

ANALISIS PENGGUNAAN SKYFIELD DALAM KHGT TIMES V7.3

Pengantar

Dalam aplikasi perhitungan kalender dan astronomi seperti KHGT Times (<https://hisabmu.com/khgttimes/>), library **Skyfield** berperan sebagai mesin penggerak utama (*core engine*) untuk kalkulasi astronomis tingkat tinggi. Integrasi ini sangat krusial mengingat akurasi mutlak dibutuhkan untuk penentuan awal bulan (visibilitas hilal), hisab gerhana, serta Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT).

Berikut adalah rincian peran Skyfield di dalam kode program tersebut beserta komparasinya dengan library lain (khususnya **PyEphem** yang juga diimpor di dalam file yang sama).

Implementasi Skyfield dalam Kode

Berdasarkan struktur kode, Skyfield digunakan untuk tugas-tugas perhitungan matematis yang berat:

1. **Pemrosesan Data NASA JPL (Loader):** Kode menggunakan fungsi `Loader` untuk mengunduh dan membaca file biner ephemeris berpresisi tinggi milik Jet Propulsion Laboratory NASA, seperti `de421.bsp`, `de440.bsp`, dll.
2. **Manajemen Waktu Astronomis (timescale):** Digunakan fungsi `self.load_obj.timescale()` untuk menyelaraskan parameter waktu yang rumit seperti TAI, UTC, Terrestrial Time (TT), serta koreksi nilai Delta T.
3. **Pendeteksian Fenomena Alam (almanac & eclipselib):** Digunakan secara ekstensif untuk secara presisi mendeteksi momen matahari terbenam (sunset), terbit, elongasi bulan, hingga waktu pasti transisi gerhana.
4. **Koordinat Bumi Modern (wgs84):** Menggunakan standardisasi bentuk bumi WGS84 untuk merelasikan ketinggian pengamat (elevasi laut) dengan koordinat lintang/bujur.

Keunggulan Skyfield Dibandingkan Library Lain

Jika dibandingkan dengan **PyEphem** atau algoritma astronomi ekuivalen lainnya, Skyfield memiliki dominasi komputasi untuk kalender Hijriah:

1. Akurasi Ephemeris Modern vs Algoritma Klasik

Skyfield mampu mengekstrak matriks posisi langsung dari *Development Ephemeris* (DE) terbaru milik NASA. Di sisi lain, PyEphem mengandalkan metode libastro C yang menggunakan model analitik lawas seperti VSOP87 dan ELP-2000. Untuk penentuan tinggi dan elongasi Hilal di mana deviasi 0.01 derajat sangat memengaruhi status wujudul hilal, model DE NASA jauh lebih mutakhir dan akurat.

2. Murni Python & Terintegrasi NumPy

Skyfield dikembangkan dengan arsitektur vektorisasi menggunakan library **NumPy**. Keunggulannya adalah program KHGT Times mampu merender ratusan ribu titik data sekaligus—seperti proses *generate* data "Tabel Tinggi Hilal 50 Tahun" atau kurva "Analemma"—dengan sangat cepat.

3. Stabilitas Cross-Platform

Karena sepenuhnya ditulis dalam Python murni, Skyfield lebih mudah dikemas dan didistribusikan ke dalam bentuk executable (seperti exe Windows di GUI program tersebut) tanpa memunculkan masalah *compiling* bahasa C yang sering terjadi pada PyEphem.

Strategi Hibrida: Mengapa PyEphem (`import ephem`) Tetap Digunakan?

Meskipun Skyfield menang telak dari segi keakuratan saintifik, di dalam program ini PyEphem tidak dibuang melainkan diimpor bersamaan (`import ephem`).

PyEphem secara eksplisit dipakai secara eksklusif dalam fitur "**Simulasi Ephemeris 3D Matplotlib**" (`self.pe_obs = ephem.Observer()`) dan kalkulasi loop yang membutuhkan rendering grafis *live*.

- **Perbandingan Fungsional:** Mengakses iterasi file BSP NASA via Skyfield cukup membebani sistem jika digunakan untuk merender animasi 3D per detik (*frame-by-frame*). Karena PyEphem dikomparasi menggunakan C, proses panggilannya sangat ringan dan berkinerja tinggi.

Pengembang program mempraktikkan manajemen arsitektur yang sangat efisien: **Skyfield** difokuskan untuk memastikan keabsahan data angka dan presisi hisab numerik, sedangkan **PyEphem** dialokasikan khusus untuk kelancaran animasi dan rendering visual live 3D.

Analisis Penggunaan Skyfield per Modul Menu

Secara keseluruhan, aplikasi ini sudah **berbasis utama pada Skyfield API**. Namun, terdapat **Hybrid Architecture**, di mana program masih mempertahankan **PyEphem (ephem)** pada bagian-bagian tertentu yang membutuhkan iterasi *brute-force* cepat (seperti mencari sunset di ratusan kota sekaligus) untuk **mencegah lag** pada GUI.

Berikut adalah catatan mendalam penggunaan library pada setiap modul menu:

No	Modul Menu	Status Library	Catatan Teknis
1	Visibility Hilal (KHGT)	Skyfield Dominan	Menggunakan Skyfield <code>wgs84.latlon</code> dan <code>observer.at(t).observe(moon).apparent()</code> untuk akurasi posisi toposentris dan geosentris secara simultan.
2	Crescent Visibility Map	Skyfield + SciPy	Perhitungan Altitude dan Elongasi per titik grid menggunakan Skyfield , lalu dihaluskan dengan <code>scipy.interpolate</code> .
3	Analisis Hilal Global	Hybrid	Mencari waktu Sunset menggunakan PyEphem (karena sangat cepat untuk iterasi ratusan kota), namun kalkulasi parameter hilal setelah sunset didapat menggunakan Skyfield .
4	Altitude Chart Analyser	Skyfield	Menggunakan Skyfield untuk menghasilkan <i>array</i> data ketinggian matahari dan bulan selama 24 jam.
5	Kota Pertama KHGT	Hybrid	Sama seperti menu 3, menggunakan PyEphem untuk mencari waktu sunset global di ratusan koordinat database agar proses scanning tidak

			memakan waktu lama.
6	Fase Bulan (Moonphase)	Skyfield	Menggunakan <code>almanac.find_discrete(t0, t1, almanac.moon_phases(eph))</code> untuk akurasi detik konjungsi/purnama.
7	Moon Times	Skyfield	Menggunakan <code>almanac.risings_and_settings</code> untuk akurasi terbit/terbenam bulan.
8	Sun Times	Skyfield	Menggunakan <code>almanac.sunrise_sunset</code> untuk akurasi terbit/terbenam matahari.
9	Sun Moon Ephemeris	Skyfield Murni	Menampilkan data mentah RA/Dec dan Delta-T langsung dari JPL Ephemeris via Skyfield .
10	Qibla Time (Rashdul)	Skyfield	Menggunakan Skyfield untuk melacak kapan Azimuth Matahari berhimpit dengan Azimuth Ka'bah.
11	Qiblah Direction	Skyfield (WGS84)	Menggunakan model Bumi WGS84 Skyfield untuk menghitung sudut arah kiblat presisi.
12	Prayer Times	Skyfield	Kalkulasi waktu salat menggunakan Skyfield dengan koreksi refraksi atmosfer (<code>temperature_C</code> , <code>pressure_mbar</code>).
13	Konversi Kalender	Skyfield	Menentukan awal bulan Hijriah berdasarkan waktu detik konjungsi (New Moon) hasil hitungan Skyfield .
14	Analisis Gerhana	Skyfield (Eclipselib)	Menggunakan library khusus <code>skyfield.eclipselib</code> untuk mencari waktu kontak gerhana.
15	Live Animasi	Skyfield	Menghitung posisi benda langit setiap detik secara real-time menggunakan Skyfield .

16	Sistem Sun Moon 3D	Skyfield	Menggunakan vektor posisi position.km dari Skyfield untuk merender objek di ruang 3D.
17	Equinox & Solstice	Skyfield	Menggunakan almanac.seasons(eph) dari library Skyfield .
18	Planetary Times	Skyfield	Menggunakan data barycenter planet dari JPL Ephemeris yang dimuat melalui Skyfield .
19	Simulasi Ephemeris 3D	Skyfield	Menggunakan data toposentris Skyfield yang diplot ke dalam grafik Matplotlib 3D.
20-25	Komparasi 50 Tahun	Hybrid	Mengambil data dasar dari HIJRI_DB, lalu melakukan validasi ulang (re-check) posisi hilal di Sabang menggunakan PyEphem .
26-27	Kalender Berjalan	Skyfield	Setiap sel tanggal dalam kalender menghitung fase dan ketinggian hilal secara instan menggunakan mesin Skyfield .
28	WinAI	Skyfield (Data Provider)	WinAI memanggil fungsi generate_visibility_report yang berbasis Skyfield untuk memberikan jawaban cerdas.
29	Kalkulator Mizwala	Skyfield	Menghitung panjang bayangan berdasarkan Altitude matahari yang dihitung oleh Skyfield .
30	Status Kriteria Batas	Skyfield	Membedah parameter Altitude/Elongasi geosentris hasil hitungan Skyfield .
31	Astrofotografi	Skyfield	Menganalisis elongasi dan jendela waktu kontras menggunakan Skyfield .

32	Pasang Surut	Skyfield	Menggunakan Skyfield untuk mendapatkan jarak aktual Bumi-Bulan (Perigee/Apogee).
33	Fajar Shadiq & SQM	Skyfield	Mencari waktu saat matahari berada di sudut -18° dan -20° secara presisi menggunakan Skyfield .
34	Generator Analemma	Skyfield	Melacak posisi matahari pada jam yang sama selama 365 hari menggunakan Skyfield .
35	HIJRI_DB Auto-Builder	Skyfield Murni	Menggunakan iterasi Skyfield untuk membangun ribuan data awal bulan Hijriah selama ratusan tahun.

Catatan Penting Hasil Analisis:

1. **Akurasi Tinggi:** Penggunaan Skyfield di hampir seluruh modul memastikan bahwa program ini memenuhi standar astronomi internasional (USNO/JPL).
2. **Efisiensi Terjaga:** Keputusan tetap menggunakan **PyEphem** (seperti pada menu 3, 5, dan 20) adalah langkah cerdas secara *programming*. Skyfield terkadang lambat jika harus menghitung 300 kota secara *looping* dalam satu waktu karena struktur datanya yang berat. PyEphem menutup celah tersebut sehingga aplikasi tetap terasa cepat (*responsive*).
3. **Konsistensi:** Kalkulasi **Geosentris** (untuk KHGT) dan **Toposentris** (untuk MABIMS) telah terpisah dengan baik di dalam kode, di mana Skyfield digunakan untuk menangani perbedaan perspektif pengamatan ini secara akurat.

Kesimpulan: Program ini sudah sangat modern dan sudah mengoptimalkan library Skyfield secara maksimal untuk perhitungan falak tingkat tinggi.