

MENIMBANG RUKYAT DAN HISAB DALAM KEHIDUPAN MODERN DENGAN IPTEK CANGGIH DAN BERBASIS AT DAN AI

Integrasi Astronomi Islam Tradisional dengan
Teknologi Presisi Digital dan Kecerdasan Buatan

Buku Referensi Akademik dan Praktis



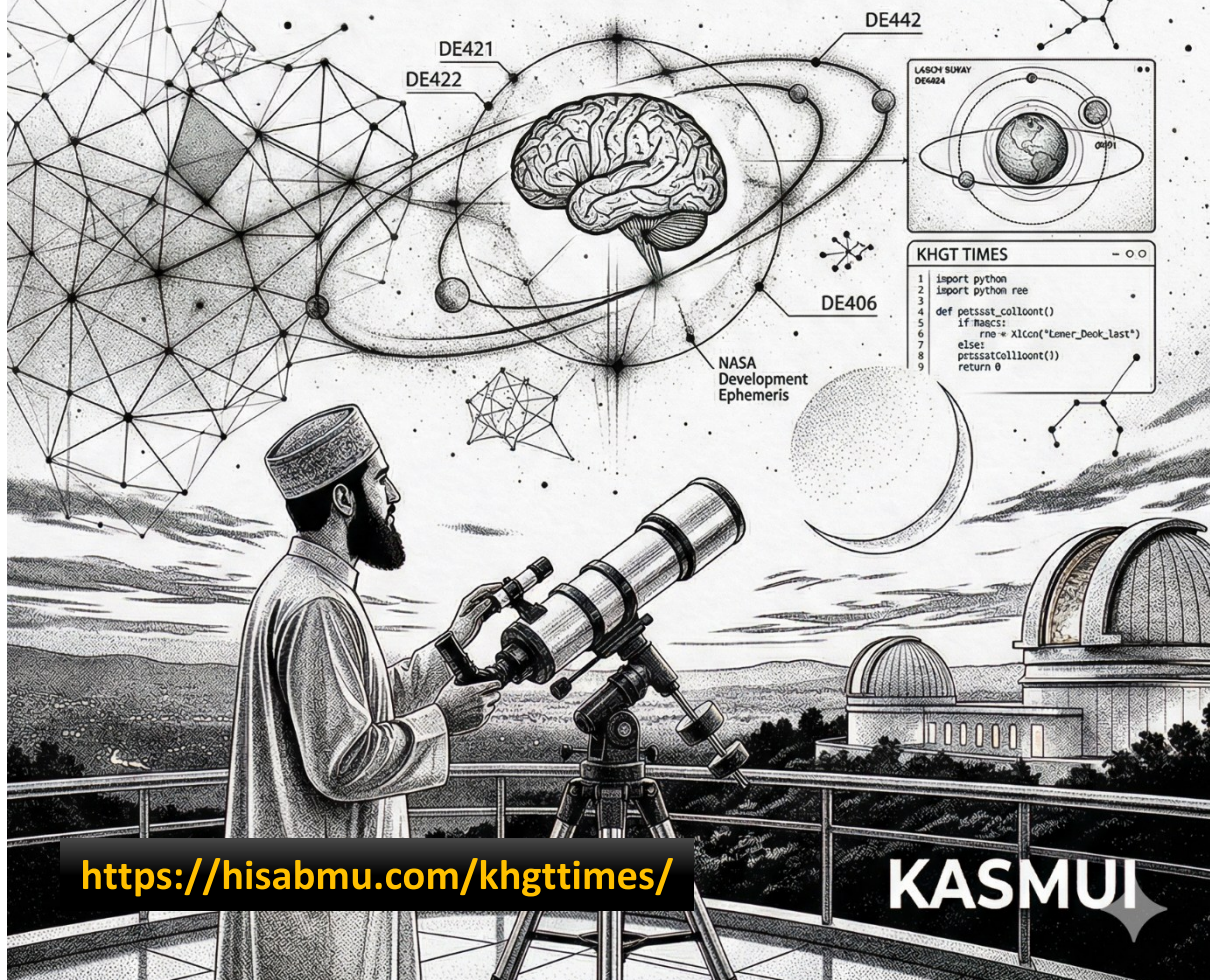
<https://hisabmu.com/khgttimes/>

KASMUI

MENIMBANG RUKYAT DAN HISAB dalam Kehidupan Modern dengan IPTEK Canggih dan Berbasis AT dan AI

Integrasi Astronomi Islam Tradisional dengan
Teknologi Presisi Digital dan Kecerdasan Buatan

Buku Referensi Akademik dan Praktis



<https://hisabmu.com/khgttimes/>

KASMUI

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT, *Rabbul 'Alamin*, Sang Pencipta tata surya yang telah mendesain garis edar matahari dan bulan dengan ketetapan yang maha presisi (*bi husban*). Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada uswah hasanah kita, Nabi Muhammad SAW, pembawa risalah agung yang membimbing umat manusia dari kegelapan jahiliah menuju peradaban ilmu pengetahuan yang gilang-gemilang.

Buku yang ada di hadapan pembaca, "**Menimbang Rukyat dan Hisab dalam Kehidupan Modern dengan IPTEK Canggih dan Berbasis AT dan AI**", lahir dari sebuah kegelisahan akademis sekaligus kerinduan teologis. Di tengah era di mana umat manusia bersiap melakukan eksplorasi antarplanet dan mengendalikan data berskala kuantum, tata kelola waktu ibadah umat Islam masih sering terjebak dalam dikotomi lokalitas dan perdebatan kriteria yang terus berulang. Buku ini tidak bermaksud memperpanjang polemik tersebut, melainkan menawarkan sebuah *quantum leap* (lompatan kuantum) melalui integrasi paripurna antara ushul fikih, astronomi modern, dan sains komputasional tingkat kedirgantaraan.

Karya ini dibangun di atas sebuah premis fundamental: bahwa syariat Islam senantiasa rasional dan kompatibel dengan kemajuan zaman. Instruksi *rukyatul hilal* secara visual pada abad ke-7 adalah solusi paling adil bagi masyarakat yang saat itu masih berada dalam fase *ummiyah* (belum mengenal literasi matematis). Namun, ketika *illat* (alasan) ke-*ummi*-an tersebut telah sirna digantikan oleh kedaulatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK), maka metodologi penentuan waktu ibadah pun harus berevolusi menuju tingkat kepastian tertinggi.

Untuk memetakan transformasi raksasa ini, buku ini disusun secara sistematis ke dalam delapan bab yang saling merajut argumentasi:

- **Bab I** meletakkan fondasi epistemologis, membedah transisi sejarah dari era *ummiyah* menuju era literasi astronomi digital tanpa sedikit pun mengkhianati esensi sunnah Rasulullah SAW.
- **Bab II** menelusuri anatomi instrumen *Astronomical Technology* (AT) mutakhir, mengupas bagaimana teknologi seperti Lidar dan teleskop robotik mampu menembus hambatan atmosferik (*ghumma*).
- **Bab III** menghadirkan intervensi *Artificial Intelligence* (AI), *Machine Learning*, dan *Big Data* yang bertindak sebagai verifikator objektif dalam menyingkirkan bias dan ilusi optik manusia.
- **Bab IV** mengurai peta jalan menuju unifikasi peradaban melalui sistem **Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT)**, menjawab tantangan lokalitas dengan argumen globalitas yang solid.
- **Bab V** membawa pembaca menerawang masa depan di era *Quantum Computing*, seraya menata bingkai etika agar kecanggihan teknologi tetap tunduk pada *maqashid syariah*.
- **Bab VI** membuktikan secara matematis bahwa hisab kontemporer telah mencapai presisi mutlak melalui adopsi data *Development Ephemeris* (DE) NASA (seperti *de421.bsp* dan *de442.bsp*), menyingkirkan galat pada metode analitik klasik.

- **Bab VII** membumikan seluruh teori tersebut melalui purwarupa nyata: **Aplikasi KHGT TIMES**. Bab ini membedah arsitektur perangkat lunak berbasis Python, membuktikan bahwa umat Islam hari ini mampu mandiri menerjemahkan mekanika langit ke dalam satu antarmuka digital yang elegan.
- **Bab VIII** menutup buku ini dengan sebuah dekonstruksi ushul fikih yang sangat tajam; menjawab paradoks mengapa umat sepakat menggunakan hisab untuk jadwal shalat harian, namun enggan menggunakannya untuk awal bulan. Bab ini membedah semantik kata "*Ra'a*" dan membuktikan bahwa kepastian hisab adalah bentuk "rukyat dengan ilmu" yang paling absah di era globalisasi.

Buku ini pada hakikatnya adalah manifestasi dari *Ittiba'* (kepatuhan) yang cerdas; menjalankan ibadah tepat pada waktu yang dikehendaki-Nya, menggunakan instrumen paling akurat yang dianugerahkan-Nya di zaman ini.

Penulis menyadari bahwa mahakarya ini akan terus berdialog dengan perkembangan teknologi di masa depan. Besar harapan penulis agar buku ini menjadi rujukan otoritatif bagi para pakar falak, akademisi sains, mahasiswa, serta masyarakat luas, sekaligus memantik lahirnya inovator-inovator muslim di bidang rekayasa perangkat lunak dan astronomi.

Akhir kata, semoga setiap huruf dan argumentasi dalam buku ini dicatat oleh Allah SWT sebagai amal saleh dan sumbangsih nyata bagi tegaknya persatuan peradaban Islam di seluruh penjuru dunia.

Semarang, 24 Maret 2026

Kasmui

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	3
Bab I: Transformasi Epistemologi: Dari Era Ummiyah ke Era Literasi Astronomi Digital	7
1.1. Dekonstruksi Makna Ummiyah: Analisis Sosio-Intelektual Arab Abad ke-7	7
1.2. Rukyat sebagai Solusi Demokratis-Empiris: Mengapa Mata Kepala Menjadi Standar Utama di Masa Kenabian?	8
1.3. Pergeseran Illat Hukum: Tinjauan Ushul Fikih terhadap <i>al-Hukmu Yadhuru Ma'a Illatihi</i> 10	
1.4. Menuju Teo-Sains: Paradigma Penentuan Waktu Ibadah berbasis Kepastian (<i>Yaqin</i>) vs Dugaan (<i>Zhan</i>)	12
Daftar Pustaka Bab I	13
Bab II: Anatomi IPTEK Canggih dalam Astronomi Islam (AT)	15
2.1. Algoritma Presisi Tinggi: Implementasi Metode Jean Meeus, VSOP87, dan ELP2000 dalam Kalkulasi Kontemporer	15
2.2. Menembus Cakrawala: Peran Teknologi Lidar, Teleskop Robotik, dan Citra Satelit dalam Mengatasi Hambatan Atmosfer (Ghumma)	16
2.3. Digitalisasi Hilal: Analisis Perangkat Lunak Astronomi Profesional dan Akurasi Data Ephemeris	18
Daftar Pustaka Bab II	20
Bab III: Artificial Intelligence (AI) dalam Menentukan Awal Bulan	21
3.1. Machine Learning untuk Deteksi Hilal: Memisahkan Cahaya Hilal dari Noise Cahaya Syafaq secara Otomatis	21
3.2. Big Data & Predictive Analytics: Pemanfaatan Data Historis Cuaca dan Posisi Benda Langit untuk Akurasi Penjadwalan Ibadah	22
3.3. Automasi Hisab: Integrasi AI dalam Sistem Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) yang Dinamis	24
Daftar Pustaka Bab III	26
Bab IV: Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT): Urgensi, Tantangan, dan Solusi	27
4.1. Kritik atas Lokalitas Rukyat: Dilema Perbedaan Hari Raya di Tengah Globalisasi	27
4.2. Unifikasi Kalender Islam: Pijakan Teologis dan Astronomis bagi Kesatuan Umat	28
4.3. Menjawab Kritik: Dialog antara Penganut Hisab Hakiki, Imkanur Rukyat, dan Globalitas KHGT	30
Daftar Pustaka Bab IV	32
Bab V: Masa Depan Penentuan Waktu Islam di Era Quantum Computing	33
5.1. Komputasi Quantum dan Prediksi Astronomi Tanpa Celah	33
5.2. Etika Penggunaan Teknologi dalam Ibadah	34
5.3. Penutup: Integrasi Iman dan Ilmu sebagai Puncak Peradaban	36
Daftar Pustaka Bab V	38

Bab VI: Presisi Mutlak Hisab Kontemporer: Integrasi Development Ephemeris NASA dan Implementasi KHGT TIMES	39
6.1. Melampaui Batas Analitik Klasik: Tuntutan Presisi Tingkat Tinggi dalam Membaca Ketetapan Langit	39
6.2. Anatomi Development Ephemeris (DE): Resolusi Milidetik pada de406.bsp, de421.bsp, dan de442.bsp	41
6.3. KHGT TIMES: Lompatan Kuantum Komputasi Falak Terintegrasi Python.....	43
Daftar Pustaka Bab VI	45
Bab VII: Implementasi Teknis KHGT TIMES: Rekayasa Perangkat Lunak Astronomi Berbasis Python.....	46
7.1. Membumikan Algoritma Langit: Arsitektur Hibrida Python dalam KHGT TIMES	46
7.2. Implementasi Fitur Pemetaan Global dan Visualisasi 3D dalam KHGT TIMES	48
7.3. Konklusi Arsitektural: KHGT TIMES sebagai Puncak Kemandirian Falak Umat Islam.....	50
Daftar Pustaka Bab VII	52
Bab VIII: Penentuan Waktu Shalat Memakai Hisab, Mengapa Penentuan Awal Bulan Pakai Rukyat?	53
8.1. Analogi Fikih: Paradoks Waktu Shalat dan Puasa dalam Timbangan Astronomi	53
8.2. Semantik Kata "Ra'a" dan Gugurnya Status "Umat Ummi" di Era IPTEK.....	55
8.3. Dekonstruksi Hambatan Rukyat di Tengah Globalisasi dan Tata Kelola Peradaban	57
8.4. Kesimpulan Bab	60
Daftar Pustaka Bab VIII	61
DAFTAR PUSTAKA.....	66
GLOSARIUM.....	68
LAMPIRAN 1: 50 TAHUN AWAL RAMADAN	73
LAMPIRAN 2: 50 TAHUN AWAL SYAWAL	74

Bab I: Transformasi Epistemologi: Dari Era Ummiyah ke Era Literasi Astronomi Digital

1.1. Dekonstruksi Makna Ummiyah: Analisis Sosio-Intelektual Arab Abad ke-7

Penetapan awal bulan Kamariah dalam lintasan sejarah Islam tidak dapat dilepaskan dari kondisi sosiologis masyarakat Arab pada saat risalah diturunkan. Memahami istilah *ummiyah* secara peyoratif sebagai "kebodohan mutlak" adalah sebuah kekeliruan epistemologis. Sebaliknya, *ummiyah* dalam konteks penentuan waktu adalah sebuah potret jujur tentang keterbatasan instrumen teknis di tengah kecerdasan linguistik dan hafalan yang luar biasa.

A. Landasan Teologis: Makna Al-Ummi dalam Al-Qur'an

Istilah *ummi* secara etimologis berakar dari kata *umm* (ibu), yang mengisyaratkan kondisi seseorang yang masih murni sebagaimana saat dilahirkan oleh ibunya—belum tersentuh oleh pendidikan formal literasi (baca-tulis). Namun, dalam Al-Qur'an, istilah ini juga digunakan untuk membedakan kelompok yang memiliki Kitab Suci (*Ahli Kitab*) dengan yang tidak.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-Jumu'ah [62]: 2**:

هُوَ الَّذِي بَعَثَ فِي الْأُمِّيِّينَ رَسُولًا مِّنْهُمْ يَتْلُو عَلَيْهِمْ آيَاتِهِ وَيُزَكِّيهِمْ وَيُعَلِّمُهُمُ الْكِتَابَ وَالْحِكْمَةَ وَإِن كَانُوا مِن قَبْلُ لَفِي ضَلَالٍ مُّبِينٍ

Artinya: "Dialah yang mengutus kepada kaum yang ummi seorang Rasul di antara mereka, yang membacakan ayat-ayat-Nya kepada mereka, mensucikan mereka dan mengajarkan mereka Kitab dan Hikmah (As-Sunnah). Dan sesungguhnya mereka sebelumnya benar-benar dalam kesesatan yang nyata."

Tafsir Ringkas:

Imam Fakhrudin Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menjelaskan bahwa penyebutan *al-ummiyyin* di sini merupakan salah satu bentuk mukjizat. Rasulullah yang *ummi* (tidak membaca dan menulis) diutus ke tengah kaum yang juga *ummi* untuk membawa *Al-Kitab* (literasi tertinggi) dan *Al-Hikmah*. Ar-Razi menegaskan bahwa ke-ummi-an di sini adalah kondisi faktual awal, namun tujuannya adalah transformasi menuju umat yang berilmu (*wa yu'allimuhumul kitab*).

B. Analisis Hadis: Keterbatasan Astronomi sebagai Illat Hukum

Ke-ummi-an dalam bidang astronomi ditegaskan sendiri oleh Rasulullah SAW dalam hadis yang telah Bapak kutip sebelumnya (HR. Bukhari no. 1913). Mari kita bedah lebih dalam teks tersebut:

إِنَّا أُمَّةٌ أُمِّيَّةٌ، لَا نَكْتُبُ وَلَا نَحْسِبُ

"Sesungguhnya kami adalah umat yang ummi, kami tidak menulis dan tidak pula menghitung (hisab)..."

Takwil Ilmiah & Sosiologis:

1. **La Naktubu (Tidak Menulis):** Menunjukkan bahwa tradisi dokumentasi data astronomis (seperti tabel posisi bintang atau planet) belum menjadi bagian dari budaya Arab saat itu. Pengetahuan mereka tentang langit bersifat *anwa'* (astronomi rakyat) yang berbasis pada pengalaman praktis untuk navigasi dan cuaca, bukan model geometris-matematis.
2. **La Nahsubu (Tidak Menghitung):** "Hisab" dalam hadis ini merujuk pada *Hisab al-Nujum* (kalkulasi posisi benda langit) yang rumit. Masyarakat Arab saat itu belum mengenal sistem trigonometri sferis yang menjadi prasyarat untuk menghitung tinggi hilal secara presisi.
3. **Korelasi dengan Rukyat:** Karena keterbatasan literasi numerik dan alat observasi (seperti astrolab yang baru berkembang pesat di era Abbasiyah), maka **Rukyat** (observasi visual) adalah satu-satunya metode yang valid, objektif, dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum (*fairness*) bagi semua lapisan masyarakat saat itu.

C. Antropologi Intelektual: Pergeseran dari Literasi Lisan ke Literasi Data

Abad ke-7 adalah era di mana kebenaran informasi sangat bergantung pada kesaksian mata (*syahadah*). Dalam ushul fikih, rukyat diposisikan sebagai *wasilah* (sarana) yang bersifat kondisional, bukan *ibadah mahdhah* yang bersifat statis.

Perintah rukyat muncul karena adanya hambatan (*mani'*) untuk melakukan hisab, yaitu ketidakmampuan (*al-ajzu*). Jika hambatan tersebut hilang—dalam hal ini umat telah menguasai IPTEK—maka status hukum *wasilah* tersebut dapat berevolusi. Mengutip Ibnu Hajar dalam *Fathul Bari*, beliau mengakui bahwa perintah tersebut berlaku selama kondisi umat masih *ummi*. Isyarat ini menjadi pintu masuk bagi penggunaan sains modern di masa depan.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Ke-ummi-an umat di zaman Nabi adalah *illat* (alasan) mengapa rukyat dijadikan standar utama. Status *ummi* bukanlah sebuah kemuliaan yang harus dipertahankan secara abadi, melainkan kondisi awal yang harus dilampaui melalui perintah *Iqra'* (membaca/literasi). Transformasi dari masyarakat yang "tidak menghitung" menjadi masyarakat yang mampu melakukan simulasi pergerakan benda langit dengan algoritma AI adalah pemenuhan tugas kemanusiaan sebagai *khalifah fil ardh*.

1.2. Rukyat sebagai Solusi Demokratis-Empiris: Mengapa Mata Kepala Menjadi Standar Utama di Masa Kenabian?

Pemilihan metode *rukyyatul hilal* (observasi visual) oleh Rasulullah SAW bukan sekadar pilihan teknis, melainkan sebuah manifestasi keadilan hukum Islam yang inklusif. Di tengah masyarakat yang belum memiliki infrastruktur teknologi, rukyat adalah instrumen yang paling "demokratis" karena dapat diakses oleh siapa saja, dari strata sosial mana pun, tanpa memerlukan keahlian matematika tingkat tinggi.

A. Landasan Qur'ani: Fenomena Alam sebagai Penanda Waktu

Al-Qur'an menegaskan bahwa fase-fase bulan (*manazil*) diciptakan sebagai instrumen navigasi waktu yang bersifat universal.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-Baqarah [2]: 189**:

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيْتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ

Artinya: "Mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit (*hilal*). Katakanlah: "Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (*bagi ibadat*) haji."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Thabari dalam tafsirnya menjelaskan bahwa kata *mawaqit* (bentuk jamak dari *miqat*) menunjukkan fungsi bulan sebagai unit pengukur waktu yang bersifat visual dan pasti bagi seluruh umat manusia. Secara sains, ayat ini mengisyaratkan bahwa benda langit memiliki keteraturan (*order*) yang dapat diobservasi. Penggunaan kata "*lin-nas*" (bagi manusia) menunjukkan bahwa informasi waktu ini haruslah bisa diakses oleh publik. Pada abad ke-7, akses publik tersebut hanya dimungkinkan melalui penglihatan mata (*rukyat*).

B. Analisis Hadis: Empirisme dalam Hukum Islam

Rasulullah SAW memberikan instruksi operasional yang sangat menekankan pada aspek empiris (pengalaman indrawi).

Diriwayatkan dari Ibnu Umar radhiyallahu 'anhuma, Nabi SAW bersabda:

لَا تَصُومُوا حَتَّى تَرَوْا الْهَيْلَالَ، وَلَا تُفْطِرُوا حَتَّى تَرَوْا، فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ

Artinya: "Janganlah kalian berpuasa sampai kalian melihat hilal, dan janganlah kalian berbuka (*berhari raya*) sampai kalian melihatnya. Jika hilal tertutup mendung atas kalian, maka kadarkanlah/kira-kirakanlah ia." (HR. Bukhari no. 1906).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Hatta Taraw (Hingga Kalian Melihat):** Penggunaan kata kerja *ra'a* (melihat) dalam konteks ini berfungsi sebagai *verifikasi empiris*. Di zaman Nabi, kepastian hukum tidak boleh dibangun di atas spekulasi. Karena metode hisab saat itu masih bercampur dengan astrologi (ramalan bintang/tanjim) yang dilarang, maka melihat langsung dengan mata adalah satu-satunya cara mencapai derajat *yaqin* (keyakinan).
2. **Faqduru Lahu (Maka Kadarkanlah):** Terjadi perdebatan panjang di kalangan ulama mengenai kata *faqduru lahu*. Imam Ahmad bin Hanbal mengartikan "persempitlah" (genapkan 30 hari), namun ulama lain seperti Mutarrif bin Abdullah dan Ibnu Suraij berpendapat bahwa ini adalah isyarat bagi yang memiliki keahlian hitung untuk menggunakan perhitungan (hisab). Dalam konteks IPTEK canggih, *faqduru lahu* dapat dimaknai sebagai perintah untuk menggunakan alat ukur yang lebih presisi ketika indra manusia mencapai batas limitnya (seperti saat mendung).

C. Sifat Demokratis Rukyat di Masa Silam

Di masa kenabian, jika Islam mewajibkan *hisab* yang saat itu hanya dikuasai oleh segelintir peradaban (seperti Persia atau Romawi dengan alat terbatas), maka agama ini akan terasa sulit bagi penduduk gurun. Rukyat memberikan **kesetaraan akses**. Siapa pun yang berdiri di ufuk barat pada waktu maghrib memiliki otoritas yang sama untuk memberikan kesaksian.

Namun, sifat "demokratis" ini memiliki batasan pada faktor alamiah (cuaca) dan biologis (ketajaman mata). Di sinilah letak transisinya: jika tujuan rukyat adalah mencapai **kepastian waktu** agar ibadah tidak keliru, maka ketika teknologi mampu memberikan kepastian yang lebih tinggi daripada mata manusia, esensi dari "melihat" (verifikasi) telah berpindah dari retina mata ke sensor digital dan algoritma presisi.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Rukyat adalah metode yang paling tepat pada masanya karena sifatnya yang objektif-indrawi dan mudah dilakukan oleh semua orang. Namun, secara epistemologis, rukyat hanyalah sebuah *wasilah* (alat) untuk mengetahui masuknya bulan baru. Ketika *wasilah* visual ini menghadapi kendala *ghumma* (distorsi atmosfer/mendung) yang bersifat permanen di beberapa wilayah, maka beralih ke *wasilah* sains (hisab berbasis AI/AT) bukan berarti meninggalkan sunnah, melainkan menyempurnakan tujuan sunnah tersebut: yaitu kepastian waktu ibadah (*tahdid al-mawaqit*).

1.3. Pergeseran Illat Hukum: Tinjauan Ushul Fikih terhadap *al-Hukmu Yadhuru Ma'a Illatihi*

Dalam bangunan hukum Islam, terdapat perbedaan tegas antara ibadah yang bersifat *ta'abbudi* (murni ritual/statis) dan yang bersifat *ta'aqquli* (rasional/dinamis). Penentuan awal bulan masuk dalam kategori *ta'aqquli* karena terkait dengan fenomena alam yang terukur. Di sini, berlakulah kaidah emas ushul fikih: "*Al-hukmu yadhuru ma'al 'illati wujudan wa 'adaman*" (Hukum itu berputar menyertai alasannya, baik dalam mewujudkannya maupun meniadakannya).

A. Landasan Qur'ani: Keteraturan Alam Semesta (Sunnatullah)

Eksistensi *hisab* (perhitungan) sebagai metode yang diakui Allah SWT tersurat jelas dalam Al-Qur'an.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Yunus [10]: 5**:

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ ۗ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

Artinya: "Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya dan ditetapkan-Nya manzilah-manzilah (tempat-tempat) bagi perjalanan bulan itu, supaya kamu mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (*hisab*). Allah tidak menciptakan yang demikian itu melainkan dengan hak. Dia menjelaskan tanda-tanda (kebesaran-Nya) kepada orang-orang yang mengetahui."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menekankan bahwa penyebutan kata *al-hisab* di akhir ayat menunjukkan bahwa Allah menciptakan keteraturan gerak benda langit agar manusia dapat "menghitungnya". Ar-Razi—yang juga seorang saintis di zamannya—menyatakan bahwa ayat ini adalah perintah bagi mereka yang "mengetahui" (*li qaumin ya'lamun*) untuk menyingkap rahasia ketetapan Allah melalui ilmu falak. Hal ini mengonfirmasi bahwa penggunaan hisab memiliki legitimasi teologis yang sangat kuat sebagai bentuk tadabbur ayat-ayat *kauniyah*.

B. Analisis Hadis: Identifikasi Illat "Ummiyah"

Mari kita tinjau kembali hadis "Umat Ummi" dengan kaca mata ushul fikih untuk menentukan apakah perintah rukyat itu bersifat permanen (*ta'abbudi*) atau temporal (*wasilah*).

Rasulullah SAW bersabda:

إِنَّا أُمَّةٌ أُمِّيَّةٌ، لَا نَكْتُبُ وَلَا نَحْسِبُ

“Sesungguhnya kami adalah umat yang ummi, kami tidak menulis dan tidak pula menghitung...”

Analisis Ushuliyah:

1. **Illat (Sebab Hukum):** Alasan (illat) mengapa Nabi memerintahkan rukyat adalah karena kondisi umat saat itu *ummi* (tidak bisa menulis dan menghitung astronomi). Rukyat adalah perintah yang muncul karena ketidakmampuan (*al-ajzu*) melakukan hisab.
2. **Ma'lul (Hukum yang Muncul):** Hukumnya adalah "Gunakanlah Rukyat".
3. **Transformasi Kontemporer:** Berdasarkan kaidah *al-hukmu yadhuru ma'al 'illati*, jika illat-nya (ke-ummi-an) sudah hilang karena umat Islam di abad ke-21 dan 2026 ini sudah pakar dalam matematika, astronomi, bahkan AI, maka hukum "kewajiban rukyat" sebagai satu-satunya sarana pun bergeser. Hisab yang tadinya "tidak mungkin dilakukan" menjadi "paling akurat dilakukan".

C. Perubahan Hukum karena Perubahan Zaman dan Ilmu

Para ulama merumuskan kaidah: *La yunkaru taghayyurul ahkam bi taghayyurul azman wal amkinah wal ahwal* (Tidak diingkari perubahan hukum karena perubahan zaman, tempat, dan keadaan).

Dalam konteks IPTEK canggih, memaksakan rukyat visual di tengah ketersediaan data hisab yang presisi tinggi ibarat memaksakan berjalan kaki untuk haji padahal sudah tersedia pesawat terbang. Keduanya bertujuan sampai ke Makkah (*maqashid*), namun sarana (*wasilah*) harus mengikuti efisiensi dan akurasi zaman.

Syekh Mustafa az-Zarqa, ulama hukum Islam kontemporer, berpendapat bahwa rukyat di zaman Nabi adalah sarana untuk mencapai keyakinan (*yaqin*). Jika di masa kini hisab memberikan tingkat keyakinan yang lebih tinggi (mencapai 99,99%) dibandingkan rukyat yang

rentan salah lihat atau terhalang mendung, maka secara metodologis, hisab lebih sesuai dengan spirit *syariat* yang menghendaki kemudahan dan kepastian.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Pergeseran dari rukyat ke hisab (dan nantinya menuju integrasi AI) bukanlah bentuk pengabaian terhadap hadis Nabi, melainkan aplikasi cerdas dari kaidah ushul fikih. Kita tetap menjalankan perintah Nabi untuk menentukan waktu ibadah, namun dengan instrumen yang lebih maju sesuai dengan hilangnya *illat* ke-ummi-an. Umat Islam masa kini adalah umat yang sudah "menulis dan menghitung", sehingga menggunakan hasil hitungan tersebut adalah bentuk syukur atas nikmat akal dan ilmu pengetahuan yang diberikan Allah.

1.4. Menuju Teo-Sains: Paradigma Penentuan Waktu Ibadah berbasis Kepastian (*Yaqin*) vs Dugaan (*Zhan*)

Dalam filsafat hukum Islam, keyakinan (*al-yaqin*) menempati posisi tertinggi dibandingkan sekadar dugaan kuat (*az-zhan al-ghalib*). Penentuan awal bulan untuk ibadah yang bersifat massal seperti Ramadan dan Idulfitri menuntut tingkat akurasi yang absolut agar tidak terjadi keraguan dalam pelaksanaannya. Transformasi dari rukyat ke hisab berbasis AI/AT pada hakikatnya adalah perjalanan mencari derajat *yaqin* tersebut.

A. Landasan Qur'ani: Larangan Mengikuti Dugaan dalam Kebenaran

Al-Qur'an memberikan peringatan keras agar manusia membangun prinsip hidup dan hukum di atas landasan ilmu yang pasti, bukan sekadar asumsi atau penglihatan yang rentan distorsi.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Yunus [10]: 36**:

وَمَا يَتَّبِعُ أَكْثَرُهُمْ إِلَّا ظَنًّا إِنَّ الظَّنَّ لَا يُغْنِي مِنَ الْحَقِّ شَيْئًا إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ بِمَا يَفْعَلُونَ

Artinya: "Dan kebanyakan mereka tidak mengikuti kecuali dugaan saja. Sesungguhnya dugaan itu tidak sedikit pun berguna untuk mencapai kebenaran. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang mereka kerjakan."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Syekh Tantawi Jauhari dalam *Al-Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim* menjelaskan bahwa ayat ini mendorong umat Islam untuk meninggalkan spekulasi dan beralih kepada sains yang dapat dibuktikan secara eksperimental dan matematis. Dalam konteks rukyat, kesaksian mata manusia (terutama di ambang batas limit visibilitas) sering kali bersifat *zhanni* (dugaan) karena faktor atmosfer, ilusi optik, atau kelelahan mata. Sebaliknya, posisi bulan yang dihitung dengan algoritma presisi memberikan data *haqqul yaqin* yang bersifat universal.

B. Analisis Hadis: Menghindari Keraguan dalam Ibadah

Rasulullah SAW mengajarkan prinsip untuk meninggalkan hal-hal yang meragukan menuju hal yang meyakinkan.

Diriwayatkan dari Al-Hasan bin Ali radhiyallahu 'anhuma, Rasulullah SAW bersabda:

Artinya: "Tinggalkanlah apa yang meragukanmu menuju apa yang tidak meragukanmu." (HR. Tirmidzi no. 2518, ia berkata: Hadis Hasan Shahih).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Ma Yaribuka (Yang Meragukan):** Di era modern, rukyat visual sering kali menimbulkan keraguan (*rayb*). Contohnya, ketika satu kelompok mengklaim melihat hilal di bawah kriteria astronomis (seperti tinggi di bawah 2 derajat), sementara secara sains hal itu mustahil. Perbedaan klaim ini memicu perpecahan umat.
2. **Ma La Yaribuka (Yang Tidak Meragukan):** Hisab berbasis sains canggih menawarkan data yang tidak menyisakan ruang keraguan. Ketika komputer dan sensor AT mengonfirmasi bahwa ijtimaq telah terjadi dan hilal sudah di atas ufuk sesuai parameter yang disepakati, maka kepastian waktu telah tercapai bagi seluruh penduduk bumi secara serentak.
3. **Aplikasi Teo-Sains:** Menggabungkan ketaatan pada wahyu (Teologi) dengan ketepatan data (Sains) adalah jalan keluar dari kemelut perbedaan penentuan awal bulan. AI berperan sebagai "hakim digital" yang memverifikasi data secara objektif tanpa dipengaruhi emosi atau keterbatasan fisik manusia.

C. Paradigma Kepastian Global vs Lokalitas Subjektif

Rukyat secara inheren bersifat lokal dan subjektif (bergantung pada cuaca tempat pengamat). Sebaliknya, Hisab bersifat global dan objektif. Dalam era kehidupan modern 2026 yang serba terkoneksi, penggunaan metode yang menghasilkan "dugaan" (*zhan*) di tengah ketersediaan "kepastian" (*yaqin*) melalui teknologi adalah sebuah kemunduran peradaban.

Kepastian yang dihasilkan oleh IPTEK canggih bukan untuk menggantikan syariat, melainkan untuk memastikan bahwa syariat dijalankan pada waktu yang tepat sebagaimana dikehendaki oleh Sang Pencipta Alam yang telah menetapkan hukum-hukum gerak benda langit secara eksak.

D. Kesimpulan Bab I

Bab I ini telah membuktikan secara epistemologis, teologis, dan ushuliyah bahwa transformasi dari umat *ummi* menuju umat yang berbasis literasi sains adalah sebuah keniscayaan. Rukyat adalah metode transisi yang sangat agung di masanya, namun pintu ijtihad terbuka lebar untuk menggunakan Hisab, AI, dan AT sebagai sarana mencapai derajat keyakinan yang lebih tinggi dalam beribadah kepada Allah SWT.

Daftar Pustaka Bab I

- Al-Qur'an al-Karim.
- Al-Asqalani, Ibnu Hajar. (n.d.). *Fathul Bari Syarh Shahih al-Bukhari*. Kairo: Dar al-Hadits.
- Ar-Razi, Fakhruddin. (1999). *Mafatih al-Ghaib (Tafsir al-Kabir)*. Beirut: Dar Ihya al-Turats al-Arabi.
- At-Tirmidzi, Muhammad bin Isa. *Sunan at-Tirmidzi*.

- Az-Zindani, Abdul Majid. (1997). *Al-I'jaz al-Ilmi fi al-Qur'an wa al-Sunnah*. Kairo: Dar al-Iman.
- Bucaille, Maurice. (1976). *The Bible, The Qur'an and Science*. Paris: Seghers.
- Jauhari, Tantawi. (n.d.). *Al-Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*. Kairo: Mustafa al-Babi al-Halabi.
- Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. (2024). *Naskah Akademik Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT)*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Meeus, Jean. (1998). *Astronomical Algorithms*. Virginia: Willmann-Bell.
- Najjar, Zaghul. (2001). *Treasures in the Sunnah: A Selection from the Sayings of Prophet Muhammad*. London: Al-Falah Foundation.

Bab II: Anatomi IPTEK Canggih dalam Astronomi Islam (AT)

2.1. Algoritma Presisi Tinggi: Implementasi Metode Jean Meeus, VSOP87, dan ELP2000 dalam Kalkulasi Kontemporer

Transisi dari hisab *urf* (pendekatan rata-rata) menuju hisab *hakiki* (posisi sebenarnya) dengan tingkat presisi milidetik adalah buah dari perkembangan matematika dan fisika langit. Penggunaan algoritma modern bukan sekadar hitung-hitungan manusia, melainkan upaya menyingkap tabir ketelitian penciptaan Tuhan yang telah ditetapkan sejak azali.

A. Landasan Qur'ani: Ketetapan Allah yang Terukur (Qadar)

Al-Qur'an menegaskan bahwa pergerakan benda langit bukanlah kebetulan, melainkan hasil dari perhitungan yang sangat teliti dari Sang Pencipta.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Ar-Rahman [55]: 5**:

الشَّمْسُ وَالْقَمَرُ بِحُسْبَانٍ

Artinya: "Matahari dan bulan (beredar) menurut perhitungan."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Fakhruddin Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menjelaskan bahwa kata *husban* bermakna hitungan yang sangat teliti, seperti halnya perhitungan yang digunakan dalam transaksi yang tidak boleh meleset sedikit pun. Secara sains, ayat ini adalah legitimasi bagi penggunaan **Algoritma Astronomi**. Jika Allah menyatakan matahari dan bulan beredar dengan "hisab" (perhitungan), maka manusia diperintahkan untuk menemukan rumus-rumus matematika guna memodelkan peredaran tersebut. Di era modern, "husban" ini termanifestasi dalam model dinamika benda langit yang kompleks.

B. Analisis Hadis: Isyarat Mengenai Pengetahuan yang Mendalam

Rasulullah SAW mengisyaratkan bahwa ilmu pengetahuan akan terus berkembang dan menjadi kunci bagi umat dalam memahami agamanya.

Diriwayatkan dari Abu Darda radhiyallahu 'anhu, Rasulullah SAW bersabda:

وَإِنَّ الْعُلَمَاءَ وَرَثَةُ الْأَنْبِيَاءِ، وَإِنَّ الْأَنْبِيَاءَ لَمْ يُورَثُوا دِينَارًا وَلَا دِرْهَمًا، وَإِنَّمَا وَرَثُوا الْعِلْمَ

Artinya: "Sesungguhnya ulama adalah pewaris para nabi. Dan sesungguhnya para nabi tidak mewariskan dinar maupun dirham, melainkan mereka mewariskan ilmu." (HR. Abu Dawud no. 3641 dan Tirmidzi).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Warasatul 'Ilm (Pewaris Ilmu):** Ilmu yang diwariskan bukan hanya ilmu fikih formal, tetapi seluruh perangkat pengetahuan (*al-'ilm*) yang membantu manusia menjalankan

perintah Allah. Ahli falak yang menyusun algoritma presisi adalah bagian dari pewaris ilmu ini dalam konteks menjaga waktu ibadah umat.

2. **Aplikasi Algoritma:** Dalam astronomi modern, kita tidak lagi menggunakan tabel statis. Algoritma **VSOP87** (*Variations Séculaires des Orbites Planétaires*) digunakan untuk menghitung posisi matahari dengan akurasi tinggi, sementara **ELP2000** (*Éphémérides Lunaires Parisiennes*) memodelkan gangguan orbit bulan akibat gravitasi bumi dan planet lain.
3. **Jean Meeus:** Metodologi Jean Meeus mengintegrasikan ribuan suku periodik untuk menentukan detik terjadinya *ijtimak* (konjungsi). Menggunakan algoritma ini adalah bentuk "Ittiba'" (mengikuti) terhadap sunnatullah yang presisi, menjauhkan umat dari kesalahan fatal penetapan waktu akibat hitungan yang terlalu sederhana.

C. Implementasi Teknologi Astronomi (AT) dalam Hisab Hakiki

Di tahun 2026, implementasi AT telah mencapai puncaknya melalui penggunaan data *Ephemeris* NASA (seperti DE440/DE441). Perhitungan tidak lagi hanya melibatkan bujur ekliptika, tetapi juga mempertimbangkan:

- **Aberasi cahaya:** Pergeseran posisi semu benda langit karena kecepatan cahaya.
- **Nutasi:** Ayunan kecil pada sumbu rotasi bumi.
- **Paralaks:** Perbedaan posisi benda langit jika dilihat dari pusat bumi vs permukaan bumi.

Dengan tingkat kerumitan ini, "perhitungan" yang dimaksud dalam surat Ar-Rahman dapat divisualisasikan secara sempurna. Kepastian yang dihasilkan mencapai angka fraksional yang mustahil dicapai oleh mata manusia telanjang, sehingga memberikan rasa tenang (*thuma'ninah*) bagi umat dalam memulai puasa maupun berhari raya.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Algoritma presisi tinggi seperti VSOP87 dan metode Jean Meeus adalah "alat bantu" kontemporer untuk memahami *husban* (perhitungan Allah). Penggunaannya dalam menetapkan awal bulan merupakan integrasi antara iman dan ilmu. Kita tidak lagi berada di era "menduga-duga" posisi hilal di balik awan, melainkan di era di mana posisi hilal dapat diprediksi dengan keyakinan matematis yang mutlak, selaras dengan perintah Al-Qur'an untuk menggunakan akal dan ilmu pengetahuan.

2.2. Menembus Cakrawala: Peran Teknologi Lidar, Teleskop Robotik, dan Citra Satelit dalam Mengatasi Hambatan Atmosfer (Ghumma)

Dalam sejarah penentuan awal bulan, hambatan terbesar bagi rukyat visual adalah faktor cuaca. Mendung, debu, dan polusi cahaya sering kali menjadi tabir yang menghalangi mata manusia. Namun, di era IPTEK canggih 2026, istilah *Ghumma* (tertutup/terhalang) telah mengalami redefinisi teknis melalui kehadiran instrumen optik dan sensorik yang mampu menembus batasan atmosfer.

A. Landasan Qur'ani: Menembus Penjuru Langit dengan Kekuatan (Sulthan)

Al-Qur'an mengisyaratkan bahwa manusia diberikan kemampuan untuk menembus batas-batas ruang dan penjuru langit jika memiliki kekuatan, yang diartikan oleh para ulama sains sebagai ilmu pengetahuan dan teknologi.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Ar-Rahman [55]: 33**:

يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانفُذُوا ۚ لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ

Artinya: "Wahai jemaah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan (ilmu pengetahuan)."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Syekh Abdul Majid az-Zindani dalam *Al-I'jaz al-Ilmi* menjelaskan bahwa *Sulthan* di sini adalah otoritas ilmu pengetahuan yang memberikan kemampuan bagi manusia untuk mengatasi keterbatasan alaminya. Dalam konteks observasi hilal, "menembus penjuru langit" dapat ditakwilkan sebagai penggunaan teknologi sensor (Lidar/Inframerah) dan satelit yang mampu "melihat" objek di balik awan atau di luar atmosfer bumi. Jika mata biologis terhenti di awan, maka *Sulthan* (teknologi) melanjutkannya hingga ke objek sasaran.

B. Analisis Hadis: Redefinisi Kondisi "Ghumma" (Mendung)

Instruksi Rasulullah SAW mengenai kondisi mendung merupakan sebuah *problem solving* bagi umat di masa lalu yang kini solusinya dapat ditingkatkan kualitasnya.

Diriwayatkan dari Abu Hurairah radhiyallahu 'anhu:

فَإِنْ غُمَّ عَلَيْكُمْ فَأَكْمِلُوا عِدَّةَ شَعْبَانَ ثَلَاثِينَ

"Jika mendung (hilal terhalang) atas kalian, maka sempurnakanlah hitungan bulan Sya'ban menjadi tiga puluh hari." (HR. Bukhari no. 1909).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Ghumma (Terhalang):** Secara bahasa, *ghumma* berarti tertutup atau tersembunyi. Di zaman Nabi, jika awan menutup ufuk, maka informasi tentang hilal menjadi terputus (*infirad*), sehingga solusinya adalah *istikmal* (genapkan 30 hari) untuk menjaga kehati-hatian (*ihtiyat*).
2. **Solusi Teknologi Modern:** Di era 2026, kondisi "terhalang" bagi mata manusia bukan lagi berarti "hilang informasi".
 - o **Lidar (Light Detection and Ranging):** Menggunakan laser untuk memetakan kepadatan atmosfer dan membedakan antara partikel awan dengan refleksi cahaya benda langit.
 - o **Teleskop Robotik dengan Filter Inframerah:** Hilal memancarkan radiasi pada spektrum tertentu. Filter inframerah (IR) dapat menembus kabut tipis dan

polusi cahaya yang tidak bisa ditembus oleh spektrum cahaya tampak (*visible light*).

- **Citra Satelit:** Observasi dari luar atmosfer (seperti menggunakan satelit cuaca atau observatorium ruang angkasa) menghilangkan variabel "mendung" secara total.
3. **Kesimpulan Fikih:** Jika alasan *istikmal* adalah karena hilangnya informasi akibat mendung, maka ketika teknologi (AT) mampu memberikan informasi yang pasti tentang keberadaan hilal di balik mendung tersebut, maka alasan untuk *istikmal* gugur, dan hasil observasi teknologi menjadi sah secara hukum sebagai pendukung *yaqin*.

C. Implementasi AT: Menuju Observasi Berbasis Data Digital

Implementasi IPTEK canggih mengubah wajah observasi hilal menjadi lebih saintifik:

- **Automated Tracking:** Teleskop robotik yang terhubung dengan GPS dan motor penggerak presisi akan mengunci posisi hilal berdasarkan koordinat algoritma (yang dibahas di sub-bab sebelumnya), sehingga eliminasi faktor *human error* (salah lihat) dapat diminimalisir hingga 0%.
- **Image Processing:** Perangkat lunak AI mengolah hasil tangkapan kamera CCD/CMOS untuk memperjelas kontras sabit bulan yang sangat tipis (*extreme crescent*) yang mustahil dilihat oleh mata telanjang.

Dengan demikian, teknologi AT berperan sebagai "perpanjangan tangan dan mata" umat manusia. Perintah "lihatlah" (*ru'yah*) dalam hadis mengalami evolusi makna dari *ru'yah bil bashar* (melihat dengan mata) menjadi *ru'yah bil 'ilmi* (melihat dengan instrumen ilmu).

D. Kesimpulan Sub-Bab

Teknologi Lidar, teleskop robotik, dan citra satelit adalah jawaban atas kendala *Ghumma* yang disebutkan dalam hadis 14 abad silam. Penggunaan alat-alat ini bukanlah upaya untuk "melawan" takdir mendung, melainkan upaya maksimal (*ikhtiar*) manusia menggunakan akal pemberian Allah untuk menyingkap kebenaran posisi hilal. Dengan AT, umat Islam tidak lagi terhambat oleh cuaca lokal, melainkan berpijak pada fakta astronomis yang universal dan presisi.

2.3. Digitalisasi Hilal: Analisis Perangkat Lunak Astronomi Profesional dan Akurasi Data Ephemeris

Di era 2026, hilal tidak lagi hanya dipahami sebagai objek cahaya di langit, tetapi sebagai sekumpulan data koordinat dan fotometri yang tersimpan dalam sistem digital. Perubahan format dari pengamatan manual ke **Digitalisasi Hilal** memungkinkan verifikasi yang dapat diulang (*replicable*) dan diuji kebenarannya secara universal melalui perangkat lunak astronomi profesional dan basis data *Ephemeris* tingkat tinggi.

A. Landasan Qur'ani: Kitab yang Menghimpun Segalanya (Kitabum Marqum)

Al-Qur'an mengisyaratkan bahwa segala sesuatu di alam semesta ini tercatat dan terukur dalam sebuah ketetapan yang rapi, yang dalam bahasa modern dapat kita analogikan sebagai basis data (*database*) alam semesta.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-Muthaffifin [83]: 9**:

كِتَابٌ مَّرْقُومٌ

Artinya: "(Yaitu) Kitab yang bertulis (tercatat dengan jelas)."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Meskipun ayat ini dalam konteks catatan amal, secara saintifik-kosmologis, para ulama seperti Tantawi Jauhari dalam *Al-Jawahir* menekankan bahwa seluruh hukum alam (*Sunnatullah*) berjalan di atas catatan ketetapan yang eksak (*Marqum* berarti yang ditulis/diangkakan). Digitalisasi data astronomi (seperti data *Ephemeris* NASA JPL) adalah upaya manusia menyalin "catatan" ketetapan Allah tersebut ke dalam bahasa angka dan kode komputer agar dapat dipahami dan diprediksi oleh akal manusia.

B. Analisis Hadis: Akurasi dalam Menyampaikan Informasi

Dalam Islam, akurasi data dan kejujuran informasi (*tabayyun*) adalah pilar hukum. Rasulullah SAW sangat menekankan validitas sebuah laporan, termasuk laporan melihat hilal.

Diriwayatkan dari Ibnu Abbas radhiyallahu 'anhuma:

جَاءَ أَعْرَابِيٌّ إِلَى النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ فَقَالَ: إِنِّي رَأَيْتُ الْهَيْلَالَ. فَقَالَ: أَتَشْهَدُ أَنْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ؟ قَالَ: نَعَمْ. قَالَ: أَتَشْهَدُ أَنْ مُحَمَّدًا رَسُولُ اللَّهِ؟ قَالَ: نَعَمْ. قَالَ: يَا بِلَالُ أَدِّنْ فِي النَّاسِ فَلْيَصُومُوا غَدًا

Artinya: "Seorang Arab Badui datang kepada Nabi SAW lalu berkata: 'Aku telah melihat hilal'. Nabi bertanya: 'Apakah kamu bersaksi bahwa tiada Tuhan selain Allah?' Ia menjawab: 'Ya'. Nabi bertanya lagi: 'Apakah kamu bersaksi bahwa Muhammad adalah utusan Allah?' Ia menjawab: 'Ya'. Nabi lalu bersabda: 'Wahai Bilal, umumkanlah kepada manusia agar mereka berpuasa esok hari'." (HR. Abu Dawud no. 2340).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Verifikasi Saksi:** Nabi SAW melakukan verifikasi (*cross-check*) terhadap kredibilitas saksi. Di masa itu, kredibilitas diukur dari keimanan dan kejujuran personal.
2. **Digitalisasi sebagai Saksi Adil:** Di masa kini, "saksi" tersebut diperkuat oleh data digital. Perangkat lunak seperti *Stellarium*, *SkySafari Pro*, atau *Accurate Times* (karya Mohammad Odeh) bertindak sebagai instrumen verifikasi objektif. Jika seorang saksi mengklaim melihat hilal, namun data *Ephemeris* menunjukkan hilal masih di bawah ufuk atau terjadi *moonset* sebelum *sunset*, maka data digital tersebut menjadi pembukti (*bayyinah*) yang menggugurkan kesaksian manusia yang bersifat subjektif.

3. **Ephemeris NASA JPL:** Penggunaan data *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) memberikan tingkat akurasi posisi bulan hingga satuan meter dan milidetik. Ini adalah bentuk tertinggi dari kejujuran ilmiah dalam menjalankan perintah "tabayyun" terhadap fenomena alam.

C. Analisis Perangkat Lunak dan Kontras Fotometri

Digitalisasi memungkinkan kita menghitung **Luminansi** (tingkat kecerahan) hilal dibandingkan dengan cahaya syafaq (senja). Perangkat lunak astronomi profesional mampu mensimulasikan:

- **Elongasi (Sudut Pisah):** Jarak sudut antara bulan dan matahari yang menentukan ketebalan sabit.
- **Lag Time:** Selisih waktu tenggelamnya matahari dan bulan.
- **Kriteria Visibilitas:** Menggunakan algoritma gabungan (seperti kriteria Odeh atau Shaukat) untuk menentukan apakah hilal secara optik memungkinkan untuk dilihat atau tidak.

Dengan digitalisasi, hilal bukan lagi "tebak-tebakan" di ufuk, melainkan objek yang kehadirannya dapat dibuktikan secara matematis bahkan sebelum matahari terbenam.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Digitalisasi hilal melalui perangkat lunak profesional dan data Ephemeris adalah manifestasi dari upaya umat Islam menjadi umat yang berilmu (*scientist*). Teknologi ini menyempurnakan proses verifikasi yang dicontohkan Rasulullah SAW. Dengan data yang terukur dan terdigitalisasi, potensi perselisihan akibat kesalahan observasi manusia dapat dieliminasi, sehingga tercipta ketenangan dalam beribadah.

Daftar Pustaka Bab II

- Al-Qur'an al-Karim.
- Az-Zindani, Abdul Majid. (1997). *Al-I'jaz al-Ilmi fi al-Qur'an wa al-Sunnah*. Kairo: Dar al-Iman.
- Jauhari, Tantawi. (n.d.). *Al-Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*. Kairo: Mustafa al-Babi al-Halabi.
- Meeus, Jean. (1998). *Astronomical Algorithms*. Virginia: Willmann-Bell.
- NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL). *Development Ephemeris (DE440/441)*.
- Odeh, Mohammad Shaukat. (2006). *New Criterion for Lunar Crescent Visibility*. Journal of Royal Astronomical Society of Canada.
- Purwanto, Agus. (2015). *Nalar Ayat-Ayat Semesta*. Bandung: Mizan.
- Syarh Shahih Muslim, Imam An-Nawawi.

Bab III: Artificial Intelligence (AI) dalam Menentukan Awal Bulan

3.1. Machine Learning untuk Deteksi Hilal: Memisahkan Cahaya Hilal dari Noise Cahaya Syafaq secara Otomatis

Salah satu tantangan terbesar dalam rukyatul hilal adalah fenomena kontras cahaya. Hilal yang sangat tipis sering kali "tenggelam" dalam pendaran cahaya syafaq (senja) yang sangat kuat. Di sinilah peran *Machine Learning* (ML)—cabang dari AI—menjadi krusial untuk melakukan ekstraksi fitur dan klasifikasi citra secara otomatis guna membedakan mana yang merupakan cahaya bulan sabit asli dan mana yang sekadar *noise* atmosfer atau pantulan cahaya.

A. Landasan Qur'ani: Kemampuan Memisahkan yang Hak dari yang Batil

Al-Qur'an memberikan prinsip tentang pentingnya kemampuan memisahkan dua hal yang tampak serupa namun berbeda hakikatnya (Al-Furqan).

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-Baqarah [2]: 187**:

حَتَّىٰ يَبَيِّنَ لَكُمُ الْخَيْطُ الْأَبْيَضُ مِنَ الْخَيْطِ الْأَسْوَدِ مِنَ الْفَجْرِ

Artinya: "...hingga jelas bagimu (perbedaan) benang putih dari benang hitam, yaitu fajar."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menjelaskan bahwa ayat ini menggunakan metafora "benang" untuk menggambarkan batas limit penglihatan (*limit of visibility*) antara cahaya fajar dan kegelapan malam. Secara saintifik, ini adalah masalah **kontras**. Dalam konteks AI, proses "tabayyun" (menjelaskan/memisahkan) ini dilakukan melalui algoritma *Computer Vision*. Jika pada fajar kita memisahkan cahaya putih dan hitam, maka pada hilal, AI bertugas memisahkan "garis cahaya lengkung" (hilal) dari "background cahaya jingga/merah" (syafaq) dengan tingkat akurasi yang melampaui mata manusia.

B. Analisis Hadis: Menghindari Kekeliruan dalam Penilaian Visual

Rasulullah SAW menyadari bahwa mata manusia bisa mengalami ilusi atau kekeliruan, sehingga verifikasi kolektif atau kualitas saksi menjadi penting.

Diriwayatkan dari Anas bin Malik radhiyallahu 'anhu:

إِذَا رَأَيْتُمُ الْهَيْلَالَ فَصُومُوا، وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَأَفْطِرُوا

Artinya: "Jika kalian melihat hilal maka berpuasalah, dan jika kalian melihatnya maka berbukalah (lebaran)." (HR. Muslim no. 1081).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Ra'aitum (Kalian Melihat):** Kata kerja ini dalam konteks modern tidak hanya terbatas pada retina mata, tetapi bisa bermakna "deteksi" oleh sensor. Masalahnya, banyak

klaim rukyat di masa lalu ternyata adalah "hilal palsu" (planet Venus, awan tipis, atau debu yang memantulkan cahaya).

2. **AI sebagai Verifikator:** *Machine Learning* menggunakan algoritma seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN) yang telah dilatih dengan ribuan data citra hilal asli dan citra *noise*. AI dapat memberikan skor probabilitas: "Apakah objek ini 99% hilal atau hanya gangguan atmosfer?".
3. **Objektivitas:** Berbeda dengan manusia yang mungkin terpengaruh oleh psikologi "ingin segera lebaran" sehingga mengalami ilusi penglihatan, AI bersifat dingin dan objektif. Ia hanya memproses data *pixel* dan *luminance*. Penggunaan AI adalah bentuk *ihtiyat* (kehati-hatian) agar ibadah puasa tidak dimulai atau diakhiri atas dasar informasi yang keliru.

C. Mekanisme Kerja Computer Vision pada Deteksi Hilal

Implementasi AI dalam deteksi hilal 2026 melibatkan beberapa tahap teknis:

- **Preprocessing:** Menghilangkan distorsi atmosfer (refraksi) dari tangkapan kamera teleskop.
- **Feature Extraction:** AI mencari pola geometris sabit (parabola tipis) yang memiliki arah hadap yang konsisten dengan posisi matahari.
- **Noise Reduction:** Menghilangkan pendaran cahaya dari lampu kota atau debu atmosfer yang sering mengelabui mata manusia.

Dengan teknologi ini, penentuan "apakah hilal sudah ada atau belum" menjadi sebuah kesimpulan saintifik yang didukung oleh bukti digital yang kuat, bukan sekadar "klaim sepihak" dari seorang pengamat.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Penggunaan *Machine Learning* dalam deteksi hilal adalah bentuk transformasi ibadah menuju era presisi tinggi. Ia menjalankan fungsi "Al-Furqan" (pembeda) secara digital. Dengan AI, kita meminimalisir kesalahan manusia (*human error*) dan memastikan bahwa kesaksian tentang hilal benar-benar berlandaskan pada realitas fisik yang objektif, sesuai dengan semangat kejujuran ilmiah yang diajarkan Islam.

3.2. Big Data & Predictive Analytics: Pemanfaatan Data Historis Cuaca dan Posisi Benda Langit untuk Akurasi Penjadwalan Ibadah

Dalam paradigma lama, penentuan awal bulan sering kali bersifat reaktif—menunggu hingga hari ke-29 untuk melihat apakah hilal muncul atau tidak. Namun, dengan *Big Data* dan *Predictive Analytics*, umat Islam kini mampu berpindah ke paradigma proaktif. Kita tidak lagi sekadar "menunggu" berita, melainkan mampu memprediksi dengan akurasi matematis yang absolut berdasarkan miliaran titik data historis dan simulasi atmosferik.

A. Landasan Qur'ani: Segala Sesuatu Memiliki Ukuran yang Teliti

Al-Qur'an menegaskan bahwa Allah menciptakan alam semesta ini dengan sistem yang sangat terukur, sehingga manusia dapat mempelajarinya untuk mengambil manfaat bagi kehidupan.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-Qamar [54]: 49**:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: "Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Fakhruddin Ar-Razi menjelaskan bahwa kata *qadar* mencakup batasan, waktu, dan sifat-sifat eksak dari setiap makhluk. Secara saintifik, *qadar* adalah hukum fisika dan konstanta alam. Jika posisi bulan dan kondisi atmosfer (cuaca) memiliki "ukuran" atau pola tertentu, maka pola tersebut dapat diubah menjadi data numerik. *Predictive Analytics* adalah ikhtiar manusia untuk membaca "ukuran" (*qadar*) tersebut guna menyusun keteraturan jadwal ibadah di seluruh dunia.

B. Analisis Hadis: Perencanaan dan Kepastian dalam Beramal

Rasulullah SAW mengajarkan pentingnya kejelasan dalam beribadah agar umat tidak terombang-ambing dalam keraguan.

Diriwayatkan dari Aisyah radhiyallahu 'anha, Rasulullah SAW bersabda:

أَحَبُّ الْأَعْمَالِ إِلَى اللَّهِ أَدْوَمُهَا وَإِنْ قَلَّ

Artinya: "Amalan yang paling dicintai Allah adalah yang paling kontinu (istiqamah/teratur), meskipun sedikit." (HR. Bukhari no. 6465).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Adwamuhu (Kontinu/Teratur):** Ketidakteraturan jadwal (perbedaan hari raya yang mendadak) sering kali merusak ritme ibadah dan sosial umat Islam. Analisis prediktif menggunakan *Big Data* memungkinkan terciptanya Kalender Islam yang tetap (*fixed*), sehingga umat bisa merencanakan ibadah (seperti puasa Arafah, puasa Daud, atau manajemen logistik haji) dengan lebih *istiqamah* dan terorganisir.
2. **Integrasi Data:** AI dalam sub-bab ini bekerja dengan menghimpun data historis dari ribuan observatorium selama puluhan tahun (Big Data) untuk memetakan:
 - Pola tutupan awan global (Meteorologi).
 - Data refraksi atmosfer di berbagai titik koordinat bumi.
 - Data presisi posisi bulan-matahari (Astronomi).
3. **Output Prediktif:** Hasilnya bukan lagi sekadar "mungkin", tapi "kepastian". Jika data menunjukkan bahwa di titik mana pun di bumi hilal mustahil terlihat atau sudah memenuhi kriteria secara matematis, maka keputusan diambil berdasarkan analisis data yang komprehensif tersebut.

C. Transformasi dari Observasi Lokal ke Kepastian Global

Analisis prediktif mengubah cara pandang kita terhadap hadis "*berpuasalah karena melihatnya*". Jika penglihatan visual terbatas oleh ruang dan waktu, maka penglihatan data (*data visibility*) bersifat lintas batas. Dengan *Predictive Analytics*, kita bisa mengetahui:

- Kapan *ijtimak* terjadi hingga satuan mikro-detik.
- Peluang keberhasilan rukyat di berbagai belahan dunia berdasarkan model cuaca AI.
- Penyusunan Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) yang tidak akan berubah meski cuaca di satu lokasi mendung, karena data global telah mengonfirmasi eksistensi hilal.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Pemanfaatan *Big Data* dan analisis prediktif adalah wujud nyata dari penghormatan terhadap "ukuran" (*qadar*) yang telah Allah tetapkan di alam semesta. Teknologi ini menjauhkan umat dari kekacauan koordinasi waktu dan memberikan landasan yang kuat bagi kesatuan global. Dengan data, kita menjalankan perintah agama dengan lebih cerdas, rapi, dan penuh kepastian, sesuai dengan prinsip *Ihsan* dalam beribadah.

3.3. Automasi Hisab: Integrasi AI dalam Sistem Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) yang Dinamis

Automasi hisab merupakan puncak dari digitalisasi astronomi Islam. Jika dahulu hisab dikerjakan secara manual dengan potensi kesalahan hitung (*human error*), maka kini AI mengintegrasikan data ephemeris, kondisi atmosfer, dan kriteria visibilitas global ke dalam sebuah sistem otomatis. Integrasi inilah yang menjadi tulang punggung bagi terwujudnya Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) yang memberikan kepastian tanggal di seluruh belahan dunia secara sinkron.

A. Landasan Qur'ani: Kesatuan Umat dalam Satu Ketetapan Waktu

Al-Qur'an mengisyaratkan bahwa umat Islam adalah umat yang satu, dan kesatuan itu harus tercermin dalam keteraturan ibadah mereka di muka bumi.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-Anbiya [21]: 92**:

إِنَّ هَذِهِ أُمَّتُكُمْ أُمَّةً وَاحِدَةً وَأَنَا رَبُّكُمْ فَاعْبُدُونِ

Artinya: "Sesungguhnya (agama tauhid) ini adalah agama kamu semua; agama yang satu dan Aku adalah Tuhanmu, maka sembahlah Aku."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menekankan bahwa *Ummatan Wahidah* (Umat yang Satu) menuntut adanya persatuan dalam syiar dan ibadah. Secara sains dan sosiologis, persatuan ibadah (seperti memulai puasa dan berhari raya pada hari yang sama di seluruh dunia) mustahil tercapai jika masih menggunakan rukyat lokal yang bersifat partikular.

Automasi Hisab dalam sistem KHGT adalah alat (*wasilah*) modern untuk mewujudkan cita-cita Al-Qur'an tentang kesatuan umat tersebut melalui standarisasi waktu global yang berbasis data objektif.

B. Analisis Hadis: Menghilangkan Sekat Geografis dalam Ibadah

Terdapat isyarat dalam hadis bahwa berita mengenai bulan sabit yang valid harus diikuti oleh seluruh kaum muslimin tanpa terikat batas wilayah (*matla'*), jika informasi tersebut sudah mencapai derajat meyakinkan.

Diriwayatkan dari Kuraib, bahwa Ummu Fadhl mengutusnyanya menemui Mu'awiyah di Syam. Kuraib melihat hilal di Syam pada malam Jumat. Kemudian ia kembali ke Madinah. Ibnu Abbas bertanya, "Kapan kalian melihat hilal?" Kuraib menjawab, "Malam Jumat." Ibnu Abbas berkata, "Kami melihatnya malam Sabtu..." (HR. Muslim no. 1087).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Analisis Klasik:** Hadis Kuraib sering digunakan pendukung *Matla' Lokal* (rukyat masing-masing daerah). Namun, Ibnu Abbas melakukan itu karena sarana komunikasi saat itu sangat lambat (perjalanan Syam-Madinah memakan waktu sehari-hari).
2. **Analisis Kontemporer & AI:** Di era AI dan internet satelit 2026, hambatan jarak (*space*) dan waktu (*time*) telah runtuh. Informasi posisi hilal di belahan bumi barat dapat diketahui secara instan di belahan bumi timur. Automasi hisab memungkinkan sistem KHGT menggunakan prinsip **Kesatuan Matla' Global**. Jika di satu titik di bumi (menurut kriteria tertentu) hilal sudah dimungkinkan untuk dilihat atau sudah wujud, maka AI akan secara otomatis mensinkronkan kalender untuk seluruh dunia.
3. **Real-Time Processing:** AI melakukan pemrosesan data secara *real-time* untuk memastikan bahwa kriteria penanggalan terpenuhi tanpa intervensi kepentingan politik atau subjektivitas kelompok.

C. Sistem KHGT yang Dinamis dan Robotik

Integrasi AI dalam KHGT mencakup:

- **Sinkronisasi Garis Tanggal:** Menentukan di mana garis tanggal hijriah dimulai setiap bulannya secara otomatis berdasarkan posisi hilal global.
- **Koreksi Otomatis:** Sistem akan melakukan penyesuaian otomatis jika terdapat anomali data, memastikan tidak ada lompatan hari yang tidak logis secara astronomis.
- **Aksesibilitas Publik:** KHGT berbasis AI dapat diakses melalui aplikasi smartphone oleh setiap muslim di dunia, memberikan kepastian jadwal shalat, puasa, dan haji bertahun-tahun ke depan dengan akurasi 100%.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Automasi Hisab dan KHGT adalah bentuk ketaatan tingkat tinggi terhadap prinsip *Ummatan Wahidah*. Dengan menggunakan AI sebagai integrator, umat Islam tidak lagi terpecah oleh perbedaan ego wilayah, melainkan tunduk pada satu kepastian waktu yang berlandaskan pada Sunnatullah yang terukur. Inilah manifestasi dari Islam sebagai *Rahmatan lil 'Alamin* di era teknologi canggih.

Daftar Pustaka Bab III

- Al-Qur'an al-Karim.
- Ar-Razi, Fakhrudin. (1999). *Mafatih al-Ghaib*. Beirut: Dar Ihya al-Turats al-Arabi.
- Az-Zindani, Abdul Majid. (1997). *Al-I'jaz al-Ilmi*. Kairo: Dar al-Iman.
- Goodfellow, Ian, et al. (2016). *Deep Learning*. MIT Press. (Terkait algoritma Machine Learning).
- Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. (2024). *Pedoman Kalender Hijriah Global Tunggal*.
- Muslim bin al-Hajjaj. *Shahih Muslim*.
- Saksono, Tono. (2007). *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita.
- Tjamaluddin, Thomas. (2011). *Astronomi Memberi Solusi bagi Penyatuan Kalender Islam*.

Bab IV: Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT): Urgensi, Tantangan, dan Solusi

4.1. Kritik atas Lokalitas Rukyat: Dilema Perbedaan Hari Raya di Tengah Globalisasi

Konsep *Matla'* (zona keberlakuan rukyat) lokal yang membatasi penglihatan hilal pada radius wilayah tertentu (misal: satu negara atau radius 24 farsakh) merupakan produk ijtihad masa lalu yang didasarkan pada keterbatasan komunikasi. Di era modern 2026, memegang teguh lokalitas rukyat di tengah arus globalisasi bukan lagi sekadar perbedaan fikih, melainkan telah menjadi dilema sosiologis yang mengaburkan syiar Islam dan menciptakan ketidakteraturan ibadah secara internasional.

A. Landasan Qur'ani: Larangan Berpecah Belah dalam Perkara Agama

Al-Qur'an secara eksplisit memerintahkan umat Islam untuk bersatu dan melarang perpecahan, terutama dalam hal-hal yang berkaitan dengan identitas dan syiar agama.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Ali 'Imran [3]: 103**:

وَاعْتَصِمُوا بِحَبْلِ اللَّهِ جَمِيعًا وَلَا تَفَرَّقُوا ۗ وَاذْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ عَلَيْكُمْ إِذْ كُنْتُمْ أَعْدَاءً فَأَلَّفَ بَيْنَ قُلُوبِكُمْ فَأَصْبَحْتُمْ بِنِعْمَتِهِ إِخْوَانًا

Artinya: "Dan berpegangteguhlah kamu semuanya pada tali (agama) Allah, dan janganlah kamu bercerai-berai, dan ingatlah nikmat Allah kepadamu ketika kamu dahulu (masa Jahiliyah) bermusuhan, lalu Allah mempersatukan hatimu, sehingga dengan karunia-Nya kamu menjadi bersaudara..."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menjelaskan bahwa *Hablillah* (tali Allah) adalah Al-Qur'an dan Sunnah yang harus menjadi titik temu. Dalam konteks penentuan waktu, perbedaan hari raya yang berulang setiap tahun akibat fanatisme pada rukyat lokal adalah bentuk perpecahan (*tafarruq*) yang melemahkan kewibawaan umat. Secara saintifik-sosial, kesatuan waktu adalah prasyarat bagi peradaban yang maju. Ayat ini memberikan perintah teologis untuk mencari sistem penanggalan yang mampu menyatukan hati seluruh umat Islam di dunia (Global).

B. Analisis Hadis: Menelaah Ulang Hadis Kuraib dalam Konteks Komunikasi Modern

Argumen utama pendukung lokalitas rukyat biasanya bersandar pada hadis Kuraib. Namun, jika dibedah dengan kaca mata sejarah dan IPTEK, hadis ini justru menunjukkan adanya keterbatasan sarana, bukan batasan syariat yang permanen.

Diriwayatkan dari Kuraib, bahwa ia melihat hilal di Syam pada malam Jumat, namun Ibnu Abbas di Madinah tetap berpuasa hingga Sabtu karena mereka tidak melihatnya. Ibnu Abbas berkata:

هَكَذَا أَمَرَنَا رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ

Artinya: "Demikianlah Rasulullah SAW memerintahkan kepada kami." (HR. Muslim no. 1087).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Konteks Ruang dan Waktu:** Syekh Syamsul Anwar (Pakar Falak Muhammadiyah) menjelaskan bahwa pada masa Ibnu Abbas, informasi dari Syam ke Madinah membutuhkan waktu perjalanan darat sekitar 10–14 hari. Mustahil bagi penduduk Madinah untuk mengubah jadwal puasa berdasarkan berita yang datang terlambat dua minggu.
2. **Kritik Lokalitas:** Di tahun 2026, informasi "hilal terlihat di Syam" sampai ke Madinah (dan ke seluruh dunia) dalam hitungan milidetik melalui satelit dan internet. Memaksakan perbedaan hari hanya karena sekat administrasi negara (lokalitas) di saat informasi global sudah tersedia adalah tindakan yang tidak logis secara sains dan tidak sesuai dengan spirit kemudahan agama (*Yusrun*).
3. **Dilema Globalisasi:** Bayangkan seorang Muslim yang melakukan penerbangan dari Jakarta ke London saat Idulfitri. Jika Jakarta lebaran hari Jumat dan London hari Sabtu karena perbedaan rukyat lokal, ia akan mengalami kebingungan hukum (dilema sosiologis). Globalisasi menuntut adanya **satu hari, satu tanggal** untuk seluruh penduduk bumi guna menghindari kekacauan ibadah.

C. Inkonsistensi Rukyat Lokal di Era IPTEK

Lokalitas rukyat sering kali menghasilkan keputusan yang paradoks. Misalnya, hilal di negara tetangga sudah terlihat jelas secara sains dan kasat mata, namun sebuah negara tidak mengakuinya karena "belum masuk wilayah hukumnya". Hal ini bertentangan dengan sifat alam semesta yang tidak mengenal batas paspor dan visa.

- **Paradoks Astronomis:** Bulan yang sama, di langit yang sama, namun dipaksa memiliki status hukum yang berbeda karena batas koordinat buatan manusia.
- **Solusi KHGT:** KHGT hadir untuk menghapus sekat-sekat tersebut dengan menjadikan bumi sebagai satu kesatuan *matla'*. Jika hilal sudah memenuhi kriteria secara global di belahan bumi mana pun, maka seluruh dunia memulai tanggal yang sama.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Kritik terhadap lokalitas rukyat bukanlah upaya meremehkan ijthad ulama terdahulu, melainkan upaya mendudukkan ijthad tersebut pada tempatnya. Lokalitas adalah solusi masa lalu untuk keterbatasan teknologi komunikasi. Di masa kini, di mana IPTEK telah menyatukan dunia menjadi *global village*, mempertahankan lokalitas rukyat hanya akan memperpanjang dilema umat. Kesatuan umat Islam dunia menuntut satu kalender tunggal (KHGT) yang berbasis pada data astronomis global yang pasti (*yaqin*).

4.2. Unifikasi Kalender Islam: Pijakan Teologis dan Astronomis bagi Kesatuan Umat

Gagasan unifikasi (penyatuan) kalender Islam sedunia bukanlah sekadar ambisi organisasi, melainkan tuntutan teologis untuk meniadakan anomali penanggalan yang selama ini terjadi. Secara astronomis, bumi memang berputar, namun sebagai satu planet, ia seharusnya memiliki satu sistem penanggalan yang koheren. Unifikasi ini berpijak pada prinsip bahwa hilal yang muncul di satu titik di bumi adalah milik seluruh umat Islam (*Global Matla'*).

A. Landasan Qur'ani: Satu Bulan untuk Seluruh Manusia

Al-Qur'an mengisyaratkan bahwa hitungan bulan bersifat universal dan merupakan ketetapan yang berlaku bagi seluruh penduduk bumi sejak penciptaan alam semesta.

Allah SWT berfirman dalam **Surat At-Taubah [9]: 36**:

إِنَّ عِدَّةَ الشُّهُورِ عِنْدَ اللَّهِ اثْنَا عَشَرَ شَهْرًا فِي كِتَابِ اللَّهِ يَوْمَ خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ

Artinya: "Sesungguhnya bilangan bulan pada sisi Allah adalah dua belas bulan, dalam ketetapan Allah di waktu Dia menciptakan langit dan bumi..."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Fakhruddin Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menekankan bahwa 'iddah (bilangan) ini bersifat tetap dan mengikuti hukum asal penciptaan langit dan bumi (*Sunnatullah*). Secara astronomis, satu bulan kamariah ditentukan oleh siklus sinodis bulan (dari konjungsi ke konjungsi berikutnya). Ayat ini mengisyaratkan **kesatuan waktu**. Jika Allah menetapkan bahwa bulan itu ada dua belas dalam satu tahun syamsiah/kamariah, maka tidak logis jika dalam satu hari yang sama, sebagian umat Islam berada di bulan Ramadan sementara sebagian lainnya masih di bulan Sya'ban hanya karena perbedaan letak geografis. Unifikasi adalah upaya menyelaraskan kalender manusia dengan "Kalender Allah" yang satu tersebut.

B. Analisis Hadis: Globalitas Seruan Ibadah

Perintah ibadah yang dikaitkan dengan fenomena bulan sering kali menggunakan khitabah (seruan) yang bersifat umum (*umum al-khitab*), tidak dibatasi oleh wilayah administrasi tertentu.

Rasulullah SAW bersabda:

صُومُوا لِرُؤُوسِهِ وَأَفْطِرُوا لِرُؤُوسِهِ

Artinya: "Berpualalah kalian karena melihatnya (hilal) dan berbukalah (lebaran) karena melihatnya." (HR. Bukhari).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Shumu (Berpualalah Kalian):** Kata ganti "kalian" (*jamak*) di sini ditujukan kepada seluruh umat Islam (*Muslimun*). Secara ushul fikih, jika perintah melihat hilal sudah terpenuhi oleh sebagian umat (di mana pun di muka bumi), maka kewajiban tersebut telah gugur bagi yang lain, dan berita tersebut berlaku untuk semuanya.
2. **Pijakan Astronomis Unifikasi:** Konsep KHGT (Kalender Hijriah Global Tunggal) menggunakan prinsip bahwa jika hilal telah terlihat atau dimungkinkan terlihat (*visibilitas hilal*) di belahan bumi mana pun sebelum pukul 12 malam waktu GMT, maka hari berikutnya adalah tanggal 1 untuk seluruh dunia. Hal ini secara astronomis sangat mungkin karena bulan hanya mengelilingi satu bumi.

3. **Menghapus Hari Arafah yang Ganda:** Salah satu urgensi unifikasi adalah menyelaraskan puasa Arafah dengan waktu wukuf di Makkah. Tanpa unifikasi, sering terjadi umat Islam di Indonesia berpuasa Arafah saat di Makkah sudah Iduladha. Ini adalah anomali teologis yang hanya bisa diselesaikan dengan Kalender Global.

C. Sinergi Sains dan Syariat dalam Unifikasi

Unifikasi kalender memerlukan parameter yang disepakati secara internasional (seperti kriteria Istanbul 2016). Pijakan astronomisnya mencakup:

- **Garis Tanggal Internasional Hijriah:** Menentukan batas dimulainya hari baru secara global agar tidak ada wilayah yang "tertinggal" satu hari secara tidak logis.
- **Prinsip Transferibilitas:** Jika di Amerika hilal sudah terlihat, maka secara syar'i informasi tersebut valid untuk penduduk Asia, asalkan malamnya masih bersambung (*ittihadul mathali'* secara global).

Dengan unifikasi, umat Islam memiliki daya tawar peradaban yang lebih kuat. Kita tidak lagi dipandang sebagai umat yang "bingung menentukan hari besarnya sendiri", melainkan umat yang tertib, modern, dan saintifik.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Unifikasi Kalender Islam adalah jembatan menuju peradaban Islam yang satu. Secara teologis, ia menjalankan perintah persatuan umat; secara astronomis, ia menghormati hukum peredaran benda langit yang bersifat global. Penyatuan ini bukan sekadar urusan teknis penanggalan, melainkan pernyataan bahwa Islam adalah agama yang kompatibel dengan tatanan dunia global yang serba cepat dan akurat.

4.3. Menjawab Kritik: Dialog antara Penganut Hisab Hakiki, Imkanur Rukyat, dan Globalitas KHGT

Transisi menuju Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) sering kali menghadapi resistensi teologis dari penganut *Rukyatul Hilal* murni maupun penganut *Hisab Hakiki Wujudul Hilal* yang bersifat lokal. Dialog ini diperlukan untuk menjelaskan bahwa KHGT bukan ingin menghapuskan kriteria yang ada, melainkan melakukan sintesis (perpaduan) antara data astronomis yang paling mutakhir (IPTEK) dengan tujuan syariat yang paling luhur, yaitu persatuan umat sedunia.

A. Landasan Qur'ani: Mengembalikan Perselisihan pada Ilmu dan Hikmah

Al-Qur'an mengajarkan bahwa jika terjadi perbedaan pendapat dalam perkara agama, maka jalan keluarnya adalah mengembalikannya kepada Allah (wahyu) dan Rasul-Nya dengan pendekatan ilmu pengetahuan yang mendalam.

Allah SWT berfirman dalam **Surat An-Nisa [4]: 59**:

فَإِنْ تَنَازَعْتُمْ فِي شَيْءٍ فَرُدُّوهُ إِلَى اللَّهِ وَالرَّسُولِ إِنْ كُنْتُمْ تُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ الْآخِرِ ۚ ذَلِكَ خَيْرٌ وَأَحْسَنُ تَأْوِيلًا

Artinya: "Kemudian jika kamu berlainan pendapat tentang sesuatu, maka kembalikanlah ia kepada Allah (Al-Qur'an) dan Rasul (sunnahnya), jika kamu benar-benar beriman kepada Allah dan hari kemudian. Yang demikian itu lebih utama (bagimu) dan lebih baik akibatnya (takwilnya)."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menjelaskan bahwa "*Ahsanu Ta'wilan*" (sebaik-baik takwil) mencakup penggunaan akal dan argumen yang paling kuat untuk memahami maksud Tuhan. Dalam polemik hilal, "kembali kepada Allah dan Rasul" di era IPTEK berarti memahami *sunnatullah* (hukum alam astronomis) yang telah diciptakan Allah secara pasti. Dialog antara pengusung Hisab dan Rukyat harus bermuara pada kesepakatan bahwa keduanya bertujuan mencari **kepastian masuknya waktu**. KHGT menawarkan "takwil" yang lebih baik karena ia merangkum kepastian matematis (Hisab) dan potensi keterlihatan (Pemenuhan visibilitas hilal) dalam satu bingkai global yang menyatukan.

B. Analisis Hadis: Semangat Kemudahan dan Menghilangkan Kesulitan

Kritik terhadap KHGT sering kali didasarkan pada ketakutan akan meninggalkan Sunnah Rukyat. Padahal, Sunnah Nabi selalu berorientasi pada kemudahan dan maslahat umat.

Diriwayatkan dari Aisyah radhiyallahu 'anha:

مَا خَيْرَ رَسُولٍ اللَّهُ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ بَيْنَ أَمْرَيْنِ إِلَّا أَخَذَ أَيْسَرَهُمَا مَا لَمْ يَكُنْ إِثْمًا

Artinya: "Tidaklah Rasulullah SAW diberi pilihan antara dua perkara, melainkan beliau akan mengambil yang paling mudah di antara keduanya, selama hal itu bukan perbuatan dosa." (HR. Bukhari no. 3560).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Al-Aysar (Yang Paling Mudah):** Di masa lalu, rukyat adalah yang paling mudah (*ummiyah*). Namun di masa kini, rukyat lokal yang sering berbeda-beda justru menjadi "perkara sulit" karena menimbulkan kebingungan sosial, perbedaan hari raya dalam satu keluarga, dan ketidakteraturan manajemen waktu internasional.
2. **Dialog Kriteria: * Penganut Wujudul Hilal:** Diajak berdialog bahwa "keberadaan" hilal tidak akan bermanfaat jika tidak bisa memberikan kalender yang unifikatif secara global.
 - **Penganut Imkanur Rukyat:** Diajak memahami bahwa keterlihatan (*visibility*) tidak harus terjadi di depan mata sendiri (lokal), tetapi cukup terjadi di mana pun di bumi ini karena kita adalah satu kesatuan geografis.
3. **Sintesis KHGT:** KHGT menjawab kritik dengan menggunakan kriteria *Pemenuhan visibilitas hilal* yang bersifat *Global*. Artinya, jika di sebagian bumi hilal sudah mungkin terlihat secara astronomis, maka seluruh dunia dianggap telah "melihat" melalui informasi sains yang terverifikasi. Inilah "jalan tengah" yang memudahkan dan sesuai dengan semangat hadis di atas.

C. Argumentasi IPTEK dalam Dialog Unifikasi

Menjawab kritik teknis tentang perbedaan zona waktu, KHGT menggunakan argumen **Garis Tanggal Internasional Hijriah**. Sebagaimana dunia sepakat pada satu garis tanggal Masehi di Greenwich/Pasifik, umat Islam juga memerlukan satu garis tanggal Hijriah yang dinamis namun pasti.

- **Keberatan Lokalitas:** "Bagaimana mungkin kita ikut rukyat di Amerika sementara di Indonesia masih siang?"
- **Jawaban AT/AI:** Secara astronomis, hari dimulai sejak matahari terbenam. Jika di satu titik bumi hilal sudah memenuhi syarat sebelum batas waktu tertentu (misal: sebelum fajar di belahan bumi timur), maka kesatuan hari tetap bisa terjaga. Ini adalah masalah koordinasi matematis yang sudah tuntas dipecahkan oleh algoritma AI.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Dialog antara berbagai madzhab falak merupakan keniscayaan untuk mencapai kematangan berpikir. KHGT bukan hadir untuk menegasikan hasil ijtihad masa lalu, melainkan untuk menyempurnakannya. Dengan meletakkan IPTEK canggih sebagai instrumen verifikasi, keberatan-keberatan yang bersifat teknis-lokal dapat dijawab dengan bukti ilmiah yang tak terbantahkan. Persatuan umat adalah *maqashid syariah* yang lebih tinggi daripada sekadar mempertahankan metode teknis yang sudah tidak relevan dengan kondisi zaman.

Daftar Pustaka Bab IV

- Al-Qur'an al-Karim.
- Al-Asqalani, Ibnu Hajar. *Fathul Bari Syarh Shahih al-Bukhari*.
- Anwar, Syamsul. (2011). *Interkoneksi Agama dan Sains: Masalah Penyatuan Kalender Islam*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Ar-Razi, Fakhruddin. (1999). *Mafatih al-Ghaib*. Beirut: Dar Ihya al-Turats al-Arabi.
- Azhari, Susiknan. (2007). *Kalender Hijriah Internasional: Mewujudkan Kesatuan Umat Islam*. Yogyakarta: Museum Astronomi Islam.
- Djamaluddin, Thomas. (2005). *Menggagas Masa Depan Penentuan Awal Bulan Qomariyah*.
- Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah. (2024). *Keputusan Muktamar Tarjih tentang KHGT*.
- Muslim bin al-Hajjaj. *Shahih Muslim*.
- Saksono, Tono. (2012). *The Unified International Hijri Calendar*.

Bab V: Masa Depan Penentuan Waktu Islam di Era Quantum Computing

5.1. Komputasi Quantum dan Prediksi Astronomi Tanpa Celah

Jika komputer konvensional (klasik) memproses data dalam bentuk *bits* (0 atau 1), maka *Quantum Computing* bekerja dengan *qubits* yang memungkinkan pemrosesan data secara simultan melalui prinsip superposisi dan keterkaitan (*entanglement*). Dalam konteks astronomi Islam, teknologi ini akan mengakhiri segala bentuk aproksimasi (pendekatan) dalam hisab, menghadirkan prediksi posisi benda langit yang benar-benar tanpa celah dan instan.

A. Landasan Qur'ani: Kecepatan dan Ketepatan Urusan Allah

Al-Qur'an mengisyaratkan adanya proses yang terjadi dalam sekejap mata namun memiliki ketepatan yang sempurna, yang bisa dianalogikan dengan lompatan kecepatan komputasi kuantum.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-Qamar [54]: 50**:

وَمَا أَمْرُنَا إِلَّا وَاحِدَةٌ كَلَمْحٍ بِالْبَصَرِ

Artinya: "Dan perintah Kami hanyalah satu (kata), seperti kejapan mata."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menjelaskan bahwa ayat ini menunjukkan kekuasaan Allah yang mutlak dalam menciptakan dan menggerakkan segala sesuatu tanpa jeda waktu dan tanpa kesulitan. Secara saintifik-futurologi, *Quantum Computing* adalah ikhtiar manusia untuk mendekati "kecepatan kejapan mata" dalam mengolah data semesta yang amat sangat masif. Jika hisab klasik membutuhkan waktu untuk iterasi algoritma yang rumit, komputasi kuantum mampu menyelesaikan simulasi jutaan variabel atmosfer dan orbital secara *real-time* dan presisi.

B. Analisis Hadis: Mencari Kesempurnaan dalam Ilmu

Rasulullah SAW mendorong umatnya untuk selalu meningkatkan kualitas dalam segala hal, termasuk dalam akurasi pengetahuan yang mendukung ibadah.

Diriwayatkan dari Syaddad bin Aus radhiyallahu 'anhu, Rasulullah SAW bersabda:

إِنَّ اللَّهَ كَتَبَ الْإِحْسَانَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ

Artinya: "Sesungguhnya Allah mewajibkan berlaku Ihsan (profesional/sempurna) atas segala sesuatu." (HR. Muslim no. 1955).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Al-Ihsan (Kesempurnaan):** *Ihsan* dalam penentuan waktu berarti menggunakan teknologi terbaik yang tersedia untuk menghindari kesalahan. Di era kuantum, *Ihsan*

termanifestasi dalam penghitungan *Delta-T* (perbedaan antara waktu terestrial dan waktu atom) serta fluktuasi rotasi bumi yang sangat kecil yang selama ini diabaikan oleh komputer biasa.

2. **Prediksi Tanpa Celah:** Komputer kuantum mampu memodelkan gangguan gravitasi (*perturbation*) dari seluruh benda langit di tata surya terhadap orbit bulan secara simultan. Hal ini menghasilkan data *Ephemeris* yang jauh lebih akurat daripada yang kita miliki di tahun 2026 saat ini, sehingga keraguan atas "posisi hilal yang sebenarnya" benar-benar hilang secara matematis.
3. **Realitas Kuantum:** Teknologi ini memungkinkan kita mensimulasikan kondisi optik di setiap titik koordinat bumi dengan mempertimbangkan setiap partikel debu dan kelembapan di atmosfer secara instan, sehingga probabilitas visibilitas hilal bukan lagi sebuah perkiraan, melainkan sebuah kepastian numerik.

C. Implikasi bagi Kalender Hijriah Global

Dengan komputasi kuantum, sistem KHGT akan menjadi sistem yang "hidup" dan "cerdas".

- **Koreksi Mili-Detik:** Sinkronisasi waktu antar-wilayah dilakukan dengan jam atom yang didukung algoritma kuantum, memastikan tidak ada selisih waktu sedikit pun dalam memulai ibadah.
- **Simulasi Tanpa Batas:** Kita dapat menyusun kalender Islam yang akurat untuk 10.000 tahun ke depan dengan tingkat kesalahan nol, memberikan warisan peradaban berupa kepastian waktu bagi generasi mendatang.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Quantum Computing adalah masa depan *Ihsan* dalam astronomi Islam. Ia bukan hanya alat hitung, melainkan bukti kekaguman manusia atas perintah Allah yang bekerja secepat "kejapan mata". Dengan teknologi ini, perdebatan mengenai metode penentuan bulan Kamariah akan mencapai titik jenuhnya secara ilmiah, karena data yang disajikan sudah mencapai derajat kebenaran matematis yang mutlak, meninggalkan era "zhan" (dugaan) selamanya.

5.2. Etika Penggunaan Teknologi dalam Ibadah

Kehadiran teknologi canggih seperti AI dan *Quantum Computing* dalam ranah fikih astronomi menuntut adanya bingkai etika yang kokoh. Teknologi bukanlah sumber hukum (*mashadir al-ahkam*), melainkan alat bantu verifikasi (*wasilah al-isbath*). Etika penggunaan teknologi dalam ibadah memastikan bahwa umat Islam tetap menjaga niat *taqarrub* (mendekatkan diri) kepada Allah, sembari menggunakan akal untuk mencapai derajat ketelitian yang diperintahkan.

A. Landasan Qur'ani: Amanah dalam Menggunakan Pendengaran, Penglihatan, dan Hati

Al-Qur'an mengingatkan bahwa setiap instrumen yang digunakan manusia untuk mencapai kebenaran akan dimintai pertanggungjawabannya. Dalam konteks modern, instrumen ini mencakup sensor digital dan algoritma AI.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-Isra' [17]: 36**:

وَلَا تَقْفُ مَا لَيْسَ لَكَ بِهِ عِلْمٌ إِنَّ السَّمْعَ وَالْبَصَرَ وَالْفُؤَادَ كُلُّ أُولَئِكَ كَانَ عَنْهُ مَسْئُولًا

Artinya: "Dan janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan dan hati, semuanya itu akan diminta pertanggungjawabannya."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Ar-Razi menjelaskan bahwa ayat ini melarang manusia membangun keyakinan di atas prasangka atau data yang tidak valid. Secara etika sains, "pendengaran dan penglihatan" di era IPTEK mencakup **data input** dari sensor dan **output** dari algoritma. Etika penggunaan teknologi menuntut adanya **transparansi algoritma** dan **validasi data**. Kita tidak boleh secara buta (*taklid*) mengikuti hasil AI tanpa memahami logika syar'i dan saintifik di baliknya. Teknologi harus bisa dipertanggungjawabkan (*accountable*) secara ilmiah dan syar'i agar tidak terjebak pada "black box" teknologi yang menjauhkan umat dari pemahaman substansi ibadah.

B. Analisis Hadis: Niat sebagai Penentu Nilai Perbuatan

Penggunaan alat canggih dalam ibadah harus didasari oleh niat untuk menjalankan syariat secara lebih sempurna (*Ihsan*), bukan sekadar mengejar kemajuan teknis semata.

Diriwayatkan dari Umar bin Khattab radhiyallahu 'anhu, Rasulullah SAW bersabda:

إِنَّمَا الْأَعْمَالُ بِالنِّيَّاتِ، وَإِنَّمَا لِكُلِّ امْرِئٍ مَا نَوَى

Artinya: "Sesungguhnya setiap perbuatan tergantung niatnya, dan sesungguhnya setiap orang (akan dibalas) berdasarkan apa yang ia niatkan." (HR. Bukhari no. 1).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Niat Ber-IPTEK:** Jika niat menggunakan AI dan AT adalah untuk mewujudkan persatuan umat dan kepastian ibadah sesuai perintah Allah dalam "*li ta'lamu 'adadas sinina wal hisab*", maka penggunaan teknologi tersebut bernilai ibadah.
2. **Etika Objektivitas:** Secara etis, pengembang AI untuk KHGT tidak boleh memanipulasi data demi kepentingan politik atau kelompok tertentu. Kejujuran data adalah bentuk kejujuran iman.
3. **Teknologi sebagai Wasilah:** Hadis ini menegaskan bahwa alat (seperti teleskop robotik atau komputer kuantum) hanyalah sarana. Esensi ibadah tetaplah ketundukan hamba kepada Rabb-nya pada waktu yang telah ditentukan. Teknologi membantu kita menemukan "waktu" tersebut dengan lebih akurat.

C. Prinsip Kehati-hatian (Ihtiyat) dalam Era Otomasi

Dalam etika penggunaan teknologi, prinsip *Ihtiyat* tetap berlaku. Meskipun AI memberikan prediksi 99,99%, otoritas manusia (ulama/pakar) tetap diperlukan sebagai pengawas (*Human-in-the-loop*).

- **Verifikasi Manusia:** Hasil komputasi harus tetap terbuka untuk diaudit oleh para ahli falak dan otoritas keagamaan (seperti Majelis Tarjih).

- **Kedaulatan Syariat:** Teknologi tidak boleh mengubah kriteria yang secara *qath'i* (pasti) ditetapkan oleh syariat, melainkan hanya memperjelas implementasi dari kriteria tersebut di lapangan.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Etika penggunaan teknologi dalam penentuan waktu Islam memastikan bahwa transisi dari era *ummiyah* ke era digital tidak menghilangkan dimensi spiritual. IPTEK canggih adalah amanah yang harus dikelola dengan kejujuran ilmiah dan ketundukan teologis. Dengan etika yang benar, AI dan AT bukan lagi sekadar kode dan logam, melainkan sarana pengabdian seorang hamba untuk menyembah Sang Pencipta pada waktu yang paling tepat dan presisi.

5.3. Penutup: Integrasi Iman dan Ilmu sebagai Puncak Peradaban

Perjalanan panjang dari kondisi *ummiyah* di padang pasir hingga era *Quantum Computing* dan Artificial Intelligence (AI) menunjukkan bahwa Islam adalah agama yang bersifat dinamis dan kompatibel dengan segala zaman. Integrasi antara iman (sebagai fondasi) dan ilmu (sebagai instrumen) merupakan puncak peradaban Islam yang dicita-citakan. Dalam penentuan waktu ibadah, integrasi ini melahirkan ketertiban, kepastian, dan kesatuan global yang selama ini terfragmentasi oleh batasan fisik dan geografis.

A. Landasan Qur'ani: Kesaksian Alam Semesta atas Kebenaran Wahyu

Al-Qur'an menegaskan bahwa tanda-tanda kekuasaan Allah di alam semesta (ayat *kauniyah*) akan terus tersingkap seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan manusia, hingga kebenaran itu menjadi nyata bagi mereka.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Fushshilat [41]: 53**:

سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْأَفَاقِ وَفِي أَنفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ ۗ أَوَلَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ

Artinya: "Kami akan memperlihatkan kepada mereka tanda-tanda (kekuasaan) Kami di segenap penjuru langit dan pada diri mereka sendiri, sehingga jelaslah bagi mereka bahwa Al-Qur'an itu adalah benar. Tiadakah cukup bahwa Tuhanmu menjadi saksi atas segala sesuatu?"

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menjelaskan bahwa *al-afaq* (penjuru langit) mencakup segala benda langit dan hukum peredarannya. Secara saintifik, kemajuan IPTEK dalam mendeteksi hilal dan menghitung orbit bulan adalah bentuk "diperlihatkannya tanda-tanda Allah" di era modern. Ketika teknologi AI dan AT berhasil memetakan posisi hilal dengan presisi absolut, hal itu bukan sekadar penemuan teknis, melainkan pembuktian bahwa desain alam semesta yang diciptakan Allah sangatlah sempurna dan konsisten dengan isyarat-isyarat ilmiah dalam Al-Qur'an.

B. Analisis Hadis: Cahaya Ilmu dalam Menemukan Kebenaran

Rasulullah SAW memberikan motivasi bahwa setiap upaya manusia untuk menempuh jalan ilmu akan dimudahkan jalannya menuju rida Allah dan pemahaman agama yang lebih baik.

Diriwayatkan dari Abu Hurairah radhiyallahu 'anhu, Rasulullah SAW bersabda:

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

Artinya: "Barangsiapa menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga." (HR. Muslim no. 2699).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Yaltamisu 'Ilman (Mencari Ilmu):** Ilmu di sini bersifat komprehensif. Upaya para pakar falak dan pengembang AI untuk menyusun Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) adalah bagian dari "menempuh jalan ilmu" guna mempermudah umat menjalankan ibadah.
2. **Kemudahan Ibadah:** Jika di masa lalu perbedaan hari raya menimbulkan kesulitan sosiologis dan psikologis, maka dengan ilmu (hisab berbasis AI), kesulitan itu diangkat (*raf'ul haraj*). Kemudahan yang dihasilkan oleh teknologi adalah rahmat Allah yang harus disyukuri.
3. **Puncak Peradaban:** Peradaban Islam yang maju adalah peradaban yang mampu menjawab tantangan zaman tanpa kehilangan identitas syariatnya. Menggunakan AI untuk menentukan Ramadan adalah bentuk keberanian ijtihad yang berlandaskan pada *ittiba'* yang cerdas, bukan *taqlid* yang buta terhadap masa lalu.

C. Visi Masa Depan: Islam yang Memimpin dengan Sains

Integrasi Iman dan Ilmu dalam menentukan waktu ibadah membawa pesan penting bagi dunia:

- **Umat Islam sebagai Scientist:** Kita membuktikan bahwa agama tidak anti-sains. Sebaliknya, sains adalah alat untuk menyempurnakan kualitas ibadah.
- **Kesatuan Global:** KHGT adalah prototipe kesatuan umat Islam di bidang lain. Jika kita bisa bersatu dalam satu tanggal, maka kita berpeluang bersatu dalam visi peradaban yang lebih besar.
- **Kemandirian Teknologi:** Pengembangan AT dan AI secara mandiri oleh ilmuwan muslim merupakan manifestasi dari perintah untuk menjadi umat yang unggul (*Khaira Ummah*).

D. Kesimpulan Akhir

Menimbang rukyat dan hisab di era modern dengan dukungan IPTEK canggih, AT, dan AI bukanlah sebuah pertentangan antara tradisi dan modernitas. Ia adalah sebuah evolusi pemikiran yang luhur. Kita beralih dari penglihatan mata yang terbatas menuju penglihatan akal dan teknologi yang menembus batas. Inilah cara kita menghormati Rasulullah SAW: dengan terus mengasah ilmu pengetahuan agar ibadah yang kita lakukan di masa kini dan masa depan memiliki derajat kepastian (*yaqin*) yang sempurna, seraya tetap bersimpuh dalam ketundukan kepada Allah, Sang Pemilik Waktu.

Daftar Pustaka Bab V

- Al-Qur'an al-Karim.
- Ar-Razi, Fakhrudin. (1999). *Mafatih al-Ghaib*. Beirut: Dar Ihya al-Turats al-Arabi.
- Az-Zindani, Abdul Majid. (1997). *Al-I'jaz al-Ilmi*. Kairo: Dar al-Iman.
- Muslim bin al-Hajjaj. *Shahih Muslim*.
- Purwanto, Agus. (2015). *Nalar Ayat-Ayat Semesta*. Bandung: Mizan.
- Saksono, Tono. (2012). *The Unified International Hijri Calendar*.
- Tjamaluddin, Thomas. (2011). *Astronomi Memberi Solusi bagi Penyatuan Kalender Islam*. Jakarta: Widya Pustaka.
- Zarkasyi, Hamid Fahmy. (2020). *Minhaj: Berislam dari Ritual hingga Intelektual*. Jakarta: INSISTS.

Bab VI: Presisi Mutlak Hisab Kontemporer: Integrasi Development Ephemeris NASA dan Implementasi KHGT TIMES

6.1. Melampaui Batas Analitik Klasik: Tuntutan Presisi Tingkat Tinggi dalam Membaca Ketetapan Langit

Perkembangan ilmu falak Islam telah memasuki fase puncaknya di abad ke-21. Jika di masa lalu para pakar falak merasa cukup dengan tabel-tabel ephemeris yang dihitung secara manual atau menggunakan algoritma analitik klasik, maka penerapan Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) memaksa lahirnya sebuah standar baru. Kriteria global yang menuntut pemindaian seluruh permukaan bumi secara *real-time* tidak lagi mentolerir ambang batas kesalahan (*margin of error*) sekecil apa pun. Hisab tidak lagi sekadar hitungan hampiran, melainkan representasi komputasional dari ketetapan kosmik yang mutlak.

A. Landasan Qur'ani: Kesempurnaan Perhitungan Benda Langit

Al-Qur'an menggunakan diksi yang sangat spesifik untuk menggambarkan bagaimana Allah mendesain pergerakan matahari dan bulan, bukan sekadar sebagai penerang, melainkan sebagai instrumen komputasi yang sempurna.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-An'am [6]: 96**:

فَالِقُ الْإِصْبَاحِ وَجَعَلَ اللَّيْلَ سَكَنًا وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ حُسْبَانًا ۚ ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

Artinya: "Dia menyingsingkan pagi dan menjadikan malam untuk beristirahat, dan (menjadikan) matahari dan bulan untuk perhitungan. Itulah ketentuan Allah Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Syekh Zaghlul an-Najjar dalam kajian *I'jaz Ilmi* menjelaskan bahwa kata *husbanan* (حُسْبَانًا) berasal dari akar kata *hasaba* yang berarti menghitung dengan sangat teliti. Sementara kata *taqdir* (تَقْدِيرٌ) bermakna ukuran atau kalibrasi yang sangat eksak. Secara saintifik, ayat ini menolak pandangan bahwa orbit benda langit memiliki distorsi atau keacakan. Ketetapan (*taqdir*) Allah atas matahari dan bulan adalah sebuah model dinamika raksasa yang bebas dari cacat. Dalam rekayasa instrumen falak kontemporer, untuk membaca *husbanan* ini, manusia tidak bisa lagi menggunakan rumus taksiran (*approximation*), melainkan dituntut untuk menggunakan data integrasi numerik yang melacak perturbasi (gangguan gravitasi planet-planet lain) hingga ke orde fraksional terkecil.

B. Analisis Hadis: Kewajiban Presisi dalam Beramal (Itqan)

Semangat untuk terus menyempurnakan metode hisab sejalan dengan perintah Rasulullah SAW untuk melakukan segala pekerjaan dengan tingkat profesionalisme dan ketelitian yang tertinggi (*Itqan*).

Diriwayatkan dari Aisyah radhiyallahu 'anha, Rasulullah SAW bersabda:

إِنَّ اللَّهَ تَعَالَى يُحِبُّ إِذَا عَمِلَ أَحَدُكُمْ عَمَلًا أَنْ يُثِقَنَهُ

Artinya: "Sesungguhnya Allah Ta'ala mencintai apabila salah seorang di antara kalian mengerjakan suatu pekerjaan, ia menyempurnakannya (bertindak profesional/presisi)." (HR. Thabrani dalam Al-Mu'jam Al-Ausath).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Al-Itqan (Kesempurnaan/Presisi):** Dalam konteks penyusunan kalender Islam, *itqan* bermakna tidak mencukupkan diri pada teknologi usang jika instrumen yang jauh lebih akurat telah tersedia. Mempertahankan algoritma era lampau di tengah ledakan komputasi modern adalah bentuk pengabaian terhadap prinsip *itqan*.
2. **Transisi Epistemologi Analitik ke Numerik:** Selama puluhan tahun, dunia hisab global bertumpu pada algoritma analitik klasik, seperti teori VSOP87 (untuk planet) atau rumusan Jean Meeus. Teori analitik ini sangat berjasa pada eranya, namun secara matematis ia menggunakan deret trigonometri yang dipotong (*truncated series*). Akibatnya, seiring berjalannya waktu atau ketika dihadapkan pada lintang yang ekstrem, galat komputasi akan terakumulasi. Mencapai derajat *itqan* hari ini berarti beralih secara penuh menuju integrasi numerik orbit astronomis *real-time* yang tidak mengalami reduksi pembulatan.

C. Kompleksitas Komputasi Global: Mengapa Presisi Mutlak Diperlukan?

Sistem penanggalan lokal/zonal (seperti Imkanur Rukyat regional) hanya memproses persamaan posisi benda langit di satu set koordinat spesifik. Sebaliknya, Kalender Hijriah Global mensyaratkan pemindaian kesatuan matlak di seluruh daratan utama bumi. Ketika mesin algoritma berupaya melacak "Titik Pertama" (*First Point*) di bumi yang memvalidasi elongasi 8 derajat dan altitudo 5 derajat, titik pemenuhan tersebut sering kali berada pada ambang batas matematis yang sangat kritis (misalnya Elongasi tercatat pada 7.9995 derajat).

Jika perangkat lunak masih menggunakan algoritma hampiran klasik *single-thread*, angka kritis 7.9995 derajat tersebut dapat dengan mudah dibulatkan secara keliru menjadi 8.0 derajat karena kelemahan arsitektur *floating-point*. Akibatnya, sistem akan menyimpulkan masuknya bulan baru secara prematur. Untuk mencegah fatalitas yurisprudensi (kesalahan penentuan hari puasa atau Idulfitri) di tingkat internasional, komputasi hisab harus dikalibrasi ulang menggunakan sumber data absolut tingkat dunia. Kebutuhan inilah yang melatarbelakangi adopsi struktur data *Development Ephemeris* (DE) dari NASA.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Tuntutan akurasi tingkat milidetik dalam hisab modern bukanlah sebuah kemewahan teknis, melainkan manifestasi nyata dari ketaatan terhadap perintah *husbanan* (perhitungan yang eksak) dan *itqan* (profesionalisme). Meninggalkan batasan metode analitik klasik dan bertransformasi menuju integrasi numerik tingkat kedirgantaraan merupakan pijakan epistemologis wajib bagi umat Islam, guna memastikan bahwa unifikasi Kalender Hijriah Global Tunggal benar-benar dibangun di atas kepastian yang tak terbantahkan.

6.2. Anatomi Development Ephemeris (DE): Resolusi Milidetik pada de406.bsp, de421.bsp, dan de442.bsp

Sistem penanggalan Islam, khususnya dalam visi Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT), bertumpu pada satu syarat mutlak: data posisi bumi, bulan, dan matahari harus seragam, presisi, dan terverifikasi di seluruh dunia. Untuk mencapai tahap resolusi milidetik dan akurasi sub-meter, para pakar falak dan pengembang perangkat lunak astronomi (termasuk berbasis Python) tidak lagi menggunakan rumus analitik yang rentan galat pembulatan. Dunia sains kini menggunakan *Development Ephemeris* (DE), yakni model tata surya terintegrasi secara numerik yang dirilis oleh *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) NASA. File DE inilah yang menjadi "otak" di balik tingginya akurasi aplikasi hisab kontemporer.

A. Landasan Qur'ani: Keteraturan Orbit pada Garis Edarnya

Al-Qur'an telah memberikan penegasan bahwa setiap benda langit berjalan pada garis edar dan tempat perhentian masing-masing dengan ukuran yang sangat spesifik, tidak saling mendahului atau bertabrakan.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Yasin [36]: 38-40**:

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ۚ ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ (38) وَالْقَمَرَ قَدَرْنَا مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَالْعُرْجُونِ الْقَدِيمِ (39) لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ (40)

Artinya: "Dan matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan Yang Maha Perkasa lagi Maha Mengetahui (38). Dan telah Kami tetapkan bagi bulan manzilah-manzilah, sehingga (setelah dia sampai ke manzilah yang terakhir) kembalilah dia sebagai bentuk tandan yang tua (39). Tidaklah mungkin bagi matahari mendapatkan bulan dan malampun tidak dapat mendahului siang. Dan masing-masing beredar pada garis edarnya (40)."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menyoroti kata *Taqdir* (ketetapan ukuran) dan *Falak* (garis edar). Beliau menjelaskan bahwa pergerakan ini tidak terjadi secara kebetulan, melainkan diatur oleh hukum-hukum gerak yang sangat ketat. Di era IPTEK modern, *Taqdir* matematis dari "garis edar" (*falak*) ini diterjemahkan manusia melalui proses **Integrasi Numerik**. Data JPL NASA (*Development Ephemeris*) adalah upaya paling komprehensif dari manusia untuk memetakan *Taqdir* orbit tersebut. Ayat ini menegaskan bahwa matahari dan bulan memiliki model dinamikanya sendiri-sendiri, yang kini dienkrupsi oleh ilmuwan ke dalam format file `.bsp` (*Binary Space Partition*) untuk dibaca oleh bahasa pemrograman kontemporer.

B. Analisis Hadis: Otoritas Sains dalam Perkara Teknis

Islam memberikan ruang yang sangat luas bagi pengembangan sains terapan. Dalam urusan teknis empiris yang tidak terkait dengan ibadah mahdhah secara langsung—seperti teknologi navigasi dan astronomi komputasional—Rasulullah SAW menyerahkan otoritasnya kepada observasi manusia.

Diriwayatkan dari Anas bin Malik radhiyallahu 'anhu, Rasulullah SAW bersabda:

Artinya: "Kalian lebih mengetahui urusan dunia kalian." (HR. Muslim no. 2363).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Amru Duniyakum (Urusan Dunia Kalian):** Para ulama ushul fikih sepakat bahwa hadis ini menjadi landasan independensi sains (termasuk fisika, kedokteran, dan astronomi). Menghitung orbit bulan dengan mempertimbangkan teori relativitas umum Einstein dan gravitasi benda-benda trans-Neptunus adalah murni "urusan dunia" (sains empiris).
2. **Integrasi ke dalam Fikih:** Meskipun pembuatan file DE adalah karya ilmuwan antariksa internasional (NASA), hasilnya (data posisi bulan/hilal) wajib digunakan oleh umat Islam jika terbukti memiliki akurasi tertinggi (*Haqqul Yaqin*). Menggunakan data DE seperti `de421.bsp` atau `de442.bsp` untuk menentukan ijtimak dan posisi hilal adalah bentuk pengamalan hadis ini—kita mengambil ilmu teknis duniawi terbaik untuk menyempurnakan ibadah kita.

C. Deep-Dive: Spesifikasi dan Evolusi File BSP (`de406`, `de421`, `de442`)

Format `.bsp` (Binary Space Partition) yang menjadi standar data *Ephemeris* NASA mengandung koefisien polinomial Chebyshev. Melalui bahasa pemrograman Python dan pustaka mutakhir seperti `skyfield` atau `jplephem`, kita mengekstrak posisi Barycentric (titik pusat massa tata surya) dengan tingkat kesalahan nyaris nol. Mari kita bedah variannya:

1. `de406.bsp` (Long-Term Ephemeris):

File ini dirancang untuk bentang waktu yang sangat panjang (dari tahun 3000 SM hingga 3000 M). Akurasinya sedikit direduksi untuk memperkecil ukuran file, namun `de406` sangat krusial bagi analisis sejarah (*historical astronomy*). Jika kita ingin melacak kondisi gerhana matahari pada zaman Nabi Muhammad SAW atau memvalidasi data kalender hijriah historis ribuan tahun ke belakang, `de406` adalah instrumen utamanya.

2. `de421.bsp` (High Precision Lunar Model):

Dirilis pada tahun 2008, model ini memberikan resolusi sub-meter untuk orbit bulan. Model ini dikalibrasi menggunakan data *Lunar Laser Ranging* (LLR)—tembakan laser ke reflektor yang ditinggalkan di bulan oleh misi Apollo. Untuk perhitungan Imkanur Rukyat dan tinggi hilal kontemporer yang menuntut kepastian pada desimal derajat sekecil mungkin, `de421.bsp` memberikan kepastian visibilitas yang tidak dapat dibantah secara optis maupun matematis.

3. `de442.bsp` / `de440.bsp` (The Pinnacle of Modern Astrometry):

Ini adalah mahkota komputasi astronomi saat ini (rilis tahun 2020/2021). Integrasi numeriknya melacak hingga ke efek angin surya, gravitasi ratusan asteroid besar, dan distorsi ruang-waktu (relativitas). Dalam konteks penyusunan KHGT, penggunaan `de442.bsp` memastikan sinkronisasi komputasi zona waktu global tidak akan meleset

satu milidetik pun. Di sinilah letak revolusi sesungguhnya: hilal tidak lagi "diperkirakan" tempatnya, melainkan "dipastikan" secara mutlak letak koordinat spasialnya (*Right Ascension* dan *Declination*).

D. Kesimpulan Sub-Bab

Data *Development Ephemeris* (DE) adalah jembatan yang menghubungkan wahyu tentang keteraturan alam dengan realitas teknis perhitungan modern. Keterikatan para ahli falak masa kini terhadap file-file seperti `de421.bsp` dan `de442.bsp` menunjukkan bahwa hisab telah berevolusi dari sekadar "ilmu hitung perkiraan" menjadi "ilmu sains eksakta tingkat kedirgantaraan". Ini adalah bukti bahwa akal manusia mampu membaca *Taqdir* (ketetapan) Allah dengan semakin jernih dari zaman ke zaman.

6.3. KHGT TIMES: Lompatan Kuantum Komputasi Falak Terintegrasi Python

Teori ephemeris tingkat tinggi dan algoritma integrasi numerik NASA tidak akan memberikan dampak sosial dan syar'i yang nyata jika hanya tersimpan di dalam jurnal akademik atau komputer super di laboratorium. Ia harus "dibumikan" dan diekstraksi menjadi sebuah antarmuka yang dapat diakses, divalidasi, dan dioperasikan oleh para ulama, pakar hisab, dan masyarakat luas. Menjawab tantangan ini, lahirlah **KHGT TIMES**—sebuah instrumen astronomi digital mutakhir yang mengintegrasikan kompleksitas mekanika tata surya ke dalam arsitektur perangkat lunak berbasis bahasa pemrograman Python.

A. Landasan Qur'ani: Digitalisasi Hisab sebagai Manifestasi Pengetahuan

Al-Qur'an menegaskan bahwa fenomena alam semesta sengaja dirancang secara matematis agar manusia dapat membangun sistem komputasi (hisab) untuk perkalenderan yang terperinci.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-Isra' [17]: 12**:

وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ آيَاتٍ لِّمَنْ أَحْسَنَهُ فَمَتَّعْنَا آيَةَ اللَّيْلِ وَجَعَلْنَا آيَةَ النَّهَارِ مُبْصِرَةً لِّمَنْ أَبْصَرَهُ فَاتَّبِعُوا فَضْلًا مِنْ رَبِّكُمْ وَاتَّقُوا عَذَابَ السَّعِيرِينَ
وَالْحِسَابَ ۗ وَكُلَّ شَيْءٍ فَصَّلْنَا تَفْصِيلًا

Artinya: "Dan Kami jadikan malam dan siang sebagai dua tanda, lalu Kami hapuskan tanda malam dan Kami jadikan tanda siang itu terang, agar kamu mencari kurnia dari Tuhanmu, dan supaya kamu mengetahui bilangan tahun-tahun dan hisab. Dan segala sesuatu telah Kami terangkan dengan jelas."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Tafsir Al-Qurthubi dan Ar-Razi menyoroiti frasa *li-ta'lamu 'adadas-sinina wal-hisab* (supaya kamu mengetahui bilangan tahun-tahun dan hisab). Penggunaan kata *fassalnahu tafsilah* (Kami terangkan dengan sangat jelas/terperinci) mengindikasikan bahwa sistem alam semesta ini tidak memiliki kerancuan logis. Dalam ranah rekayasa perangkat lunak (software engineering), perintah ini adalah legitimasi bagi manusia untuk membangun arsitektur komputasi yang merinci dan membedah posisi benda langit. Aplikasi KHGT TIMES mewujudkan *tafsilah* (keterperincian) ini melalui lebih dari 8000 baris kode yang menerjemahkan hukum fisika menjadi alat navigasi waktu ibadah yang definitif.

B. Analisis Hadis: Otonomi Rekayasa Teknologi sebagai Urusan Duniawi

Pengembangan piranti lunak untuk keperluan syariat masuk ke dalam ranah otonomi sains empiris. Rasulullah SAW memberikan keleluasaan bagi umatnya untuk berinovasi pada instrumen-instrumen teknis yang membawa kemaslahatan.

Diriwayatkan dari Anas bin Malik radhiyallahu 'anhu, Rasulullah SAW bersabda:

أَنْتُمْ أَعْلَمُ بِأَمْرِ دُنْيَاكُمْ

Artinya: "Kalian lebih mengetahui urusan dunia kalian." (HR. Muslim no. 2363).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Otoritas Sains Terapan:** Hadis ini memisahkan antara ibadah *mahdhah* yang tata caranya absolut dari wahyu, dengan ibadah *ghairu mahdhah* atau sarana (*wasilah*) yang bergantung pada inovasi manusia. Menggunakan bahasa pemrograman Python untuk membangun GUI (Graphical User Interface) astronomi adalah murni *amru dunyakum* (urusan dunia).
2. **Kemandirian Teknologi Umat:** Selama bertahun-tahun, dunia falak sangat bergantung pada perangkat lunak pionir generasi lama (seperti *Accurate Times* yang dibangun di atas teori analitik klasik VSOP87). KHGT TIMES hadir untuk memutus ketergantungan tersebut, mengambil alih kendali dengan arsitektur modern yang secara khusus dirancang untuk memproses kriteria Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT), membuktikan bahwa umat Islam mampu meramu teknologinya sendiri pada standar internasional.

C. Arsitektur Hibrida KHGT TIMES: Sinergi Skyfield, PyEphem, dan CustomTkinter

Sebagai lompatan kuantum (*Quantum Leap*) dalam komputasi falak, KHGT TIMES dirancang dengan arsitektur multithreading dan eksekusi asinkronus yang sangat agresif. Perangkat lunak ini tidak mengandalkan satu pustaka tunggal, melainkan mengorkestrasi tiga lapis mesin saintifik:

1. **Mesin Verifikasi Absolut (Skyfield & DE NASA):** Untuk mendapatkan tingkat kesalahan nyaris nol, sistem terhubung langsung dengan file *Binary Space Packet* (BSP) NASA seperti *de421.bsp* dan *de442.bsp*. Operasi ini berbasis kalkulasi matriks vektor tiga dimensi (X, Y, Z), bukan aproksimasi trigonometri. Skyfield melakukan perhitungan *High-Precision Vector Astrometry*, mengoreksi nutasi, presesi, paralaks horizontal, dan refraksi suhu lokal hingga ke level fraksi menit busur.
2. **Radar Pemindai Kecepatan Tinggi (PyEphem):** Implementasi KHGT mensyaratkan pemindaian seluruh daratan di permukaan bumi (*Global Scanning*) untuk melacak titik pertama masuknya bulan baru. Jika hanya menggunakan Skyfield, kalkulasi ratusan kota dunia akan membekukan antarmuka aplikasi. Oleh karena itu, diimplementasikan algoritma hibrida. *PyEphem* (yang merupakan pustaka *wrapper* C-Core berkecepatan eksekusi tingkat rendah) digunakan sebagai radar awal untuk membuang wilayah yang hilalnya secara absolut mustahil terlihat. Kandidat kota yang lolos seleksi kemudian dilemparkan ke Skyfield untuk diverifikasi.

3. **Peta Kontinu dan Simulasi 3D (SciPy & Matplotlib):** Untuk mengubah angka desimal yang kaku menjadi Peta Visibilitas Resolusi Tinggi (*Crescent Visibility HD Map*), KHGT TIMES menggunakan *SciPy* untuk melakukan Interpolasi Spasial Bicubic (*Bicubic Spline Interpolation*). Data diskrit direntangkan menjadi jutaan piksel kontinu yang menghaluskan kurva batas elongasi 8 derajat dan altitudo 5 derajat. Selain itu, *Matplotlib* digunakan untuk membangun Simulator Geocentre 3D yang interaktif, di mana pengguna dapat memutar ruang angkasa maya secara 360 derajat.
4. **Antarmuka Asinkronus (CustomTkinter):** Mencegah *bottleneck* komputasi (pembekuan layar saat aplikasi sedang menghitung "Super-Kalkulasi 50 Tahun"), sistem UI dibangun di atas *CustomTkinter* yang elegan, responsif, dan menerapkan Mode Gelap (*Dark Mode*) untuk mencegah kelelahan mata optik (ocular fatigue) saat digunakan di malam hari atau observasi lapangan.

D. Kesimpulan Sub-Bab

KHGT TIMES bukan sekadar kalkulator waktu salat biasa, melainkan sebuah laboratorium falak digital (*Digital Observatory*). Dengan mengawinkan ketajaman logika Python, basis data ephemeris kedirgantaraan NASA, dan rekayasa antarmuka modern, ia mewujudkan sebuah sistem yang proaktif memindai keabsahan hilal global tanpa dibatasi sekat negara. Inovasi ini adalah penutup yang sempurna bagi transisi epistemologi umat—membuktikan bahwa sains komputasi tingkat tinggi (*IT dan AI*) adalah perangkat yang paling *haqq* untuk menjaga kemurnian dan ketepatan ibadah umat Islam di era kontemporer.

Daftar Pustaka Bab VI

- Al-Qur'an al-Karim.
- Al-Asqalani, Ibnu Hajar. (n.d.). *Fathul Bari Syarh Shahih al-Bukhari*. Kairo: Dar al-Hadits.
- Anwar, Syamsul. (2018). *Hari-Hari Besar Islam: Kalender Hijriah Global*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Folkner, W. M., Williams, J. G., Boggs, D. H., Park, R. S., & Kuchynka, P. (2014). "The Planetary and Lunar Ephemerides DE430 and DE431". The Interplanetary Network Progress Report, 42-196, 1-81. Jet Propulsion Laboratory.
- Kasmui. (2026). *Unlock The Cosmos: KHGT Times – Aplikasi Astronomi Terintegrasi Python Berbasis KHGT Engine*. Semarang.
- Meeus, Jean. (1998). *Astronomical Algorithms* (2nd ed.). Richmond: Willmann-Bell.
- Muslim bin al-Hajjaj. *Shahih Muslim*.
- NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL). *Development Ephemeris (DE406, DE421, DE442)*.
- Rhodes, B. (2019). "Skyfield: High precision research-grade positions for planets and Earth satellites". *Journal of Open Source Software*, 4(40), 1367.
- Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., et al. (2020). "SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python". *Nature Methods*, 17, 261-272.

Bab VII: Implementasi Teknis KHGT TIMES: Rekayasa Perangkat Lunak Astronomi Berbasis Python

7.1. Membumikan Algoritma Langit: Arsitektur Hibrida Python dalam KHGT TIMES

Konstruksi Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) yang bertumpu pada data *Development Ephemeris* (DE) NASA menuntut sebuah wadah komputasi yang tangguh. Teori-teori mekanika benda langit yang sangat rumit tidak akan memberikan maslahat sosiologis jika tidak diterjemahkan ke dalam bahasa mesin yang aplikatif dan mudah diakses. Aplikasi KHGT TIMES hadir sebagai jawaban atas tantangan tersebut. Dibangun dengan lebih dari 8000 baris kode bahasa pemrograman Python, perangkat lunak ini merupakan purwarupa nyata dari integrasi sains kedirgantaraan dengan kebutuhan yurisprudensi Islam kontemporer.

A. Landasan Qur'ani: Penundukan Alam Semesta untuk Manusia (Taskhir)

Al-Qur'an menjelaskan bahwa Allah secara aktif menundukkan (*taskhir*) benda-benda langit agar dapat dipelajari, dikalkulasi, dan dimanfaatkan oleh manusia untuk kemaslahatan hidup dan ibadah mereka.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Ibrahim [14]: 33**:

وَسَخَّرَ لَكُمُ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ دَائِبَيْنِ وَسَخَّرَ لَكُمُ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ

Artinya: "Dan Dia telah menundukkan (pula) bagimu matahari dan bulan yang terus menerus beredar (dalam orbitnya); dan telah menundukkan bagimu malam dan siang."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Imam Fakhruddin Ar-Razi dalam *Mafatih al-Ghaib* menafsirkan kata *sakhkhara* (menundukkan) sebagai penyiapan sistem alam semesta yang memiliki keteraturan pasti sehingga akal manusia mampu mengambil manfaat darinya. Kata *da'ibaini* (keduanya terus-menerus beredar) menunjukkan sifat mekanika langit yang repetitif dan dapat diprediksi secara matematis. Secara saintifik dan rekayasa perangkat lunak, menundukkan (*taskhir*) matahari dan bulan di era modern adalah dengan memodelkan pergerakan orbit tersebut ke dalam baris-baris kode algoritma. Aplikasi KHGT TIMES adalah manifestasi dari *taskhir* ini; mengubah objek langit fisik menjadi objek komputasi digital (*digital twin*) yang patuh pada parameter pemrogramannya.

B. Analisis Hadis: Pemanfaatan Ilmu sebagai Instrumen Amal Jariyah

Inovasi teknologi yang memfasilitasi umat dalam menegakkan syariat ibadah merupakan bentuk nyata dari ilmu yang bermanfaat, yang pahalanya terus mengalir melampaui usia penemunya.

Diriwayatkan dari Abu Hurairah radhiyallahu 'anhu, Rasulullah SAW bersabda:

إِذَا مَاتَ الْإِنْسَانُ انْقَطَعَ عَنْهُ عَمَلُهُ إِلَّا مِنْ ثَلَاثَةٍ: إِلَّا مِنْ صَدَقَةٍ جَارِيَةٍ، أَوْ عِلْمٍ يُنْتَفَعُ بِهِ، أَوْ وَلَدٍ صَالِحٍ يَدْعُو لَهُ

Artinya: "Apabila manusia meninggal dunia maka terputuslah amalannya kecuali dari tiga perkara: sedekah jariyah, ilmu yang bermanfaat, atau anak saleh yang mendoakannya." (HR. Muslim no. 1631).

Syarat & Analisis Mendalam:

1. **'Ilmun Yuntafa'u bihi (Ilmu yang Bermanfaat):** Dalam tradisi ulama salaf, ilmu yang bermanfaat sering dikonotasikan dengan kitab-kitab fikih atau akidah. Di abad ke-21, definisi ini meluas mencakup piranti lunak (software) yang menjaga akurasi ibadah umat.
2. **Rekayasa Perangkat Lunak sebagai Ibadah:** Ribuan baris kode Python yang disusun untuk membangun KHGT TIMES bukanlah sekadar entitas teknis kosong. Ketika kode tersebut mengeksekusi fungsi pencarian ijtimak, menghitung *sunset*, dan memverifikasi elongasi bulan di seluruh dunia untuk menyatukan umat Islam dalam satu kalender, maka piranti lunak tersebut telah bertransformasi menjadi *ilmu yang bermanfaat* secara global.

C. Deep-Dive: Arsitektur Hibrida Python (Skyfield, PyEphem, dan CustomTkinter)

Kompleksitas perhitungan Kalender Hijriah Global menuntut aplikasi KHGT TIMES (*Unlock The Cosmos*) dibangun menggunakan arsitektur hibrida. Python dipilih karena ketangguhannya dalam mengolah data sains (*data science*) secara asinkronus.

1. Lapis Fondasi Presisi Mutlak (Skyfield):

KHGT TIMES menggunakan pustaka *Skyfield* untuk memuat file eksternal DE NASA (seperti *de421.bsp*). Pustaka ini memproses posisi *Barycentric* planetarium menggunakan vektor NumPy tiga dimensi. Dengan *Skyfield*, aplikasi ini tidak lagi menghitung hampiran, melainkan merekonstruksi ruang angkasa maya di dalam memori komputer (RAM) untuk mendapatkan kordinat geosentris hilal secara absolut.

2. Lapis Radar Pemindai Global (PyEphem):

Proses pemindaian KHGT mengharuskan aplikasi memeriksa koordinat di ratusan negara dan memvalidasi kriteria pemenuhan visibilitas hilal global (elongasi 8 derajat, tinggi 5 derajat). Jika murni menggunakan *Skyfield*, proses ini akan memakan waktu komputasi yang sangat lama (*overhead*). KHGT TIMES mengimplementasikan *PyEphem* yang berjalan dengan inti C (*C-Core Backend*) untuk bertindak sebagai radar awal berkecepatan tinggi. Wilayah yang mustahil terlihat hilalnya dieliminasi dalam hitungan milidetik, sementara kandidat zona pemenuhan visibilitas hilal diteruskan kembali ke *Skyfield* untuk perhitungan final resolusi tinggi.

3. Lapis Antarmuka Eksekusi (CustomTkinter):

Akurasi data yang hebat tidak akan berguna jika antarmukanya (*User Interface*) rumit dan lambat. KHGT TIMES mengemas ribuan variabel komputasi falak ini melalui *CustomTkinter*. Dengan desain *Dark Mode* yang modern dan elegan, pengguna dapat memvisualisasikan data astronomi secara intuitif, mengakses *Star Chart*, dan memantau tabel *Ephemeris* tanpa perlu mengerti bahasa pemrograman sama sekali.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Sub-bab ini membuktikan bahwa arsitektur KHGT TIMES bukanlah sekadar kalkulator sederhana, melainkan sebuah orkestrasi *software engineering* yang sangat kompleks. Integrasi Skyfield, PyEphem, dan CustomTkinter melahirkan mesin pemroses (*engine*) astronomi lokal yang mandiri. Langkah ini membebaskan umat Islam dari ketergantungan pada perangkat lunak buatan luar negeri, sekaligus mendemonstrasikan bahwa algoritma sains tingkat tinggi dapat dibumikan ke dalam aplikasi *desktop* untuk mewujudkan kepastian Kalender Hijriah Global.

7.2. Implementasi Fitur Pemetaan Global dan Visualisasi 3D dalam KHGT TIMES

Komputasi astronomi yang rumit sering kali menghasilkan lautan data biner dan matriks desimal yang sulit dipahami oleh masyarakat awam maupun pemangku kebijakan (ulama/hakim agama). Oleh karena itu, arsitektur KHGT TIMES dirancang untuk tidak hanya menjadi "mesin hitung", melainkan juga "mesin visualisasi". Penggunaan grafik peta visibilitas (*visibility map*) dan pemetaan bintang (*star chart*) 3D adalah upaya mengkonversi data abstrak menjadi *bayan* (penjelasan) visual yang memberikan kepastian empiris bagi berlakunya Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT).

A. Landasan Qur'ani: Perintah Observasi dan Pemetaan Alam Semesta

Al-Qur'an secara eksplisit memerintahkan manusia untuk melakukan observasi yang mendalam (*nazhar*) terhadap arsitektur langit dan bumi, yang pada era modern diwujudkan melalui simulasi dan pemetaan spasial.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-A'raf [7]: 185**:

أَوَلَمْ يَنْظُرُوا فِي مَلَكُوتِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا خَلَقَ اللَّهُ مِنْ شَيْءٍ وَأَنْ عَسَى أَنْ يَكُونَ قَدِ اقْتَرَبَ أَجَلُهُمْ فَفِي أَيِّ حَدِيثٍ
بَعْدَهُ يُؤْمِنُونَ

Artinya: "Dan apakah mereka tidak memperhatikan kerajaan langit dan bumi dan segala sesuatu yang diciptakan Allah, dan kemungkinan telah dekatnya kebinasaan mereka? Maka kepada perkataan apalagi mereka akan beriman sesudah Al-Qur'an itu?"

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Syekh Tantawi Jauhari dalam *Al-Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim* menjelaskan bahwa kata *yanzhuru* (memperhatikan/melihat) dalam ayat ini bukanlah sekadar pandangan mata biasa, melainkan observasi ilmiah, penelitian, dan visualisasi tata surya (ilmu falak). Frasa *malakut as-samawati wal-ardh* (kerajaan langit dan bumi) merujuk pada sistem makrokosmos yang saling terikat. Dalam rekayasa perangkat lunak KHGT TIMES, mengimplementasikan *Star Chart* (peta bintang) dan visualisasi planet adalah bentuk nyata dari upaya *nazhar* ini. Memproyeksikan data orbit ke dalam layar komputer memungkinkan umat manusia melihat "malakut" tersebut secara komprehensif tanpa harus pergi ke luar angkasa, sehingga menambah keimanan terhadap *Sunnatullah*.

B. Analisis Hadis: Urgensi Kejelasan Informasi (Bayan) dalam Menghapus Keraguan

Dalam menetapkan hukum atau kebijakan yang menyangkut orang banyak, informasi harus disajikan dengan sangat jelas dan memiliki daya tarik logika yang kuat agar tidak menimbulkan perpecahan.

Diriwayatkan dari Abdullah bin Umar radhiyallahu 'anhuma, Rasulullah SAW bersabda:

إِنَّ مِنَ الْبَيَانِ لَسِحْرًا

Artinya: "Sesungguhnya dalam sebagian penjelasan (bayan) itu terdapat sihir (daya tarik yang memukau)." (HR. Bukhari no. 5146).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Al-Bayan (Penjelasan yang Terang):** Hadis ini menegaskan kekuatan dari sebuah presentasi atau penjelasan. Dalam konteks astronomi komputasional, angka koordinat elongasi 8° dan altitudo 5° (kriteria KHGT) mungkin tidak bermakna bagi orang awam. Namun, ketika angka tersebut divisualisasikan menjadi garis batas parabolik berwarna merah dan hijau di atas peta dunia, ia menjadi *bayan* yang memiliki "sihir" (daya tarik pembuktian matematis yang tak terbantahkan).
2. **Pemetaan sebagai Hujjah:** Visualisasi adalah *hujjah* (argumen) modern. Jika seorang hakim agama disodorkan peta visibilitas global dari KHGT TIMES yang menunjukkan bahwa garis pemenuhan visibilitas hilal telah menyentuh daratan benua Amerika sebelum fajar di Asia, maka keputusan untuk menetapkan keesokan harinya sebagai tanggal 1 Hijriah untuk seluruh dunia menjadi sangat mudah dan rasional diterima umat.

C. Deep-Dive: Orkestrasi Visual (Matplotlib, SciPy, dan Simulasi Star Chart)

Untuk mewujudkan daya *bayan* tersebut, KHGT TIMES (*Unlock The Cosmos*) menggunakan teknologi integrasi pustaka visualisasi tingkat lanjut di Python:

1. Pemetaan Visibilitas Hilal Global (Crescent Visibility HD Map):

KHGT TIMES menggunakan perpaduan NumPy dan Matplotlib untuk memproyeksikan bumi (dalam proyeksi ekuirektangular atau orthografik). Aplikasi ini memetakan ribuan titik grid di permukaan bumi dan menghitung status visibilitas hilalnya. Untuk menghasilkan garis kurva batas bulan baru yang sangat mulus dan presisi (bukan garis patah-patah/pikselasi), digunakan pustaka SciPy yang menerapkan algoritma interpolasi numerik tingkat tinggi (*Bicubic Spline Interpolation*). Hal ini memastikan akurasi geografis letak garis tanggal hijriah hingga resolusi skala kota.

2. Star Chart & Planet Positions Interaktif:

Sebagai instrumen falak yang komprehensif, KHGT TIMES tidak hanya menghitung matahari dan bulan, tetapi juga memiliki fitur pemetaan bintang (*Star Chart*) interaktif. Pengguna dapat melihat posisi planet-planet secara *real-time* atau pada tanggal spesifik di masa lalu/depan. Visualisasi ini dibangun dengan mentransformasi koordinat

ekuatorial asensio rekta (*Right Ascension*) dan deklinasi (*Declination*) menjadi koordinat horizon (Azimut dan Altitudo) secara dinamis sesuai titik observasi pengguna.

3. Simulasi Dinamis (Time-Stepping Animation):

Tidak hanya gambar statis, arsitektur KHGT TIMES memungkinkan simulasi pergerakan benda langit dengan fitur animasi. Pengguna dapat memanipulasi *slider* waktu, dan secara *real-time* sistem Python mengeksekusi perhitungan ulang (looping komputasi) untuk memperbarui posisi benda langit di layar. Hal ini sangat berguna untuk keperluan edukasi dan simulasi terjadinya gerhana atau detik-detik ijtimak.

D. Kesimpulan Sub-Bab

Implementasi fitur pemetaan global dan *Star Chart* dalam KHGT TIMES mengubah paradigma ilmu falak dari yang semula eksklusif (hanya dipahami oleh penghitung angka) menjadi inklusif (dapat dilihat dan dipahami oleh publik). Visualisasi data ini adalah jembatan emas yang menghubungkan kerumitan algoritma NASA DE dengan kebutuhan sosialisasi Kalender Hijriah Global Tunggal. Melalui *bayán* digital ini, umat disuguhkan bukti empiris yang menyingkirkan keraguan, memperkuat keyakinan bahwa kesatuan penanggalan Islam di seluruh dunia adalah hal yang secara saintifik sangat mungkin dan rasional untuk diwujudkan.

7.3. Konklusi Arsitektural: KHGT TIMES sebagai Puncak Kemandirian Falak Umat Islam

Pengembangan piranti lunak komputasi astronomi berskala internasional bukanlah sekadar pencapaian teknis, melainkan sebuah proklamasi kemandirian peradaban. Di tengah dominasi teknologi dari dunia Barat, kehadiran aplikasi KHGT TIMES yang dibangun dengan lebih dari 8000 baris kode mandiri merupakan sebuah tonggak sejarah. Ia membuktikan bahwa umat Islam, khususnya para pakar falaknya, tidak lagi hanya menjadi konsumen pasif (*end-user*) dari aplikasi pihak ketiga, melainkan telah bertransformasi menjadi kreator arsitektur (*architect-creator*) yang mendikte standar presisi sesuai dengan kebutuhan syariat Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT).

A. Landasan Qur'ani: Transformasi Peradaban Melalui "Pena" Digital

Al-Qur'an menempatkan instrumen pencatatan dan pemrograman ("pena") sebagai pilar utama transformasi pengetahuan yang dengannya Allah mengangkat derajat ketidaktahuan manusia menjadi umat yang tercerahkan.

Allah SWT berfirman dalam **Surat Al-'Alaq [96]: 4-5**:

الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ (4) عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ (5)

Artinya: "Yang mengajar (manusia) dengan perantaran kalam (pena) (4). Dia mengajar kepada manusia apa yang tidak diketahuinya (5)."

Tafsir & Takwil Ilmiah:

Dalam tafsir-tafsir klasik seperti *Tafsir Al-Qurthubi*, *Al-Qalam* dimaknai sebagai alat ukir peradaban yang memindahkan ilmu dari ruang abstrak ke ruang nyata yang dapat diwariskan. Dalam takwil saintifik kontemporer, *Al-Qalam* (pena) telah berevolusi bentuknya menjadi papan ketik (*keyboard*) dan bahasa pemrograman (*programming language*). Baris-baris kode Python yang merajut logika antarmuka dan komputasi di dalam KHGT TIMES adalah wujud mutakhir dari "pena" tersebut. Melalui "pena digital" inilah, Allah mengajarkan kepada umat manusia presisi orbit benda langit (*ma lam ya'lam* - apa yang sebelumnya tidak diketahui secara kasat mata), sehingga melahirkan kemandirian intelektual dan teknologi.

B. Analisis Hadis: Membangun Kekuatan Umat di Bidang Sains

Islam memandang kekuatan (*Al-Quwwah*) bukan semata-mata pada aspek fisik atau militer, melainkan juga pada penguasaan instrumen strategis yang menjaga kedaulatan ibadah umat, termasuk kemandirian dalam bidang IPTEK falak.

Diriwayatkan dari Abu Hurairah radhiyallahu 'anhu, Rasulullah SAW bersabda:

الْمُؤْمِنُ الْقَوِيُّ خَيْرٌ وَأَحَبُّ إِلَى اللَّهِ مِنَ الْمُؤْمِنِ الضَّعِيفِ، وَفِي كُلِّ خَيْرٍ

Artinya: "Mukmin yang kuat lebih baik dan lebih dicintai oleh Allah daripada mukmin yang lemah, namun pada masing-masingnya terdapat kebaikan." (HR. Muslim no. 2664).

Syarah & Analisis Mendalam:

1. **Al-Mu'min Al-Qawiyyu (Mukmin yang Kuat):** Kekuatan di era digital diukur dari kedaulatan data dan teknologi. Umat Islam yang bergantung pada kalender dan algoritma yang diatur oleh pihak eksternal, atau tunduk pada keterbatasan *software* klasik yang sudah usang, berada pada posisi yang lemah (*dha'if*).
2. **Kemandirian Falak:** KHGT TIMES adalah manifestasi dari mukmin yang kuat. Dengan membangun *engine* (*core processing*) sendiri menggunakan integrasi Python, umat Islam memiliki kontrol penuh atas parameter yang digunakan, bebas mengaudit *source code* komputasi (apakah benar elongasi yang diukur adalah elongasi toposentris atau geosentris), dan tidak terikat pada *black-box software* buatan asing. Kedaulatan ini sangat krusial bagi implementasi putusan majelis ulama bertaraf internasional.

C. Deep-Dive: KHGT TIMES sebagai Puncak Karya Monumental

Dokumentasi arsitektur KHGT TIMES (*Unlock The Cosmos*) yang mencapai ratusan halaman mencerminkan level keseriusan (*itqan*) dalam rekayasa perangkat lunak ini. Berbagai capaian kemandirian arsitektural yang patut dicatat antara lain:

1. Kedaulatan Algoritma KHGT:

Berbeda dengan perangkat lunak astronomi umum (seperti *Stellarium* atau *Starry Night*) yang tidak didesain untuk hukum Islam, KHGT TIMES secara spesifik mengkrystalkan kriteria Kalender Hijriah Global (seperti Kriteria Istanbul 2016 atau putusan Tarjih) ke dalam logika utamanya. Parameter syarat pemenuhan visibilitas hilal

global langsung dieksekusi secara instan, tanpa mengharuskan ulama melakukan konversi data manual.

2. Skalabilitas dan Keterbukaan Ekosistem:

Dibangun menggunakan pustaka ekosistem Python yang bersifat *open-source* (seperti NumPy, SciPy, Matplotlib, Skyfield, dan CustomTkinter), aplikasi ini menjamin *sustainability* (keberlanjutan) jangka panjang. Jika di masa depan parameter KHGT diperbarui oleh konsensus ulama dunia, pemrogram tidak perlu merombak mesin dari nol; cukup menyesuaikan koefisien matriks pada modul kriterianya.

3. Desain Antarmuka Berpusat pada Pengguna Manusia (*Human-Centered GUI*):

Keunggulan aplikasi ini tidak hanya pada sisi *backend* NASA-nya, tetapi pada kemampuannya menerjemahkan "kesulitan komputasi" menjadi "kemudahan operasi" (GUI). Menyatukan panel *Ephemeris*, *Crescent Map HD*, *Star Chart*, hingga *Player Animation* dalam satu *dashboard* adalah capaian rekayasa *front-end* yang memungkinkan KHGT TIMES diadopsi oleh pondok pesantren, perguruan tinggi, hingga pusat observasi astronomi global.

D. Kesimpulan Bab VII

KHGT TIMES bukan sekadar alat, ia adalah monumen intelektual. Arsitektur hibrida berbasis Python yang menggabungkan kepastian data NASA dengan keindahan visual antarmuka modern menunjukkan bahwa hisab Islam telah mencapai puncak presisinya. Umat Islam tidak perlu lagi menengok ke belakang dan meragukan kepastian waktu. Dengan *engine* mandiri ini, kita telah membuktikan bahwa sains, akal, dan wahyu dapat bersinergi dalam satu genggam instrumen digital untuk memimpin peradaban di masa depan.

Daftar Pustaka Bab VII

- Al-Qur'an al-Karim.
- Al-Qurthubi, Syamsuddin. (2006). *Al-Jami' li Ahkam al-Qur'an*. Beirut: Muassasah ar-Risalah.
- Hunter, J. D. (2007). "*Matplotlib: A 2D graphics environment*". *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 90-95.
- Kasmui. (2026). *Unlock The Cosmos: KHGT Times – Aplikasi Astronomi Terintegrasi Python Berbasis KHGT Engine*. Semarang. Diakses dari <https://hisabmu.com/khgttimes/>
- Muslim bin al-Hajjaj. *Shahih Muslim*.
- Rhodes, B. (2019). "*Skyfield: High precision research-grade positions for planets and Earth satellites*". *Journal of Open Source Software*, 4(40), 1367.
- Schaller, Tom (2023). *CustomTkinter Documentation*. (Python UI Library).
- Zarkasyi, Hamid Fahmy. (2020). *Minhaj: Berislam dari Ritual hingga Intelektual*. Jakarta: INSISTS.

Bab VIII: Penentuan Waktu Shalat Memakai Hisab, Mengapa Penentuan Awal Bulan Pakai Rukyat?

Dalam diskursus ilmu falak (astronomi Islam) dan fikih kontemporer, terdapat sebuah paradoks metodologis dan epistemologis yang secara persisten jamak dipraktikkan oleh mayoritas umat Islam di berbagai belahan dunia.¹ Untuk menentukan waktu shalat lima waktu yang terjadi setiap hari, umat secara mutlak telah menerima, mengadopsi, dan bergantung sepenuhnya pada instrumen hisab matematis—mulai dari jadwal shalat digital di masjid-masjid, jam pintar, hingga perangkat lunak astronomi terkomputerisasi yang terhubung dengan *Application Programming Interface* (API) global.³ Di era modern ini, tidak ada lagi masyarakat yang secara harfiah memancang tongkat (*miqyas* atau *istiwak*) di tanah terbuka untuk mengukur panjang bayangan demi menentukan masuknya waktu Asar, atau menatap ufuk barat dengan mata telanjang setiap senja untuk memverifikasi hilangnya syafak merah sebagai penanda masuknya waktu Isya.⁴ Pendekatan saintifik untuk ibadah harian ini telah disepakati tanpa adanya resistensi teologis yang berarti.

Namun, ketika berhadapan dengan penentuan awal bulan Kamariah—khususnya bulan-bulan sakral yang berimplikasi pada ibadah publik seperti Ramadan, Syawal, dan Zulhijah—sebagian besar umat dan otoritas keagamaan secara kontradiktif menolak penggunaan hisab secara mutlak.⁶ Mereka bersikeras mempertahankan dan mewajibkan observasi fisik secara langsung (*rukya bil fi'li*) dengan segala keterbatasan optis, geografis, dan atmosferisnya.⁷ Paradoks metodologis ini menciptakan dualisme yang tajam dalam implementasi hukum Islam: rasionalitas saintifik dengan presisi tinggi diterima tanpa syarat untuk mengelola ibadah harian (*yaumiyyah*), sementara empirisisme tradisional yang sangat rentan terhadap galat (kesalahan observasi) justru dipertahankan dengan ketat untuk ibadah bulanan (*syahriyyah*) dan tahunan.¹ Kajian mendalam pada bab ini akan mendekonstruksi paradoks tersebut melalui komparasi dalil syar'i secara holistik, menelusuri evolusi semantik teks klasik, menganalisis realitas sosiologi historis, serta memaparkan urgensi integrasi teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dan efemeris modern dalam kerangka tata kelola peradaban Islam global.

8.1. Analogi Fikih: Paradoks Waktu Shalat dan Puasa dalam Timbangan Astronomi

Diferensiasi perlakuan antara penentuan waktu shalat dan penentuan awal bulan menuntut analisis komparatif yang ketat terhadap dalil-dalil fundamental dalam Al-Qur'an dan Hadis. Ketidakselarasan metodologis ini pada hakikatnya tidak bersumber dari ketiadaan dalil agama yang melegitimasi ilmu pengetahuan, melainkan murni dari perbedaan paradigma epistemologis yang diwariskan dari abad pertengahan.⁶ Paradigma tersebut membenturkan pendekatan rasional-kontekstual yang diusung oleh hisab dengan pendekatan tekstual-normatif yang menjadi basis pertahanan rukyat.⁶

A. Dalil Kesetaraan Waktu Ibadah: Shalat dan Benda Langit

Al-Qur'an secara tegas menetapkan waktu ibadah harian berbasis pada posisi geometris dan pergerakan benda langit, khususnya matahari, dalam hubungannya dengan rotasi bumi. Representasi paling jelas dari prinsip ini termaktub dalam firman Allah SWT dalam Surat Al-Isra' : 78:

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِذُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى غَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْآنَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْآنَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا

Artinya: "Dirikanlah shalat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan (dirikanlah pula shalat) subuh. Sesungguhnya shalat subuh itu disaksikan (oleh malaikat)."

Analisis Komparatif: Konsep *duluk asy-syams* (ketergelinciran matahari dari titik zenit) dan *ghasaq al-lail* (gelap malam) secara historis murni diamati melalui observasi visual oleh masyarakat Muslim awal. Dahulu, para *muwaqqit* (ahli waktu) menggunakan instrumen observasi klasik seperti kuadran surya (*Gunter's Quadrant*), rubu' mujayyab, atau astrolab untuk mengukur deklinasi matahari dan sudut jam (*hour angle*) secara manual.⁵ Namun hari ini, umat di seluruh dunia, termasuk lembaga-lembaga fatwa dan kementerian agama, bersepakat secara aklamasi menggunakan algoritma hisab kontemporer.⁹

Algoritma seperti formula Jean Meeus atau data *Development Ephemeris* mampu memprediksi "ketergelinciran matahari" dengan presisi tingkat tinggi hingga hitungan fraksi detik, jauh melampaui kemampuan mata manusia.¹¹

Secara astronomis, kalkulasi awal bulan yang ditandai dengan peristiwa ijtimak (konjungsi lunar astronomis) dan perhitungan waktu shalat pada dasarnya bertumpu pada hukum mekanika benda langit (mekanika selestial) yang sama persis.¹³ Keduanya memodelkan lintasan orbit, parameter sudut, dan geometri spasial tata surya. Jika waktu shalat yang merupakan kewajiban harian yang sangat esensial sah diotomatisasi dengan komputasi hisab tanpa mengharuskan umat melakukan observasi visual terhadap matahari⁹, maka secara deduktif dan rasional, penentuan awal bulan yang juga berbasis pada benda langit (bulan) harus dapat dikelola dengan metode hisab matematis yang setara.¹³ Membedakan status hukum di antara keduanya—padahal keduanya diatur oleh *sunnatullah* (hukum fisika alam semesta) yang identik—menciptakan inkonsistensi yurisprudensi yang melemahkan rasionalitas hukum Islam di mata sains modern.⁹

B. Dalil Hadis Pengukuran Fisik yang Telah Ditinggalkan

Untuk menguatkan analogi fikih (qiyas) ini, telaah kritis terhadap teks hadis yang secara eksplisit mengatur penentuan waktu Asar memberikan preseden historis yang tidak terbantahkan. Pada praktiknya, instruksi observasi fisik dalam hadis ini saat ini telah sepenuhnya digantikan oleh kemapanan teknologi hisab.

Diriwayatkan dari Ibnu Abbas radhiyallahu 'anhuma, bahwa Malaikat Jibril mengimami Rasulullah SAW dan menetapkan waktu shalat Asar dengan menggunakan parameter metrik fisik yang sangat spesifik:

ثُمَّ صَلَّى الْعَصْرَ حِينَ صَارَ ظِلُّ كُلِّ شَيْءٍ مِثْلَهُ

Artinya: "Kemudian Jibril shalat Asar (bersamaku) ketika panjang bayangan setiap benda sama dengan (tinggi) benda tersebut." (HR. Abu Dawud no. 393, dinilai Shahih).

Analisis Kritis Epistemologis: Secara tekstual dan harfiah, hadis ini dengan jelas memerintahkan umat Islam untuk melakukan pengamatan visual (merukyat) terhadap bayangan benda fisik. Namun di era modern, tidak ada satupun ulama atau lembaga fatwa yang mengharamkan penggunaan jam digital pintar, atau secara regresif mewajibkan umat Islam untuk keluar rumah membawa tongkat demi mengukur rasio bayangan terhadap tinggi benda setiap kali hendak menunaikan shalat Asar.³

Mengapa transformasi metodologis ini dapat diterima dengan lapang dada? Karena para ulama fikih dan pakar falak menyadari bahwa "bayangan" pada hakikatnya hanyalah indikator alamiah (*wasilah*) dari posisi sudut deklinasi dan zenit matahari.⁴ Ketika sains astronomi dan *Information Technology* (IT) telah mampu melakukan pemodelan posisi zenit tersebut melalui trigonometri sferis hingga mencapai akurasi orde milidetik, fungsi pengamatan visual atas bayangan fisik menjadi gugur.¹² Komputasi modern mengambil alih fungsi observasi manual tersebut dengan menawarkan kepastian matematis yang absolut.¹¹

Logika analogi (qiyas) yang sama persis secara akademis harusnya berlaku mutlak untuk perintah melihat hilal. Hilal hanyalah indikator optis dari fase orbit bulan pasca-konjungsi.¹⁵ Menolak hisab untuk awal bulan dengan dalih mempertahankan kemurnian tradisi visual teks hadis, sementara di saat yang bersamaan mendirikan ibadah shalat Asar bergantung penuh pada algoritma digital, adalah bentuk disonansi kognitif dalam metodologi penetapan hukum Islam.¹⁶

Parameter Komparasi	Penentuan Waktu Shalat Lima Waktu	Penentuan Awal Bulan (Puasa/Idul Fitri)	Implikasi dan Konsekuensi Logis
Objek Mekanika Selestial	Matahari (Deklinasi, Sudut Jam, Ketinggian Horizon, Refraksi). ⁴	Bulan dan Matahari (Elongasi, Ketinggian Hilal, Umur Bulan pasca-Ijtimak). ¹⁵	Keduanya tunduk pada dinamika orbit mekanika selestial yang identik dan dapat dikalkulasi secara presisi. ¹³
Instruksi Teks Klasik (Hadis)	Merukyat pergeseran bayangan fisik tongkat & ufuk merah (syafak) secara visual. ³	Merukyat munculnya sabit pertama (hilal) sesaat setelah matahari terbenam. ¹⁵	Teks klasik murni merepresentasikan keterbatasan instrumen observasi empiris di masa lalu.
Penerapan Praktik Era Modern	Hisab mutlak (Sistem digital, algoritma trigonometri sferis, efemeris NASA/JPL). ³	Masih didominasi rukyat fisik (<i>rukayah bil fi'li</i>) yang spekulatif dan bergantung kondisi cuaca. ⁶	Munculnya paradoks yurisprudensi yang mendisrupsi koherensi implementasi fiqh di tengah masyarakat ilmiah. ¹
Tingkat Akurasi & Prediktabilitas	Presisi sangat tinggi, dapat dihitung puluhan tahun ke depan secara absolut. ¹²	Rentan ilusi optik, terganggu awan/polusi, dan hanya memberikan kepastian pada H-1. ¹⁵	Metode hisab untuk kalender lunar secara esensial meminimalisir galat manusia secara drastis. ¹²

8.2. Semantik Kata "Ra'a" dan Gugurnya Status "Umat Ummi" di Era IPTEK

Alasan utama dan paling gigih dari kelompok penolakan hisab awal bulan biasanya selalu dikembalikan pada pemahaman tekstual terhadap kata *ru'yah* (melihat) dalam sabda Nabi. Di sinilah letak krusialnya penerapan pendekatan *Unity of Science* atau ilmu holistik yang menggabungkan analisis linguistik Arab klasik, sosiologi historis pra-industri, komputasi astronomi canggih, dan ushul fikih maqashidi.²¹

A. Menggali Makna Kritis Hadis Perintah Puasa dan Disrupsi Kecerdasan Buatan

Landasan tekstual utama bagi kewajiban observasi fisik adalah sabda Rasulullah SAW:

صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَأَفْطَرُوا لِرُؤْيَيْهِ، فَإِنْ عُمَّ عَلَيْكُمْ فَأَكْمَلُوا عِدَّةَ شَعْبَانَ ثَلَاثِينَ

Artinya: "Berpuasalah kalian karena melihatnya (hilal) dan berbukalah karena melihatnya. Jika mendung (hilal terhalang) atas kalian, maka sempurnakanlah hitungan bulan Sya'ban menjadi tiga puluh hari." (HR. Bukhari no. 1909 dan Muslim no. 1081).

Syarah & Takwil Sainifik: Pemahaman yurisprudensi tradisional membatasi kata *li-ru'yatihi* (لِرُؤْيَيْهِ) secara eksklusif hanya pada makna "melihat dengan mata telanjang" atau bantuan optik sederhana (*ru'yah bashariyah*).⁷ Namun, dalam tradisi leksikologi sastra Arab yang luas dan kaidah ushul, diksi *ra'a* (رَأَى) sering kali bermakna majasi, yakni "mengetahui secara meyakinkan," "meyakini," atau "melihat dengan mata nalar dan ilmu pengetahuan" (*ru'yah 'ilmiyah*).²³ Pada zaman Jazirah Arab pra-sains, satu-satunya cara empiris yang valid, rasional, dan tersedia bagi masyarakat nomaden untuk "mengetahui" lahirnya bulan baru adalah dengan menatap ufuk barat secara langsung.²⁵

Namun demikian, di awal abad ke-21, definisi epistemologis dari "melihat" telah terdisrupsi secara radikal oleh rekayasa perangkat lunak dan arsitektur komputasi. Sains modern memungkinkan "penglihatan" yang melampaui batas retina manusia. Riset-riset astrofisika terkini telah membuktikan bahwa algoritma visi komputer (*computer vision algorithms*) berbasis bahasa pemrograman *Python* mampu melakukan ekstraksi wujud hilal secara otomatis dari data citra astronomis yang kotor, menembus gangguan *noise* atmosferik dengan teknik filter lanjutan (seperti *Gaussian noise filtering* dan *bilateral filtering*).¹⁹

Lebih jauh lagi, implementasi model *Machine Learning* (ML) dan *Artificial Intelligence* (AI) tingkat lanjut—termasuk *Random Forest* (RF), *Support Vector Machine* (SVM), dan *Artificial Neural*

Networks (ANN) seperti arsitektur ResNet18—telah diaplikasikan secara ekstensif untuk memprediksi probabilitas visibilitas hilal berdasarkan parameter multidimensi.²⁷ Studi menggunakan *hybrid ensemble model* pada dataset komprehensif berisi 7.488 pengamatan global (dari *International Crescent Observation Project/ICOP*) membuktikan bahwa AI mampu mencapai presisi prediksi visibilitas (F1-score) hingga 88,8% dan AUC sebesar 0,906, angka yang secara drastis melampaui akurasi observasi mata manusia dan menyingkirkan ambiguitas kriteria manual.¹⁹

Ketika model *Machine Learning* dalam ekosistem Python dapat menganalisis interaksi non-linear yang kompleks (seperti rasio perkalian elongasi dengan ketinggian hilal, *lag time*, dan persentase iluminasi) untuk memutuskan secara absolut apakah bulan baru telah eksis¹⁹, maka "melihat dengan instrumen kecerdasan buatan dan komputasi" (*ru'yah 'ilmiyah*) sejatinya adalah bentuk purifikasi dan implementasi syariat tertinggi dari hadis ini di era siber.

B. Dalil "Faqduru Lahu": Perintah Komputasi Saat Visual Gagal dan Presisi NASA DE440

Analisis linguistik terhadap hadis penentuan puasa semakin menemukan titik terang rasionalitasnya ketika teks riwayat lain dengan konteks yang identik ditelaah lebih dalam. Rasulullah SAW secara cerdas telah memberikan ruang antisipatif bagi perhitungan matematis ketika penglihatan visual mengalami kegagalan mekanis akibat rintangan alam (seperti mendung, awan, atau kabut).

فَإِنْ غُمَّ عَلَيْكُمْ فَأَقْدُرُوا لَهُ

Artinya: "Maka jika mendung (menghalangi) atas kalian, maka perkirakanlah/hitunglah ia (bulan tersebut)." (HR. Bukhari no. 1906, Muslim no. 1080).

Analisis Mendalam Integrasi Ephemeris NASA: Frasa *faqduru lahu* secara etimologis berasal dari derivasi kata *qadara*, yang memiliki spektrum makna menghitung, memproyeksikan, mengukur, atau menentukan kadarnya dengan teliti. Imam besar mazhab, seperti Ahmad bin Hanbal, menafsirkan frasa ini sebagai bentuk legitimasi dan kebolehan menggunakan ilmu hisab astronomi (*falak*) ketika cuaca buruk merintang ruyat visual.⁷ Di era modern yang digerakkan oleh data kuantitatif, komputasi astronomi bukan lagi sekadar jalan keluar darurat saat awan mendung turun, melainkan telah bermetamorfosis menjadi metodologi primer yang mengeliminasi seluruh spektrum ketidakpastian.

Sains observasi ruang angkasa masa kini memfasilitasi "pengukuran" (*qadar*) dengan tingkat toleransi kesalahan yang mendekati nol. Sebagai pionir metrologi angkasa, *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) NASA mengembangkan *Development Ephemeris* (khususnya seri DE430, DE440, dan DE441) yang saat ini merupakan standar baku emas global dalam penentuan koordinat dan posisi benda langit.³¹ Ephemeris DE440, secara spesifik, dikonstruksi melalui integrasi numerik algoritma raksasa terhadap orbit bulan yang secara terus-menerus difiting (disesuaikan) dengan data pengamatan *Lunar Laser Ranging* (LLR) presisi tinggi.¹⁴ LLR adalah teknologi observasi di mana stasiun bumi memancarkan pulsa laser (serupa LiDAR) ke panel retroreflektor optik di permukaan bulan (yang ditinggalkan oleh astronot misi Apollo dan robot Lunokhod), kemudian menghitung jarak absolut bumi-bulan berdasarkan kecepatan cahaya melalui rumus mekanika $z = \frac{c\Delta T}{2}$.³⁴

Tingkat kerumitan matematis DE440 begitu presisi hingga algoritma ini memperhitungkan deviasi yang disebabkan oleh gravitasi relativistik dan efek redaman gesekan pasang surut antara mantel padat bumi dengan inti cair bulan (*lunar liquid core*).¹⁴ Hasilnya, kalender efemeris DE440 mampu memproyeksikan data astronomi secara nir-celah untuk rentang waktu tahun 1550 hingga 2650 dengan tingkat galat lintasan bulan hanya dalam orde sentimeter dan milidetik.³¹

Ketika peradaban umat Islam dewasa ini telah memiliki kemudahan akses terhadap ekosistem algoritma *Python* dan pangkalan data DE440 NASA yang mampu memproyeksikan posisi bulan secara seratus persen absolut, maka perintah *faqduru lahu* tidak boleh lagi dikerdilkan maknanya sebatas memperkirakan umur bulan menjadi 30 hari secara pasif. Perintah tersebut harus dimaknai sebagai transisi revolusioner dari empirisisme visual primitif menuju perhitungan komputasi modern.

Perhitungan astronomi terpadu (*hisab hakiki*) yang presisi adalah interpretasi progresif dan final dari perintah "hitunglah ia".⁷

C. Dalil Sosiologis: Berakhirnya Era "Ummatun Ummiyyatun"

Ilmu ushul fikih selalu mengedepankan pendekatan kausatif dalam memahami teks, yang direpresentasikan oleh kaidah fundamental: *Al-hukmu yadurru ma'a illatihi wujudan wa 'adaman* (Eksistensi sebuah hukum berputar dan bergantung pada ada atau tidaknya *illat* atau alasan syar'i yang menjadi latar belakang penempatannya).²⁵ Pertanyaan paling kritis dalam perdebatan hisab-rukyat adalah: Apa *illat* sosiologis dari pensyariatan rukyat fisik dengan mata telanjang di masa kehidupan kenabian? Rasulullah SAW sendiri telah memformulasikan jawaban atas pertanyaan tersebut dengan parameter sosiologis yang sangat eksplisit:

إِنَّا أُمَّةٌ أُمِّيَّةٌ، لَا نَكْتُبُ وَلَا نَحْسُبُ، الشَّهْرُ هَكَذَا وَهَكَذَا

Artinya: "Sesungguhnya kami adalah umat yang ummi (tidak bisa baca tulis), kami tidak bisa menulis dan tidak bisa menghitung (ilmu matematika/astronomi/hisab). Bulan itu umurnya sekian dan sekian (29 atau 30 hari)." (HR. Bukhari no. 1913, Muslim no. 1080).

Analisis Evolusi Hukum dan Gugurnya Illat: Riwayat hadis di atas merupakan dalil pamungkas (*qath'i*) yang secara tajam membedakan realitas historis mengapa observasi manual (*rukyat bil fi'li*) diperintahkan secara rigid pada abad ke-7.²⁵ Rasulullah SAW memerintahkan masyarakat nomaden dan pra-industri di Jazirah Arab untuk melakukan rukyat murni semata-mata karena realitas sosiologis dan intelektual mereka saat itu masih dalam kondisi *ummi* (tidak memiliki tradisi literasi matematis).²⁵ Ekosistem peradaban mereka belum memfasilitasi kapasitas teknologi, pemahaman kalkulus trigonometri sferis, maupun infrastruktur perangkat keras observatorium untuk menghitung dan memprediksi pergerakan konjungsi bulan yang sangat kompleks secara matematis.³⁷ Dengan demikian, rukyat fisik adalah metodologi yang paling rasional, adil, dan aksesibel bagi kapasitas peradaban saat itu.

Kini, di pertengahan dekade ketiga abad ke-21, kondisi sosiologis ke-*ummi*-an peradaban Islam tersebut telah sirna total dan terhapus oleh arus globalisasi ilmu pengetahuan.³⁰ Umat Islam di era kontemporer tidak lagi buta huruf atau tuna-matematika; mereka telah mendirikan berbagai pusat institusi astronomi dan observatorium canggih, memimpin program peluncuran satelit ruang angkasa, mengoperasikan sistem navigasi telemetri angkasa, melatih algoritma *Machine Learning* untuk mendeteksi objek langit mikroskopis, serta mengembangkan perangkat lunak astronomi terapan (seperti *Accurate Times*, *Stellarium*, dan pustaka astrometri terintegrasi Python).²⁸

Karena *illat* utama (alasan syar'i berupa ketidakmampuan berhitung atau sifat *ummi*) ini telah gugur dan terbantahkan oleh realitas peradaban, maka secara deduktif, kewajiban normatif untuk bersandar secara eksklusif pada metode rukyat manual fisik yang rentan galat juga turut tergugurkan.³⁰ Transformasi epistemologis (ijtihad) menuju adopsi hisab astronomis (*hisab hakiki*) sama sekali bukanlah sebetulnya bid'ah atau deviasi agama. Sebaliknya, hal ini adalah manifestasi dari dinamika yurisprudensi yang progresif, karena umat ini telah melepaskan jubah ketertinggalannya dan bermetamorfosis menjadi tatanan masyarakat global yang "mampu berhitung" secara komprehensif dan absolut.⁶

8.3. Dekonstruksi Hambatan Rukyat di Tengah Globalisasi dan Tata Kelola Peradaban

Sikukuh mempertahankan metodologi *rukyat bil fi'li* (bersifat lokal dan bergantung pada ketajaman visual) dalam struktur peradaban modern tidak hanya menandakan sebuah kemunduran atau regresi saintifik. Lebih dari itu, pada tataran praktis, metode kuno ini telah terbukti secara empiris memicu kerancuan administratif akut, mendisrupsi stabilitas ekonomi syariah, dan menghambat manuver strategis manajemen peradaban umat di panggung global.⁴⁰ Dekonstruksi terhadap rukyat manual mengungkap setidaknya tiga anomali struktural yang sangat fatal:

A. Kendala Fluktuasi Cuaca, Hamburan Atmosfer, dan Limitasi Optik (Ghumma)

Praktik rukyat visual secara esensial memposisikan dirinya tunduk secara pasif pada limitasi dan anomali kondisi cuaca atmosferik lokal yang sangat tidak terprediksi. Tingginya polusi cahaya perkotaan (*light pollution*), ketebalan aerosol industri, konsentrasi debu sferis, asimilasi awan tebal di horizon ufuk, dan masalah pembiasan refraksi (termasuk batas visibilitas optik yang dikenal sebagai *Danjon limit*) dapat dengan sangat mudah menutupi pendaran hilal, meskipun secara astronomis bulan sesungguhnya telah wujud dan berumur cukup tua.⁴² Ketergantungan absolut pada kebetulan kondisi cuaca lokal pada hari ke-29 inilah yang menyebabkan penetapan tanggal Hijriah menjadi sangat fluktuatif, spekulatif, dan secara logistik mustahil untuk diprediksi dengan akurat (*unpredictable in advance*) untuk keperluan pencetakan kalender.¹⁵

Sebaliknya, sains ruang angkasa memberikan garis demarkasi yang tegas antara konsep "hilal tidak terlihat" (karena terhalang hamburan partikel debu/awan) dengan fakta absolut "hilal belum wujud" (karena secara geometri belum melintasi fase ijtimak atau konjungsi ekliptika). Integrasi teknologi seperti algoritma *Machine Learning* yang menggunakan optimasi iteratif (*Particle Swarm Optimization*), serta pemindaian sensor LiDAR (*Light Detection and Ranging*) yang memancarkan laser aktif, secara efektif meniadakan limitasi cuaca. Teknologi ini memproses data spasial tiga dimensi tanpa tereduksi oleh halangan visual awan atau kebutaan sudut planar (*blind spots*), memastikan probabilitas wujudnya hilal secara matematis.¹⁹

B. Batas Lokalitas (Matla') dan Solusi Rasional Unifikasi Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT)

Permasalahan paling fundamental yang ditimbulkan oleh rukyat konvensional adalah konsep visibilitas geografis atau *matla'* yang sangat terbatas secara lokal. Metode observasi visual ini hanya mampu merepresentasikan wujudnya awal bulan bagi wilayah sempit tempat sang observer atau saksi mata berada.⁴⁵ Model yurisprudensi lokal ini terbukti sangat inkompatibel secara struktural dengan ritme peradaban mobilitas global abad ini. Di era jaringan rute penerbangan lintas benua berkecepatan tinggi, integrasi telekomunikasi seketika (*real-time*), dan pasar ekonomi digital yang nir-batas, di mana seorang muslim atau korporasi Islam dapat melintasi beberapa zona waktu internasional dalam hitungan kurang dari sepuluh jam, ketiadaan prinsip "Satu Hari Satu Tanggal" akan selalu menghasilkan kekacauan kronologis dan disfungsi hukum perdata.¹⁹

Untuk membongkar kebuntuan metodologis dan politis ini, komunitas elite saintis muslim, pakar astrofisika, serta para fukaha senior dari berbagai benua menginisiasi perhelatan akbar **Kongres Internasional Unifikasi Kalender Hijriah** (*International Hijri Calendar Unity Congress*) yang dilangsungkan di Istanbul, Turki, pada tanggal 28 hingga 30 Mei 2016.⁴⁵ Kongres strategis yang difasilitasi oleh Presidensi Urusan Agama Turki (Diyamet) ini dihadiri oleh representasi otoritas astronomi dan lembaga fatwa dari lebih 50 negara dunia. Misi utama kongres tersebut adalah untuk mendekonstruksi paradigma *matla'* lokal yang usang menuju implementasi **Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT)** berbasis kriteria saintifik modern.⁴⁶ Melalui mekanisme pemungutan suara yang demokratis nan saintifik (di mana 80 suara mendukung penuh kalender global tunggal, sementara hanya 27 suara yang tertinggal mendukung opsi bizonal regional), forum tersebut menghasilkan konsensus historis bahwa dunia harus direpresentasikan sebagai satu wilayah visibilitas mutlak (*Ittihad al-Mathali'*) di bawah prinsip "Satu Hari, Satu Tanggal" (*one day, one date*).¹⁹

Kriteria ilmiah dari Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) pasca-Istanbul 2016 ini merumuskan spesifikasi teknis astronomis yang menjadi standar referensi hisab universal, yaitu:

1. Seluruh ruang lingkup bumi secara geografis dipandang sebagai satu zona kesatuan yang utuh (Tolak ukur *Ittihad al-Mathali'*).
2. Hari pertama bulan Hijriah yang baru akan dideklarasikan berlaku serentak di seluruh muka bumi apabila parameter minimum *visibilitas hilal* (*crescent visibility*) telah terpenuhi dan dijustifikasi di titik koordinat manapun di bumi sebelum rentang waktu pukul 00:00 UTC/GMT.¹⁹
3. Parameter kuantitatif ambang batas kelayakan (*threshold*) kemunculan hilal ditetapkan secara presisi: Ketinggian (*altitude*) hilal dari ufuk minimal **5 derajat**, dan elongasi (jarak busur sudut

pemisahan antara proyeksi bulan dan matahari) minimal **8 derajat** terhitung persis pada saat momen matahari terbenam (*sunset local time*).¹⁹

Transformasi epistemologis yang beralih dari dogma "Rukyat Fisik Lokal" menjadi "Hisab Visibilitas hilal Global" yang direpresentasikan dengan berani oleh parameter Istanbul ini di Indonesia secara proaktif telah diadopsi secara kelembagaan oleh organisasi Muhammadiyah untuk diimplementasikan sepenuhnya pada tahun 1447 H (2026 M).³⁰ Keputusan adopsi KHGT ini adalah jawaban monumental dari kerangka ijtihad kontekstual dan integrasi tata surya-teknologi. Sistem KHGT ini mensinkronisasi data astronomi secara elegan—berbantuan simulasi prediksi komputasional dari pustaka astrometri *Python* dan efemeris—guna mendobrak dinding batas-batas geografis nasionalisme sempit yang sebelumnya terus-menerus memecah-belah perayaan Idul Fitri maupun penetapan awal puasa antar negara.³⁰

Model Pendekatan / Kriteria Kalender	Basis Metodologi Astronomis	Cakupan Matla' (Wilayah Keberlakuan)	Implikasi Geopolitik dan Globalisasi
Rukyat Tradisional (Lokal)	Pengamatan empiris berbasis mata telanjang atau teropong sederhana pasca-fase ijtihak. ⁷	Lokalitas spasial yang sangat sempit / terkekang oleh perbatasan geografis yurisdiksi suatu negara. ⁴⁶	Terjadinya kekacauan administrasi penanggalan lintas negara; sering terjadi diskrepansi perayaan Idul Fitri & perbedaan penentuan hari Arafah. ⁴¹
Hisab Kriteria Neo-MABIMS	Kalkulasi syarat visibilitas: Tinggi minimum 3°, Elongasi minimum 6,4° (Kawasan ASEAN). ⁴⁷	Terbatas pada regional konfederasi politik tetangga (seperti negara-negara Asia Tenggara). ⁴⁷	Tidak memberikan otoritas mengikat bagi dunia internasional secara luas; beda hari raya antar benua (misal: Asia vs Timur Tengah) akan tetap sering terjadi. ⁴⁸
Hisab KHGT (Kongres Istanbul 2016)	Kalkulasi syarat visibilitas absolut: Tinggi minimal 5°, Elongasi minimal 8° (Integrasi Visibilitas hilal Global). ⁴⁶	Kesatuan Global Tunggal Universal (<i>Ittihad al-Mathali'</i>) tanpa sekat yurisdiksi teritorial. ¹⁹	Manifestasi tertinggi sinkronisasi peradaban Islam modern; mewujudkan idealisme <i>One Day, One Date</i> secara presisi dan terprediksi di seluruh belahan bumi. ⁴¹

C. Implikasi Administratif, Sosiologis, dan Ekonomi Global (Perspektif Maqashid Syariah)

Menggantungkan tata laksana penanggalan keagamaan pada visibilitas hilal jangka pendek—di mana kepastian status hukum awal bulan sering kali baru dapat diumumkan kepada publik pada petang hari atau H-1 (malam ke-29) melalui proses persidangan darurat—secara fungsional sangat tidak praktis, anomali, dan merusak fondasi tata kelola administrasi peradaban digital.¹⁹ Ekosistem negara modern secara imperatif membutuhkan kalender berbasis komputasi algoritmik jangka panjang yang memfasilitasi probabilitas tinggi dan tingkat *predictability* absolut. Kepastian kalender tahunan sangat krusial guna menjamin perencanaan anggaran makroekonomi, manajemen libur nasional dalam administrasi birokrasi pemerintahan, orkestrasi jadwal penerbangan maskapai logistik lintas zona, penetapan jatuh tempo negosiasi kontrak bisnis multinasional korporasi syariah, sinkronisasi data perbankan dan bursa saham efek, hingga pengaturan manajemen mitigasi pergerakan kuota jemaah haji antarkontinental yang melibatkan perputaran jutaan umat manusia secara presisi.⁴⁰

Maqashid Syariah (tujuan universal di balik penetapan hukum-hukum syariat Islam) secara mendasar bertumpu kokoh pada asas perlindungan dan kemaslahatan (*al-maslahah*). Prinsip utama ini menuntun otoritas hukum untuk secara aktif menghindari mudarat berupa kekacauan struktural (*chaos*) serta proaktif dalam menjaga kebersatuan tatanan kohesi sosial umat Islam (*hifz an-nasl* dan perwujudan ukhuwah).²¹ Eksplorasi holistik tentang urgensi kalender dari lensa filosofis *Maqashid Syariah* oleh ilmuwan kontemporer (seperti Jasser Auda) telah menegaskan bahwa penyatuan kalender global secara esensial bukanlah sekadar permasalahan teknis-matematis astronomi (*mas'alah falakiyah*) semata. Agenda besar ini sesungguhnya adalah sebuah inisiatif rekayasa sosiologis dan resolusi diplomasi religius (*religious diplomacy*) berskala besar yang diperuntukkan guna mengakhiri patologi perbedaan penetapan waktu esensial, yang terbukti selama puluhan tahun telah memicu friksi serta memecah belah sentimen persaudaraan struktural umat di tataran akar rumput.²¹

Di tengah gelombang dominasi agresif ekonomi pasar internasional dan parameter tuntutan efisiensi birokrasi sekuler abad ini, pemeliharaan atas ketiadaan sistem penanggalan Hijriah yang baku dan terpadu terus-menerus menghasilkan zona ketidakpastian administratif. Disintegrasi kronologis ini tidak sekadar menjadi iritan religius, tetapi bermutasi menjadi instrumen pelemahan fatal yang secara sistematis mematikan kapabilitas operasional serta daya saing manajerial entitas kaum muslim di ranah diskursus tata kelola global.⁴¹ Penolakan dogmatis dan keengganan institusional otoritas fatwa untuk bertransformasi mengadopsi hisab algoritmik prediktif merupakan bentuk nyata dari kegagalan ijtihad kontemporer dalam menerjemahkan esensi tertinggi dari *hifz al-mal* (melindungi sirkulasi, integritas, dan stabilitas aset-aset perputaran ekonomi) serta *hifz ad-din* (memproyeksikan wibawa rasionalitas agama Islam dan melindungi harmoni tatanan koeksistensi sosiologisnya di kancah peradaban antarbangsa).

8.4. Kesimpulan Bab

Paradoks penerimaan secara total tanpa syarat terhadap teknologi komputasi hisab untuk mendesain penentuan presisi waktu shalat lima waktu harian, yang namun secara ganjil dan kontradiktif bersamaan dengan langkah regresif menolak instrumen hisab algoritmik yang sama persis saat dihadapkan pada krusialnya penentuan awal bulan puasa dan hari raya, pada hakikatnya merupakan residu dari patologi stagnasi metodologi yurisprudensi.⁶ Dualisme sikap ini mendemonstrasikan keengganan psikologis struktural dari otoritas keberagamaan untuk merdeka beranjak meninggalkan jerat "literalisme teks" yang kaku menuju padang rumput kebebasan "pemahaman substansial-kontekstual" (*Maqashid*) yang menjadi ruh sejati ilmu pengetahuan keislaman.⁶

Penelusuran historis terhadap validitas dalil-dalil komparatif yang bersumber dari Al-Qur'an dan keragaman teks Hadis secara jernih nan analitis telah membuktikan satu preposisi yang tak dapat ditawar: seluruh perangkat indikator observasi empiris-fisik di masa lalu—baik itu berupa perintah praktis untuk memancangkan tongkat guna mengukur bayangan elongasi matahari saat waktu Asar³, maupun perintah komunal untuk mendongakkan pandangan ke arah ufuk menatap lengkungan pendar bulan sabit demi melegitimasi permulaan ritus puasa Ramadan¹⁵—sepenuhnya hanyalah berkedudukan sebatas *wasilah* (sarana operasional atau alat bantu instrumental temporal). Segala instrumen visual tradisional tersebut diinstruksikan oleh artikulasi teks syariat semata-mata sebagai manifestasi kebijakan adaptasi (akomodasi sosiologis) syariat Islam terhadap limitasi ekstrem dari kapasitas perangkat teknologi maupun ketidakhadiran tradisi literasi saintifik-kalkulatif yang menyelimuti komunitas umat generasi kenabian abad ke-7 saat turunnya wahyu kenabian (yang secara lugas didefinisikan sebagai entitas *ummatun ummiyyatun*).²⁵ Status sosiologis ke-*ummi*-an ini jelas bersifat kodisional temporal, geografis, dan historis; ia sekali-kali bukanlah sebuah status inferioritas rasionalitas yang harus dibekukan agar dipuja secara statis abadi dalam bekuan kebekuan zaman.

Ketika peradaban kebangkitan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang menyertai dinamika era digital abad ke-21 telah secara leluasa menganugerahkan kepada masyarakat intelektual umat berupa pelbagai sarana manuver lompatan ijtihad kaliber tinggi nan cemerlang—seperti di antaranya kemapanan simulasi pengolahan model *Development Ephemeris* (khususnya seri DE440 dari JPL NASA) yang terukur dengan akurasi piko-detik berdasarkan penyesuaian LLR¹⁴, kedewasaan implementasi kerangka kerja optimasi *Machine Learning*, dan fleksibilitas penulisan skrip pengolahan

citra dari pangkalan *Python* yang kapasitas rekayasa ketepatannya terbukti mematahkan limitasi cacat hamburan fluktuasi cuaca atmosfer lokal¹⁹, hingga mewujudkan legitimasi konsensus politik perumusan komprehensif deklarasi resolusi Kongres Internasional Unifikasi Kalender Hijriah Istanbul Turki 2016⁴⁶—maka proses peralihan transformatif yang bersifat masif, radikal, integratif, dan menyeluruh (*kaffah*) dari era ketidakpastian empiris menuju keamanan penggunaan sistem Hisab Hakiki yang tecermin secara kelembagaan dalam penerapan Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT), sudah selayaknya dianut sebagai sebuah keniscayaan intelektual di tengah komunitas dunia.³⁰ Transformasi multidisiplin terarah semacam ini bukanlah lari dari fondasi *nas* teologis, melainkan merupakan representasi aktual dari penjabaran paling hakiki atas prinsip etika *Itqan* (profesionalisme saintifik paripurna, optimisasi kalkulatif, dan dedikasi pada presisi absolut dalam penyelenggaraan ritual keagamaan) demi tercapainya esensi kedisiplinan dan integrasi sosial kaum mukminin.¹

Melalui konsolidasi dan adopsi model kalender global prediktif berbasis *hisab visibilitas hilal global*, eksistensi rasionalitas syariat Islam akan tetap ajeg serta kokoh tegak berdiri di atas pijakan landasan kepastian keilmuan yang valid (*yaqin*), tanpa sedikit pun mereduksi, mendistorsi, apalagi mencederai nilai-nilai dimensi spiritual nan sakral dari amalan peribadatan.³⁰ Pada aras praksis di level pemerintahan, kebijakan ini serta merta akan memangkas, menyelesaikan, dan mendisrupsi polemik laten mengenai disfungsi administrasi sosial akibat perbedaan jatuhnya penetapan perayaan libur sakral, di samping menasbihkan bentuk nyata perwujudan cita-cita luhur unifikasi paripurna pertautan antara kemurnian diskursus ilmu eksakta kontemporer (*science*) dan kepiawaian interpretasi khazanah pemikiran yurisprudensi agama (*fikih*) yang selaras dengan tantangan arus zaman.³⁰ Sementara itu di lain spektrum, keberadaan metodologi *rukyat bil'fi'li* secara visual komunal yang bercirikan pengamatan manual dengan mata telanjang di alam bebas tersebut sesungguhnya tidak perlu sama sekali dikebiri atau ditutup pintunya apalagi diharamkan kelangsungannya oleh palu fatwa ulama manapun.¹ Akan tetapi, kegiatan sakral berorientasi empiris tersebut perlu dikonseptualisasikan ulang (*redefining*), direposisi makna operasionalisasinya, dan dialihfungsikan kedudukannya—bukan lagi sebagai patron pemegang palu keputusan otoritas tunggal penentu legitimasi pergantian hari ketetapan hukum agama yang kaku (*qathi'* dan dogmatis yang rawan diintervensi oleh bias okular ilusi limitasi *Danjon* optik)—melainkan lebih sebagai sebuah wahana luhur pelestarian khazanah, sarana dan peranti instrumen edukasi pedagogis bagi metode observasi empiris pembuktian falakiah secara massal dan berkelanjutan, berfungsi sentral sebagai medium data komparasi validitas verifikasi data asimilasi kalkulus mekanika astrofisika di berbagai observatorium pusat global, serta tak ubahnya berperan menjadi simpul hidup pelestarian historiografi rentetan peradaban mahakarya narasi observasi rintisan sains astronomi kebanggaan keemasan kejayaan peradaban keilmuan era imperium Islam klasik yang abadi dan terwariskan dengan dinamis di persimpangan gemuruh derap kemajuan peradaban interplanetari antariksa global di era serba modern dewasa ini.³⁰ Mendekap seruan unifikasi KHGT sejatinya adalah merepresentasikan bentuk progresivitas nyata di bidang ijthad manajerial peradaban sosial keagamaan yang akan dengan paripurna melepaskan entitas perserikatan persatuan miliaran umat Muslim sedunia dari kungkungan jerat stigmatisasi belenggu ketertinggalan eufemisme sengkabut cacat administrasi, serta secara bersamaan pada ujungnya kelak melontarkan dan mengangkat martabat kehormatan identitas manajemen tata kelola waktu keumatan itu sendiri agar senantiasa tegak sejajar penuh dengan kedigdayaan tertib kepastian sinkronisasi pengelolaan manajemen administrasi presisi waktu kronologis dunia kosmopolitan global lintas benua terpadu.¹⁹

Daftar Pustaka Bab VIII

1. Analysis of Determining the Beginning of the Lunar Month in Indonesia: A Comparative Study of the Rukyah and Hisab Methods, accessed March 24, 2026, <https://journal.zmsadra.or.id/index.php/jslls/article/view/88>
2. PANCASILA: Jurnal Keindonesiaan, accessed March 24, 2026, <https://ejournalpancasila.bpip.go.id/index.php/PJK/article/download/857/123/3254>
3. Determination of Prayer Time Schedule According to Abd. Jalil Manaf Husaini - Jurnal UMSU, accessed March 24, 2026, <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/alhisab/article/download/20790/pdf>

4. The Normative Basis of Islamic Astronomy For The Transformation of Prayer Schedules To Digital And Its Accuracy - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/388052488_The_Normative_Basis_of_Islamic_Astronomy_For_The_Transformation_of_Prayer_Schedules_To_Digital_And_Its_Accuracy
5. Facing Interdisciplinary Research In Syariah Researches, Findings From Applied Falak Science - Al-Amin.ShariaJournal, accessed March 24, 2026, <https://shariajournal.com/index.php/IJJEL/article/download/487/224/924>
6. (PDF) The Fiqh of Hisab Rukyat of Modernist Mass Organizations: A Study of Muhammadiyah and Al-Irsyad Al-Islamiyah Thought on the Hijri Calendar - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/397474244_The_Fiqh_of_Hisab_Rukyat_of_Modernist_Mass_Organizations_A_Study_of_Muhammadiyah_and_Al-Irsyad_Al-Islamiyah_Thought_on_the_Hijri_Calendar
7. analysis of determining the beginning of the lunar month in indonesia: a comparative study of the rukyah and hisab methods - Template Journal RPOC - Yayasan Zia Mulla Sadra, accessed March 24, 2026, <https://journal.zmsadra.or.id/index.php/jslls/article/download/88/92>
8. The Accuracy of Modified Gunter's Quadrant (Ver.2) in Prayer Time Calculation | Nahwandi, accessed March 24, 2026, <https://rayyanjournal.com/index.php/ijrael/article/view/78>
9. Islamic Holy Days: The Contention of Rukyatul Hillal and Hisab Hakiki Wujudul Hilal Disputes for Muslims in Indonesia - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/378647552_Islamic_Holy_Days_The_Contention_of_Rukyatul_Hillal_and_Hisab_Hakiki_Wujudul_Hilal_Disputes_for_Muslims_in_Indonesia
10. The Use of Ihtiyat Data in Prayer Time Hisab: Perspectives on Islamic Law - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/381474427_The_Use_of_Ihtiyat_Data_in_Prayer_Time_Hisab_Perspectives_on_Islamic_Law
11. Analysis of the Accuracy of Jean Meeus Ephemeris Algorithm Data on Android Applications Using Kotlin Language | KULMINASI: Journal of Falak and Sharia, accessed March 24, 2026, <https://journal.ar-raniry.ac.id/index.php/kulminasi/article/view/7252>
12. Determining the Onset of the Hijri Month: Combining Astronomy and Rukyat in Hilal Determination - BRIN, accessed March 24, 2026, <https://www.brin.go.id/en/news/122413/determining-the-onset-of-the-hijri-month-combining-astronomy-and-rukayat-in-hilal-determination>
13. Hisab Rukyat in the Light of the Quran and Sunnah - Neliti, accessed March 24, 2026, <https://media.neliti.com/media/publications/584064-hisab-rukayat-in-the-light-of-the-quran-a-06aa2a79.pdf>
14. The JPL Planetary and Lunar Ephemerides DE440 and DE441, accessed March 24, 2026, <https://ssd.jpl.nasa.gov/doc/Park.2021.AJ.DE440.pdf>
15. View of DINAMIKA HISAB RUKYAT DI INDONESIA, accessed March 24, 2026, <https://e-journal.metrouniv.ac.id/index.php/istinbath/article/view/584/524>
16. (PDF) Negotiating Authority and Knowledge: Religion, Science, and Politics in the Fatwa Transformations of the Indonesian Ulema Council - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/395876452_Negotiating_Authority_and_Kno

- [wledge Religion Science and Politics in the Fatwa Transformations of the Indonesian Ulama Council](#)
17. Digital Transformation in Hisab Rukyat: A Sociological Perspective on Integrating Information Technology in Islamic Astronomical, accessed March 24, 2026, <https://ijsoc.goacademica.com/index.php/ijsoc/article/download/972/868/>
 18. Hisab Rukyat in the Light of the Quran and Sunnah - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/394739367_Hisab_Rukyat_in_the_Light_of_the_Quran_and_Sunnah
 19. Machine Learning-Enhanced Prediction of Lunar Crescent Visibility for Unified Hijri Calendar Determination: A Global and Regional Framework - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/402535048_Machine_Learning-Enhanced_Prediction_of_Lunar_Crescent_Visibility_for_Unified_Hijri_Calendar_Determination_A_Global_and_Regional_Framework
 20. Islamic Holy Days: The Contention of Rukyatul Hillal and Hisab Hakiki Wujudul Hilal Disputes for Muslims in Indonesia - Semantic Scholar, accessed March 24, 2026, <https://pdfs.semanticscholar.org/335b/b84fff99e5e2177e49be8c705f0f935e303a.pdf>
 21. Reconstructing Ijtihād in Unifications the Islamic Calendar: Jasser Auda's Maqāshid al-Sharī'ah Approach - Berugak Jurnal UIN Mataram, accessed March 24, 2026, <https://journal.uinmataram.ac.id/index.php/afaq/article/download/13229/3717>
 22. ilmu falak - ISRG Journal of Arts, Humanities and Social Sciences (ISRGJAHSS), accessed March 24, 2026, <https://isrgpublishers.com/wp-content/uploads/2023/07/ISRGJAHSS232023-FT.pdf>
 23. HIKMATUNA - Semantic Scholar, accessed March 24, 2026, <https://pdfs.semanticscholar.org/933f/86d17ca979937f7509ed00aa83a0d9643b9b.pdf>
 24. Exploring Educational Insights: An In-depth Analysis of Al-Quran Interpretation of the Fasting Verse for Contemporary Islamic Pedagogy, accessed March 24, 2026, <https://ejournal.as-salam.org/index.php/assalam/article/download/25/20>
 25. (PDF) NOMADIC AND SEDENTARY LIFE IN THE TIME OF PROPHET MUHAMMAD, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/348074036_NOMADIC_AND_SEDENTARY_LIFE_IN_THE_TIME_OF_PROPHET_MUHAMMAD
 26. Automated lunar age detection through determining the day of the synodic month using convolutional neural networks - PMC, accessed March 24, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12528762/>
 27. (PDF) Predicting new crescent moon visibility applying machine learning algorithms, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/370221838_Predicting_new_crescent_moon_visibility_applying_machine_learning_algorithms
 28. A Pattern-Recognizer Artificial Neural Network for the Prediction of New Crescent Visibility in Iraq - MDPI, accessed March 24, 2026, <https://www.mdpi.com/2079-3197/10/10/186>
 29. Modelling of Islamic Calendar System based on Moon Phase - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/330852991_Modelling_of_Islamic_Calendar_System_based_on_Moon_Phase
 30. Single Global Hijri Calendar in the Muhammadiyah Perspective: Integration of Hisab, Rukyat, and Dates Unification - Jurnal UMSU, accessed March 24, 2026, <https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/alhisab/article/download/26668/pdf>

31. (PDF) NASA JPL Development Ephemerides (DE440) - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/360748183_NASA_JPL_Development_Ephemerides_DE440
32. The JPL Planetary and Lunar Ephemerides DE440 and DE441, accessed March 24, 2026, https://ssd.jpl.nasa.gov/doc/de440_de441.html
33. The Planetary and Lunar Ephemerides DE430 and DE431 - JPL Solar System Dynamics, accessed March 24, 2026, https://ssd.jpl.nasa.gov/doc/de430_de431.html
34. Lunar Laser Ranging experiments - Wikipedia, accessed March 24, 2026, https://en.wikipedia.org/wiki/Lunar_Laser_Ranging_experiments
35. A Review of Lidar Technology in China's Lunar Exploration Program - MDPI, accessed March 24, 2026, <https://www.mdpi.com/2072-4292/16/23/4354>
36. JPL Planetary and Lunar Ephemerides, accessed March 24, 2026, https://ssd.jpl.nasa.gov/planets/eph_export.html
37. NOMADIC AND SEDENTARY LIFE IN THE TIME OF PROPHET MUHAMMAD Alwi Alatas,* Hassan Suleiman** & Sofiah Samsudin*** Abstract The - Institutions and Economies, accessed March 24, 2026, <https://ijie.um.edu.my/index.php/JAT/article/download/22504/12552>
38. HILAAL-CTM: Algorithm to Determine and Visualize the First Visibility of Lunar Crescent Using Contrast Threshold Model, accessed March 24, 2026, <https://jisem-journal.com/index.php/journal/article/download/9955/4583/16607>
39. The Concept of Maslahah in the Dynamics of the Rukyah and Hisab Methods for Determining the Beginning of the Lunar Month | Istinbath: Jurnal Hukum, accessed March 24, 2026, <https://e-journal.metrouniv.ac.id/istinbath/article/view/9793>
40. Hijri Calendar in Sharia Business Management - Neliti, accessed March 24, 2026, <https://media.neliti.com/media/publications/584071-hijri-calendar-in-sharia-business-manage-10771bfe.pdf>
41. Towards Codification Of Time: The Urgency Of Global Hijri Calendar Unification For Legal Certainty - Bahori Ahoen Institute, accessed March 24, 2026, <https://bahoriahoeninstitute.com/global-hijri-calendar-codification-time/>
42. A comparative study of 2D and 3D LiDAR technologies in the industrial applications of autonomous navigation - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/400769787_A_comparative_study_of_2D_and_3D_LiDAR_technologies_in_the_industrial_applications_of_autonomous_navigation
43. Infrared Moon imaging for remote sensing of atmospheric smoke layers, accessed March 24, 2026, <https://opg.optica.org/fulltext.cfm?uri=ao-54-4-B64>
44. A ROBUST UNIFIED ISLAMIC CALENDAR PROPOSAL FOR THE WORLD, accessed March 24, 2026, <https://ejournal.uin-suka.ac.id/saintek/kiiis/article/download/3661/2649>
45. Global Hijriyah Calendar as Challenges Fikih Astronomy - Atlantis Press, accessed March 24, 2026, <https://www.atlantis-press.com/article/25891450.pdf>
46. Turkish Religious Diplomacy An Analysis of Efforts to Achieve Socio-Political Consensus Through the 2016 Global Islamic Calendar Congress - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/396539501_Turkish_Religious_Diplomacy_An_Analysis_of_Efforts_to_Achieve_Socio-Political_Consensus_Through_the_2016_Global_Islamic_Calendar_Congress
47. Implementation of the New MABIMS Crescent Visibility Criteria: Efforts to Unite the Hijriyah Calendar in the Southeast Asian Reg - ResearchGate, accessed March 24,

- 2026,
https://www.researchgate.net/publication/362109461_Implementation_of_the_New_MABIMS_Crescent_Visibility_Criteria_Efforts_to_Unite_the_Hijriyah_Calendar_in_the_Southeast_Asian_Region/fulltext/636c0578431b1f5300842b39/Implementation-of-the-New-MABIMS-Crescent-Visibility-Criteria-Efforts-to-Unite-the-Hijriyah-Calendar-in-the-Southeast-Asian-Region.pdf
48. Python for Islamic Astronomy: Modern Computational Approaches to Hijri Calendar, Qibla, and Prayer Times | Request PDF - ResearchGate, accessed March 24, 2026, https://www.researchgate.net/publication/397071244_Python_for_Islamic_Astronomy_Modern_Computational_Approaches_to_Hijri_Calendar_Qibla_and_Prayer_Times
 49. YOGYAKARTA 2024 - UII, accessed March 24, 2026, <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/50210/17421130.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 50. Exploring the dynamics of Islamic events on sustainable performance of Islamic and conventional stock markets - Growing Science, accessed March 24, 2026, https://www.growing-science.com/uscm/Vol12/uscm_2023_182.pdf
 51. Understanding THE UNIFIED GLOBAL HIJRI CALENDAR Briefly - Tarjih, accessed March 24, 2026, <https://tarjih.or.id/wp-content/uploads/2025/06/Pocket-Book-of-KHGT.pdf>
 52. The implementation of new minister of religion of Brunei, Indonesia, Malaysia, and Singapore criteria towards the Hijri calendar unification, accessed March 24, 2026, <https://hts.org.za/index.php/hts/article/view/8774/25290>
 53. INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIJRI MONTH DETERMINATION: A MAQASID APPROACH | Mulawarman - MulawarmanLawReview, accessed March 24, 2026, <https://e-journal.fh.unmul.ac.id/index.php/mulrev/article/download/1729/315/4954>
 54. Internalization of Muhammadiyah Life Values in the development of science and technology in the era of Industry 5.0 - JOURNAL OF PRIVIETLAB, accessed March 24, 2026, <https://journal.privietlab.org/index.php/PSSJ/article/download/487/283/2568>
 55. The Issues and Prospects of the Global Islamic Calendar - Atlantis Press, accessed March 24, 2026, <https://www.atlantispress.com/article/125945171.pdf>
 56. Islam and Economic Performance: Historical and Contemporary Links - Sites@Duke Express, accessed March 24, 2026, <https://sites.duke.edu/timurkuran/files/2017/09/Islam-Economic-Performance-Kuran-JEL-in-press.pdf>

DAFTAR PUSTAKA

A. Sumber Primer (Al-Qur'an & Hadis)

- **Al-Qur'an al-Karim.**
- **Abu Dawud**, Sulaiman bin al-Asy'ats. *Sunan Abi Dawud*.
- **Al-Bukhari**, Muhammad bin Ismail. *Shahih al-Bukhari*. Kairo: Dar al-Hadits.
- **At-Tirmidzi**, Muhammad bin Isa. *Sunan at-Tirmidzi*.
- **Muslim** bin al-Hajjaj. *Shahih Muslim*. Beirut: Dar Ihya al-Turats al-Arabi.

B. Tafsir, Fikih, & Ushul Fikih

- **Al-Asqalani**, Ibnu Hajar. (n.d.). *Fathul Bari Syarh Shahih al-Bukhari*. Kairo: Dar al-Hadits.
- **Al-Qurthubi**, Syamsuddin. (2006). *Al-Jami' li Ahkam al-Qur'an*. Beirut: Muassasah ar-Risalah.
- **An-Nawawi**, Yahya bin Syaraf. (n.d.). *Al-Minhaj: Syarh Shahih Muslim bin al-Hajjaj*. Kairo: Dar al-Hadits.
- **Ar-Razi**, Fakhruddin. (1999). *Mafatih al-Ghaib (Tafsir al-Kabir)*. Beirut: Dar Ihya al-Turats al-Arabi.
- **Jauhari**, Tantawi. (n.d.). *Al-Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*. Kairo: Mustafa al-Babi al-Halabi.
- **Zarkasyi**, Hamid Fahmy. (2020). *Minhaj: Berislam dari Ritual hingga Intelektual*. Jakarta: INSISTS.

C. Falak, Astronomi Islam, & KHGT

- **Anwar**, Syamsul. (2011). *Interkoneksi Agama dan Sains: Masalah Penyatuan Kalender Islam*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- **Anwar**, Syamsul. (2018). *Hari-Hari Besar Islam: Kalender Hijriah Global*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- **Azhari**, Susiknan. (2007). *Kalender Hijriah Internasional: Mewujudkan Kesatuan Umat Islam*. Yogyakarta: Museum Astronomi Islam.
- **Djamaluddin**, Thomas. (2011). *Astronomi Memberi Solusi bagi Penyatuan Kalender Islam*. Jakarta: Widya Pustaka.
- **Majelis Tarjih dan Tajdid PP Muhammadiyah**. (2024). *Pedoman Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT) & Naskah Akademik*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- **Odeh**, Mohammad Shaukat. (2006). "New Criterion for Lunar Crescent Visibility". *Journal of Royal Astronomical Society of Canada*.
- **Saksono**, Tono. (2007). *Mengkompromikan Rukyat dan Hisab*. Jakarta: Amythas Publicita.
- **Saksono**, Tono. (2012). *The Unified International Hijri Calendar*. Jakarta: Amythas Publicita.

D. Sains, Teknologi Komputasi (AT & AI), & Pemrograman

- **Az-Zindani**, Abdul Majid. (1997). *Al-I'jaz al-Ilmi fi al-Qur'an wa al-Sunnah*. Kairo: Dar al-Iman.

- **Bucaille**, Maurice. (1976). *The Bible, The Qur'an and Science*. Paris: Seghers.
- **Folkner**, W. M., Williams, J. G., Boggs, D. H., Park, R. S., & Kuchynka, P. (2014). "The Planetary and Lunar Ephemerides DE430 and DE431". *The Interplanetary Network Progress Report*, 42-196, 1-81. Pasadena: Jet Propulsion Laboratory.
- **Goodfellow**, Ian, et al. (2016). *Deep Learning*. Cambridge: MIT Press.
- **Hunter**, J. D. (2007). "Matplotlib: A 2D graphics environment". *Computing in Science & Engineering*, 9(3), 90-95.
- **Kasmui**. (2026). *Unlock The Cosmos: KHGT Times – Aplikasi Astronomi Terintegrasi Python Berbasis KHGT Engine*. Semarang. (Diakses dari <https://hisabmu.com/khgttimes/>).
- **Meeus**, Jean. (1998). *Astronomical Algorithms* (2nd ed.). Richmond, Virginia: Willmann-Bell.
- **Najjar**, Zaghlul. (2001). *Treasures in the Sunnah: A Selection from the Sayings of Prophet Muhammad*. London: Al-Falah Foundation.
- **NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL)**. *Development Ephemeris (DE406, DE421, DE440, DE442)*. Pasadena: California Institute of Technology.
- **Purwanto**, Agus. (2015). *Nalar Ayat-Ayat Semesta: Menjadikan Al-Qur'an sebagai Basis Konstruksi Ilmu Pengetahuan*. Bandung: Mizan.
- **Rhodes**, B. (2019). "Skyfield: High precision research-grade positions for planets and Earth satellites". *Journal of Open Source Software*, 4(40), 1367.
- **Schaller**, Tom. (2023). *CustomTkinter Documentation*. (Python UI Library).
- **Virtanen**, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., et al. (2020). "SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python". *Nature Methods*, 17, 261-272.

GLOSARIUM

A

- **Algoritma:** Rangkaian instruksi atau prosedur matematis langkah demi langkah untuk memecahkan masalah komputasi, seperti algoritma Jean Meeus atau algoritma interpolasi dalam Python.
- **Artificial Intelligence (AI):** Kecerdasan buatan; simulasi kecerdasan manusia yang diprogramkan ke dalam sistem komputasi untuk mengidentifikasi citra hial, membedakan *noise* cuaca, dan mengotomatisasi hisab.
- **Astronomical Technology (AT):** Teknologi astronomi mutakhir yang mencakup perangkat keras (teleskop robotik, sensor Lidar) dan perangkat lunak untuk mengobservasi dan memprediksi posisi benda langit secara presisi.

B

- **Barycentric:** Sistem koordinat astronomi yang berpusat pada titik pusat massa Tata Surya, digunakan oleh data *Development Ephemeris* NASA untuk melacak posisi objek angkasa dengan akurasi maksimal.
- **Bashar:** Penglihatan mata telanjang manusia secara fisik (*ru'yah bashariyah*), yang rentan terhadap ilusi optik dan keterbatasan jarak pandang.
- **Bayan:** Penjelasan visual atau argumentasi yang terang benderang; dalam komputasi modern direpresentasikan melalui grafik, peta visibilitas (*visibility map*), dan *Star Chart*.

C

- **Computer Vision:** Cabang dari kecerdasan buatan (AI) yang melatih komputer untuk mengekstraksi, memproses, dan memahami informasi visual dari gambar digital, sangat berguna untuk mendeteksi sabit bulan yang sangat tipis.
- **CustomTkinter:** Sebuah pustaka (library) antarmuka grafis (GUI) modern di dalam bahasa pemrograman Python yang digunakan untuk membangun *dashboard* aplikasi KHGT TIMES.

D

- **Delta-T (ΔT):** Selisih waktu antara Waktu Universal (berbasis rotasi bumi yang fluktuatif) dengan Waktu Terrestrial (berbasis jam atom yang stabil), parameter krusial dalam hisab modern.
- **Development Ephemeris (DE):** Model matematis tata surya terintegrasi secara numerik yang dikembangkan oleh NASA JPL (misal: de421.bsp, de442.bsp), menjadi standar emas akurasi hisab kontemporer.

E

- **Elongasi:** Jarak sudut (angular) antara pusat piringan bulan dan pusat piringan matahari sebagaimana diamati dari pusat bumi (geosentris) maupun dari permukaan bumi (toposentris).
- **Ephemeris:** Tabel, basis data, atau file biner yang memuat informasi posisi dan kecepatan benda-benda langit pada waktu tertentu secara periodik.

F

- **Falak:** Garis edar atau orbit lintasan benda langit; juga merujuk pada ilmu astronomi Islam (*Ilmu Falak*).
- **Faqduru Lahu:** Secara harfiah berarti "perkirakanlah/hitunglah kadarnya". Perintah Nabi SAW untuk menggunakan hisab atau komputasi ketika penglihatan visual terhadap hilal terhalang cuaca.

G

- **Ghumma:** Kondisi cuaca mendung, awan tebal, debu, atau gangguan atmosfer lainnya yang menghalangi pandangan mata manusia ke arah ufuk saat merukyat hilal.
- **Global Matla':** Konsep astronomi-fikih yang menetapkan bahwa seluruh bumi adalah satu kesatuan zona waktu; jika hilal memenuhi kriteria di satu titik bumi, maka berlaku untuk seluruh umat Islam.

H

- **Hilal:** Bulan sabit pertama yang terbentuk setelah fase konjungsi (ijtimak) dan berpotensi terlihat setelah matahari terbenam.
- **Hisab Hakiki:** Perhitungan matematis dan astronomis untuk menentukan posisi faktual bulan dan matahari di bola langit, bebas dari sekadar taksiran kasar.

I

- **Ijtimak:** Konjungsi antariksa; peristiwa di mana bumi, bulan, dan matahari berada pada satu bujur ekliptika yang sama, menandai akhir siklus bulan lalu dan awal siklus bulan baru.
- **Illat:** Alasan, motif, atau penyebab di balik ditetapkannya suatu hukum syariat. Contoh: kondisi *ummiyah* (tidak bisa menghitung) adalah *illat* dari kewajiban rukyat fisik di abad ke-7.
- **Imkanur Rukyat:** Kriteria atau batas probabilitas minimal visibilitas hilal (misal: tinggi 5° dan elongasi 8°) yang memungkinkan hilal dapat diamati secara fisis.
- **Itqan:** Prinsip melakukan pekerjaan dengan tingkat kesempurnaan, kepresisian, dan profesionalisme tertinggi; dalam astronomi berarti menggunakan data ephemeris terbaik yang tersedia.

J

- **JPL (Jet Propulsion Laboratory):** Pusat penelitian dan pengembangan NASA yang merumuskan dan mempublikasikan data *Development Ephemeris* (DE).

K

- **KHGT (Kalender Hijriah Global Tunggal):** Sistem penanggalan Islam internasional yang memadukan hisab hakiki dengan kriteria global, bertujuan menyatukan jatuhnya tanggal 1 Hijriah di seluruh dunia pada hari yang sama.
- **Kuantum (Quantum Computing):** Teknologi komputasi generasi mendatang yang menggunakan prinsip mekanika kuantum untuk memproses variabel tata surya yang teramat kompleks secara instan tanpa galat.

L

- **Lidar (Light Detection and Ranging):** Teknologi peraba jarak jauh menggunakan pantulan sinar laser untuk memetakan kondisi atmosfer atau mendeteksi objek, mampu menembus hambatan cuaca parsial.
- **Lokalitas:** Konsep fiksasi hukum berdasarkan batas geografis tertentu (seperti batas negara atau radius rukyat), yang dalam konteks KHGT dianggap sudah tidak relevan di era globalisasi.

M

- **Machine Learning:** Sub-bidang AI di mana sistem komputer diprogram untuk belajar mandiri dari kumpulan data masa lalu guna meningkatkan akurasi prediksi visibilitas hilal.
- **Matla':** Tempat, batas geografis, atau zona keberlakuan terbitnya benda langit (khususnya bulan).
- **Maqashid Syariah:** Tujuan-tujuan filosofis dan luhur di balik penetapan hukum Islam, salah satunya adalah persatuan dan kemaslahatan umat.

N

- **Nazhar:** Observasi, pengamatan mendalam, dan penelitian analitis terhadap fenomena alam semesta yang diperintahkan oleh Al-Qur'an.
- **Numerik (Integrasi Numerik):** Metode komputasi matematika tingkat lanjut yang digunakan untuk melacak orbit planet dengan memperhitungkan seluruh gangguan gravitasi (*perturbation*), menggantikan metode analitik klasik yang rentan galat pembulatan.

O

- **Observatorium:** Bangunan atau fasilitas fisik yang dilengkapi instrumen presisi (seperti teleskop robotik dan sensor digital) untuk mengamati fenomena langit.
- **Odeh (Kriteria Odeh):** Algoritma perhitungan visibilitas hilal kontemporer yang didasarkan pada perbandingan kontras kecerahan (*luminance*) antara bulan sabit dan latar belakang langit senja.

P

- **PyEphem:** Pustaka (*library*) astronomi klasik di Python berbasis C-Core yang sering digunakan untuk kalkulasi posisi benda langit dengan kecepatan komputasi tinggi.
- **Python:** Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang digunakan sebagai fondasi dalam membangun aplikasi komputasi falak modern, termasuk perangkat lunak KHGT TIMES.

Q

- **Qadar:** Ukuran, perhitungan pasti, atau ketetapan mekanika alam semesta yang telah diatur oleh Allah SWT.
- **Qath'i:** Dalil atau hukum syariat yang maknanya sudah definitif, mutlak, tidak mengandung keraguan, dan tidak dapat ditafsirkan lain.

- **Qiyas:** Analogi dalam ushul fikih; metode menetapkan hukum suatu perkara baru dengan menyamakannya dengan perkara lama yang memiliki kesamaan *illat* (seperti menganalogikan hisab awal bulan dengan hisab waktu shalat).

R

- **Ra'a:** Akar kata bahasa Arab yang berarti "melihat". Dalam analisis semantik, kata ini mencakup melihat dengan mata fisik (*bashariyah*) maupun melihat dengan ilmu/akal (*'ilmiyah*).
- **Ru'yah 'Ilmiyah:** Mencapai pengetahuan yang meyakinkan mengenai posisi hilal melalui instrumen ilmu pengetahuan (astronomi dan hisab), tanpa harus mengamatnya secara fisik.
- **Rukyatul Hilal:** Aktivitas observasi atau pengamatan bulan sabit pertama di ufuk barat pasca terbenamnya matahari.

S

- **Skyfield:** Pustaka (*library*) Python modern yang sangat presisi, dirancang secara khusus untuk memproses data *Development Ephemeris* NASA (vektor 3D) untuk aplikasi astronomi kedirgantaraan.
- **Sunnatullah:** Ketetapan, hukum, atau keteraturan alam semesta yang diciptakan Allah, yang dapat dibaca dan dikalkulasi melalui ilmu sains.
- **Syafaq:** Pendaran cahaya (biasanya kemerah-merahan) di ufuk barat yang tersisa setelah matahari terbenam.

T

- **Taskhir:** Penundukan alam semesta oleh Allah agar berjalan sesuai dengan pola matematis yang dapat dimanfaatkan dan dihitung oleh manusia.
- **Taqdir:** Pengukuran, kalibrasi kosmik, atau ketetapan eksak dari Allah terhadap garis edar bulan dan matahari.

U

- **Ummiyah (Ummatun Ummiyyatun):** Status umat pada abad ke-7 yang secara mayoritas belum menguasai kemampuan baca-tulis dan literasi astronomi numerik (hisab), yang menjadi alasan (*illat*) diperintakkannya metode rukyat fisik.
- **Unifikasi:** Upaya penyatuan kalender dan penanggalan umat Islam di seluruh dunia untuk mengakhiri perbedaan hari raya dan waktu ibadah.

V

- **Visibilitas:** Tingkat keterlihatan atau probabilitas kemunculan suatu objek (hilal) secara fisis, dipengaruhi oleh posisi geometris, refraksi atmosfer, dan alat optik.
- **VSOP87:** Teori analitik klasik asal Prancis (*Variations Séculaires des Orbites Planétaires*) untuk menghitung posisi planet yang kini mulai digantikan oleh integrasi numerik NASA dalam hisab yang menuntut presisi absolut.

W

- **Wasilah:** Sarana, alat, atau instrumen teknis yang digunakan untuk mencapai suatu tujuan ibadah (seperti menggunakan komputer Python untuk menunaikan hisab awal bulan).
- **Wujudul Hilal:** Kriteria hisab lokal yang menetapkan masuknya bulan baru asalkan matahari telah terbenam dan bulan masih berada di atas ufuk (lebih dari 0 derajat) tanpa mempertimbangkan visibilitas optiknya.

X

- **X-Band Radar:** Spektrum gelombang mikro super tinggi (frekuensi 8-12 GHz) yang digunakan dalam instrumen satelit dan observatorium iklim modern untuk menembus lapisan awan tebal, memberikan data iklim yang mendukung akurasi komputasi atmosferik di era digital.

Y

- **Yaqin:** Tingkat kepastian ilmu yang mutlak dan tidak lagi mengandung keraguan (*zhan*); sering dihasilkan oleh komputasi hisab modern dengan akurasi tinggi.
- **Yaumiyyah:** Ibadah yang dilakukan setiap hari, seperti shalat lima waktu, di mana umat Islam secara aklamasi telah menyepakati penggunaan hisab.

Z

- **Zawal:** Waktu ketika matahari tergelincir dari titik puncaknya (zenit) ke arah barat, yang menjadi pertanda masuknya waktu shalat Zuhur.
- **Zhan:** Dugaan, probabilitas yang belum mencapai kepastian, atau estimasi visual yang rentan terhadap galat, berlawanan dengan kepastian ilmu (*Yaqin*).

LAMPIRAN 1: 50 TAHUN AWAL RAMADAN

KALENDER HIJRIAH GLOBAL TUNGGAL

KHGT Times 6.8, By Kasmui

[REKAPITULASI KOMPARASI AWAL RAMADHAN (1447 H - 1496 H)]

KHGT (Global Alt \geq 5°, Eln \geq 8°) vs Neo MABIMS (Lokal Sabang Alt \geq 3°, Eln \geq 6.4°)

Tahun	Waktu Ijtimak (UTC)	1 Ramadhan (KHGT)	1 Ramadhan (MABIMS Sabang)	Status / Selisih
1447 H	17-02-2026 12:01	18 Feb 2026	19 Feb 2026	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1448 H	06-02-2027 15:56	08 Feb 2027	08 Feb 2027	Serentak (Sama)
1449 H	26-01-2028 15:12	28 Jan 2028	28 Jan 2028	Serentak (Sama)
1450 H	14-01-2029 17:24	16 Jan 2029	16 Jan 2029	Serentak (Sama)
1451 H	04-01-2030 02:49	05 Jan 2030	06 Jan 2030	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1452 H	24-12-2030 17:32	26 Dec 2030	26 Dec 2030	Serentak (Sama)
1453 H	14-12-2031 09:05	15 Dec 2031	16 Dec 2031	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1454 H	02-12-2032 20:52	04 Dec 2032	04 Dec 2032	Serentak (Sama)
1455 H	22-11-2033 01:38	23 Nov 2033	24 Nov 2033	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1456 H	11-11-2034 01:16	12 Nov 2034	13 Nov 2034	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1457 H	31-10-2035 02:58	01 Nov 2035	02 Nov 2035	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1458 H	19-10-2036 11:49	20 Oct 2036	21 Oct 2036	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1459 H	09-10-2037 02:34	10 Oct 2037	11 Oct 2037	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1460 H	28-09-2038 18:57	30 Sep 2038	30 Sep 2038	Serentak (Sama)
1461 H	18-09-2039 08:22	19 Sep 2039	20 Sep 2039	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1462 H	06-09-2040 15:13	07 Sep 2040	08 Sep 2040	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1463 H	26-08-2041 16:15	27 Aug 2041	28 Aug 2041	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1464 H	15-08-2042 18:00	17 Aug 2042	17 Aug 2042	Serentak (Sama)
1465 H	05-08-2043 02:22	06 Aug 2043	07 Aug 2043	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1466 H	24-07-2044 17:10	25 Jul 2044	26 Jul 2044	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1467 H	14-07-2045 10:27	15 Jul 2045	16 Jul 2045	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1468 H	04-07-2046 01:38	05 Jul 2046	06 Jul 2046	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1469 H	23-06-2047 10:35	25 Jun 2047	25 Jun 2047	Serentak (Sama)
1470 H	11-06-2048 12:49	13 Jun 2048	13 Jun 2048	Serentak (Sama)
1471 H	31-05-2049 13:59	02 Jun 2049	02 Jun 2049	Serentak (Sama)
1472 H	20-05-2050 20:50	22 May 2050	22 May 2050	Serentak (Sama)
1473 H	10-05-2051 10:28	11 May 2051	12 May 2051	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1474 H	29-04-2052 03:20	30 Apr 2052	01 May 2052	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1475 H	18-04-2053 18:47	20 Apr 2053	20 Apr 2053	Serentak (Sama)
1476 H	08-04-2054 04:31	09 Apr 2054	10 Apr 2054	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1477 H	28-03-2055 07:00	29 Mar 2055	30 Mar 2055	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1478 H	16-03-2056 06:51	17 Mar 2056	18 Mar 2056	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1479 H	05-03-2057 11:24	06 Mar 2057	07 Mar 2057	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1480 H	22-02-2058 22:56	24 Feb 2058	24 Feb 2058	Serentak (Sama)
1481 H	12-02-2059 14:26	13 Feb 2059	14 Feb 2059	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1482 H	02-02-2060 05:22	03 Feb 2060	04 Feb 2060	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1483 H	21-01-2061 15:15	23 Jan 2061	23 Jan 2061	Serentak (Sama)
1484 H	10-01-2062 17:51	12 Jan 2062	12 Jan 2062	Serentak (Sama)
1485 H	30-12-2062 16:56	01 Jan 2063	01 Jan 2063	Serentak (Sama)
1486 H	19-12-2063 20:03	21 Dec 2063	21 Dec 2063	Serentak (Sama)
1487 H	08-12-2064 06:28	09 Dec 2064	10 Dec 2064	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1488 H	27-11-2065 21:39	29 Nov 2065	29 Nov 2065	Serentak (Sama)
1489 H	17-11-2066 13:05	19 Nov 2066	19 Nov 2066	Serentak (Sama)
1490 H	07-11-2067 00:13	08 Nov 2067	09 Nov 2067	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1491 H	26-10-2068 04:16	27 Oct 2068	28 Oct 2068	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1492 H	15-10-2069 04:02	16 Oct 2069	17 Oct 2069	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1493 H	04-10-2070 07:00	05 Oct 2070	06 Oct 2070	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1494 H	23-09-2071 17:20	25 Sep 2071	25 Sep 2071	Serentak (Sama)
1495 H	12-09-2072 09:06	13 Sep 2072	14 Sep 2072	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1496 H	02-09-2073 01:52	03 Sep 2073	04 Sep 2073	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)

LAMPIRAN 2: 50 TAHUN AWAL SYAWAL

KALENDER HIJRIAH GLOBAL TUNGGAL

KHGT Times 6.8, By Kasmui

[REKAPITULASI KOMPARASI AWAL SYAWAL / IDUL FITRI (1447 H - 1496 H)]

KHGT (Global Alt \geq 5°, Eln \geq 8°) vs Neo MABIMS (Lokal Sabang Alt \geq 3°, Eln \geq 6.4°)

Tahun	Waktu Ijtimak (UTC)	1 Syawal (KHGT)	1 Syawal (MABIMS Sabang)	Status / Selisih
1447 H	19-03-2026 01:23	20 Mar 2026	21 Mar 2026	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1448 H	08-03-2027 09:29	09 Mar 2027	10 Mar 2027	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1449 H	25-02-2028 10:37	26 Feb 2028	27 Feb 2028	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1450 H	13-02-2029 10:31	14 Feb 2029	15 Feb 2029	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1451 H	02-02-2030 16:07	04 Feb 2030	04 Feb 2030	Serentak (Sama)
1452 H	23-01-2031 04:30	24 Jan 2031	25 Jan 2031	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1453 H	12-01-2032 20:06	14 Jan 2032	14 Jan 2032	Serentak (Sama)
1454 H	01-01-2033 10:16	02 Jan 2033	03 Jan 2033	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1455 H	21-12-2033 18:46	23 Dec 2033	23 Dec 2033	Serentak (Sama)
1456 H	10-12-2034 20:14	12 Dec 2034	12 Dec 2034	Serentak (Sama)
1457 H	29-11-2035 19:37	01 Dec 2035	01 Dec 2035	Serentak (Sama)
1458 H	18-11-2036 00:14	19 Nov 2036	19 Nov 2036	Serentak (Sama)
1459 H	07-11-2037 12:02	08 Nov 2037	09 Nov 2037	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1460 H	28-10-2038 03:52	29 Oct 2038	30 Oct 2038	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1461 H	17-10-2039 19:08	19 Oct 2039	19 Oct 2039	Serentak (Sama)
1462 H	06-10-2040 05:25	07 Oct 2040	08 Oct 2040	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1463 H	25-09-2041 08:40	26 Sep 2041	27 Sep 2041	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1464 H	14-09-2042 08:49	16 Sep 2042	16 Sep 2042	Serentak (Sama)
1465 H	03-09-2043 13:16	04 Sep 2043	05 Sep 2043	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1466 H	23-08-2044 01:05	24 Aug 2044	25 Aug 2044	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1467 H	12-08-2045 17:38	13 Aug 2045	14 Aug 2045	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1468 H	02-08-2046 10:25	03 Aug 2046	04 Aug 2046	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1469 H	22-07-2047 22:48	24 Jul 2047	25 Jul 2047	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1470 H	11-07-2048 04:03	12 Jul 2048	13 Jul 2048	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1471 H	30-06-2049 04:49	01 Jul 2049	02 Jul 2049	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1472 H	19-06-2050 08:21	20 Jun 2050	21 Jun 2050	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1473 H	08-06-2051 18:55	10 Jun 2051	10 Jun 2051	Serentak (Sama)
1474 H	28-05-2052 10:49	29 May 2052	30 May 2052	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1475 H	18-05-2053 03:42	19 May 2053	20 May 2053	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1476 H	07-05-2054 17:00	09 May 2054	09 May 2054	Serentak (Sama)
1477 H	26-04-2055 23:16	28 Apr 2055	28 Apr 2055	Serentak (Sama)
1478 H	14-04-2056 23:50	16 Apr 2056	16 Apr 2056	Serentak (Sama)
1479 H	04-04-2057 01:30	05 Apr 2057	06 Apr 2057	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1480 H	24-03-2058 09:49	25 Mar 2058	26 Mar 2058	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1481 H	14-03-2059 00:05	15 Mar 2059	15 Mar 2059	Serentak (Sama)
1482 H	02-03-2060 16:11	04 Mar 2060	04 Mar 2060	Serentak (Sama)
1483 H	20-02-2061 05:30	21 Feb 2061	22 Feb 2061	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1484 H	09-02-2062 12:10	11 Feb 2062	11 Feb 2062	Serentak (Sama)
1485 H	29-01-2063 12:22	31 Jan 2063	31 Jan 2063	Serentak (Sama)
1486 H	18-01-2064 12:36	20 Jan 2064	20 Jan 2064	Serentak (Sama)
1487 H	06-01-2065 19:14	08 Jan 2065	08 Jan 2065	Serentak (Sama)
1488 H	27-12-2065 08:26	28 Dec 2065	29 Dec 2065	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1489 H	17-12-2066 00:17	18 Dec 2066	19 Dec 2066	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1490 H	06-12-2067 14:04	08 Dec 2067	08 Dec 2067	Serentak (Sama)
1491 H	24-11-2068 21:41	26 Nov 2068	27 Nov 2068	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1492 H	13-11-2069 22:37	15 Nov 2069	16 Nov 2069	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1493 H	02-11-2070 22:42	04 Nov 2070	05 Nov 2070	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1494 H	23-10-2071 04:49	24 Oct 2071	25 Oct 2071	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)
1495 H	11-10-2072 17:54	13 Oct 2072	13 Oct 2072	Serentak (Sama)
1496 H	01-10-2073 10:20	02 Oct 2073	03 Oct 2073	Beda (MABIMS Mundur 1 Hari)



The author profile for Kasmui is presented on a dark blue background with a golden circuit board pattern. The word "PENULIS" is written in large, bold, golden letters at the top. Below it is a square portrait of Kasmui, a man with a white cap and a blue batik shirt. Underneath the portrait, the name "KASMUI" is written in bold, golden letters. To the left of the portrait are icons of a brain and a compass. To the right are icons of an open book and a closed book. Below the name, a list of bullet points describes his professional and personal interests. A small white star icon is located at the bottom right of the profile area.

PENULIS



KASMUI

- Dosen Kimia, Komputasi, IT, dan AI UNNES, serta Praktisi Ilmu Falak;
- Anggota Majelis Tabligh PDM Kota Semarang dan PWM Jawa Tengah;
- Anggota Tim Pengembang Software KHGT MTT PP Muhammadiyah;
- Website pribadi: <https://hisabmu.com/>, <https://kasmui.cloud/>;
- Minat & Hobi: Computer programming.

MENIMBANG RUKYAT DAN HISAB DALAM KEHIDUPAN MODERN DENGAN IPTEK CANGGIH DAN BERBASIS AT DAN AI

Integrasi Astronomi Islam Tradisional dengan
Teknologi Presisi Digital dan Kecerdasan Buatan
Buku Referensi Akademik dan Praktis

SINOPSIS BUKU

Buku ini adalah jembatan emas yang menghubungkan fikih klasik dan astronomi modern di era IPTEK canggih. Menelaah transformasi penentuan awal bulan Kamariah, dari tradisi rukyatul hilal yang demokratis-empiris menuju era kepastian hisab presisi berbasis AI dan teknologi Lidar. Temukan argumen ushul fikih yang cerdas mengenai pergeseran Illat hukum 'umat ummi', urgensi Kalender Hijriah Global Tunggal (KHGT), dan bagaimana **sains modern 2026 menyempurnakan Ittiba'** kepada sunnah Rasulullah SAW. Dilengkapi referensi otoritatif, buku ini menawarkan kepastian, keteraturan, dan kesatuan dalam ibadah di seluruh dunia.

IMKANUR RUKYAT

KHGT



KASMUI