *Hilal* hanya terdiri dari satu *maf'ül* seperti pada hadits pertama sebagai kata ganti 'nya' merujuk kepada kata sebelumnya, yaitu *Hilal* dalam kalimat *shümü lirukyatihi*. Ibnu Mandlür dalam *Lisänul 'Arab* memberikan pedoman pada Juz 14 halaman 291 dengan ungkapan, "Kata *ra-a* artinya melihat dengan mata apabila muta'addi kepada satu *maf'ul*, sedangkan arti mengetahui apabila muta'addi kepada dua *maf'ul*." (Ibnu Mandlür, 1993).

Ketika terjadi perbedaan pendapat tentang malam pertama hilal dimulai, diambil keputusan berdasarkan hadis yang menyatakan bahwa jika hilal terlihat, dimulailah bulan baru pada malam itu juga, melalui jalur Muslim (anNaysäbüri, t.t.). Pada kitab dan jalur yang sama di halaman 766 dapat dinyatakan bahwa jika Bulan itu tertutup dari pandangan dalam artian tidak terlihat, bilangannya disempurnakan menjadi tiga puluh hari (anNaysäbüri, t.t.).

Kesimpulannya, pada dasarnya, satu bulan itu 29 hari. Jika tidak bisa diamati, dikenakan menjadi 30 hari. Tidak bisa diamati ini bukan hanya diartikan sebagai mendung belaka sebagaimana Gambar 10.3, akan tetapi cahaya senja berwarna merah sebagai latar depan jauh lebih terang daripada bulan sabit itu sendiri sehingga tidak bisa dilihat. Dalam hal seperti itu maka bulan berjalan harus dikenakan menjadi 30 hari.

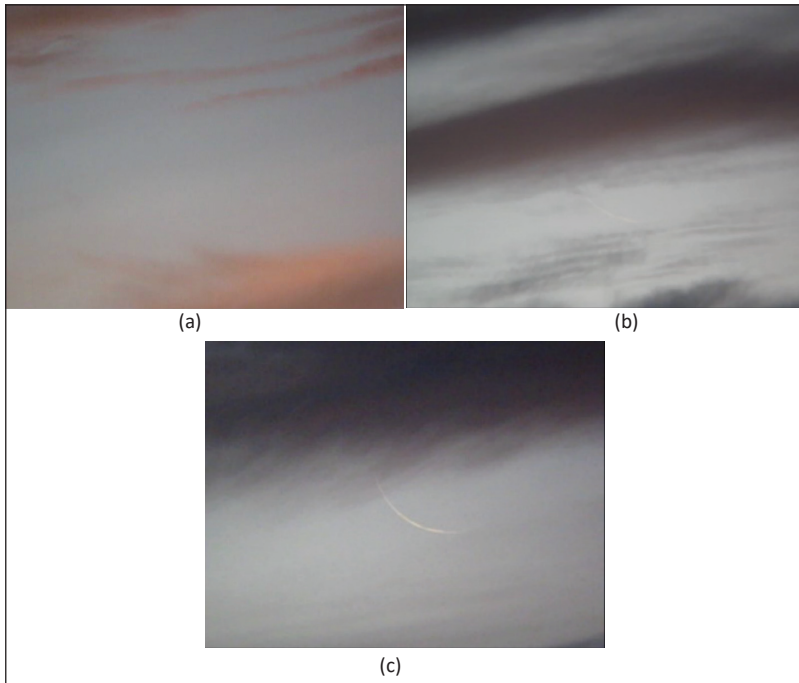


Foto: Hendro Setyanto

Keterangan: (a) Atmosfer lebih terang ketika Maghrib; (b) Seiring berjalannya waktu, posisi Matahari semakin rendah sehingga hamburan cahaya atmosfer semakin redup dan Hilal dapat diamati (kasat teleskop); (c) cahaya atmosfer jauh lebih redup hingga akhirnya Hilal dapat dikesani dengan mudah (kasatmata).

Gambar 10.3 Urutan ketampakan Hilal dengan kondisi

Terdapat empat peristiwa yang pernah terjadi di masa lalu terkait penentuan hilal dan jumlah hari dalam suatu bulan. Peristiwa pertama adalah berdasarkan wahyu, hal ini sebagaimana diriwayatkan oleh Imam alBukhārī dari Anas bin Mālik r.a. dalam Bab Shalāt di Atas Atap, Mimbar, dan Kayu pada *Juz* 1 halaman 85, dan pada riwayat yang sama melalui jalur Ibnu Abbās r.a. di dalam Kitab Perbuatan-Perbuatan Zalim dan Merampok pada hadis ke-2468, Rasulullah SAW menjawab, “*Bulan itu berjumlah dua puluh sembilan hari.*” Pada bulan itu memang berjumlah 29 hari (Al-Bukhārī, 2001). Dari hadis ini

jelas, secara umum (kebiasaan), pada bulan itu berumur 30 hari tetapi karena wahyu yang turun, maka bulan itu berumur 29 hari. Peristiwa kedua adalah berdasarkan laporan para sahabat ketika masyarakat berusaha mengamati hilal. Ibnu 'Umar r.a., salah seorang di antara kerumunan berhasil melihatnya kemudian mengabarkan kepada Rasulullah SAW yang kemudian memerintahkan untuk berpuasa sebagaimana diabadikan dalam Kitab Puasa Bab Kesaksian Seorang Laki-Laki atas Pengamatan Hilal Ramadhän yang diriwayatkan oleh Abü Däwud melalui Ibnu 'Umar pada *Juz 2* halaman 302. (asSijistäni, t.t.). Kemudian peristiwa ketiga terjadi berdasarkan kesaksian Arab Badwi, seperti diriwayatkan dalam hadis riwayat Ahmad dan hadis riwayat Abu Dawud. Peristiwa terakhir yaitu kesaksian para kafilah yang bersaksi telah melihat hilal kemarin, hal ini diriwayatkan dalam hadis Abi Däwud (1): 300.

Berdasarkan kronologi keterlihatan *Hilal* dari laporan Arab Badwi dan kafilah tampak memiliki hubungan yang saling terkait. Boleh jadi hadis-hadis tersebut menceritakan peristiwa yang sama. Jika melihat topografi Madinah (Gambar 10.4), hal itu berkaitan dengan adanya bukit yang menghalangi pandangan ufuk barat tempat terbenamnya Matahari dan Bulan. Ketinggian bukit paling tinggi mencapai 967 meter dari permukaan laut (mdpl) sedangkan di sekitar masjid 603 mdpl sehingga didapatkan selisih 364 meter dengan radius 5,73 km. Dari informasi ini kita bisa memperkirakan halangan bukit sampai ketinggian sekitar $3,6^\circ$. Sangat dimungkinkan ketika maghrib ketinggian hilal mencapai sekitar 7° dan cahaya senja masih terang, beberapa saat kemudian ketika cahaya senja mulai meredup ketinggian hilal sudah turun menjadi sekitar 3° , tetapi terhalang oleh bukit sehingga hilal tidak berhasil diamati.

Medan pandang dari Masjid Nabawi terhalang oleh bukit yang membentang selebar $46,36^\circ$ pada rentang azimuth $\sim 235,30^\circ$ hingga $\sim 281,66^\circ$. Pada bulan Syawal yang disajikan pada Tabel 1, Bulan terbenam dari azimuth $239,5^\circ$ sampai $268,5^\circ$. Dari kesembilan data yang disajikan, data nomor 1, 3, 4, dan 9 memiliki ketinggian yang cukup tinggi untuk diamati setelah matahari terbenam dengan durasi

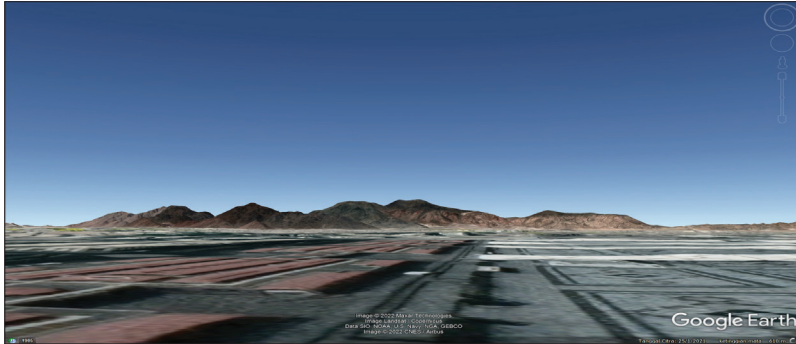


Foto: Google Earth

Gambar 10.4 Kondisi topografi di masjid Nabawi ke arah Barat yang terhalang bukit.

yang cukup panjang, 40 menit atau lebih. Sementara itu, pada nomor 8, 7, dan 6 ketinggiannya terlalu kecil, dengan sendirinya tereliminasi. Adapun nomor 2, variasi ketinggian dan elongasi kurang memadai sehingga besar kemungkinan terjadi pada 11 Februari 628M dengan kombinasi ketinggian $04^{\circ}31'07''$ dan azimut $251^{\circ}34'39''$ serta elongasi $06^{\circ}49'42''$, pada posisi azimut demikian ketinggian Bulan minimal $\sim 2^{\circ}$ didapatkan dari variasi 151 meter sejauh 4,18 km. Selang beberapa menit setelah Matahari terbenam, bertepatan dengan ketinggian $\sim 2^{\circ}$ penduduk Madinah tidak bisa melihat hilal karena terhalang oleh gunung. Berbeda halnya orang yang berada di batas Madinah, semakin jauh, ketinggian bukit semakin rendah (batas minimal ketinggian gunung setinggi $\sim 1^{\circ}$, pengamat berada pada jarak 18 km) dan alhasil mereka pun bisa melihat hilal.

Tabel 10.1 Sebaran data posisi Bulan Sabit awal bulan Syawal

No.	Tanggal	Altitude	Azimut	Elongasi	Durasi
1.	25 - 03 - 624	$07^{\circ}51'53''$	$268^{\circ}36'29''$	$10^{\circ}04'37''$	39m 35d
2.	14 - 03 - 625	$02^{\circ}50'40''$	$264^{\circ}00'15''$	$06^{\circ}06'27''$	16m 56d
3.	04 - 03 - 626	$07^{\circ}58'43''$	$259^{\circ}52'33''$	$09^{\circ}56'17''$	40m 55d
4.	22 - 02 - 627	$12^{\circ}10'39''$	$255^{\circ}47'14''$	$13^{\circ}44'01''$	1j 49d

No.	Tanggal	Altitude	Azimut	Elongasi	Durasi
5.	11 - 02 - 628	04°31'07"	251°34'39"	06°49'42"	22m 34d
6.	30 - 01 - 629	01°40'09"	248°00'50"	04°37'08"	12m 09d
7.	19 - 01 - 630	01°36'30"	244°58'50"	04°23'03"	12m06d
8.	08 - 01 - 631	00°43'38"	242°56'41"	03°35'10"	7m 55d
9.	29 - 12 - 631	08°47'45"	239°31'12"	10°58'13"	49m 55d

Terkait kesaksian melihat hilal, perlu ketajaman penglihatan yang cukup baik untuk dapat melihatnya. Bahkan hal ini pun pernah terjadi di masa lalu sebagaimana diriwayatkan dalam hadis Muslim, “Anas bin Mälik berkata, kami bersama ‘Umar di antara Makkah dan Madinah. Kami melihat Hilal. Aku adalah orang yang berpenglihatan tajam, aku melihatnya. Tetapi tidak seorang pun yang melihatnya kecuali aku. Anas berkata kepada ‘Umar, “Apa kau tidak melihatnya?” Ia tidak melihatnya. Ia berkata, “Aku akan melihatnya dengan berbaring di atas hamparanku.” (HR Muslim: 5120).

D. Sains tentang Deteksi Hilal

Manusia diciptakan dengan sepasang organ mata sebagai detektor yang berfungsi untuk menerima informasi cahaya pada panjang gelombang kasat mata dalam berbagai rentang kecerlangan. Detektor alami ini terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu kornea, lensa mata, iris, pupil, dan retina. Cahaya masuk melalui kornea menuju pupil, fungsi yang dijalankan kornea analog dengan fungsi lensa pada kamera. Iris berfungsi dalam mengatur lama bukaan (*aperture*) sekaligus mengatur jumlah cahaya yang masuk ke mata. Selanjutnya, cahaya yang masuk diteruskan ke lensa mata. Kornea ini merupakan lengkung transparan yang melindungi iris dan pupil, bersama lensa mata membelokkan (membiaskan) cahaya yang datang sehingga jatuh atau difokuskan ke retina. Cahaya yang masuk ke retina akan direkam melalui reaksi fotokimia. Retina dilengkapi dengan alat deteksi cahaya bernama sel fotoreseptor – pada neurosensori, berupa sel batang dan

sel kerucut. Ketika cahaya melewati substansi fotokimia, sel fotoreseptor pada retina mengkonversikan cahaya menjadi gelombang elektrik yang akan mengirimkan sinyal-sinyal elektrik melalui saraf optik bagian korteks visual primer pada area oksipital di otak. Otak memproses sinyal-sinyal tersebut menjadi sebuah bayangan untuk mengenali, membedakan, ataupun mendeskripsikan objek lainnya dalam hal kontras, ukuran, dan bentuk dengan persepsi penglihat.

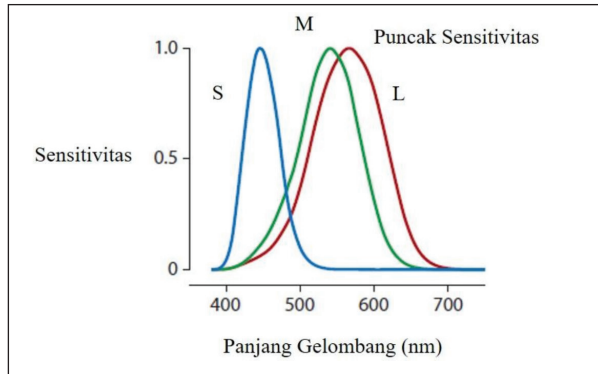
Pada jaman dahulu manusia mengekspresikan anugerah penglihatan dengan mengabadikan objek benda langit, yaitu melukiskan ke dinding gua atau yang lainnya untuk diwariskan ke generasi berikutnya. Seiring berjalannya peradaban, objek-objek tersebut kemudian dilukiskan pada media batu maupun logam. Terakhir, sebelum era kamera, telah digunakan juga media kertas. Dunia mengenal sosok Galileo Galilei yang mengarahkan teleskop buatan sendiri ke langit dengan mengabadikan hasil pengamatan bulan, gugus bintang, nebula, planet Jupiter yang diiringi satelit-satelitnya, dan Saturnus melalui goresan senyawa karbon ke dalam lukisan berupa sketsa kemudian dibukukan berjudul *Sidereus Nuncius* atau *the Sidereal Messenger*. Jauh sebelum Galileo mengintip langit malam, enam abad sebelumnya ada Ibnu Yünus melakukan pekerjaan yang sama kemudian dituangkan ke dalam kitab berupa tabel posisi benda langit dikenal dengan *Zij alKabir alHäkimi*. Akhirnya, dengan penemuan metode *pinhole* oleh Ibnu Haytsam pada abad ke-10 di Mesir diperkenalkan *Qumrah* sebagai kamera *obscura* (ruang gelap). Orang Barat mendengarnya sebagai kamera, kemudian istilah ini dikenal dan digunakan hingga saat ini.

Di samping memerlukan waktu yang cukup lama untuk meniru atau merekam objek, tidak semua saintis dianugerahi kemampuan seni lukis. Kamera *obscura* pun berevolusi, semula hanya berupa proyeksi cahaya yang masuk ke dalam ruang gelap. Terakhir, tahun 1990-an perkembangan kamera fotografi, objek hasil foto masih disimpan menggunakan roll film negatif atau klise foto. Perkembangan berikutnya masa kontemporer, kamera fotografi berubah menjadi digital hingga dapat direkayasa dengan *image processing* (olah citra).

Jembatan penghubung antara semesta dan manusia untuk berkomunikasi adalah melalui gelombang elektromagnetik (GEM). Dari panjang gelombang paling besar hingga terkecil adalah gelombang radio sampai sinar gamma. Meskipun gelombang radio memiliki panjang gelombang paling besar, akan tetapi energinya sangat lemah, sedangkan sinar gamma, panjang gelombangnya sangat pendek tetapi memiliki energi yang paling besar. Di antara rentang panjang gelombang yang sangat bervariasi ini, ada secuil yang dapat kita tangkap melalui indra penglihatan pada spektrum kasat mata berkisar 380 sampai 740 nm dimulai dari warna nila-ungu hingga merah.

Yuna (2021) menyimpulkan, rangsangan cahaya pada sel fotoreseptor kerucut yang sensitif terhadap panjang gelombang tertentu menyebabkan persepsi warna, yang merupakan sensorik subjektif. Spektrum kasat mata normal mampu membedakan antara 7–10 juta warna, dan retina manusia memiliki 100–125 juta sel batang dan 6–7 juta sel kerucut, sehingga rasio perbandingannya adalah 20:1 segmen luar dan dalam sel fotoreseptor. Sel batang berfungsi dalam penglihatan skotopik atau monokromatik dalam cahaya redup, dan sel kerucut berfungsi dalam penglihatan fotopik dan warna. Sel batang hanya terdiri dari satu jenis sel, sehingga mereka tidak dapat membedakan warna. Komposisi spektral cahaya dari objek ke mata memengaruhi persepsi warna. Persepsi warna juga dapat dipengaruhi oleh cahaya sekitar objek dan tingkat adaptasi visual subjek. Penglihatan normal warna adalah penglihatan trikromatik yang dimediasi oleh tiga jenis sel fotoreseptor kerucut yang dibedakan berdasarkan sensitivitas spektralnya. Sel kerucut terdiri dari tiga jenis: Pertama, sel kerucut S peka terhadap panjang gelombang pendek dan melihat warna biru-kuning; Kedua, sel kerucut M peka terhadap panjang gelombang menengah dan melihat warna hijau; Ketiga, sel kerucut L peka terhadap panjang gelombang panjang dan melihat warna merah.

Jenis sel kerucut M dan L merupakan yang paling dominan pada retina. Sel kerucut S hanya berkisar 5–10% dan tidak ditemukan di fovea sentral. Kerucut M dan L memiliki banyak kesamaan histologi, fisiologi, dan genetik sebanyak 96%. Fotopigmen M dan L ditemukan



Sumber: Yuna (2021)

Gambar 10.5 Grafik sensitivitas warna pada kerucut S, M, dan L panjang gelombang visual.

dalam susunan kromosom X, sedangkan fotopigmen S ditemukan pada kromosom 7. Kerucut S memiliki kesamaan 43% dengan fotopigmen M dan L seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.5.

Ketajaman pengamat, sensitivitas kontras, medan pandang lihat, pembeda warna, dan stereoskopis merupakan beberapa keajaiban fungsi mata yang sangat menakjubkan. Secara umum pada astronomi, kontras gelap-terang dan kontras warna adalah dua komponen yang paling penting dalam pengamatan bulan sabit muda. Hal ini berkaitan dengan kemampuan untuk membedakan dua stimulus yang berbeda dalam ruang dan latar belakang kontras yang tinggi adalah penyebabnya.

E. Kontras Gelap-Terang

Sensitivitas kontras biasanya digunakan untuk mengukur dan menilai kemampuan sistem penglihatan dalam membedakan suatu objek terhadap latar belakangnya. Ini didefinisikan sebagai kemampuan mengenali objek pada kontras yang rendah. Objek hitam dengan latar belakang putih memiliki kontras yang tinggi sehingga mudah dibedakan, sedangkan objek abu-abu dengan latar belakang yang lebih terang

memiliki kontras yang rendah. Sensitivitas kontras sangat penting untuk fungsi visual seperti deteksi gerak, bidang visual, dan adaptasi visual. Sensitivitas kontras ini dapat dilihat dengan menggunakan pencahayaan dan kecerahan yang baik pada latar belakang yang tepat sehingga memudahkan kita untuk melihat.

Pada aplikasi kontras gelap-terang seperti pada Gambar 10.6, huruf V di samping pojok kiri atas dapat dikenali dengan sangat mudah. Hal ini berkaitan antara warna huruf dan latar belakangnya memiliki kontras yang maksimum. Berbeda halnya dengan huruf apa pun yang ada di pojok kanan bawah, kita tidak bisa mengenali



Sumber: Precision Vision (t.t.).

Gambar 10.6 Kartu sensitivitas kontras Pelli-Robson

Selain itu, terdapat dua faktor yang mengatur kemampuan mata dalam mengadaptasi cahaya, yaitu kecerlangan latar belakang dan kecerlangan permukaan (*surface brightness*) objek. Kecerlangan permukaan adalah jumlah total cahaya dibagi dengan luasan area sebaran cahaya. Adaptasi gelap mata dipengaruhi oleh suatu proses



330

kimia, pada keadaan gelap disebut sebagai rhodopsin (*visual purple*) yang dibangun oleh sel-sel batang dan kerucut. Jumlah visual purple akan mengatur kesensitifan mata.

Sebelum lampu ditemukan, polusi cahaya dan udara sangatlah minim sehingga taburan 3.000 bintang dengan berbagai tingkat kecerlangan amat sangat mudah dilihat. Meskipun demikian, pada saat itu satu-satunya penyumbang polusi cahaya terbesar adalah Bulan saat fase purnama. Cahaya Bulan berasal dari pantulan cahaya matahari oleh permukaan bulan kemudian diterima oleh partikel-partikel di atmosfer Bumi sehingga cakrawala malam lebih terang daripada biasanya. Siang hari, Mataharilah sumber terkuat. Hamburan cahaya warna biru saat siang dan cahaya langit senja bercorak jingga hingga merah berasal dari hamburan partikel-partikel di atmosfer Bumi yang mengalami efek hamburan Rayleigh.

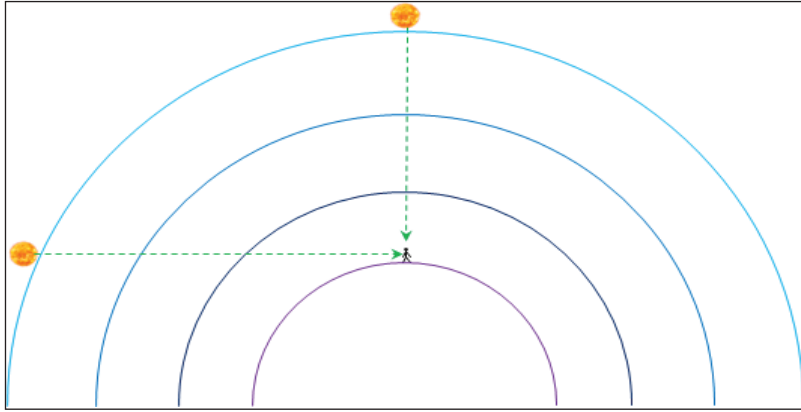
Cara pandang dan hidup manusia kemudian berubah karena Revolusi Industri 1.0 pada abad ke-18. Lapisan atmosfer dekat dengan permukaan Bumi yang disebut lapisan Troposfer yang semula didominasi oleh karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O), menjadi semakin padat dipenuhi partikel-partikel yang berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen (N), chlorofluorocarbon (CFC), sulfur dioksida (SO_2), hidrokarbon (HC), timah (Sn), benda partikulat, dan sebagainya. Atmosfer pun yang semula terdispersi warna biru tua, semakin memudar, sekaligus menjadi indikator polusi udara sekitar cukup tinggi; semakin muda warna birunya, semakin kotor udaranya. Efek dari polusi, berimbas pada jarak pandang kita pada objek semakin redup karena banyaknya partikel-partikel yang berhamburan di sekitar laksana terpenjara dalam kabut. Kungkungan kabut ini akan semakin terlihat jelas ketika kita melihat objek yang jauh terhalang oleh kabut. Padahal menurut pandangan penduduk yang berada jauh dari lokasi tadi, boleh jadi merasa tidak terkungkung oleh kabut. Pada Gambar 10.8 dapat kita lihat pada bukit yang dekat memiliki kontras yang besar dibandingkan dengan bukit yang jauh berada di balik bukit. Semakin jauh, warna atau kontras bukit atau gunung semakin pudar seperti pada Gambar 10.8.



Sumber: Anggoro (2019)

Gambar 10.8 Tampak barisan pegunungan dari yang paling dekat hingga jauh dengan kontras yang berbeda-beda.

Distribusi partikel atmosfer yang semakin padat menyebabkan hambatan pada jalur penerimaan informasi benda langit yang merambat dalam gelombang cahaya ke Bumi. Setiap berkas cahaya mengalami penghamburan sehingga objek yang jauh kontrasnya semakin rendah. Dilihat dari posisi benda langit terhadap pengamat, ada perbedaan yang cukup besar antara benda langit yang berada di zenit atau puncak pengamat (atas kepala) atau ketika ia berada di ufuk atau kaki langit sebagaimana pada Gambar 10.9. Posisi benda langit yang berada di zenit cenderung memiliki jalur yang pendek dibandingkan dengan ketika di ufuk yang cenderung lebih panjang. Konsekuensinya, cahaya yang berasal dari benda langit pada jalur yang lebih panjang akan memiliki kontras yang semakin rendah. Untuk menyiasati kontras yang rendah ini, dapat digunakan detektor kamera hitam putih. Selain itu, penggunaan lampu yang tidak bijak berdampak pada polusi cahaya yang semakin tidak terkendali, sehingga berimbas pada semakin redupnya benda langit karena langit malam semakin terang.



Gambar 10.9 Jalur cahaya dari benda langit antara di kaki langit cukup panjang dibandingkan di atas kepala.

Dengan adanya hambatan baru yang berasal dari campur tangan manusia berupa polusi cahaya ini, para astronom berusaha keras mencari solusi cara meningkatkan teknologi pencitraan yang mampu meningkatkan kontras objek benda langit dari cahaya latar depan. Saat ini, teknologi pencitraan yang paling sensitif menggunakan detektor kamera video astronomi CCD (*Charge-Coupled Device*) atau CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) untuk merekam gambar. Meskipun demikian, sensitivitas detektor kamera tidak mampu mengatasi polusi cahaya yang relatif cemerlang sehingga muncul olah citra.

Seiring berkembangnya teknologi, sejurus dengan perkembangan kosa kata baru, semula dikenal dengan lihat, kini ada kosa kata baru dikenal dengan deteksi. KBBI menjelaskan pengertian dari deteksi yaitu usaha menemukan dan menentukan keberadaan, anggapan, atau kenyataan. Semula terbatas pada panjang gelombang visual, dengan adanya kosa kata baru menjadi sepanjang gelombang EM dimulai dari sinar gamma hingga radio; hal ini biasa dilakukan oleh para astronom untuk menggali informasi semesta.

Dengan target pengamatan ambang batas sabit bulan yang dapat dideteksi instrumen pengamatan pada siang hari cukup sulit dan

menantang, maka persiapan yang diperlukan harus matang. Dimulai dari peralatan pendukung dan pengaturan teleskop. Di samping detektor kamera berbasis CCD atau CMOS pada warna hitam putih agar objek dengan lingkungan sekitar lebih kontras, bahan tambahan yang menjadi ujung tombak keberhasilan mendeteksi sabit bulan adalah *baffle* (instrumen untuk mengurangi cahaya artifisial di lingkungan sekitar terutama Matahari yang tertangkap sistem optik teleskop) berupa selongsong tabung yang cukup panjang. Selain itu, diperlukan perangkat pengolahan citra dengan cara menumpukan hingga ratusan citra untuk menghasilkan citra sabit bulan yang kontras dengan hamburan cahaya atmosfer latar depan. Filter Inframerah digunakan untuk menambah kontras cahaya dari bulan sabit terhadap cahaya langit latar depan yang lebih dominan ke warna biru. Hal ini dapat kita lihat pada spektrum kasat mata dari frekuensi rendah ke tinggi MeJiKuHiBiNiU (Merah, Jingga, Kuning, Hijau, Biru, Nila, Ungu). Tampak, warna merah berada pada ujung sisi kiri sedangkan biru berada di ujung sebelah kanan setelah ungu-nila, sehingga memiliki perbedaan warna yang sangat jelas. Inilah alasan para pengamat melakukan pengamatan ketika pagi menjelang siang atau siang menjelang sore ketika langit cerah berwarna biru untuk mendapatkan citra sabit bulan yang kontras secara maksimal.

Selanjutnya, *setting* teleskop berupa proses *polar alignment* bertujuan untuk menyelaraskan gerak teleskop dengan gerakan benda langit dan pembuatan *pointing model*. Membuat *pointing model* berdasarkan letak-letak bintang terang yang bertujuan untuk memperoleh penguncian objek berakurasi sekaligus presisi yang tinggi ketika teleskop diarahkan ke suatu objek sehingga dapat terus-menerus mengikuti pergerakan objek tersebut. Ketika dua proses ini telah selesai dilakukan, teleskop diarahkan ke Bulan ketika terbit di atas kaki langit atau horizon dan dapat mengikuti gerakannya sepanjang hari. Metode pengamatan seperti ini dilakukan setiap harinya hingga menjelang *konjungsi/ijtima*’.

Indikator pasca *konjungsi* adalah Matahari lebih dulu terbit kemudian disusul oleh Bulan atau paling lambat Matahari lebih dulu



Sumber: Observatorium Bosscha (2022)

Gambar 10.10 Tampak selongsong panjang berwarna biru yang dipasang di depan teleskop.

terbenam dibandingkan Bulan meskipun selisih waktunya hanya beberapa menit. Pengamatan pada Gambar 10.10 menggunakan teleskop *portable* jenis refraktor berdiameter 106 mm dilengkapi detektor kamera berbasis CMOS yang dipasang filter inframerah yang bertujuan untuk mendapatkan pencitraan pada panjang gelombang inframerah dekat (*imaging near infrared*). Pada bagian depan teleskop dipasang instrumen bantu berupa *baffle* sepanjang 1,2 meter berwarna biru. Citra yang ditangkap oleh kamera kemudian diproses menggunakan perangkat pengolahan citra untuk meningkatkan tampilan sabit Bulan. Secara umum, perangkat pengolahan citra ini disediakan secara bebas oleh pihak lain dengan nama IRIS dan sejenisnya kemudian proses selanjutnya menggunakan Photoshop. Berbeda halnya dengan perangkat lunak yang dikembangkan secara mandiri oleh M. Yusuf, seorang peneliti di Observatorium Bosscha, yang bisa membuat hasilnya otomatis terintegrasi serta seketika.

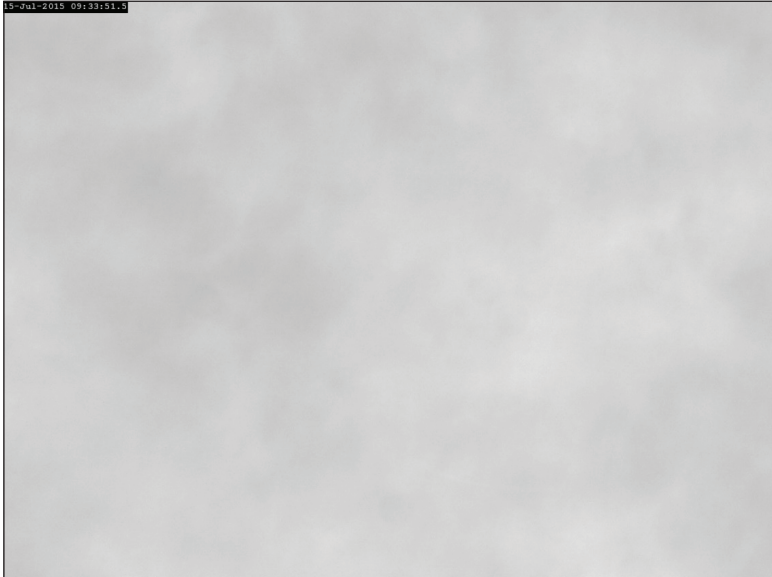


Foto: Zainuddin dan Zain Nasrullah (2022)

Gambar 10.11 Hasil pemotretan dilakukan secara manual dengan satu kali potret dalam satu frame.

Hasil dari selarasnya teleskop dan bulan sabit didapatkan citra yang didominasi warna putih kelabu sebagaimana pada Gambar 10.11. Selain dipotret untuk membandingkan citra asli dengan pengolahan citra, citra sabit Bulan direkam untuk beberapa saat. Kemudian hasil dari rekaman satu video tersebut dipisah-pisah menjadi ratusan *frame* foto dengan bantuan *software* IRIS. Melalui *software* yang sama, ratusan *frame* tersebut digabungkan kembali untuk diolah citranya menjadi satu foto dan hasil akhirnya dibantu dengan *software* Photoshop hingga citra sabit Bulan dapat dideteksi sebagaimana pada Gambar 10.12.

Tampak hasil perbandingan antara Gambar 10.11. sebagai citra sebelum diolah dan Gambar 10.12 setelah diolah mengalami perbedaan yang sangat signifikan. Secara visual pun bulan sabit tidak bisa diamati tetapi dengan teknik pengolahan citra bulan sabit bisa

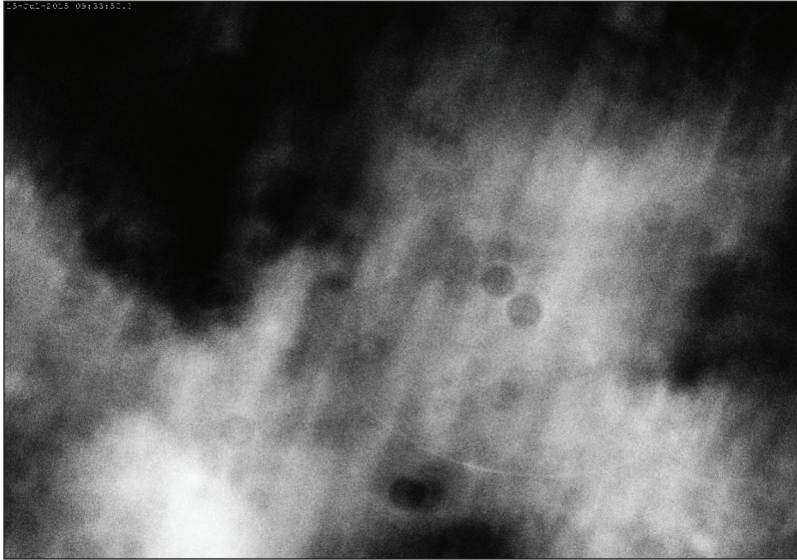


Foto: Zainuddin dan Zain Nasrullah (2022)

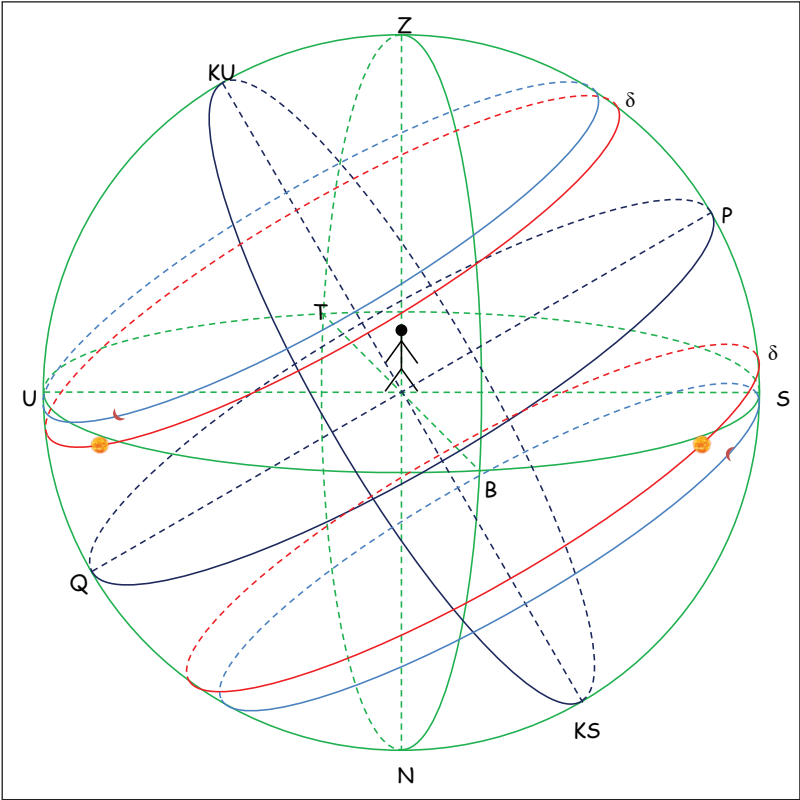
Gambar 10.12 Hasil olah citra sabit bulan yang terdeteksi yang didominasi oleh awan dan terdapat gelembung-gelembung kecil oleh debu.

dideteksi dengan cukup mudah. Hal ini akan memiliki konsekuensi hukum yang berbeda. Jika tidak bisa diamati maka masuk ke dalam fase *Muhäq* meskipun hasil olah citra bisa dideteksi sebagaimana telah dijelaskan pada fase-fase bulan serta tinjauan etimologi dan terminologinya maka hukum dalam menetapkan puasa atau Hari Raya menjadi tertolak karena tidak sesuai dengan *miqat zamani*.

E. Keunikan Sirkumpolar

Sebaran manusia tidak hanya ada di wilayah khatulistiwa yang khas beriklim tropis maupun subtropis dengan iklim empat musimnya, kondisi ekstrem khas kutub pun ada penghuninya. Semakin mendekati wilayah kutub, gerak benda langit tidak hanya ke atas, akan tetapi menyamping baik searah jarum jam untuk kawasan Kutub Utara ataupun berlawanan arah jarum jam untuk kawasan Kutub Selatan.

Konsekuensi gerak benda langit yang menyamping menyebabkan salah satu durasi siang atau malam semakin panjang bahkan hingga 20 jam. Satu keadaan pada musim panas, kondisi langit untuk malam hari tidak memungkinkan untuk gelap, tetapi yang sesungguhnya terjadi kondisi langit hanya sampai sebatas pada kondisi senja. Dalam astronomi, senja dibagi ke dalam tiga bagian, yaitu senja sipil, senja nautika, dan senja astronomi yang masing-masing memiliki kedalaman Matahari berbeda 6° pada tiap kategorinya. Begitu pula sebaliknya saat musim dingin, kondisi langit untuk siang hari tidak memungkinkan



Sumber:

Gambar 10.13 Ilustrasi gerak Matahari ketika musim panas dan musim dingin pada kawasan Kutub Utara cenderung berada dekat ufuk Utara maupun ufuk Selatan.

untuk siang tetapi cenderung fajar kemudian tenggelam kembali kemudian malam sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 10.13.

Hal ini akan memengaruhi kondisi keterlihatan bulan sabit terhadap kontras latar depan saat musim panas ataupun kondisi bulan sabit yang lebih dulu terbenam sebelum Matahari terbenam ketika musim dingin. Pada kondisi musim panas, kedalaman Matahari belum terlalu jauh ke bawah yang memungkinkan cahaya senja lebih redup dibandingkan sabit Bulan. Dengan demikian, posisi bulan sabit harus lebih jauh dari cahaya senja Matahari yang terlalu terang. Kondisi ini memaksa di daerah kutub harus menambah hari dibandingkan dengan daerah yang normal agar bulan sabit ini bisa diamati. Begitu pula saat musim dingin, ketika posisi bulan sabit cukup jauh dari Matahari akan tetapi bulan lebih dulu terbenam dibandingkan dengan Matahari sehingga memaksa menambah hari. Pada daerah yang normal, umur Hilal mencapai dua atau tiga hari sedangkan di daerah kutub, baru mengawali fase Hilal. Pada bahasan Tinjauan Terminologi, fase bulan sabit disebut Hilal maksimal tiga hari, selanjutnya disebut bulan sabit membesar hingga masuk fase Kuartier Pertama sebagai bulan Setengah. Kaidah fiqh mengajarkan kepada kita melalui kaidah “Jika tidak bisa seluruhnya maka jangan tinggalkan seluruhnya”. Meskipun kondisi bulan sabit tidak bisa diamati karena cahaya senja masih terang atau ketika Bulan berada di bawah horizon akan tetapi parameter sudah memenuhi kriteria maka bisa digunakan sebagai acuan dalam penetapan awal bulan qamariyah.

F. Batasi pada Jendela Pengamatan Visual

Berdasarkan hasil pemaparan sebelumnya, adanya perbedaan definisi antara melihat dan mendeteksi. Melihat artinya menggunakan mata untuk memandang atau dalam arti fisis terbatas pada panjang gelombang visual (kasat mata) yaitu 400-800 nm dan apa adanya sedangkan mendeteksi artinya usaha menemukan dan atau menentukan keberadaan yang tidak dibatasi pada panjang gelombang visual semata sehingga tidak ada batasan. Perbandingan pada kasat mata dan filter inframerah dekat sebagaimana pada Gambar 10.11. dan 10.12. Pada

Gambar 10.11 sabit bulan tidak dapat dilihat sedangkan Gambar 10.12 dapat dideteksi dengan jelas. Meskipun mata adalah produk yang paling sempurna dibandingkan dengan kamera, akan tetapi kamera memiliki sensitivitas yang dapat ditingkatkan lebih dari kemampuan mata. Apalagi menggunakan filter dengan panjang gelombang inframerah sekitar 800 sampai 2500 nm sehingga parameter kriteria yang ada bisa diperkecil dari sesungguhnya. Hal ini berimbas pada *istinbath hukum* jendela pengamatan bulan sabit yang perlu dibatasi sesuai dengan al-Qur'an dan asSunnah, yaitu pada panjang gelombang visual dengan ketampakan objek apa adanya sesuai yang ada di lapangan tanpa adanya olah citra sehingga mempertegas bahwa yang diamati benar-benar *Hilal* bukan *Muhäq*.

Daftar Pustaka

- Al-Bassäm, ' b. (1992). *Tawdhîhul Ahkâmi min Bulûghil Marâm*. Jedah: Dârul Qiblat Lititsaqâfatil Islâmiyah. https://perpustakaanislamdigital.com/pdf/hd_skk25.pdf
- Al-Bukhâri, M. B. (2001). *Shahîh Al-Bukhârî* (Vol. 3). Beirut: Dâru Thauq An-Najâh.
- Al-Qur'an, L. P. (2023, Maret 15). *Qur'an Kemenag*. Diambil kembali dari <https://quran.kemenag.go.id/>
- Anggoro, D. (2019). Tempat wisata gunung yang ada di Lembang. Abang Dayu. <https://www.abangdayu.com/tempat-wisata-gunung-yang-ada-di-lembang/>
- anNaysäbüri, M. b. (t.t.). *Shahîh Muslim*. Beirut: Dârun Ihyä atTuräts al'Arabî.
- asySyiräzi, M. b. (t.t.). *Nihäyatul Idräki fi Diräyatil Afläk*. British Library. Dipetik April 23, 2023, dari https://www.qdl.qa/en/archive/81055/vdc_100023627369.0x0000ba
- AutorenGruppe. (t.t.). Warna [Foto]. Wattpad. Diakses pada 21 Oktober 2025 dari <https://www.wattpad.com/888694241-graphic-class-3-warna>
- azZabîdî, M. b. (t.t.). *Täjul 'Arüs min Jawähiril Qämüs*. t.t.: Dârul Hidäyah.
- azZamakhshari, A. b. (t.t.). *alFä-iq fi Gharibil Hadîts wal Atsar*. Libanon: Dârul Ma'rifat.

- Gunawan, Liani Mulasari. 2020. *Tajam Penglihatan dan Sensitivitas Kontras*. Departemen Ilmu Kesehatan Mata Rumah Sakit Mata Cicendo. Bandung. <https://perpustakaanrsmcicendo.com/2020/04/13/tajam-penglihatan-dan-sensitivitas-kontras/>
- Ibnu Mandlür, M. b. (1993). *Lisānul ‘Arab*. Beirut: Däru Shādir.
- Munawwir, A. W. (1997). *Al Munawwir: Kamus Arab - Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progressif.
- Observatorium Bosscha. (2022, 20 Mei). Rangkaian pengamatan hilal Ramadhan dan Syawal 1443H. <https://bosscha.itb.ac.id/id/berita/aktivitas/2022-05-18-pengamatan-hilal-ramadhan-syawal-2022/>
- Precision Vision. (t.t.). Pelli-Robson contrast sensitivity chart [Ilustrasi produk]. Diakses pada 21 Oktober dari <https://precision-vision.com/products/contrast-sensitivity-tests/peak-contrast-sensitivity/pelli-robson/pelli-robson-contrast-sensitivity-chart/>
- Raharto, Moedji. 2010. *Memahami Fasa bulan Sebagai Acuan Kalendar bulan dan Pengantar Sains Hilal*. Astronomi ITB. Bandung
- Tttrung. (2020, 7 Desember). Moon phase no text [Ilustrasi]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon_phase_no_text.png
- Yuna, U. N. (2021). *Fisiologi Penglihatan Warna*. Bandung: Perpustakaan Rumah Sakit Mata Cicendo. Dipetik April 13, 2023, dari <https://perpustakaanrsmcicendo.com/2021/10/01/fisiologi-penglihatan-warna/>