

Mengenal Fenomena Langit Melalui Kalender

Moedji Raharto^{1*}, Novi Sopwan²

¹Kelompok Keahlian Astronomi, Gedung CAS
FMIPA, ITB, Jl Ganesha 10 Bandung

²Alumni Astronomi ITB

*E-mail: mraharto2009@gmail.com

Abstrak: Secara resmi negara NKRI mempergunakan kalender matahari, yaitu kalender masehi Gregorian. Selain itu untuk keperluan ibadah dan penentuan hari hari besar Islam dipergunakan kalender bulan, yaitu kalender Hijriah atau kalender Islam. Hari – hari besar keagamaan seperti Imlek, Waisak dan Nyepi mempergunakan kalender Luni-Solar dengan aturan yang berbeda satu terhadap lainnya. Pada umumnya kalender tersebut memanfaatkan siklus tahunan Matahari, siklus tropis Matahari dan siklus sinodis Bulan. Pemahaman siklus siklus tahunan maupun bulanan fenomena langit yang melekat dalam beraneka ragam sistem kalender dimanfaatkan untuk mengenal fenomena langit. Pendekatan ini untuk melihat aspek manfaat dalam mempelajari gerak dan posisi benda langit.

Kata kunci: kalender bulan, hari Libur Nasional, kalender matahari

Sejak dideklarasikan kemerdekaan NKRI pada tanggal 17 Agustus 1945, kalender yang dipergunakan dalam pemerintahan RI adalah kalender matahari yang telah direformasi pada tahun 1582 yaitu kalender matahari Gregorian. Taqwim standar Indonesia merupakan kalender negara, mencantumkan hari libur nasional misalnya tahun baru Masehi, tahun baru Imlek, hari Raya Nyepi, hari Raya Waisak, Paskah, tahun baru Islam. Cara perhitungan hari libur nasional keagamaan menggunakan sistem penanggalan berlainan. Sebagai contoh diperlihatkan dalam Tabel 1: Hari Libur Nasional Indonesia tahun 2017.

Tabel 1. Hari Libur Nasional RI Tahun 2017

No.	Nama Hari Libur Nasional	Hari dan Tanggal
1	Tahun Baru Masehi	Ahad, 1 Januari ; cuti bersama Senin, 2 Januari
2	Tahun Baru Imlek 2568 Kongzili	Sabtu, 28 Januari
3	Hari raya Idul Adha 1438 H	Jum'at, 1 September
4	Tahun Baru Hijriah 1439 H	Kamis, 21 September
5	Hari Raya Nyepi, Tahun Baru Saka 1939S	Rabu, 28 Maret
6	Wafat Isa Almasih/ Yesus Kristus	Jum'at, 14 April
7	Maulid Nabi saw, Rabi'ul Awal 1438 H	Jum'at, 1 Des
8	Hari buruh Internasional	Senin, 1 Mei
9	Kenaikan Isa al Masih/ Yesus Kristus	Kamis, 25 Mei
10	Hari raya Waisak 2561	Kamis, 11 Mei
11	Proklamasi Kemerdekaan RI	Kamis, 17 Agustus
12	Isra' Mi'raj Nabi Muhammad saw 1438 H	Senin, 24 April
13	Idul Fitri 1438H, 1 – 2 Syawal 1438 H	Ahad, Senin; 25-26 Juni;
14	Cuti Idul Fitri 1438H	Cuti: 27 sp 30 Juni
15	Hari Natal	Senin, 25 Desember , cuti 26 Des
16	Hari lahir Pancasila	Kamis, 1 Juni

Pada tahun 2017 terdapat 16 libur Nasional, tiga hari Libur Nasional bertepatan dengan hari Ahad atau Sabtu (tahun baru Masehi 1 Januari dan 1 Syawal 1438 H bertepatan tgl 25 Juni, hari Imlek 2568 Kongzili, 28 Januari) dan ada 6 hari cuti bersama. Paling tidak “pekerja” di Indonesia pada tahun 2017 memperoleh tambahan sekitar 19 hari libur di luar hari Sabtu dan hari Ahad.

Secara umum kalender atau penanggalan merupakan sebuah sistem penjejak waktu dalam jangka panjang. Kalender tidak hanya untuk perencanaan kerja tapi juga membantu mengingat atau merekonstruksi berbagai makna dan peristiwa spiritualitas, makna dan peristiwa fenomena alam, makna dan peristiwa sosial, makna dan peristiwa dalam kehidupan individu manusia, dsb. Rentetan makna dan peristiwa akan tercatat pada tanggal dalam kalender.

Acuan umum kalender adalah fenomena yang berulang dan berlangsung dalam jangka waktu yang amat panjang. Fenomena alam tersebut mudah dikenali dan diamati dengan mata bugil manusia. Oleh karena itu dipergunakan (1) siklus gerak harian benda langit, terbit dan terbenam benda langit (2) siklus berulangnya fasa bulan, (3) siklus tahunan Matahari.

Keteraturan fenomena alam yang terus berulang telah berlangsung berjuta dan bahkan bermilyar tahun menjadi inspirasi sebagai unit waktu. Ketertarikan manusia terhadap fenomena langit, kedekatan dan keakraban manusia dengan langit mendorong manusia untuk memahami, mencermati dan pada akhirnya menjelaskan selang keteraturan fenomena alam. Jauh sebelum manusia menemukan teropong, sebelum manusia mengenal membaca dan menulis pada zaman manusia hanya mengandalkan mata bugilnya, manusia telah akrab dengan langit mengenal planet dan bintang.

Fenomena alam itu antara lain siang dan malam, fenomena siang lebih lama dari fenomena malam, fenomena malam lebih lama dari fenomena siang, lama fenomena siang sama dengan fenomena malam untuk lintang kawasan subtropis, menjadi inspirasi untuk menetapkan unit satu hari. Keteraturan fasa Bulan, berulangnya perubahan bentuk wajah Bulan dari bundar purnama ke bundar purnama berikutnya, memberi inspirasi unit satu bulan. Kedudukan terbit terbenam Matahari yang bergeser dari titik Timur maupun titik Barat, rasi rasi bintang yang mengiringi terbenam Matahari atau yang mengawali sebelum terbit Matahari, memberi inspirasi unit satu tahun. Keberadaan planet Venus siklus 8 tahunan (atau sekitar 5 kali sinodis Venus) siklus penampakan Venus sebagai bintang pagi atau bintang sore dipergunakan dalam kalender suku maya. Respon terhadap langit itu melahirkan berbagai sistem penanggalan yaitu penanggalan Qamariah, Syamsiah, atau Luni- Solar, dsb.

Ada tiga macam kalender yang dipergunakan dalam berbagai macam libur keagamaan yaitu sistem kalender Matahari (Syamsiah), sistem kalender Bulan (Qamariah) dan sistem Luni – Solar (Bulan – Matahari). Fenomena astronomi dalam ketiga sistem kalender tersebut akan diuraikan dan dipilih yang berpotensi untuk materi pembelajaran IPA.

Kalender Matahari atau Kalender Syamsiah

Fungsi penanggalan atau kalender (*calendar*) ada juga yang menyebut almanak (*almanac*) adalah sebagai penjejak waktu dalam jangka yang panjang. Sistem penanggalan ibarat sebuah mistar atau penggaris untuk mengukur panjang sebuah benda. Padanan sebuah mistar adalah sebuah jam atau *stop watch* dengan jarum jam yang bergerak secara teratur menggantikan rotasi Bumi dan revolusi Bumi, bedanya sebuah jam dengan sebuah mistar adalah bila mistar disimpan bertahun - tahun dalam sebuah lemari masih bisa dijadikan alat ukur panjang sedang sebuah jam bisa mati dan rusak, karena baterai didalam jam sudah kehabisan energi untuk menggerakkan jarum jam. Jadi alat ukur waktu harus terus “hidup”. Fenomena rotasi Bumi dan revolusi Bumi ibarat sebuah jam alam yang tak pernah mati sehingga merupakan alat ukur yang relatif baik tanpa perlu baterai/energi yang menopangnya.

Pada dasarnya kalender mengacu pada periode berulangnya fenomena rotasi Bumi sebagai unit harian, fenomena fasa Bulan sebagai unit satu bulanan atau fenomena revolusi

Bumi mengelilingi Matahari sebagai unit satu tahunan. Selang waktu setahun, 10 tahun, seabad, satu millennia dan yang lebih panjang lagi dapat dicatat dalam kalender. Usia kalender bisa lebih tua dari usia hidup manusia, usia sebuah negara, sistem kalender memerlukan manusia untuk terus memeliharanya antar generasi. Untuk keperluan praktis kalender dipergunakan sebagai kesepakatan transaksi, penjadwalan kerja, jadwal ibadah umat beragama, jadwal hari libur nasional, dsb.

Di Indonesia penetapan hari libur Nasional ditetapkan dalam sebuah keputusan misalnya untuk hari - hari libur Nasional RI diatur melalui Keputusan Bersama Menteri Agama, Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi, dan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia.

Sejak kemerdekaan Negara RI (17 Agustus 1945) menggunakan sistem penanggalan Masehi/Syamsiah untuk jadwal kegiatan sehari - hari. Contoh, sistem penggajian Pegawai Negeri Sipil dan hari - hari libur Nasional seperti hari Pahlawan, hari Kartini, hari Kemerdekaan, dsb. Hari - hari keagamaan yang diturunkan menggunakan sistem kalender lainnya misalnya sistem penanggalan Bulan atau Luni - Solar dikonversikan ke dalam sistem penanggalan Masehi. Hal ini bukan berarti bahwa satu sistem kalender lebih penting dibanding dengan sistem yang lainnya, beraneka ragam sistem kalender hidup/dipergunakan untuk menopang kebutuhan masyarakatnya akan berbagai jadwal ritual keagamaan atau awal tahun masing - masing kalender.

Sistem penanggalan Masehi bukan merupakan sistem penanggalan yang sempurna 100% mendiskripsikan periode tropis Matahari, tapi dibuat mendekati atau diperbaiki menjadi lebih presisi dengan cara mengatur penetapan tahun kabisat dan tahun basit. Sebelum 15 Oktober 1582 aturan penetapan tahun Kabisat berdasarkan sistem Julian yaitu setiap tahun yang habis dibagi 4 (empat) adalah tahun kabisat. Jadi rata - rata setahun kalender Julian adalah $\{(3 \times 365) + 1 \times 366\} / 4 = 365,25$ hari. Setelah 15 Oktober 1582 dipergunakan aturan bahwa tahun Kabisat adalah tahun yang habis dibagi 4, kecuali untuk tahun yang habis dibagi 100 tapi tidak habis dibagi 400 ditetapkan sebagai tahun Basit. Jadi dalam 400 tahun jumlah tahun kabisat berkurang 3, semula pada aturan sistem tahun Julian (sebelum tahun 1582) jumlah tahun kabisat $(400/4) = 100$ dan setelah 1582 tahun kabisat menjadi berkurang 3, $K = \text{INT}(400/400) = 1$, $B_0 = \text{INT}(400/100) = 4$, $B = B_0 - K = 4 - 1 = 3$, jadi jumlah kabisat dalam 400 tahun adalah $(400/4) = 100 - 3 = 97$.

Dalam periode awal tahun 1600 hingga akhir tahun 2300 terdapat berapa tahun kabisat yang habis dibagi 100? Awal 1600 hingga awal 2300, $B_0 = 7$ ditambah satu yaitu tahun 2300, jadi $B_0 = \text{INT}(800/100) = 8$; tahun kabisat $K = \text{INT}(700/400) + 1 = 1$ dan karena tahun 1600 adalah Kabisat maka jumlah tahun Kabisat bertambah 1, jadi ada 6 tahun basit $B = 8 - 2 = 6$ dalam kurun waktu awal tahun 1600 hingga akhir tahun 2300. (INT: Integer; Basit: Tahun Pendek ; Kabisat: Tahun Panjang.)

Untuk sistem Julian (kalender yang dikembangkan oleh Julius Caesar, 46 SM) satu tahun rata - rata diperoleh dengan cara merata - ratakan jumlah hari dalam 4 tahun yaitu terdiri dari 3 tahun basit dan 1 tahun kabisat secara matematika bisa ditulis sebagai berikut: $[(3 \times 365) + (1 \times 366)]/4 \text{ hari} = 365,25 \text{ hari}$. Satu tahun rata - rata tersebut 0,0078 hari lebih cepat atau 78 hari lebih cepat dalam 10000 tahun dibanding dengan satu tahun tropis rata - rata 365,2422 hari (matahari rata - rata). Satu tahun rata - rata dalam kalender Gregorian diperoleh dengan cara merata - ratakan jumlah hari dalam 400 tahun. Setelah ada koreksi

dalam kalender Gregorian setahun rata - rata menjadi $[(100 - 3) \times 366 + (300 + 3) \times 365] \text{ hari} / 400 = 365,2425 \text{ hari}$. Nilai rata - rata ini 3/10000 hari lebih cepat dari setahun tropis rata - rata atau 3 hari dalam 10000 tahun.

Kalender Julian telah berlangsung lama, keberadaan Matahari ke arah titik Vernal Equinox (titik Aries) 10 hari lebih cepat dari yang seharusnya pada tanggal 21 Maret. Setahun tropis didefinisikan Matahari kali melewati titik Aries dua berurutan, jadi kalau selalu dimulai dengan tanggal 21 Maret maka berikutnya Matahari akan mencapai titik Aries kurang dari 365.25 hari. Oleh karena itu perlu reformasi Kalender Matahari. Paus Gregorius XIII (Pope Gregory XIII, periode 1572 – 1585) mereformasi kalender tersebut.

Reformasi kalender surya diakibatkan oleh pengetahuan presesi sumbu Bumi yang belum berkembang, sehingga pengamatan dalam waktu yang pendek tidak bisa mendeteksi lama satu tahun tropis yang sebenarnya. Setahun rata - rata kedudukan titik Aries bergeser sebesar 50,2 detik busur ke arah Barat, sebagai akibatnya periode satu tahun tropis lebih pendek dari satu tahun sideris. Kedudukan titik Aries dalam jangka panjang juga berubah di arah rasi - rasi bintang di ekliptika.

Kalender Bulan atau Kalender Qamariah

Baru saja hari libur nasional 1 Muharram 1439 H berlalu, taqvim Standar Indonesia menunjukkan 1 Muharram 1439 H bertepatan dengan hari Kamis tanggal 21 September 2017. Tahun 1439 H mempunyai arti bahwa penggunaan Kalender Islam telah melewati 14 abad Hijriah lebih 38 tahun. Kurun waktu itu ekuivalen dengan 1395 tahun Masehi 67 hari. Salah satu fenomena pada Taqvim Standard bahwa selama 4 tahun berturut turut yaitu tahun 1435 H, 1436 H, 1437H dan 1438 H merupakan tahun pendek atau tahun basit, keempat tahun itu terdiri dari 354 hari, deretan 4 tahun basit sesuatu yang jarang ditemui, luar biasa, karena deretan tahun basit dalam kalender Islam hisab urfi paling banyak hanya 3 tahun basit dan kebanyakan hanya deretan 2 tahun basit, dalam kurun waktu 30 tahun.

Pada Muharram 1439 H, putaran sinodis bulan sudah berlangsung sebanyak $1438 \times 12 = 17256$ putaran sinodis bulan; dan sebanyak 17257 hilal pernah ada di langit (termasuk hilal pada awal kalender Hijriah). Berapa banyak anda pernah menyaksikan hilal? Hanya sedikit atau belum pernah menyaksikannya, karena untuk melihat hilal perlu direncanakan dan perlu momen yang tepat. Para pemburu hilal di Indonesia berusaha untuk mendapatkan hilal yang sulit dengan bantuan teleskop dan perekam citra hilal, hilal yang sering luput dari pengamat terdahulu kini sebagian bisa terdeteksi dengan lebih mudah.

Fenomena astronomi pada waktu awal dimulainya tahun Hijriah adalah Gerhana Matahari Sebagian pada tanggal 14 Juli 622, nomor Saros 75 dan gerhana Bulan Total 28 Juli 622, nomor Saros 87. Jumlah gerhana Matahari yang berlangsung hingga 1439 H lebih dari 3300 gerhana, tepatnya yaitu 3301 gerhana Matahari dan jumlah gerhana bulan yang berlangsung juga lebih dari 3300 gerhana, tepatnya yaitu 3367 gerhana Bulan.

Fenomena bulan purnama dari 1 Muharram 1 H hingga 1 Muharram 1439 H berjumlah $1438 \times 12 = 17256$ bulan purnama, sedang jumlah konjungsi juga sekitar 17256 ijtimak/konjungsi. Jadi jumlah gerhana Bulan $(3367/17256) = 0,195120538$ bagian atau sekitar 19,5% dari total Bulan Purnama, sedang jumlah gerhana Matahari adalah $(3301/17256) = 0,191295781$ atau 19.1%, dari jumlah total konjungsi sekitar 17256 ijtimak/konjungsi. Namun tidak semua gerhana dapat disaksikan dari satu tempat yang sama.

Sebagian umat Islam berpengalaman menyaksikan gerhana sebagai tanda ke maha-besaran Allah swt, sebagian mungkin sempat mencermati gerhana dan menelaah gerhana, dan lebih banyak yang sempat melaksanakan shalat sunnah gerhana Bulan atau gerhana Matahari. Gerhana Bulan dan gerhana Matahari merupakan pesan istimewa bagi mahluk cerdas penghuni planet Bumi, planet yang berkehidupan. Siang Bulan dimasukkan ke dalam malam Bumi dalam fenomena gerhana Bulan dan malam Bulan dimasukkan dalam siang Bumi dalam fenomena gerhana Matahari.

Kalender Islam lahir karena tuntutan fungsional untuk menetapkan durasi ibadah shaum Ramadhan dan ibadah Haji. Kapan mengawali dan kapan mengakhiri shaum Ramadhan? Kapan mengawali dan kapan mengakhiri prosesi Ibadah Haji, wukuf di Arafah, melempar Jumrah, tawaf Ifada? Cikal bakal penataan kalender Islam berupa siklus observasi hilal ke hilal berikutnya tanpa tahun seperti angka - angka tahun yang kita kenal sekarang misalnya tahun 1438 H.

Awal kalendernya berdasar penetapan awal bulan dan diikuti tanggal berikutnya, hanya beberapa hari dalam sebulan. Pengamatan hilal pada zaman itu tidak menimbulkan masalah karena ada di zaman Rasullullah dan kekhalifahan, umat Islam patuh dan dapat mempercayakan penetapan hari hari penting tersebut kepada pimpinan. Praktek di Indonesi, model atau ragam kalender Islam diselenggarakan tidak hanya oleh pemerintah saja, tapi juga dideklarasikan oleh ormas Islam.

Kemudian untuk keperluan pemerintahan, pengarsipan surat menyurat pada zaman kekhalifahan Umar bin Khatab (637 H). Kalender tidak hanya untuk perencanaan kerja tapi juga membantu mengingat atau merekonstruksi berbagai makna dan peristiwa spiritualitas, makna dan peristiwa fenomena alam, makna dan peristiwa sosial, makna dan peristiwa dalam kehidupan individu manusia dsb. Rentetan makna dan peristiwa akan tercatat pada tanggal dalam kalender.

Ketertarikan manusia terhadap fenomena langit, kedekatan dan keakraban manusia dengan langit mendorong manusia untuk memahami, mencermati dan pada akhirnya menjelaskan selang keteraturan fenomena alam. Jauh sebelum manusia menemukan teropong, sebelum manusia mengenal membaca dan menulis pada zaman manusia hanya mengandalkan mata bugilnya, manusia telah akrab dengan langit mengenal planet dan bintang.

Keberadaan kalender yang telah hadir terlebih dulu tidak menghalangi kelahiran sistem kalender yang baru, seperti kalender Hijriah lahir di tengah keberadaan kalender lain yang telah ada. Kelahiran kalender Islam, tidak terlepas dengan kehadiran ajaran Islam yang dibawa Rasullullah Nabi Muhammad saw. Kalender Islam diperlukan untuk mengetahui jadwal ibadah shaum Ramadhan maupun ibadah Haji. Selain itu ibadah shaum sunnah lainnya memerlukan kalender Islam.

Dalam kalender Islam ada aspek sains dan teknologi, misalnya untuk menentukan awal bulan Islam, untuk merukyat hilal memerlukan pengetahuan gerak dan posisi bulan dan matahari, memerlukan sains tentang hilal dsb.

Oleh karena itu Ilmuwan Amerika seperti Owen Jay Gengerich seorang astrofisikawan, mantan guru besar *Astronomy and History of Science di Universitas Harvard* dengan artikelnya *Islamic Astronomy (Scientific American 1986)* mengemukakan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan astronomi dalam zaman Islam (abad 8-14) distimulan oleh niat penyempurnaan beribadah. Ajaran Islam, sains, teknologi dan estetika berhubungan erat untuk penyempurnaan beribadah perlu mengembangkan sains teknologi dan estetika.

Generasi awal Islam masih relatif kecil jumlahnya, dan komunitas muslim belum menyebar ke kawasan yang luas sehingga kalender Islam dapat ditanyakan kepada anggota masyarakat muslim pada waktu itu. Awal bulan Islam ditetapkan melalui pengamatan hilal, karena komunitas relatif masih kecil, dan keberadaan Rasulullah tempat bertanya tentang awal bulan Islam, relatif tidak bermasalah. Pengetahuan tentang siklus sinodis Bulan, siklus tropis Matahari telah ada walaupun belum presisi. Pada waktu itu juga sudah dipergunakan sistem kalender lainnya, nama-nama bulan Islam juga diambil dari nama-nama Bulan kalender yang pernah ada di Mekah dari kakek Rasulullah saw.

Pada zaman pemerintahan Khalifah Umar bin Khatab (637 M) setelah 17 tahun (hijriah) kaum Muslimin hijrah dari Mekah ke Madinah bersama Rasulullah, dibangun sistem kalender Islam dikenal dengan nama Hisab Urfi, tanggal 1 Muharram 1 H ditetapkan 16 Juli 622 H. Sistem Hisab Urfi mempergunakan daur-30. Hisab Urfi sebuah bentuk kalender Islam menggunakan acuan siklus sinodis Bulan rata-rata. Aturan baku diantaranya sebulan terdiri dari 29 atau 30 hari, setahun terdiri dari 12 bulan, tahun Basit terdiri dari 354 hari dan tahun Kabisat 355 hari. Pada tahun Kabisat bulan Dzulhijjah terdiri dari 30 hari sedang pada tahun Basit bulan Dzulhijjah terdiri dari 29 hari.

Penetapan tahun kabisat menggunakan daur 30, dalam 30 tahun terdiri dari 11 tahun kabisat dan 19 tahun basit. Bila H adalah tahun Hijriah maka tahun Hijriah Kabisat ditentukan sebagai berikut: bila tahun H dibagi 30 bersisa S, maka tahun H kabisat bila $S = \text{Frac}(H / 30) * 30$, dan bila $S = 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18, 21, 24, 26$ dan 29. Setahun kalender Hijriah hisab Urfi terdiri dari $[(19 \times 354 + 11 \times 355) / 30]$ hari = $(354 + 11/30)$ hari = 354.3666667 hari. Dalam 30 tahun terdiri dari 11 tahun Kabisat dan 19 tahun Basit, jadi satu bulan rata-rata hisab Urfi adalah $((11 \times 355 + 19 \times 354) / (30 \times 12))$ hari = $(10631/360)$ hari = 29,53055556 hari. Sedang 30 tahun Hijriah atau tahun Islam setara dengan 29,1067133 tahun tropis.

Perpindahan dari hisab Urfi ke hisab Hakiki diantaranya adalah untuk keperluan ibadah Ramadhan durasinya tidak harus selalu 30 hari seperti dalam hisab Urfi, bisa 29 hari. Setiap bulan Islam bisa terdiri 29 hari atau 30 hari dan konsekuensinya deretan tahun basit dan tahun kabisat bisa berbeda, tidak sama seperti dalam hisab Urfi. Terjadi ketidaktertiban, sehingga terdapat beberapa versi aturan penempatan tahun kabisat dalam struktur daur-30. Namun demikian hisab Urfi merupakan bagian dari sejarah perkembangan kalender Islam. Sekarang kalender Islam menggunakan sistem hisab hakiki, mengikuti pola waktu ijtimak apa adanya, peredaran Bulan mengelilingi Bumi, peredaran Bumi mengelilingi Matahari. Perhitungan yang lebih presisi, yang lebih akurat sudah banyak dipergunakan dalam perhitungan posisi Bulan dan posisi Matahari.

Awal bulan Islam dalam kalender hisab hakiki memerlukan kriteria visibilitas hilal. Kriteria visibilitas merupakan kegiatan sains. Sains bukan realitas, sains sebuah usaha untuk mendiskripsikan realitas. Usaha menyempurnakan sistem kalender merupakan usaha manusia untuk mendiskripsikan realitas dengan lebih baik. Jadi perubahan penggunaan kriteria visibilitas hilal bukanlah hal yang tabu dilakukan. Konfirmasi pengamatan hilal pada tanggal 29 bulan Islam masih dilakukan terutama untuk menetapkan awal bulan Ramadhan (bulan ke 9), Syawal (bulan ke 10) dan Dzulhijjah (bulan ke 12).

Pada zaman prateleskop, selain kalender Matahari, kalender Bulan juga dapat berkembang. Kalender Islam merupakan kalender Qamariah yang relatif sederhana, alamiah mengikuti irama Bulan dan mempunyai ruh tauhid, nama-nama bulannya bukan nama dewa (bandingkan dengan nama bulan dengan kalender masehi, kalender lain yang lebih tua) begitu pula nama harinya dan di dalamnya terdapat jadwal ibadah umat Islam. Secara historis sangat jelas awal tahun Islam merupakan peristiwa Hijriah, tiap tahun terdiri dari 12 bulan

dan indikator awal bulan adanya hilal. Kalender Islam, kalender bulan/qamariah lahir di tengah keberadaan kalender kalender besar.

Daur 30 dalam Hisab Urfi

Salah satu kemungkinan kelahiran daur 30, melalui informasi dari surat al Kahfi ayat 25: Dan mereka tinggal dalam gua mereka tigaratus tahun ditambah Sembilan tahun. [Diperoleh persamaan 300 tahun Solar/tahun Syamsiah ekivalen dengan 309 tahun Qamariah. *[Kemudahan dari Allah, Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3, halaman 130 karya Muhammad Nasib Ar Rifa'i]* Sesungguhnya mereka tinggal ialah 309 tahun menurut perhitungan Qamariah dan 300 tahun menurut perhitungan Syamsiah.]

Pada waktu itu satu tahun syamsiah terdiri dari 12 bulan dan masing masing bulan terdiri dari 30 hari dan ditambah 5 hari festival. Jadi 300 tahun syamsiah terdiri dari 300×365 hari = 109500 hari. Karena 309 tahun qamariah = 300 tahun syamsiah maka satu tahun qamariah adalah $(109500/309)$ hari = 354,3689320388 hari atau sekitar ≈ 354 (11/30) hari. Untuk keperluan kalender qamariah setahun 12 bulan bila 6 bulan terdiri dari 29 hari dan 6 bulan lainnya 30 hari maka jumlah hari setahun adalah $[(6 \times 29) + (6 \times 30)]$ hari = 354 hari, koreksi 11/30 hari pertahun diakomodasi dalam penetapan 11 tahun kabisat dalam 30 tahun. Tahun kabisat ditandai dengan jumlah hari dalam bulan ke 12, bulan Dzulhijjah terdiri dari 30 hari.

Berbeda dengan daur 8-tahun dan koreksi setiap 15 windu atau 120 tahun dalam kalender yang telah ada. Setiap satu daur windu 8 tahun terdiri dari 5 tahun basit dan 3 tahun kabisat. Daur windu 8 tahun: $5 \times 354 + 3 \times 355 = 2835$ hari dan rata - rata. Satu bulan sinodis kalender daur 8 tahun = $2835 / (8 \times 12) = 29,53125$ hari. Satu tahun rata - rata = $2835/8$ hari = 354,375 hari = $354 + (11,250000/30)$ hari. Angka pecahan setahun qamariah (11,25/30) daur satu windu dibanding dengan angka pecahan setahun qamariah (11,01/30) = $(11+0,01)/30$ dalam Dogget (1992) dan angka (11.07/30) dari pendekatan dalam QS al Kahfi ayat 25. Pendekatan daur 30, dalam 30 tahun terdiri dari 19 thun basit dan 11 tahun kabisat merupakan pendekatan yang unik. Hanya memerlukan koreksi penambahan 1 tahun kabisat setiap 3000 tahun. Pendekatan ini merupakan pendekatan yang perlu untuk menjadikan pembatas penetapan struktur kalender Islam.

Jumlah Bulan Islam dengan 30 Hari Lebih Banyak Dibanding dengan Jumlah Bulan Islam dengan 29 Hari

Secara astronomi karena siklus sinodis Bulan lebih dari 29,5 hari (29,5305869 hari) maka beralasan jumlah keberadaan bulan Islam dengan 30 hari akan lebih banyak dibanding dengan jumlah bulan Islam dengan 29 hari. Begitu juga dalam hisab Urfi akan lebih banyak bulan Dzulhijjah dengan 30 hari dibanding dengan jumlah bulan Dzulhijjah dengan 29 hari. Jadi dari awal penanggalan Hijriah hingga 1437 H terdapat $(1437 - 1) \times 12$ bulan Islam = 17232 bulan Islam dan minimal $(1436/30) \times 11 \approx 526$ tambahan bulan Islam dengan 30 hari.

Dengan demikian komposisi bulan Islam dengan 30 hari adalah $(17232 / 2) + 526 = 8616 + 526 = 9142$ atau $(9142/17232) \times 100\% = 53,05\%$ berbanding bulan Islam dengan 29 hari adalah $(17232 / 2) - 526 = 8616 - 526 = 8090$ atau $(8090/17232) \times 100\% = 46,95\%$. Secara keseluruhan satu bulan Islam (dalam sistem hisab Urfi atau hisab Hakiki) dengan 30

hari lebih banyak dibandingkan dengan satu bulan Islam dengan 29 hari, perbandingannya 9142 : 8090 atau sekitar 113 : 100.

Secara teoritis dalam sistem hisab Urfi, jumlah bulan Dzulhijjah dengan 30 hari akan berjumlah 526 sedang bulan Dzulhijjah dengan 29 hari akan berkurang sebanyak 526 atau menjadi $(1436 - 526) = 910$ bulan. Mana yang lebih banyak apakah Ramadhan dengan 29 hari atau 30 hari dalam hisab hakiki? Fakta tersebut di atas belum bisa menjawab dengan mudah? Mungkin hal ini menjadikan salah satu pertimbangan bahwa dalam hisab Urfi bulan Ramadhan selalu 30 hari.

Hubungan antara kalender Gregorian dengan lunasi bulan diperoleh dengan kajian komputer sebagai berikut, reformasi kalender Matahari Julius Caesar oleh Paus Gregorius XIII, pada 4 Oktober 1582 dan keesokan harinya berubah 15 Oktober tahun 1582, menghapus 10 hari pada bulan Oktober 1582 dan selanjutnya menetapkan aturan baru menghapus tahun kabisat untuk tahun yang habis dibagi 100 tetapi tidak habis dibagi 400. Setiap 400 tahun terdiri dari $(300 + 3)$ tahun basit dan $(100 - 3)$ tahun kabisat. Sehingga satu tahun rata – rata kalender masehi Gregorian $[(303 \times 365 + 97 \times 366) / 400]$ hari = 365,2425 hari. Pengetahuan modern menunjukkan bahwa 5700000 tahun (kalender Gregorian) = 5700000 x 365,2425 hari = 2081882250 hari = 70499183 lunasi = 70499183 x 29,5305869 hari = 2081882250 hari atau 5874931,92 tahun Hijriah.

Tabel 2. Interval waktu Tahun Baru Islam

Tahun Baru Hijriah	1 Muharram	Jumlah Hari dalam 1 interval
1424	4 Maret 2003	355
1425	22 Februari 2004	354
1426	10 Februari 2005	355
1427	31 Januari 2006	354
1428	20 Januari 2007	355
1429	10 Januari 2008	354
1430	29 Desember 2008	354
1431	18 Desember 2009	354
1432	7 Desember 2010	355
1433	27 Nopember 2011	354
1434	15 Nopember 2012	355
1435	5 Nopember 2013	354
1436	25 Oktober 2014	354
1437	14 Oktober 2015	354
1438	2 Oktober 2016	354

Dalam hal aktivitas sains adalah melakukan pengamatan hilal, menelaah hilal, menjelaskan dan memprediksi kelahiran hilal melalui model “geosentrik” dan “heliosentrik”, serta kriteria visibilitas hilal dan memanfaatkannya untuk menetapkan dan memantapkan struktur kalender Islam. Sains bukan realitas, sains usaha untuk mendiskripsikan realitas, jadi tidak tabu untuk mengubah kriteria awal bulan Islam, untuk menyempurnakan sistem kalender Hijriah. Seperti perpindahan hisab urfi ke hisab hakiki, begitupula kriteria yang dipergunakan. Seperti halnya kalender Masehi yang dipergunakan masyarakat dunia saat ini, masih mempunyai kekurangannya, masyarakat penggunaan tidak ragu ragu mereformasi kalender tersebut karena pengetahuan manusia tentang tahun tropis belum presisi seperti sekarang.

Kajian kalender IICP (*International Islamic Calendar Program*) konsekuensi ‘hilal’ sebagai acuan bagi kalender Islam atau kalender Hijriah, paling tidak ada beberapa yaitu pertama, jumlah hari dalam satu bulan Hijriah 29 hari atau 30 hari. Kedua, setahun terdiri dari 12 bulan dan jumlah hari dalam setahun minimum 354 hari maksimum 355 hari. Ketiga, jumlah maksimum bulan Hijriah dengan 30 hari secara urutan adalah 4 bulan (benua Asia tahun 1412 H bulan dengan jumlah 30 hari yaitu: Jumadil awal, Jumadil akhir, Rajab, dan Sya’ban (Ilyas, 1994) dan benua Amerika tahun 1419 bulan dengan jumlah 30 hari: Rajab, Sya’ban, Ramadhan, dan Syawal (Ilyas, 1995)) sedangkan jumlah maksimum bulan dengan 29 hari secara urutan adalah 3 bulan. Keempat, jumlah bulan dengan 30 hari lebih banyak dibandingkan dengan bulan yang terdiri dari 29 hari.

Fenomena yang menarik dan berpotensi untuk pelajaran IPA: (1) Hilal sebagai acuan penetapan awal bulan Islam, mencari sabit bulan muda pada sore hari setelah matahari terbenam dan sebelumnya pengamatan pagi hari sebelum terbit matahari beberapa hari sebelum konjungsi atau ijtimak, sabit bulan tua pada pagi hari sebelum terbit matahari. Gerhana Matahari bila ada akan berlangsung sebelum awal Bulan Islam atau ijtimak akhir bulan sebelum menapak ke bulan berikutnya. (2) Fasa bulan purnama di pertengahan bulan Islam. Bila bersamaan dengan musim gerhana maka bisa berlangsung gerhana Bulan pada pertengahan bulan Islam. (3) Mengenal fasa bulan dan posisi relatif Bulan – Matahari, memerlukan pemahaman lebih jauh tentang bola langit dan astronomi posisi. (4) Pengamatan sabit bulan atau fasa Bulan untuk dipotret dengan bantuan teleskop dan dianalisa luas bagian bulan yang terilluminasi. (5) keterkaitan dengan sistem kalender lainnya juga menarik untuk yang senang matematika.

Kalender Luni Solar

Kalender Luni-Solar memanfaatkan hubungan siklus sinodis bulan siklus tropis Matahari. Hubungan antara siklus kalender Matahari dan kalender Bulan dapat didekati dengan siklus 19 tahun atau siklus 235 lunasi Bulan atau disebut dengan siklus Meton. Siklus Meton memberi tahun bahwa fasa Bulan yang sama akan jatuh pada tanggal yang hampir sama atau sama dalam kalender Masehi/Syamsiah setelah 235 lunasi atau kira-kira 19 tahun (Syamsiah). Siklus ini ditemukan oleh astronom Athenian bernama Meton (sekitar akhir abad 5 SM). Dengan mengetahui siklus ini dapat diketahui cara menentukan bulan sisipan yang presisi.

Dalam 19 tahun terdapat 12 tahun dengan 12 bulan purnama/bulan mati dan 7 tahun dengan 13 purnama/bulan mati. Melalui bahasa lain dalam 19 tahun tropis, 12 tahun diantaranya setiap tahun terdapat 12 lunasi dan 7 tahun sisanya setiap tahun terdapat 13 lunasi. Jumlah hari rata-rata dalam 235 lunasi adalah $(235 \times \text{siklus sinodis bulan} = 235 \times 29,530589 \text{ hari}) = 6939,688415 \text{ hari}$. Sedangkan 19 tahun tropis adalah $(19 \times \text{satu tahun tropis rata-rata} = 19 \times 365,242199 \text{ hari}) = 6939,601781 \text{ hari}$. Selisih 235 lunasi terhadap 19 tahun tropis adalah $(235 \text{ lunasi} - 19 \text{ tahun}) = 0,08 \text{ hari}$. Bila terjadi 4 kali siklus Meton, berarti jumlah hari dalam 4 siklus Meton adalah $4 \times 235 \text{ lunasi} = 940 \text{ lunasi}$, atau $940 \times 29,530589 \text{ hari} = 27\,758,75366 \text{ hari}$. Sedangkan satu tahun tropis adalah 365,242199 hari, oleh karenanya $940 \text{ lunasi} = (27758,75366 / 365,242199) \text{ tahun tropis} = 76,00094878 \text{ tahun}$ (kira-kira $4 \times 19 \text{ tahun} = 76 \text{ tahun}$). Dogget (1992) memberikan persamaan jumlah hari dalam

5700000 tahun (kalender) sama dengan jumlah hari dalam 70499183 lunasi yaitu 2081882250 hari.

Tabel 3. Contoh Siklus Metonik untuk Bulan Purnama tahun 2001 – 2019 dan 2020 – 2038 (19 tahun)

No.	Tahun M	Jumlah Purnama	Bulan	Tahun M	Jumlah Purnama	Bulan
1	2001	13		2020	13	
2	2002	12		2021	12	
3	2003	12		2022	12	
4	2004	13		2023	13	
5	2005	12		2024	12	
6	2006	12		2025	12	
7	2007	13		2026	13	
8	2008	12		2027	12	
9	2009	13		2028	13	
10	2010	12		2029	12	
11	2011	12		2030	12	
12	2012	13		2031	13	
13	2013	12		2032	12	
14	2014	12		2033	12	
15	2015	13		2034	13	
16	2016	12		2035	12	
17	2017	12		2036	12	
18	2018	13		2037	13	
19	2019	12		2038	12	
		235			235	

Tabel 4a. Model kalender Luni – Solar sebelum di reformasi Julius Caesar

Nama Bulan	Jumlah hari	Nama Bulan	Jumlah hari
martius	31	martius	31
maius	31	maius	31
quintilis= juli	31	quintilis= juli	31
october	31	october	31
ianuarius	29	ianuarius	29
aprilis	29	aprilis	29
iunius	29	iunius	29
sextilis=agustus	29	sextilis=agustus	29
september	29	september	29
november	29	november	29
desember	29	desember	29
februarius	28	februarius	23
	355		
		intercalaris	27
			377

Sebelum penggunaan kalender Matahari, masyarakat menggunakan sistem Luni-Solar. Dalam 19 tahun Syamsiah terdapat 12 bulan (kalender) dengan 12 hilal, ditambah 7 bulan terdapat 13 hilal. Secara umum 235 lunasi sama dengan 19 tahun tropis. Jadi bila seseorang lahir pada tanggal 17 Agustus 1945, ingin mengetahui kelahirannya pada fasa bulan apa? Maka pada usia 19 tahun bisa melihat fasa bulan di langit, mirip dengan fasa bulan kelahirannya. Begitu pula pada usia ke 38, ke 57 dan ke 76 tahun akan melihat fasa bulan yang sama dengan fasa bulan kelahirannya.

Model Kalender Luni Solar Sebelum Diubah Menjadi Kalender Matahari Masehi

Model kalender Luni Solar menggunakan bulan sisipan, bila ada fasa Bulan ke 13, jumlah hari dalam satu tahun tidak tetap bila ada bulan sisipan menjadi 377 atau 378 hari, sedang bulan biasa selalu 355 hari, bulan Februarius 28 hari untuk tahun tanpa sisipan atau 23 hari untuk tahun yang ada bulan sisipan.

Tabel 4b. Model kalender Luni – Solar sebelum direformasi Julius Caesar

Nama Bulan	Jumlah hari	Nama Bulan	Jumlah hari
martius	31	martius	31
maius	31	maius	31
quintilis= juli	31	quintilis= juli	31
october	31	october	31
ianuarius	29	ianuarius	29
aprilis	29	aprilis	29
iunius	29	iunius	29
sextilis=agustus	29	sextilis=agustus	29
september	29	september	29
november	29	november	29
desember	29	desember	29
februarius	28	februarius	23
	355		
		mercedonius	28
			378

Tabel 5. Interval waktu Hari Raya Waisak

Tahun Waisak	Hari Waisak	Hari	Jumlah Hari dalam 1 interval
2547	16 Mei 2003	Jum'at	384
2548	3 Juni 2004	Kamis	355
2549	24 Mei 2005	Selasa	354
2550	13 Mei 2006	Sabtu	384
2551	1 Juni 2007	Jum'at	354
2552	20 Mei 2008	Selasa	354
2553	9 Mei 2009	Sabtu	384
2554	28 Mei 2010	Jum'at	354
2555	17 Mei 2011	Selasa	355
2556	6 Mei 2012	Ahad	384
2557	25 Mei 2013	Sabtu	355
2558	15 Mei 2014	Kamis	383
2559	2 Juni 2015	Selasa	355
2560	22 Mei 2016	Ahad	354

Hari Raya Waisak

Acuannya adalah Bulan Purnama hakiki, Bulan beroposisi, bujur ekliptika Bulan dan Matahari berbeda 180 derajat. Bila oposisi Hakiki atau *Astronomical Full Moon* yang berlangsung antara 6 Mei – 6 Juni dan waktu oposisi dalam WIB = UT + 7 jam. Untuk penentuan tanggal Waisak dipergunakan fenomena Bulan Purnama antara 6 Mei dan 6 Juni dengan mengacu “time zone negara India” (= UT + 5.5 jam). Jika terjadi 2 oposisi antara tanggal 6 Mei – 6 Juni, maka referensinya adalah Waisak tahun sebelumnya, kalau Waisak tahun sebelumnya berlangsung bulan Mei maka pada kasus ada dua Bulan Purnama antara tanggal 6 Mei – 6 Juni maka tanggalnya dipilih bulan Mei. Terdapat kasus bila oposisi

berlangsung 7 Mei dan 5 Juni. Jumlah hari dalam satu interval tidak tetap 354 hari atau 355 hari tanpa bulan sisipan, bila ada bulan sisipan bisa 383 hari atau 384 hari (lihat contoh dalam tabel).

Hari Raya Nyepi

Bulan mati dekat dengan tanggal 21 Maret.

Tabel 6. Interval waktu Hari Raya Nyepi

Tahun Saka	Hari Nyepi	Hari	Jumlah Hari dalam 1 interval
1925S	2 - April 2003	Rabu	354
1926S	21 - Maret 2004	Ahad/Minggu	384
1927S	9 - April 2005	Sabtu	355
1928S	30 - Maret 2006	Kamis	354
1929S	19 - Maret 2007	Senin	354
1930S	7 - Maret 2008	Jum'at	384
1931S	26 - Maret 2009	Kamis	355
1932S	16 - Maret 2010	Selasa	354
1933S	5 Maret 2011	Sabtu	384
1934S	23 Maret 2012	Jum'at	354
1935S	12 Maret 2013	Selasa	384
1936S	31 Maret 2014	Senin	355
1937S	21 Maret 2015	Sabtu	354
1938S	9 Maret 2016	Rabu	384

Hari Raya Imlek

Hari Raya Imlek juga selalu bertepatan dengan Bulan mati dan mengacu UT +8jam.

Tabel 7. Interval waktu Hari Raya Imlek

Tahun Imlek	Tahun Cina	Hari Raya Imlek	Nama Tahun	Jumlah Hari dalam 1 interval
2554	4701	Feb. 1, 2003	Kambing-Air	355
2555	4702	Jan. 22, 2004	Monyet-Kayu	384
2556	4703	Feb. 9, 2005	Ayam-Api	354
2557	4704	Jan. 29, 2006	Anjing-Tanah	385
2558	4705	Feb. 18, 2007	Babi-Logam	354
2559	4706	Feb. 7, 2008	Tikus-Air	354
2560	4707	Jan. 26, 2009	Kerbau-Kayu	384
2561	4708	Feb. 14, 2010	Harimau-Api	354
2562	4709	Feb. 3, 2011	Kelinci-Tanah	354
2563	4710	Jan. 23, 2012	Naga-Logam	384
2564	4711	Feb. 10, 2013	Ular-Air	355
2565	4712	Jan. 31, 2014	Kuda-Kayu	384
2566	4713	Feb. 19, 2015	Kambing-Api	355
2567	4714	Feb. 9, 2016	Monyet-Tanah	354

Hari Paskah

Mencari jadwal Bulan Purnama setelah 21 Maret. Hari Ahad terdekat dengan Bulan Purnama. Wafat Yesus pada hari Jum'at dan kenaikan Yesus sekitar 40 hari dari wafat Yesus, hari Kamis.

Tabel 8. Interval waktu Hari Easter (Paskah)

Tahun M	Easter (Ahad)	Juml Hari dalam 1 interval Easter	Bulan PurnamaSetelah 21 Maret	Wafat Yesus (Jum'at)	Kenaikan Yesus (Kamis)
2003	20-Aprl	357	16-Aprl	18 Aprl	29 Mei
2004	11-Aprl	350	5-Aprl	9 Aprl	20 Mei
2005	27-Maret	385	25-Maret	25 Maret	5 Mei
2006	16-Aprl	357	13 Aprl	14 Aprl	25 Mei
2007	8-Aprl	350	3-Aprl	6 Aprl	17 Mei
2008	23-Maret	385	22-Maret	21 Maret	1 Mei
2009	12-Aprl	357	9-Aprl	10 Aprl	21 Mei
2010	4-Aprl	385	30-Maret	2 Aprl	13 Mei
2011	24-Aprl	350	18-Aprl	22 Aprl	2 Juni
2012	8-Aprl	357	6-Aprl	6 Aprl	17 Mei
2013	31-Maret	385	27-Maret	29 Maret	9 Mei
2014	20-Aprl	350	15-Aprl	18 Aprl	29 Mei
2015	5-Aprl	357	4-Aprl	3 Aprl	14 Mei
2016	27-Maret	385	23-Maret	25 Maret	5 Mei

SIMPULAN

Setahun kalender Matahari/Syamsiah terdiri dari 365 atau 366 hari, sedang kalender bulan/qamariah terdiri dari 354 atau 355 hari dan kalender Luni-Solar terdiri dari 350, 354, 355, 357, 383, 384 maupun 385 hari. Masing masing mempunyai aturan sendiri. Fenomena fasa Bulan dapat dikaitkan dengan penanggalan masehi dan rasi bintang di arah Matahari berada.

DAFTAR RUJUKAN

- Abbott, D. (editor); 1984; Biographical Dictionary of Scientist: Astronomers; Blond Educational; London UK
- Abdul Rahman Haji Abdullah; 1988; Sejarah dan Tamadun Islam; Teks Publishing Sdn. Bhd.
- Abdullah Siddik; 1980; Islam dan Ilmu Pengetahuan; Dewan Bahasa dan Pustaka Kementerian Pelajaran Malaysia, Kuala Lumpur
- Anonim; 2011; Tafsir Ilmi: Air dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains; Kementerian Agama RI Badan Litbang dan Diklat Lajnah Pentasihan Mushaf Al Qur'an, Jakarta
- Anonim; 2011; Tafsir Ilmi: Kiamat dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains; Kementerian Agama RI Badan Litbang dan Diklat Lajnah Pentasihan Mushaf Al Qur'an, Jakarta
- Anonim; 2012; Tafsir Ilmi: Penciptaan Bumi dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains; Kementerian Agama RI Badan Litbang dan Diklat Lajnah Pentasihan Mushaf Al Qur'an, Jakarta
- Anonim; 2012; Tafsir Ilmi: Penciptaan Jagat Raya dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains; Kementerian Agama RI Badan Litbang dan Diklat Lajnah Pentasihan Mushaf Al Qur'an, Jakarta
- Anonim; 2012; Tafsir Ilmi: Manfaat Benda – Banda Langit dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains; Kementerian Agama RI Badan Litbang dan Diklat Lajnah Pentasihan Mushaf Al Qur'an, Jakarta
- Anonim; 2013; Tafsir Ilmi: Waktu dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains; Kementerian Agama RI Badan Litbang dan Diklat Lajnah Pentasihan Mushaf Al Qur'an, Jakarta
- Anonim; 2013; Tafsir Ilmi: Samudera dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains; Kementerian Agama RI Badan Litbang dan Diklat Lajnah Pentasihan Mushaf Al Qur'an, Jakarta
- Anonim; 2014; Tafsir Salman: Tafsir Ilmiah atas Juz 'Ammah; Surah An Naba' sampai Al Nas; Tim Tafsir Ilmiah Salman, Penerbit Mizan Pustaka, Bandung

- Anonim; 2015; Tafsir Ilmi: Kepunahan Mahluk Hidup dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains; Kementerian Agama RI Badan Litbang dan Diklat Lajnah Pentasihan Mushaf Al Qur'an, Jakarta
- Anonim; 2015; Tafsir Ilmi: Eksistensi Kehidupan di Alam Semesta dalam Perspektif Al Qur'an dan Sains; Kementerian Agama RI Badan Litbang dan Diklat Lajnah Pentasihan Mushaf Al Qur'an, Jakarta
- Azhari, S.; 2015; Catatan dan Koleksi Astronomi Islam dan Seni; Jalan Menyingkap Keagungan Ilahi; Museum Astronomi Islam, PINTU Publishing, Yogyakarta
- Audouse, J. and Israel, G. (editors); 1985; The Cambridge Atlas of Astronomy; Cambridge University Press, New York, USA
- Emiliani, C.; 1995; The Scientific Companion: Exploring the Physical World with Facts, Figures and Formulas; Second edition, Wiley Popular Science; John Wiley & Sons, Inc, New York, USA
- Falagas, M.E., Zarkadoulia, E.A. and Samonis, G.;
- Guessoum, N. and Osama, A.; 2015; Revive universities of the Muslim World, Nature 526, 29 October 2015, p634
- Hamka, R. dan Rafiq; 1989; Islam dan Era Informasi; Penerbit Pustaka PanjiMas, Jakarta
- Huff, T.E.; 1995; the Rise of Early Modern Science: Islam, China and the West; the Cambridge University Press, USA
- Ilyas, M.; 1997; Astronomy of Islamic Kalender, A.S. NOORDEEN, Kuala Lumpur
- King, D.A.; 1993; Astronomy in the Service of Islam, Variorum, USA
- Rochmyaningsih, D.; 2016; The Developing world needs basic research too, Nature vol. 534, 2 Juni 2016, p.7
- Ya'qub, H.; 1981, Relevansi Islam dengan Sains Teknologi, PT. Alma'arif, Bandung
- Seyyed Hussein Nasr; 1976; Islamic Science: An Illustrated Study; Worrl of Islam Festival Publishing Company Ltd
- Sparavigna, A.C.; 2013; The Science of al Biruni;
- Wells, R.A.; 1996; "Astronomy in Egypt" in "Astronomy before the telescope" edited by Chritopher Walker; British Museum Press; pp28-41
- Zaimeche, S.; 2002; A Review on Muslim Contribution to Astronomy, Foundation for Science Technology and Civilisation, Publication ID 4019 edited by Professor Salim Al Hassani
- Doggett, L.E. (1992). *Calendars dalam Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac* edited by P. Kenneth Seidelmann p575 – 608. Mill Valley, California: University Science Books. . ISBN 0-935702-68-7.
- Emiliani, C. (1995). *The Scientific Companion: Exploring the Physical World with Facts, Figures, and Formulas, Second Edition* p216-222. New York: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-13324-8.
- Ar Rifa'I, Muhammad Nasib; 2000; Kemudahan dari Allah, Ringkasan Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3, halaman 130 karya Muhammad Nasib Ar Rifa'i diterjemahkan oleh Syihabuddin, Gema Insani, Jakarta*
- Espenak, F.; 2013; "Length of the Synodic Month Table Courtesy of Fred Espenak, www.Astropixels.com"*
- Fiala, A.D. (2000). *Astronomical Constant Involving Time in Allen's Astrophysical Quantities edited by Arthur N. Cox, fourth edition* p13 – 16. New York: Springer – Verlag. ISBN 0-387-98746-0.
- Gingerich, O.; 1986, Islamic Astronomy, *Scientific American*, April 1986 v254 p.74 (10)
- Jerrard, H.G. & McNeill, D.B. (1992). *Dictionary of Scientific Units Including dimensionless numbers and scales, sixth edition*. London: Chapman & Hall. ISBN 0-412-46720-8.

- Jespersen, J. & Ftz-Randolph, J. (1999). *From Sundials to Atomic Clocks: Understanding Time and Frequency*, second revised edition. New York: Dover Publications, Inc. ISBN 0-486-40913-9.
- Kaler, J.B. (2002). *The Ever – Changing Sky: A Guide to the Celestial Sphere* p163 – 192. Cambridge UK: Cambridge University Press. ISBN 0 521 49918 6.
- Kaleemur Rahman, Md; 1987; Perpentual Hijrah Calendar; Proceedings of the Second International Seminar on Qur'an and Science, Karachi 17 June 1987, Pakistan Association of Scientists and Scientific Professions, pp 85 – 96
- Lang, K.R. 1978. *Astrophysical Formulae: A Compendium for the Physicist and Astrophysicist* p506 – 508. New York: Springer-Verlag. ISBN 0-387-09064-9.
- Meeus, J. (1991). *Astronomical Algorithms*. Richmond: Virginia: Willmann-Bell, Inc. ISBN 0-943396-35-2.
- Neugebauer, O.; 1969; *The Exact Sciences in Antiquity*, Dover Publications, NY
- Raharto, M.; 2001; *Sistem Penanggalan Syamsiah/Masehi*; Penerbit ITB
- Ridley, B.K. (1979). *The Physical Environment* p32 – 48. England: Ellis Horwood Limited. ISBN 0-85312-142-7.
- Roy, A.E. (1988). *Orbital Motion third edition student text* p41 – 49. Bristol – England: Adam Hilger. ISBN 0-85274-229-0.
- Schmeidler, F. (1994). *Fundamentals of Spherical Astronomy in Compendium of Practical Astronomy vol 1 : Instrumentation and Reduction Techniques edited by G.D. Roth translated and revised by Harry J. Augensen and Wulff D. Heintz* p9 – 35. Berlin-Heidelberg: Springer – Verlag. ISBN 3-540-56273-7.
- Schutte, K. (1975). *Fundamental of Spherical Astronomy in Astronomy Handbook edited by G.D. Roth translated and revised by Arthur Beer* p164 – 190. Cambridge, Massachusetts: Sky Publishing Corporation. ISBN 0-387-91121-1.
- Smart, W.M.(1980). *Textbook on Spherical Astronomy, sixth edition revised by RM Green* p136-159. New York: Cambridge University Press. ISBN 0-521-29180-1.
- Stephenson, F.R. and Baolin, L., 1991, The Length of the Synodic Month, *The Observatory* III, 21-22
- Zombeck, M.V. (2007). *Handbook of Space Astronomy and Astrophysics third edition* p146 – 156. Cambridge UK: Cambridge University Press, ISBN-10 0-521-78242-2.
- Wells, R.A.; 1996; "Astronomy in Egypt" in "Astronomy before the telescope" edited by Chritopher Walker; British Museum Press; pp28-41