

GEOMETRI ANALITIK JARAK, SUDUT DAN DURASI LINTASAN MATAHARI DAN BULAN TERHADAP BUMI SEBAGAI DASAR KEBIJAKAN UNTUK MENENTUKAN TANGGAL SATU KALENDER HIJRIYAH

Tiryono Ruby
Jurusan Matematika, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145, Indonesia.
rtiryono@unila.ac.id, rtir04@yahoo.com

ABSTRAK

Makalah ini bertujuan menentukan sudut minimum posisi Bulan dan Matahari dilihat dari permukaan Bumi dalam membuat kebijakan penentuan tanggal satu kalender Hijriyah. Jarak Matahari (M) terhadap Bumi (B) diperkirakan 150.000.000 km (r), sehingga jarak yang ditempuh Bumi mengelilingi Matahari per tahun adalah $2\pi r$ km. Bulan (B) sebagai satelit Bumi diperkirakan berjarak 385 km terhadap Bumi. Ke tiga mahluk tersebut memiliki tugas peredaran masing-masing yang berbeda sehingga sudut $\angle BBM(x)$ selalu berubah setiap saat ($0^\circ \leq x \leq 360^\circ$), perubahan tersebut berakibat pada bentuk sinar pantul Bulan menjadi selalu berubah. Pada saat sudut $\angle BBM$ mendekati 0° sinar pantul Bulan tidak dapat dilihat dari permukaan Bumi, fenomena ini (Bulan-Mati) berlangsung diperkirakan paling cepat 24 jam dan paling lama 36 jam. Sebaliknya pada saat sudut $\angle BBM$ mendekati 180° sinar pantul Bulan sepenuhnya dapat dilihat dari permukaan Bumi, fenomena ini (Bulan-Purnama) berlangsung diperkirakan paling cepat 24 jam dan paling lama 36 jam. Para ilmuwan terdahulu telah mewariskan hasil pengamatan bentuk sinar pantul Bulan secara periodik sebagai bilangan lintasan Bulan, sinar pantul Bulan berbentuk sabit saat matahari terbenam sebagai lintasan ke-1, sinar Bulan bentuk sabit hari berikutnya sebagai lintasan ke-2, hingga lintasan ke-14 (Bulan-Purnama), lintasan ke-28 (Sabit-Tua) dan lintasan ke-29 (Bulan-Mati). Idealnya bilangan lintasan adalah sama dengan bilangan tanggal, akan tetapi dalam perjalanannya ada kondisi dimana terjadi slip, hal ini karena fenomena alam bahwa durasi lintasan Bulan dari terbenam hingga terbenam kembali adalah ≈ 24 jam + 48,78 menit. Dengan geometri analitis dapat dilakukan perhitungan konversi derajat sudut dengan durasi waktu, $360^\circ = 24$ jam sehingga $49,78$ menit $\approx 12,195^\circ$. Oleh karena itu ketika fenomena lintasan ke-1 dengan sudut $\angle BBM$ mendekati 7° dijadikan sebagai tanggal 1 kalender Hijriyah, maka di hari ketika jatuh tanggal 17 lintasan Bulan masih menjalani etape lintasan ke-16. Upacara Wukuf dilakukan pada saat Bulan menjalani lintasan ke-9 dilokasi upacara (Saudi Arabia) pada bulan Dzulhijah, agar tanggal 9 = lintasan ke-9 maka dalam memutuskan lintasan ke-1 sebagai tanggal 1 sudut Bulan sabit $\angle BBM$ paling tidak (minimum) $3,7^\circ$. Oleh karena itu, jika terlambat atau terlalu cepat dalam menentukan tanggal satu maka akibatnya kondisi ideal tidak tercapai.

Keywords: Hijriyah, Bulan-Sabit, Bulan-Mati, Kondisi- ideal.

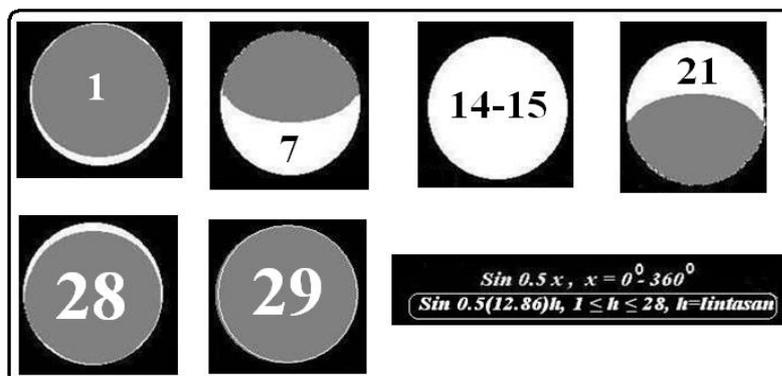
PENDAHULUAN

Perkembangan sains dan teknologi memberikan harapan solusi terhadap permasalahan yang telah terjadi pada kehidupan sehari-hari (*problem-solving*) dan mengantisipasi terulangnya masalah yang sama di masa mendatang ataupun masalah baru yang mungkin akan terjadi. Upaya tersebut diharapkan dapat membantu menyelesaikan masalah dengan pijakan bidang ilmu sebagai pondasi, pada akhirnya usaha tersebut untuk kemasalahatan bersama khususnya yang berkaitan dengan fenomena alam lintasan Matahari dan Bulan. Matematika dasar yang digunakan untuk menelaah kajian ini melingkupi ilmu ukur sudut/geometri, Al Jabar, pemetaan pada koordinat bidang kartesius, operasi aritmatika (+, -, \times , \div) bilangan riil, persamaan garis, trigonometri dan laju (Purcell dan Varberg, 1996., Kreyszig, 1988). Ilmu Ukur Sudut digunakan

untuk pengamatan mengukur derajat-sudut Bulan terhadap horizon saat Matahari terbenam dengan menggunakan busur derajat, Al Jabar membangun persamaan-persamaan sehingga sudut Bulan terhadap horizon saat Matahari terbenam dapat dirumuskan menjadi sederhana, kajian koordinat bidang kartesius digunakan untuk pemetaan atau memproyeksikan lintasan Matahari dan Bulan pada bidang datar, operasi aritmatika digunakan untuk perhitungan sehingga memudahkan dalam menyusun database hasil pengamatan, persamaan garis digunakan untuk mensketsakan waktu lintasan Matahari dan Bulan sehingga dapat terlihat dalam bentuk grafik fungsi, kajian laju digunakan untuk menghitung laju masing-masing lintasan Matahari dan Bulan dari lokasi pengamatan dan perkembangan teknologi mendatangkan kemudahan sehingga fenomena lintasan dapat diinformasikan secara visual dengan peralatan computer.

Geografis Bumi berbentuk bola dengan permukaan berupa daratan dan lautan merupakan tempat tinggal kita manusia beserta flora, fauna, iklim dan kondisi-kondisi lain yang menyertainya. Pulau-pulau yang terbentang dipisahkan lautan menjadikan beranekaragam bangsa, budaya, adat istiadat, bahasa dan kebiasaan-kebiasaan lainnya. Oleh karena itu sejarah mencatat banyak aktifitas peringatan atau upacara adat/budaya dilakukan masyarakat disegala penjuru dunia, dikota-kota besar hingga dipeloksok desa selalu merayakan upacara-upacara dari waktu ke waktu dan generasi ke generasi. Perkembangan teknologi dan kemajuan zaman tidak menutup kemungkinan adanya pergeseran kebiasaan merayakan peringatan atau upacara, bahkan mungkin ditinggalkan sebelum dikaji dan diketahui potensinya.

Pada umumnya jenis peringatan atau upacara yang terus bertahan dan diwarisi dari generasi ke generasi adalah jenis upacara yang sakral atau spiritual. Aktifitas upacara atau peringatan sakral/spiritual tersebut dilakukan pada momen waktu tertentu baik hari, bulan, lamanya aktifitas serta persyaratan syahnya. Hampir semua perayaan upacara sakral, spiritual atau hari besar keagamaan yang terjadi dilakukan pada momen berdasar pada pantulan sinar Bulan atau posisi Bulan terhadap horizon atau bilangan lintasan sebagai penentuan waktunya. Antara lain: Islam (Wukup pada momen Bulan melakukan lintasan ke-9); Budha (Waisak saat Bulan melakukan lintasan ke-14/purnama); Hindu (Nyepi saat Bulan melakukan lintasan ke-29/mati); Kristen/Katolik (Paskah adalah hari Minggu setelah purnama/lintasan ke-14 pada awal musim semi); Konghuchu (Imlek adalah setelah Bulan mati/lintasan ke-29 pada musim hujan Januari/Februari). Fungsi trigonometri (Sinus) digunakan sebagai fungsi kecerahan sinar Bulan sekaligus memantau dimana posisi Bulan. Sudut posisi Bulan terhadap Matahari diukur dengan menggunakan alat busur derajat, dengan tidak mengurangi output yang diharapkan jika dibandingkan dengan peralatan yang modern dan mahal harganya. Dalam jangka panjang, perhitungan matematis kecerahan sinar Bulan memberikan suatu harapan dalam menentukan kecerahan 1% (Bulan sabit muda), kecerahan 50% (Bulan setengah muda), kecerahan 80% (Bulan wungkuk muda), kecerahan 100% (Bulan purnama), kecerahan 0% (Bulan mati) dan persentase kecerahan lainnya yang memiliki nilai sakral/spiritual untuk diperingati; Misalnya, pada masyarakat Mekah memantau kecerahan sinar Bulan 80% pada bulan Dzulhijjah merupakan lintasan ke-9 adalah melakukan upacara spiritual Wukup dan dikenal secara luas sebagai Hari Raya Idul Adha; Hal ini menjadi isu global manca negara dalam menentukan tanggal satu, karena konsekuensi kedepan ketika tiba tanggal 9 haruslah sesuai dengan jumlah lintasan Bulan, bahwa Bulan sedang pada lintasan ke-9 di wilayah tersebut (Tiryono, 2007).

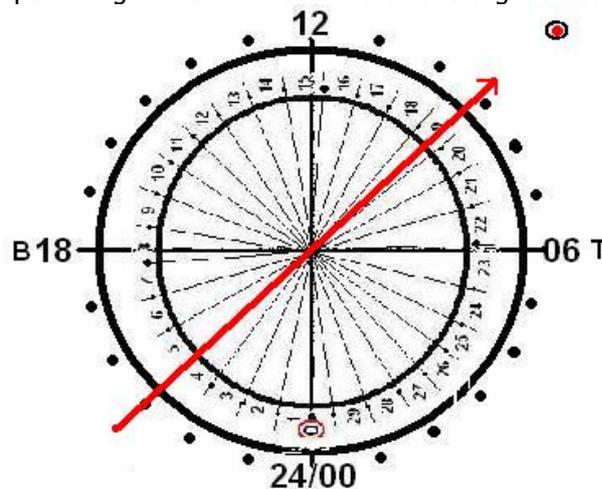


METODE PENELITIAN (utamakan manfaat vs ketimbang aktivitas mekanis)

Observasi atau Pengamatan. Beberapa langkah dan data yang diperlukan dari kegiatan observasi Bulan Sabit antara lain:

1. Memetakan permukaan Bumi pada koordinat bidang kartesius (kesepakatan)
2. Durasi yang diperlukan ketika Matahari dan Bulan bersama-sama pada posisi satu garis proyeksi hingga pada periode bersama-sama satu garis proyeksi berikutnya (data utama)
3. Data kecerahan sinar Bulan dan sudut Bulan terhadap Matahari
4. Mengembangkan data utama menjadi data lainnya (durasi tertinggal, usia bulan sabit).

Alat dan Bahan . yang diperlukan untuk mendapatkan data adalah menggunakan busur derajat untuk mengukur sudut Bulan terhadap Matahari (disarankan saat Matahari terbenam). Pendataan kecerahan Bulan dapat dilakukan dengan memphoto kecerahan Bulan (menggunakan kamera) atau dengan perhitungan melalui model matematis trigonometri yang telah diperoleh.



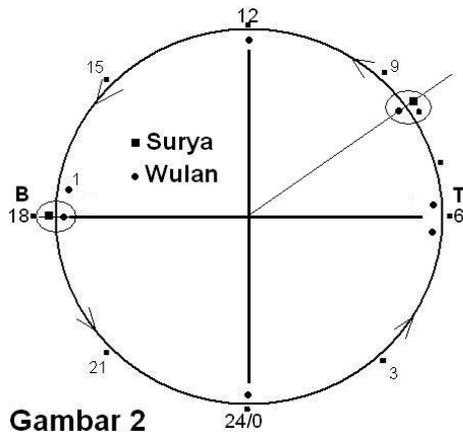
Analisis Data. Pada tahap melakukan analisis data diperlukan alat tulis dan busur derajat, akan sangat terbantu jika tersedia daftar log atau kalkulator yang memiliki fungsi sinus dan atau tersedia perangkat komputer dengan perangkat lunak *Excel*. Analisis data yang dilakukan pada pekerjaan ini adalah melakukan perhitungan pergeseran sudut Bulan terhadap Matahari setiap harinya dan momen kecerahan sinar Bulan 1 % dari satu bulan ke bulan berikutnya dengan cara deret tambah, serta menghitung usia Bulan Sabit pertama dengan cara menghitung durasi sejak momen kecerahan sinar Bulan 1% hingga Matahari terbenam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesepakatan ilmuwan terdahulu kaitannya dengan pemetaan Bumi pada koordinat bidang kartesius adalah kesepakatan bahwa satu hari memiliki durasi 24 jam, maka globe (bola dunia) dipartisi menjadi 24 bagian, dengan kata lain Bumi seluruhnya memiliki 24 wilayah waktu dan jika dipetakan pada koordinat bidang kartesius akan memiliki ukuran koordinat 24 interval absis/sumbu X dan 12 interval ordinat/sumbu Y (gambar 1). Dengan konsisten maka setiap partisi (= 1 jam) setara dengan 15 derajat sehingga satu derajat = 4 menit. Konsekuensi selanjutnya wilayah Nusantara dari sabang (-48 menit terhadap wib) sampai merauke (+132 menit terhadap wib) memiliki interval sepanjang sumbu X = 45 derajat setara dengan 180 menit (3 jam) sehingga Nusantara dibagi 3 wilayah waktu wib, wita dan wit. (Purcell dan Varberg, 1996; Kreyszig, 1988; Tiryono R. 2006).

Keccerahan sinar Bulan yang dapat kita amati merupakan refleksi/pantulan cahaya Matahari oleh Bulan (seperti cermin memantulkan sinar patromak). Korespondensi lintasan Matahari dan Bulan dimana masing-masing memiliki durasi lintasan yang berbeda mengakibatkan kecerahan sinar Bulan berubah secara perlahan dari hari ke hari (Febi dan Tiryono, 2007). Durasi yang diperlukan

ketika Matahari dan Bulan bersama-sama satu garis proyeksi hingga pada periode bersama-sama satu garis proyeksi berikutnya adalah 29,5c hari ($c \approx 2$). Korespondensi lintasan Matahari dan Bulan diilustrasikan sebagai Surya dan Wulan lomba lari mengelilingi lapangan berbentuk



Gambar 2

lingkaran seperti pada (Gambar 2). Start lomba dimulai pada patok pukul 18. Wulan lebih lambat dari Surya, sehingga pada saat Surya selesai melakukan etape pertama Wulan tertinggal pada tanda **dot-1**. Demikian seterusnya setiap etape Wulan tertinggal secara konsisten, sehingga pada etape ke-28 Wulan terlihat berada di depan Surya dan akhirnya Wulan terkejar oleh Surya pada etape ke 29,52 (patok pukul 8: 10). Dari ilustrasi tersebut satu etape adalah durasi lintasan Matahari dari terbenam di ufuk barat pk 18 – hingga terbenam kembali pada hari berikutnya adalah 24 jam (satu hari). Oleh Almanak durasi 29,52 hari dijadikan sebagai lamanya hari dalam satu bulan kalender Hijriyah oleh karena itu satu tahun kalender Hijriyah adalah $29,52 \times 12 = 354,24$ hari. Kecerahan

sinar Bulan dapat dilihat selama 28 hari (1% - 100 %), hari ke 29 Bulan mati (0%). Kecerahan sinar bulan sabit pertama (lintasan ke-1) 1- 3,5 %, lintasan ke-7 kecerahan 50-60%, lintasan ke 14-15 kecerahan 100%, lintasan ke-21 kecerahan 60-50% dan lintasan ke-28 kecerahan 3,5-1% serta lintasan ke-29 adalah bulan mati dengan kecerahan 0%. Model matematika untuk kecerahan lintasan Bulan tersebut dinyatakan dengan $f(x) = \text{Sin } 0.5 x$, ($0^0 \leq x \leq 360^0$), x dikonversi ke h

$$f(h) = \begin{cases} \text{Sin}0,5(12,86)h, & (1 \leq h \leq 28) \\ 0 & , (h \geq 29) \end{cases} \quad , \quad h \text{ adalah hari/lintasan}$$

Berkaitan dengan periodik posisi satu garis proyeksi memerlukan $\approx 29,52$ hari maka sudut Bulan terhadap Matahari bergeser setiap harinya sebesar $360^0/29,52 \approx 12,195^0$; Lintasan Bulan terlambat setiap harinya terhadap lintasan Matahari $\approx 12,195 \times 4$ menit $\approx 48,78$ menit; Usia Bulan Sabit Pertama (BSP) dihitung sejak momen kecerahan 1% hingga Matahari terbenam; Agar lintasan ke-9 terpenuhi di suatu wilayah maka usia Bulan Sabit perlu minimal 7,2 jam, jika usia BSP 21 jam maka syarat cukup terpenuhi untuk semua lintasan dan jika usia BSP lebih dari 21 jam hingga 30 jam maka usia BSP lebih dari cukup untuk menjadikan hari tersebut sebagai tanggal satu.

Tgl/Bln/Th	Cerah (1%)	Usia (jam)	Derajat Sudut	Bulan Hijriyah	Tanggal 1 Kalender Hijriyah	
	Lintas ke-1	BL_Sabit	BBM		Wib-Wit	W-Makkah
28_Des	13:40	4,3	2 ⁰	Muhar.-1430	29_Des	28_Des
27_Jan2009	8:30	9,5	5 ⁰	Safar	ok	ok
26_Feb	1:15	16,7	8 ⁰	RabiulAw	ok	ok
27_Mart	14:35	3,3	1 ⁰	RabAkh	28_Mart	idem
26_April	1:10	17	8 ⁰	JumUla	ok	ok
25_Mei	9:30	8,5	5 ⁰	JumTs	ok	ok
23_Juni	16:25	1,6	1 ⁰	Rajab	24_Juni	idem
22_Juli	23:10	- 5,1	-2,5 ⁰	Syaban	23_Juli	idem
21_Agust	6:30	11,5	6 ⁰	Romadln	ok	ok
19_Sept	16:10	2	1 ⁰	Syawl	20_Sep	idem
19_Okt	3:45	14,1	7 ⁰	Dulkangi	ok	ok
17_Nov	18:50	-0,8	-0,4 ⁰	Dzulhijjah	18_Nov	idem
17_Des	12:30	5,5	3 ⁰	Muhar.-1431	18_Des	17_Des

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil dan pembahasan tersebut di atas maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

Satu bulan kalender Hijriyah lamanya $\approx 29,52$ hari; Lintasan Bulan terlambat $\approx 48,78$ menit terhadap lintasan Matahari setiap harinya. Fungsi kecerahan Bulan $y=f(h)*(100\%)$, dengan $f(x) = \sin 0.5 x$, ($0^\circ \leq x \leq 360^\circ$), x dikonversi ke h diperoleh:

$$f(h) = \begin{cases} \sin 0,5(12,86)h, & (1 \leq h \leq 28) \\ 0 & , (h \geq 29) \end{cases}, \text{ h adalah hari/lintasan ke-}$$

Sudut Bulan terhadap Matahari bergeser setiap harinya sebesar $360^\circ/29,52 \approx 12,195^\circ$. Usia Bulan Sabit Pertama dihitung sejak momen kecerahan 1% terjadi hingga Matahari terbenam; Dalam menentukan tanggal satu agar lintasan ke- n terpenuhi di suatu wilayah maka syarat perlu usia Bulan Sabit minimal $[(n-1) (48,78)]$ menit = sudut minimal BBM adalah $[(n-1) (48,78/120)]$ derajat. Perlu dilakukan penelitian mengenai sensitifitas $29,2c$ dengan $c \approx 2$ sehingga keakurasian momen kecerahan Bulan Sabit 1% dapat dimodelkan/dirumuskan.

DAFTAR PUSTAKA

- Edwin j. Purcell dan Dale Varberg, 1996. *KALKULUS dan Geometri Analitis* (alih bahasa I Nyoman Susila, Bana Kartasasmita, Rawuh), Penerbit Erlanga.
- Erwin Kreyszig, 1988. *Advanced Engineering mathematics*, John Wiley & Sons Inc.
- Tiryono R. 2006. Model Lokal-Global Radiasi Matahari Sebagai Sumber Energi Terbaru Menggunakan Hibrid Panel Surya-Baterai. *Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*. Lembaga Penelitian-Universitas Lampung, ISBN: 979-15535-0-5, Buku Dua, Hal. 444-451.
- Tiryono R. 2007. Model Lintasan Bulan '10 Dzulhijjah' Sebagai Momen Pasar Ternak Potensial Untuk Tingkatkan Ekonomi Kerakyatan Di Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Ekonomi dan Metode Kuantitatif*. Universitas Malahayati, ISSN: 1978-5925, hal. 234-241.
- Febi Eka Febriansyah dan Tiryono Ruby 2007. Korespondensi Lintasan Matahari Dan Bulan Sebagai Dasar Untuk Membangun Model Dan Database Kecerahan Sinar Bulan. *Seminar Nasional Sains & Teknologi*, Universitas Lampung, 27-28 Agustus 2007.