

# INTERKONEKSI FIKIH HISAB RUKYAT DAN ILMU GEODESI

**Marwadi**

*Fakultas Syariah IAIN Purwokerto  
Jl. Jend. A. Yani No. 40-A Purwokerto Jawa Tengah  
Email: marwadi2005@gmail.com*

## **Abstrak**

Studi Islam termasuk fikih melalui integrasi interkoneksi dengan ilmu lain penting dilakukan untuk mendapatkan perspektif yang lebih utuh. Salah satunya adalah interkoneksi fikih hisab rukyat dengan ilmu geodesi. Pada umumnya, studi arah kiblat, awal waktu salat, awal bulan kamariah, dan gerhana dalam fikih hisab rukyat menggunakan rumus umum trigonometri bola dengan acuan bumi bulat. Acuan bumi bulat pada studi wilayah tersebut berbeda dengan kondisi riil Bumi yang berbentuk ellipsoid seperti dijelaskan dalam ilmu geodesi. Untuk mendapatkan hasil yang lebih valid, penting dilakukan konversi lintang tempat dan tinggi tempat. Lintang tempat yang didapatkan melalui referensi atau GPS adalah lintang geodetik dengan acuan bumi ellipsoid, padahal rumus trigonometri bola mengacu pada bentuk Bumi yang bulat. Tinggi tempat yang diperoleh melalui GPS adalah ketinggian ellipsoid, bukan ketinggian orthometrik (di atas permukaan rata-rata air laut) yang dikehendaki. Dengan konversi data-data tersebut, studi di wilayah fikih hisab rukyat menjadi bertambah validitasnya. Dengan bertambah validnya hasil hitungan, menunjukkan bahwa interkoneksi antara fikih hisab rukyat dan ilmu geodesi muncul dalam bentuk komplementasi, artinya bahwa data dan temuan ilmu geodesi dapat melengkapi data dan analisis dalam fikih hisab rukyat sehingga dimungkinkan menarik kesimpulan yang lebih valid.

**Kata kunci:** *interkoneksi, fikih hisab rukyat, geodesi, validitas, konversi*

## **Abstract**

Islamic studies, including *fiqh*, using an integration-interconnection approach with other sciences are important to do to get a more complete perspective. One of them is the interconnection of “hisab-rukyyat” *fiqh* with geodesy. In general, the study of the *Qibla* direction, the beginning of prayer times, the beginning of the *qamariah* month, and eclipses in “hisab-rukyyat” *fiqh*, uses the general formula of spherical trigonometry with a round earth reference. Round earth references in the study of the region differ from the real condition of the earth in the form of an ellipsoid as described in geodesy. To get more valid results, it is important to convert latitude and place height. The latitude of the place obtained by reference or GPS is the geodetic latitude with the earth reference in the form of an ellipsoid, whereas the spherical trigonometry formula refers to the shape of a round Earth. The place height obtained through GPS is the ellipsoid height, not the desired orthometric height (above the average surface of sea water). By converting these data, studies of the “hisab-rukyyat” *fiqh* can be more valid. By increasing the validity of the calculation results, the interconnection between “hisab-rukyyat” *fiqh* and geodesy appears in the form of complementation, meaning that data and findings of geodesy can complement data and analysis in “hisab-rukyyat” *fiqh*, so that it is possible to draw more valid conclusions.

**Keywords:** *interconnection, fiqh of ‘hisab-rukyyat’, geodesy, validity, conversion*

## A. Pendahuluan

Sejarah Pendidikan Tinggi Islam di Indonesia telah menorehkan tinta emasnya ketika antara tahun 2002-2005, ada enam Perguruan Tinggi Agama Islam Negeri melakukan konversi menjadi Universitas Islam Negeri (UIN). Konversi institusi ini kemudian diiringi dengan penyampaian gagasan oleh masing-masing rektornya yang secara umum menghendaki adanya penyatuan ilmu agama dan ilmu umum. Paradigma keilmuan kampus-kampus tersebut secara umum mirip dengan apa yang diusung oleh UIN Yogyakarta sebagai paradigma integratif-interkoneksi.<sup>1</sup>

Menurut Amin Abdullah, konversi perguruan tinggi ini adalah proyek keilmuan. Proyek pengembangan wawasan keilmuan dan perubahan pola pikir keilmuan yang bernafaskan keagamaan transformatif dan bukan asal berubah. Konversi ini adalah momentum untuk membenahi dan menyembuhkan dikotomi keilmuan umum dan agama. Proyek besar reintegrasi epistemologi keilmuan umum dan agama menunjukkan pentingnya dialog dan kerjasama antara disiplin ilmu umum dan agama yang lebih erat. Pendekatan interdisipliner, interkoneksi dan sensitivitas antar berbagai disiplin ilmu-ilmu kealaman dengan disiplin ilmu-ilmu sosial dan disiplin humanities serta disiplin ilmu-ilmu agama perlu dikembangkan terus-menerus. Sekarang sudah bukan waktunya disiplin ilmu agama (Islam) menyendiri dan steril dari kontak dan intervensi ilmu-ilmu sosial, humaniora dan ilmu-ilmu kealaman.<sup>2</sup>

Syamsul Anwar menjelaskan bahwa pendekatan integrasi-interkoneksi memiliki dua sisi terpisah yaitu sisi integrasi dan sisi interkoneksi. Dalam integrasi terjadi restrukturisasi ilmu berdasarkan prinsip-prinsip tertentu. Restrukturisasi itu dilakukan dengan mengadakan perubahan menyangkut paradigma, teori, metode, dan prosedur-prosedur teknis dalam ilmu bersangkutan.

Sedangkan dalam interkoneksi tidak terjadi restrukturisasi, melainkan yang terjadi adalah perluasan perspektif dengan menyerap informasi pelengkap dari ilmu lain. Atas dasar itu, pendekatan interkoneksi dapat dirumuskan sebagai proses pengkajian dalam suatu bidang ilmu dengan memanfaatkan data dan analisis dalam ilmu lain terkait, di samping menggunakan data dan analisis ilmu bersangkutan sendiri dalam rangka komplementasi, konfirmasi, kontribusi, atau komparasi.<sup>3</sup>

Komplementasi artinya bahwa data dan temuan ilmu terkait dapat melengkapi data dan analisis dalam ilmu di mana pendekatan interkoneksi dilakukan sehingga dimungkinkan menarik kesimpulan yang lebih valid. Tanpa data itu, suatu kesimpulan yang diambil masih akan mengandung kelemahan-kelemahan. Konfirmasi artinya memperkuat hasil temuan dalam kajian ilmu tertentu. Kontribusi artinya suatu ilmu terkait dapat menyumbangkan temuan-temuan sehingga dapat mempertajam temuan ilmu tertentu. Komparasi artinya bahwa hasil-hasil analisis ilmu terkait dapat menjadi bahan banding dalam analisis ilmu tertentu dalam rangka perluasan cakrawala pengetahuan.<sup>4</sup>

Interkoneksi dalam berbagai bentuknya seperti di atas, dapat diterapkan dalam studi Islam seperti kalam, falsafah, tasawuf, hadis, tarikh, fikih, tafsir, dan bahasa dengan ilmu-ilmu lain seperti antropologi, sosiologi, psikologi, ekonomi, politik, sejarah, ilmu-ilmu alam, dan ilmu lainnya.<sup>5</sup> Studi agama (Islam) yang dintergrasikan atau diinterkoneksi dengan ilmu alam atau sains diharapkan memberikan kontribusi baru yang tidak bisa didapatkan jika keduanya terpisah.<sup>6</sup>

Dalam kerangka untuk mendapatkan kontribusi baru itulah, fikih hisab rukyat sebagai bagian dari studi hukum Islam<sup>7</sup> memerlukan pendekatan ilmu lain.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mempertajam pemikiran fikih hisab rukyat adalah ilmu geodesi. Geodesi sebagai ilmu ukur dan pemetaan Bumi menempatkan Bumi sebagai objek studi.<sup>8</sup> Hal itu juga menjadi fokus studi fikih hisab rukyat yang menempatkan bumi sebagai pusat observasi ketika membahas arah kiblat, waktu salat, awal bulan, dan gerhana. Bagaimana kajian fikih hisab rukyat didekati dengan ilmu geodesi dan dalam bentuk apa interkoneksi yang terjadi, itulah pembahasan yang akan diuraikan dalam tulisan ini.

## B. Fikih Hisab Rukyat

### 1. Pengertian Fikih Hisab Rukyat

Fikih hisab rukyat terdiri dari tiga kata yaitu fikih, hisab, dan rukyat. Menurut etimologi, fikih artinya mengerti atau memahami,<sup>9</sup> hisab artinya menghitung,<sup>10</sup> dan rukyat artinya melihat atau meneliti.<sup>11</sup> Sedangkan menurut terminologi, fikih adalah ilmu tentang hukum-hukum syara' yang berkaitan dengan pekerjaan orang mukallaf yang digali dari dalil-dalil terperinci.<sup>12</sup> Fikih menurut al-Syātibī adalah hukum-hukum syar'i yang merupakan hasil *istinbāt* para mujtahid.<sup>13</sup> Hisab adalah perhitungan gerakan benda langit untuk mengetahui kedudukan pada suatu saat yang diinginkan. Jika hisab dikhususkan penggunaannya pada hisab waktu salat atau hisab awal bulan, maka yang dimaksudkan adalah menentukan kedudukan matahari atau bulan.<sup>14</sup> Hisab ada yang mengartikan lebih sempit yaitu perhitungan secara matematis dan astronomis untuk mengetahui posisi bulan dalam menentukan dimulainya awal bulan Hijriah.<sup>15</sup> Sedangkan rukyat adalah memperhatikan hilal di langit sebelah barat pada waktu menjelang bulan baru Hijriah,<sup>16</sup> atau mengamati penampakan hilal setelah terjadinya ijtimak atau konjungsi.<sup>17</sup> Kegiatan rukyat dalam hal ini ialah memperhatikan hilal di langit bagian

barat pada menjelang bulan baru. Kegiatan ini dilakukan untuk mengobservasi hilal. Oleh sebab itu, sebelum rukyat dilakukan, perlu dilokalisasi kedudukan hilal tersebut sesuai hasil perhitungan.<sup>18</sup>

Dengan melihat pengertian hisab dan rukyat di atas, maka jika istilah rukyat digunakan secara mandiri, maksudnya adalah melakukan pengamatan atau observasi hilal dalam rangka penentuan bulan hijriah baru. Sedangkan istilah hisab, mengandung dua pengertian. Pertama, hisab diartikan sebagai kegiatan perhitungan posisi benda-benda langit secara umum, sehingga bahasannya meliputi arah kiblat, awal waktu salat, awal bulan, dan gerhana. Kedua, hisab diartikan sebagai kegiatan perhitungan benda langit secara khusus yaitu posisi hilal ketika matahari terbenam setelah terjadi ijtimak sebagai penanda masuknya awal bulan hijriah baru. Dengan mengacu pada pengertian istilah hisab yang pertama, maka kebanyakan ulama mengatakan ilmu hisab sebagai nama lain dari ilmu falak, seperti juga ilmu *mīqāt*, ilmu *raṣd*, ilmu *haiah* atau bahkan untuk menyebut ilmu astronomi.<sup>19</sup> Hal tersebut juga terbukti dengan adanya beberapa referensi yang menggunakan istilah hisab rukyat dalam arti khusus,<sup>20</sup> namun sebagian lainnya menggunakan istilah hisab rukyat dalam arti luas.<sup>21</sup> Maksud penyebutan fikih hisab rukyat dalam tulisan ini adalah fikih hisab rukyat dalam arti luas.

### 2. Objek Kajian Fikih Hisab Rukyat

Kajian dalam fikih hisab rukyat dalam arti luas adalah sebagaimana kajian dalam ilmu falak yakni mempelajari lintasan benda langit terutama Bumi, Bulan, dan Matahari untuk diketahui posisi masing-masing sehingga diketahui waktu-waktu di bumi. Waktu-waktu tersebut adalah waktu terjadinya bayangan arah kiblat, waktu-waktu salat, waktu ijtimak atau konjungsi dan kedaan hilal pada waktu tersebut, serta waktu

terjadinya gerhana Bulan dan Matahari. Studi arah kiblat pada dasarnya adalah menghitung besaran sudut yang diapit oleh garis meridian yang melewati suatu tempat yang dihitung arah kiblatnya dengan lingkaran besar yang melewati tempat tersebut dan Kakbah, serta menghitung jam berapa Matahari itu memotong jalur menuju Kakbah. Studi waktu salat adalah menghitung tenggang waktu antara waktu ketika Matahari berada di titik kulminasi atas dengan waktu ketika Matahari berkedudukan pada awal waktu-waktu salat. Studi awal bulan adalah menghitung waktu terjadinya ijtimak (konjungsi), yakni posisi Matahari dan Bulan memiliki nilai bujur astronomi yang sama, serta menghitung posisi bulan sabit (hilal) ketika Matahari terbenam pada hari terjadinya konjungsi itu. Sementara studi gerhana adalah menghitung waktu terjadinya kontak antara Matahari dan Bulan, yakni kapan Bulan mulai menutupi Matahari dan lepas darinya pada gerhana Matahari, serta kapan pula Bulan mulai masuk pada umbra bayangan Bumi serta keluar darinya pada gerhana Bulan.<sup>22</sup>

Dalam pembahasan empat bidang tersebut, terdapat konsep-konsep dasar yang memerlukan kajian lintas keilmuan dalam hal ini ilmu geodesi. Konsep-konsep tersebut meliputi lintang tempat ( $\phi$ ) dan ketinggian tempat atau dalam bahasa Arab disebut *markaz*. Dua konsep tersebut juga menjadi konsep dasar ilmu geodesi sebagai ilmu yang mempunyai konsentrasi di bidang kebumihan. Lintang tempat atau lintang geografis adalah jarak sepanjang meridian Bumi diukur dari khatulistiwa sampai suatu tempat dimaksud. Lintang tempat minimal  $0^\circ$  dan maksimal  $90^\circ$ . Bagi tempat-tempat di belahan bumi Utara bernilai positif, sedang di belahan bumi Selatan bernilai negatif. Lintang ini dalam bahasa Inggris biasa disebut *latitude*,<sup>23</sup> dan dalam bahasa Arab disebut *urḍ al-balad*.<sup>24</sup> Sedangkan ketinggian tempat atau *markaz* adalah

ketinggian tempat dari permukaan laut atau daerah sekitar.<sup>25</sup>

### 3. Metode Hisab Arah Kiblat, Awal Waktu Salat, Awal Bulan, dan Gerhana

Hisab arah kiblat dapat dilakukan dengan metode perhitungan segitiga bola atau dengan metode bayang arah kiblat. Metode perhitungan segitiga bola adalah metode hisab arah kiblat dengan cara mencari besaran sudut garis yang menghubungkan tempat yang dicari arah kiblatnya dengan Kakbah. Dalam hisab ini diperlukan data lintang dan bujur tempat yang dicari arah kiblatnya serta data lintang dan bujur tempat Kakbah. Titik Kakbah bisa disebut titik A, titik tempat yang dicari arah kiblatnya dapat disebut titik B, dan untuk menjadikan segitiga, maka perlu menggunakan satu titik lagi yaitu titik Kutub Utara disebut titik C. Selanjutnya sudut arah kiblat dapat dicari dengan rumus  $B = \tan \text{lintang Kakbah} \times \cos \text{lintang tempat} / \sin C - \sin \text{lintang tempat} / \tan C$ . B adalah arah kiblat. Jika hasil hitungan positif maka arah kiblat dihitung dari arah Utara, dan jika hasilnya negatif maka dihitung dari arah Selatan.<sup>26</sup> Untuk arah kiblat dengan metode bayang arah kiblat adalah saat bayangan benda yang tegak lurus di Bumi mengarah ke Kakbah yaitu pada saat Matahari berada di atas Kakbah dan pada saat Matahari melintas di jalur Kakbah.<sup>27</sup>

Metode hisab awal waktu salat dilakukan dengan menyiapkan data lintang dan bujur tempat, deklinasi Matahari, tinggi Matahari, perata waktu, dan saat Matahari kulminasi. Sudut waktu Matahari yang dihasilkan ditambahkan dengan waktu Matahari kulminasi yang selanjutnya dikonversi dengan waktu daerah, kemudian ditambah atau dikurangi dengan ihtiyat.<sup>28</sup> Metode hisab awal Bulan dilakukan dengan mencari waktu ijtimak, mencari waktu terbenamnya Matahari, mencari tinggi

hilal pada waktu Matahari terbenam, serta mencari azimuth Matahari dan Bulan.<sup>29</sup>

Hisab gerhana Matahari atau gerhana Bulan dilakukan untuk menentukan kapan terjadinya gerhana Matahari atau gerhana Bulan. Metode yang dipedomani adalah bahwa gerhana Matahari terjadi pada saat ijtimak, sedang gerhana Bulan terjadi pada saat *istiqbal* yaitu pada saat Matahari dan Bulan mempunyai selisih longitude  $180^\circ$ , baik Matahari atau Bulan terletak pada satu poros dengan Bumi, dengan demikian maka sebelumnya hendaknya dihitung lebih dahulu kapan terjadinya ijtimak dan kapan terjadinya *istiqbal*.<sup>30</sup>

Titik ijtimak terjadi dengan membagi selisih longitude Matahari dan Bulan dengan selisih kecepatan Matahari dan Bulan, sedang titik *istiqbal* dihasilkan dengan cara longitude Matahari ditambah dengan  $180^\circ$  diambil longitude Bulan dibagi dengan selisih kecepatan Matahari dan Bulan. Hasilnya dijumlahkan dengan waktu terbenamnya Matahari yang telah diperhitungkan sebelumnya. Kemudian bagi terjadinya gerhana Matahari hendaklah diperhatikan; 1) kerucut bayang-bayang cukup panjang mengenai Bumi, 2) Bulan ada pada titik simpul atau dalam jarak yang tertentu dari simpul ( $17^\circ$ ); 3) Bulan dalam konjungsi dengan Matahari. Sedang pada gerhana Bulan hendaklah diperhatikan syarat-syarat; 1) Bulan harus berada pada bayangan Bumi, baik sebagiannya atau seluruhnya; 2) Bulan harus di titik simpul atau dalam jarak yang tertentu dari simpul ( $12^\circ$ ); 3) Bulan dan Matahari harus dalam oposisi. Apabila syarat-syarat itu terpenuhi maka dihitung terlebih dahulu terjadinya ijtimak untuk gerhana Matahari dan terjadinya *istiqbal* untuk gerhana Bulan. Perhitungan waktu ijtimak dan *istiqbal* serta waktu gerhana dihitung dengan rumus tersendiri.<sup>31</sup>

## C. Ilmu Geodesi

### 1. Pengertian Ilmu Geodesi

Kata geodesi berasal dari bahasa Yunani,  $\gamma\eta$  (*geo*) yang berarti Bumi dan  $\delta\alpha\tau\omega$  (*daisia*) yang berarti membagi, sehingga kata *geodaisia* atau *geodeien* berarti membagi Bumi.<sup>32</sup> Wolfgang Torge mengatakan menurut definisi klasik, seperti disampaikan oleh Friedrich Robert Helmert, bahwa ilmu geodesi adalah ilmu tentang pengukuran dan pemetaan permukaan bumi. Menurut Torge, definisi Helmert sangat penting untuk ilmu geodesi bahkan sampai hari ini. Permukaan bumi, untuk sebagian besar, dibentuk oleh gravitasi bumi, dan sebagian besar pengamatan geodetik dirujuk ke medan gravitasi bumi. Konsekuensinya, definisi geodesi di atas mencakup penentuan medan gravitasi eksternal bumi. Fokus asli geodesi telah diperluas untuk memasukkan aplikasi dalam eksplorasi laut dan ruang angkasa. Sebagai contoh, sekarang geodesi bekerja sama dengan ilmu lain, termasuk penentuan dasar lautan, permukaan, dan medan gravitasi dari benda-benda langit lainnya, seperti Bulan (geodesi Bulan) dan planet (geodesi planet). Makanya, definisi klasik harus diperluas untuk memasukkan variasi temporal permukaan bumi dan medan gravitasinya.<sup>33</sup>

Definisi modern untuk ilmu geodesi dijabarkan oleh *International Association of Geodesy* (IAG) yaitu bahwa geodesi adalah disiplin ilmu yang mempelajari tentang pengukuran dan pereprestasian dari Bumi dan benda-benda langit lainnya, termasuk medan gaya beratnya masing-masing dalam ruang tiga dimensi yang berubah dengan waktu. Definisi lainnya yang bersifat modern diberikan oleh Ohio State University (OSU) bahwa geodesi adalah bidang ilmu interdisiplin yang menggunakan pengukuran-pengukuran pada permukaan bumi serta dari wahana pesawat dan wahana angkasa untuk mempelajari bentuk dan ukuran

bumi, planet-planet dan satelitnya, serta perubahan-perubahannya, menentukan secara teliti posisi serta kecepatan dari titik-titik ataupun obyek-obyek pada permukaan bumi atau yang mengorbit Bumi dan planet-planet dalam suatu sistem referensi tertentu, serta mengaplikasikan pengetahuan tersebut untuk berbagai aplikasi ilmiah dan rekayasa dengan menggunakan matematika, fisika, astronomi, dan ilmu komputer. Berdasarkan definisi modern tersebut, Vanicek dan Krakiwsky mengelompokan tiga bidang kajian utama dalam ilmu geodesi yaitu; penentuan posisi, penentuan gaya berat, dan variasi temporal dari posisi dan medan gaya berat.<sup>34</sup>

## 2. Bentuk Bumi

Pada awalnya Bumi dikenal sebagai suatu bidang datar. Bagi manusia yang hidup di wilayah daratan dan tidak mengenal lautan, bidang datar yang dimaksud dapat saja merupakan bidang horizon di wilayah tersebut, sedangkan bagi manusia yang hidup di wilayah pesisir, bidang datar yang dimaksud tentu saja permukaan laut. Pemodelan Bumi sebagai bidang datar disebut model Bumi datar (*flat earth model*). Pengenalan teori bahwa Bumi berbentuk seperti bola disampaikan oleh Phytagoras (sekitar 500 SM), seorang ahli matematika berkebangsaan Yunani, yang kemudian didukung oleh Aristoteles (384-322 SM) seorang ahli filsafat Yunani yang menyatakan bahwa Tuhan menciptakan Bumi dalam bentuk yang sempurna yaitu bola.<sup>35</sup>

Dengan mempertimbangkan bahwa Bumi berputar pada sumbu putarnya, maka pengetahuan akan bentuk Bumi jadi berubah dan bertambah, bentuk Bumi menjadi ellipsoid bumi (*earth ellipsoid*), yaitu suatu ellipsoid putaran yang dibentuk oleh ellips yang berputar pada sumbu pendeknya. Ahli geodesi menggunakan model ellipsoid bumi ini sebagai permukaan acuan (*reference surface*) untuk penentuan posisi geodetik.

Hal ini sesuai dengan pandangan Newton bahwa Bumi mengalami pegepengan di kutub, dan nilai gayaberat di ekuator lebih kecil dari nilai gayaberat di kutub.<sup>36</sup>



Gambar 1. Model Bumi bulat, ellipsoid dan geoid<sup>37</sup>

Bentuk Bumi ellipsoid ini sangat diperlukan untuk hitungan-hitungan jarak dan arah (terkadang beberapa pihak menyebutnya sebagai sudut jurusan, *arah*, *bearing*, atau *heading*) yang akurat dengan jangkauan yang sangat jauh. Sebagai contoh, *receivers* GPS untuk memenuhi kebutuhan navigasi menggunakan model Bumi ellipsoid dalam menentukan posisi-posisi pengguna atau target-target yang kemudian ditentukan.<sup>38</sup>

Untuk menentukan koordinat-koordinat titik-titik, jarak, dan arah unsur-unsur spasial di permukaan bumi, diperlukan kehadiran suatu bidang sebagai referensi hitungan. Bidang ini tentu saja harus memenuhi keteraturan tertentu dan juga konsisten. Sementara itu, pada kenyataannya, permukaan bumi fisik merupakan permukaan yang sangat tidak teratur. Oleh sebab itu, permukaan bumi fisik (realitas) tidak dapat digunakan sebagai bidang (referensi) hitungan geodesi.<sup>39</sup>

Sehubungan dengan hal di atas, untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan (referensi) hitungan-hitungan terkait kegeodesian, maka permukaan fisik bumi "diganti" dengan suatu permukaan yang teratur dengan bentuk dan ukuran yang sangat mendekati Bumi. Permukaan yang dipilih adalah bidang permukaan yang mendekati bentuk dan ukuran geoid. Permukaan geoid memiliki bentuk yang sangat mendekati geometri ellips-putar

dengan sumbu pendek sebagai sumbu putar yang berimpit dengan sumbu putar Bumi. Kemudian, geometri ellipsoid ini digunakan sebagai bidang referensi hitungan-hitungan terkait disiplin atau ilmu geodesi, sehingga akhirnya disebut sebagai ellipsoid referensi (permukaan referensi geometrik). Geometri ellipsoid referensi biasanya didefinisikan oleh nilai jari-jari ekuator ( $a$ ) dan pegepengan ( $f$ ) ellips putarnya. Sedangkan parameter-parameter lainnya seperti halnya setengah sumbu pendek ( $b$ ), eksentrisitas ( $e$ ), dan lain sejenisnya dapat dihitung (atau diturunkan) dengan menggunakan ke dua nilai parameter pertama di atas.<sup>40</sup>

Hubungan antara  $a$ ,  $b$ , dan  $f$  di atas adalah  $f = (a-b)/b$ .<sup>41</sup> Untuk memudahkan komunikasi, penyamaan persepsi, digunakan sistem koordinat yang disebut sistem koordinat geodetik, yang dinyatakan dengan Lintang ( $\phi$ ), Bujur ( $\lambda$ ), dan tinggi ( $h$ ) yang dapat mencakup area keseluruhan permukaan bumi.<sup>42</sup>

Dalam ilmu geodesi, penentuan titiknya dinyatakan dengan koordinat yang mengacu pada sistem koordinat World Geodetic System 1984 (WGS 84).<sup>43</sup> Dalam sistem koordinat WGS 84, ellipsoid referensi yang dipakai adalah ellipsoid geosentrik WGS 84 yang didefinisikan oleh empat parameter utama yaitu; sumbu panjang ( $a$ ) = 6378137,00 m, pegepengan ( $1/f$ ) = 298,257223563, dan sumbu pendek ( $b$ ) = 6356752,314.<sup>44</sup>

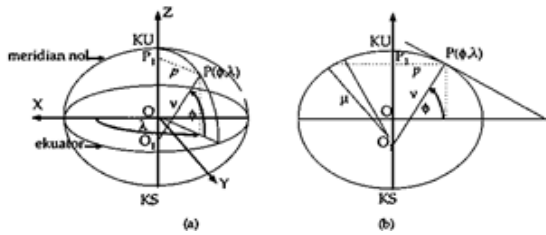
### 3. Sistem Koordinat Geodetik

Dalam sistem koordinat geodetik, yang digunakan sebagai permukaan acuan adalah ellipsoid, yang disebut ellipsoid referensi. Ellipsoid referensi merupakan ellipsoid putaran yang dibentuk oleh suatu ellips yang berputar pada sumbu pendeknya. Besar dan bentuk ellipsoid referensi ditentukan oleh parameter  $a$ , yaitu setengah sumbu panjang ellipsoid

referensi, dan  $f$ , yaitu pegepengan ellipsoid yang terdapat pada ujung sumbu pendeknya.<sup>45</sup>

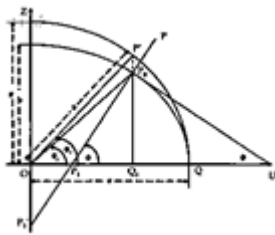
Dalam geodesi, posisi titik di permukaan Bumi dinyatakan dalam koordinat geografik, yaitu lintang dan bujur. Tarik sebuah garis yang menyinggung ellips meridian di titik P yang terletak pada ellipsoid referensi. Garis yang tegak lurus pada garis singgung ini akan membuat sudut dengan sumbu panjang sebesar  $\phi$  yang disebut lintang titik P (lihat gambar 2). Bidang yang melalui sumbu panjang yang tegak lurus pada sumbu pendek disebut ekuator yang merupakan acuan lintang setiap titik. Jadi, titik P yang terletak di ekuator mempunyai lintang  $\phi = 0$ . Jika titik P terletak di utara bidang ekuator, maka  $\phi$  mempunyai tanda positif (+), dan kalau di selatan diberi tanda negatif (-). Jika titik P adalah KU (kutub utara), maka  $\phi = +90^\circ$ , dan jika titik P adalah KS (kutub selatan), maka  $\phi = -90^\circ$ .<sup>46</sup>

Tempat kedudukan dari titik-titik yang terletak pada bola bumi atau ellipsoid bumi yang mempunyai lintang sama adalah sebuah lingkaran yang disebut lingkaran paralel yang sejajar atau paralel dengan lingkaran ekuator. Sebagai acuan bujur adalah meridian Greenwich yang disebut juga meridian utama (*prime meridian*). Setiap titik P yang terletak pada bidang meridian Greenwich mempunyai bujur ( $\lambda$ ) = 0. Jika titik P terletak di timur meridian Greenwich, maka  $\lambda$  diberi tanda positif (+), dan apabila di sebelah barat, maka  $\lambda$  diberi tanda negatif (-). Karena meridian Greenwich digunakan sebagai acuan bujur, maka setiap titik yang terletak di meridian Greenwich mempunyai bujur 0.<sup>47</sup>



Gambar 2. Koordinat geodetik (geografik), lintang ( $\phi$ ) dan bujur ( $\lambda$ )<sup>48</sup>

Selain lintang geodetik untuk keperluan hitungan dalam geodesi digunakan pula pengertian lintang geosentrik dan lintang reduksi. Gambar di bawah ini menunjukkan pengertian dan perbedaan berbagai lintang tersebut. Titik  $P_0$  terletak pada meridian ellips dan garis normal  $P$  pada ellipsoid. Sudut  $P_0P_1Q$  adalah lintang geodetik titik  $P$  dan  $P_0$  serta semua titik pada garis normal tersebut. Lintang geosentrik dari titik  $P_0$  adalah sudut  $P_0OQ$  yang diberi notasi  $\phi_c$ . Pada bidang meridian  $P$  dibuat lingkaran meridian yang mempunyai radius setengah sumbu panjang  $a$ . Tarik sebuah garis melalui titik  $P_0$  sejajar dengan getengah sumbu pendek  $b$  dan memotong lingkaran meridian pada  $P'$ . Sudut  $P'OQ$  disebut lintang reduksi dengan notasi  $\phi_r$ .<sup>49</sup>



Gambar 3. Lintang geodetik, lintang geosentrik, dan lintang reduksi<sup>50</sup>

Rumus untuk mengkonversi lintang geodetik ke dalam lintang geosentrik dan lintang reduksi adalah:<sup>51</sup>

$$\tan \phi_c = (1 - e^2) \tan \phi = \left(\frac{b}{a}\right)^2 \tan \phi$$

$$\tan \phi_r = \frac{a}{b} \tan \phi_c = \frac{b}{a} \tan \phi$$

Keterangan:

$\phi$  = Lintang geodetik (geografik)

$\phi_c$  = Lintang geosentrik

$\phi_r$  = Lintang reduksi

$a$  = sumbu panjang pada ellipsoida (6378137 m)

$b$  = sumbu pendek pada ellipsoida (6356752 m)

Data koordinat tempat dapat dengan mudah diperoleh melalui alat yang disebut Global Positioning System (GPS). GPS adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit. Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS, kependekan dari Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System. Sistem yang dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca ini, didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti, dan juga informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia.<sup>52</sup> Data yang berasal dari GPS geodetik merupakan data koordinat dengan lintang geodetik. Tipe receiver GPS yang digunakan untuk mendapatkan data titik koordinat adalah receiver GPS penentuan posisi tipe geodetik.<sup>53</sup>

#### 4. Tinggi Tempat

Untuk menentukan tinggi tempat di Bumi, maka dalam ilmu geodesi yang dimaksud adalah menentukan tinggi dari titik-titik yang telah ditentukan posisi horizontalnya. Jadi, nilai tinggi suatu titik tidak dapat dipisahkan dari posisi horizontal titik itu. Nilai tinggi ditentukan dari permukaan yang ditetapkan sebagai acuan tinggi yang disebut datum tinggi. Pada sistem bumi datar, datum tinggi adalah bidang horizontal melalui sebuah titik di daerah tersebut, sedangkan titik itu disebut titik datum tinggi. Dalam ilmu ukur tanah yang membahas tentang geodesi dasar yang pada umumnya berisikan tentang sistem bumi datar, antara lain dijelaskan secara rinci tentang pengukuran beda tinggi antara dua titik dengan cara sipat datar. Pada sistem geodetik, ellipsoid putaran digunakan

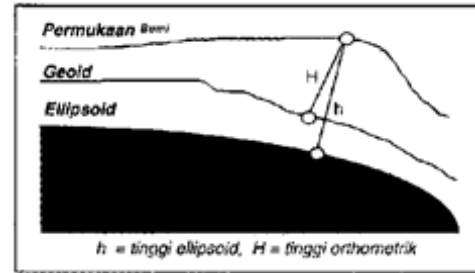


sebagai permukaan acuan, dan tinggi terhadap ellipsoid putaran itu disebut tinggi geodetik.<sup>54</sup>

Di masa awal, penentuan posisi horizontal dengan cara triangulasi, selain dilakukan pengukuran sudut horizontal, juga dilakukan pengukuran sudut vertikal, apakah itu sudut miring atau sudut zenit tergantung dari alat yang digunakan. Dari pengukuran sudut vertikal ini didapatkan beda tinggi trigonometrik antara dua titik. Selain itu, perlu diketahui bahwa tekanan udara sangat tergantung pada tinggi terhadap permukaan Bumi sehingga dengan mengukur tekanan udara dapat ditentukan tinggi suatu daerah. Setelah pemanfaatan teknologi GPS, tinggi geodetik langsung didapatkan dari pengukuran.<sup>55</sup>

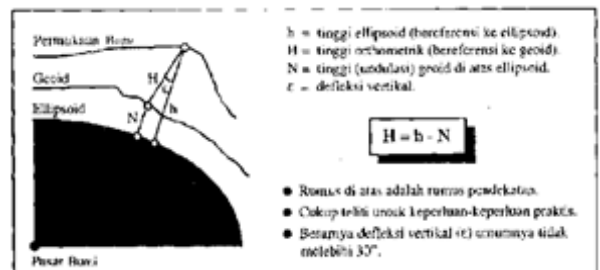
Ketinggian titik yang diberikan oleh GPS adalah ketinggian titik di atas permukaan ellipsoid, yaitu ellipsoid WGS 84. Tinggi ellipsoid ( $h$ ) tersebut tidak sama dengan tinggi orthometrik ( $H$ ) yang umum digunakan untuk keperluan praktis sehari-hari yang biasanya diperoleh dari pengukuran sifat datar (*levelling*). Tinggi orthometrik adalah tinggi terhadap geoid sebagai permukaan ekuipotensial gaya berat yang mendekati permukaan laut rata-rata. Oleh karena itu, untuk mendapatkan tinggi di atas permukaan laut rata-rata, tinggi hasil GPS harus dikurangi dengan tinggi geoid terhadap WGS 1984.<sup>56</sup>

Tinggi orthometrik suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas geoid diukur sepanjang garis gaya berat yang melalui titik tersebut, sedangkan tinggi ellipsoid suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas ellipsoid dihitung sepanjang garis normal ellipsoid yang melalui titik tersebut, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.<sup>57</sup>



Gambar 4. Tinggi ellipsoid dan tinggi orthometrik<sup>58</sup>

Geoid adalah salah satu bidang ekuipotensial medan gaya berat Bumi. Untuk keperluan praktis, umumnya geoid dianggap berimpit dengan muka air laut rata-rata (*Mean Sea Level, MSL*). Geoid adalah bidang referensi untuk menyatakan tinggi orthometrik. Secara matematis, geoid adalah suatu permukaan yang sangat kompleks yang memerlukan sangat banyak parameter untuk merepresentasikannya. Oleh karena itu, untuk merepresentasikan Bumi ini secara matematis serta untuk perhitungan matematis, orang umumnya menggunakan suatu ellipsoid referensi dan bukan geoid. Ellipsoid referensi dan geoid umumnya tidak berimpit, dan dalam hal ini ketinggian geoid terhadap ellipsoid dinamakan undulasi geoid ( $N$ ). Untuk dapat mentransformasi tinggi ellipsoid hasil ukuran GPS ke tinggi orthometrik maka diperlukan undulasi geoid di titik tersebut. Geometri dari dan rumus untuk transformasi tersebut ditunjukkan pada gambar di bawah ini.<sup>59</sup>



Gambar 5. Transformasi tinggi ellipsoid ke tinggi orthometrik<sup>60</sup>

Ketelitian dari tinggi orthometrik yang diperoleh akan tergantung pada ketelitian dari tinggi GPS serta undulasi geoid. Perlu dicatat bahwa penentuan

undulasi geoid secara teliti (orde ketelitian cm) bukanlah suatu pekerjaan yang mudah. Disamping diperlukan data gaya berat yang detail, juga diperlukan data ketinggian topografi permukaan bumi serta data densitas material di bawah permukaan bumi yang cukup.<sup>61</sup>

Rumus perhitungan untuk mencari nilai undulasi geoid (N) suatu tempat di permukaan bumi dapat menggunakan integral Stokes sebagai berikut:<sup>62</sup>

$$T(\phi, \lambda) = \frac{R}{4\pi\gamma_\sigma} \iint \Delta g(\phi', \lambda') S(\psi) d\sigma$$

$$N(\phi, \lambda) = \frac{R}{4\pi\gamma_\sigma} \iint \Delta g(\phi', \lambda') S(\psi) d\sigma$$

atau

$$N(\phi, \lambda) = \frac{R}{4\pi\gamma_\sigma} \iint \Delta g(\psi, \alpha) S(\psi) d\sigma$$

Keterangan:

- N = undulasi geoid
- R = jari-jari bola
- $\gamma$  = gaya berat normal di atas permukaan ellipsoid (979,8 gal)
- $\phi\lambda$  = koordinat titik komputasi
- $\phi'\lambda'$  = koordinat titik gaya berat
- $\Delta g$  = anomali gaya berat (mgal)
- $\Psi$  = jarak speris antara titik data dengan titik komputasi [arc cos  $\phi \sin \phi' + \cos \phi \cos \phi' \cos (\lambda' - \lambda)$ ]
- $S\Psi$  = fungsi stokes
- $d\sigma$  = jarak beda tinggi

Nilai undulasi geoid (N) suatu tempat di permukaan bumi juga dapat dicari dengan menggunakan Web SRGI (Sistem Referensi Geospasial Indonesia).

#### D. Interkoneksi Ilmu Geodesi dengan Fikih Hisab Rukyat

Seperti telah dijelaskan di atas, studi dalam fikih hisab rukyat meliputi studi arah kiblat, waktu salat, awal bulan, dan gerhana. Dalam perhitungan empat bidang tersebut diperlukan adanya data-data penting seperti lintang tempat ( $\phi$ ), bujur tempat ( $\lambda$ ), dan ketinggian tempat (h).

Titik koordinat yang dibutuhkan dalam studi arah kiblat, waktu salat, awal

bulan, dan gerhana adalah titik koordinat tempat khususnya lintang tempat. Untuk penentuan arah kiblat maka yang digunakan adalah koordinat tempat Kakbah dan tempat yang akan dicari arah kiblatnya, sedang untuk untuk perhitungan waktu salat, awal bulan, dan gerhana, selain diperlukan lintang dan bujur tempat, juga data tinggi tempat. Data titik koordinat tempat terdiri dari data lintang dan bujur tempat.

Selama ini teori yang digunakan untuk menghitung sudut kiblat adalah teori trigonometri bola. Teori ini banyak digunakan untuk menghitung persoalan-persoalan yang terkait dengan ilmu falak seperti penentuan awal bulan, waktu salat, gerhana Matahari dan Bulan dan sebagainya. Teori trigonometri bola (*spherical trigonometry*) adalah ilmu ukur sudut bidang datar yang diaplikasikan pada permukaan berbentuk bola yaitu Bumi. Oleh karena itu, trigonometri bola sangat terkait dengan geometri bola, yang juga dijadikan cabang dari geometri bola yang berkaitan dengan poligon (khususnya segitiga) pada bola dan hubungan antara sisi dan sudut.<sup>63</sup>

Dalam proses perhitungan arah kiblat, waktu salat, awal bulan, dan gerhana dengan teori trigonometri bola, Bumi diasumsikan berbentuk bulat penuh. Padahal, dalam ilmu geodesi, bahwa bentuk Bumi adalah ellips. Makanya muncul teori vincenty, sebagai teori untuk mencari arah dan jarak antara dua titik di Bumi dengan acuan bentuk Bumi ellipsoid. Menurut Rinto Anugraha (pakar fisika) dan Khafid (pakar geodesi), bahwa perhitungan arah kiblat yang paling akurat adalah perhitungan yang menggunakan teori vincenty dengan acuan koordinat tempat dengan bentuk Bumi ellipsoid, walaupun rumusnya sangat rumit.<sup>64</sup>

Dengan adanya perbedaan acuan bentuk Bumi dalam perhitungan kajian fikih hisab rukyat di atas, maka perlu adanya validasi data yang digunakan. Selama ini, data lintang tempat yang

dikenal dan digunakan dalam perhitungan kajian fikih hisab rukyat adalah lintang geodetik. Sementara acuan dalam rumus *spherical trigonometry* adalah bentuk Bumi bulat, sehingga kurang tepat jika lintang tempat tersebut langsung digunakan sebagai data. Hal yang penting dilakukan adalah mengkonversi data tersebut dari lintang geodetik menjadi lintang geosentrik dengan rumus seperti dijelaskan di muka.

Dengan mengacu pada rumus tersebut, maka data lintang dan bujur geodetik Kakbah  $\phi = 21^{\circ} 25' 21,17''$  LU dan  $\lambda = 39^{\circ} 49' 34,56''$  BT,<sup>65</sup> jika dikonversi menjadi lintang geosentrik adalah sebagai berikut:  $\tan \phi_c = (6356752:6378137)^2 \times \tan 21^{\circ} 25' 21,17'' = 21^{\circ} 17' 31,25''$ . Demikian juga lintang geodetik tempat yang diukur arah kiblatnya misalnya tempat X dengan lintang tempat ( $\phi$ ) =  $-7^{\circ} 25' 28,01''$  dan bujur tempat ( $\lambda$ ) =  $109^{\circ} 13' 45,22''$ , maka ketika dikonversi ke lintang geosentrik menjadi  $\tan \phi_c = (6356752:6378137)^2 \times \tan -7^{\circ} 25' 28,01'' = -7^{\circ} 22' 31,06''$ . Jika lintang geodetik digunakan ke dalam perhitungan arah kiblat melalui rumus  $\cotan B = \tan \text{lintang Kakbah} \times \cos \text{lintang tempat} / \sin C - \sin \text{lintang tempat} / \tan C$ , maka akan menghasilkan azimuth kiblat untuk tempat X adalah  $294^{\circ} 54' 01''$ . Sedang jika lintang tempat hasil konversi ke lintang geosentris yang digunakan, maka akan menghasilkan azimuth kiblat  $294^{\circ} 45' 22''$ .

Untuk perhitungan awal waktu salat, maka teori ilmu geodesi tidak hanya digunakan untuk mengoreksi lintang geodetik ke dalam lintang geosentrik, tetapi juga untuk mengoreksi ketinggian tempat. Seperti dijelaskan di atas, dalam ilmu geodesi dikenal adanya tinggi orthometrik (H), tinggi ellipsoid (h), dan undulasi (N). Tinggi yang didapatkan melalui GPS adalah tinggi ellipsoid, yang jika akan digunakan untuk perhitungan awal waktu salat magrib atau terbit

Matahari, harus dikoreksi terlebih dulu menjadi tinggi orthometrik. Sebagai contoh, ketika ketinggian ellipsoid yang diperoleh dengan GPS untuk sebuah tempat Y adalah 139 meter, maka untuk mendapatkan tinggi orthometrik harus dikoreksi dengan undulasi geoid (N) di daerah tersebut yaitu sebesar 23,5 meter sehingga diperoleh nilai ketinggian rata-rata di atas permukaan laut (MSL) sebesar 115,5 meter.<sup>66</sup> Hasil ini diperoleh dari rumus  $H = h - N$ . H adalah tinggi orthometrik, h adalah tinggi ellipsoid, dan N adalah undulasi geoid.<sup>67</sup>

Jika lintang geodetik dan tinggi tempat Y berturut-turut  $-7^{\circ} 25' 2,31''$  dan 139 meter digunakan sebagai data dalam perhitungan awal waktu magrib untuk tanggal 15 Mei 2018, dengan menggunakan rumus  $12 - e + (t^{\circ}/15) - \text{KWD}$ ,<sup>68</sup> maka akan dihasilkan awal waktu salat magrib di tempat Y adalah pukul 17 : 34 : 28 WIB. Setelah data lintang dikonversi ke dalam lintang geosentrik menjadi  $-7^{\circ} 22' 5,52''$ , dan tinggi ellipsoid dikonversi ke tinggi orthometrik menjadi 115,5 meter, dihasilkan awal waktu salat magrib untuk tempat Y pukul 17 : 34 : 22 WIB.

Dengan perbedaan tibanya waktu magrib atau Matahari terbenam antara data lintang geodetik dengan lintang geosentrik, serta tinggi ellipsoid dengan tinggi orthometrik, berimplikasi juga terhadap posisi hilal yang dihitung pada saat magrib tersebut. Untuk tempat yang sama, dengan waktu magrib yang jatuh pukul 17 : 34 : 28 WIB, maka ketinggian hilal adalah  $-0^{\circ} 6' 8''$  dan azimuth hilal  $284^{\circ} 7' 52''$ . Tetapi untuk tempat yang sama dengan waktu magrib pukul 17 : 34 : 22 WIB dan ketinggian tempat 115,5 meter dpl, maka ketinggian hilal menjadi  $-0^{\circ} 4' 1''$  dan azimuth hilal menjadi  $284^{\circ} 8' 3''$ .<sup>69</sup> Dengan hasil perhitungan seperti di atas, terjadi perbedaan posisi hilal baik ketinggian maupun azimuthnya. Ketinggian hilal dari  $-0^{\circ} 6' 8''$  menjadi  $-0^{\circ} 4' 1''$ . Sedangkan azimuth hilal dari  $284^{\circ} 7' 52''$

menjadi  $284^{\circ} 8' 3''$ . Dengan demikian terdapat selisih ketinggian hilal sebesar  $0^{\circ} 2' 7''$  dan azimuth sebesar  $0^{\circ} 1' 11''$ . Perbedaan seperti itu menjadi signifikan ketika selisihnya mengakibatkan hilal menjadi negatif atau positif. Perbedaan tersebut juga menjadi signifikan jika digunakan sebagai panduan observasi yang dilakukan dengan menggunakan alat modern seperti teleskop. Dengan begitu hasil perhitungan posisi hilal dengan ketinggian tempat yang dikoreksi dari ketinggian ellipsoid menjadi ketinggian orthometrik atau rata-rata di atas permukaan air laut menjadi penting.

Demikian halnya, lintang tempat yang belum dikoreksi dari geodetik ke geosentrik akan berpengaruh terhadap hasil perhitungan posisi Bulan atau Matahari ketika terjadi gerhana. Sebagai contoh untuk sebuah lokasi Y dengan lintang dan bujur tempat seperti di atas, jika diketahui fase puncak gerhana Bulan total yang terjadi pada 28 Juli 2018 adalah pada pukul 03:21:13 WIB, dengan ketinggian Bulan adalah  $37^{\circ} 22' 58''$  dan azimuth  $251^{\circ} 45' 17''$ , maka dengan lintang tempat koreksi, ketinggian Bulannya adalah  $37^{\circ} 22' 3''$  dan azimuthnya adalah  $251^{\circ} 43' 9''$ .

## E. Penutup

Pada umumnya, studi arah kiblat, awal waktu salat, awal bulan, dan gerhana dalam fikih hisab rukyat menggunakan

rumus umum trigonometri bola atau *spherical trigonometry*. Pada praktiknya, teori trigonometri bola yang dijadikan acuan dalam studi bidang-bidang tersebut mengacu pada asumsi Bumi yang bulat penuh. Acuan bumi bulat penuh pada studi bidang-bidang tersebut berbeda dengan kondisi riil Bumi yang berbentuk ellipsoid sebagaimana dijelaskan dalam ilmu geodesi. Untuk mendapatkan hasil yang lebih valid, maka perlu adanya konversi baik yang berkaitan dengan lintang tempat maupun tinggi tempat. Lintang tempat yang disediakan baik dalam referensi atau alat seperti GPS adalah lintang geodetik dengan acuan Bumi ellipsoid, padahal rumus yang digunakan mengacu pada bentuk Bumi yang bulat. Demikian juga tinggi tempat hasil pengukuran dengan GPS adalah ketinggian ellipsoid, bukan ketinggian orthometrik (di atas permukaan rata-rata air laut) yang dikehendaki. Dengan konversi data-data tersebut, studi di bidang-bidang fikih hisab rukyat menjadi bertambah validitasnya. Dengan bertambah validnya hasil perhitungan, menunjukkan interkoneksi antara fikih hisab rukyat dan ilmu geodesi muncul dalam bentuk komplementasi, yang artinya bahwa data dan temuan ilmu geodesi dapat melengkapi data dan analisis dalam fikih hisab rukyat sehingga dimungkinkan menarik kesimpulan yang lebih valid.

## Catatan Akhir:

<sup>1</sup> Waryani Fajar Riyanto, *Integrasi-interkoneksi Keilmuan: Biografi Intelektual M. Amin Abdullah (1953-.....) Person, Knowledge, and Institution* (Yogyakarta: Suka Press, 2013), Vol. I, hlm. 584-585.

<sup>2</sup> M. Amin Abdullah, *Islamic Studies di Perguruan Tinggi*, Cet. 3 (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012), hlm. 399.

<sup>3</sup> Syamsul Anwar, *Intekoneksi Studi Hadis dan Astronomi* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2012), hlm. 2-3.

<sup>4</sup> *Ibid.*, hlm. 3-4.

<sup>5</sup> M. Amin Abdullah, "Etika Tauhidik Sebagai Dasar Kesatuan Epistemologi Keilmuan Umum dan Agama: Dari Paradigma Positivistik-Sekularistik ke Arah Teoantroposentrik-Integralistik" dalam M. Amin Abdullah, dkk., *Menyatukan Kembali Ilmu-ilmu Agama dan Umum: Upaya Mempertemukan Epistemologi Islam dan Umum* (Yogyakarta: Suka Press, 2003), hlm. 13-14.

<sup>6</sup> Zainal Abidin Bagir, dkk., (ed.) *Integrasi Ilmu dan Agama: Interpretasi Untuk Aksi* (Jakarta: Mizan, 2005), hlm. 19.

<sup>7</sup> Menurut M. Atho' Mudzhar, fikih adalah salah satu produk pemikiran hukum Islam selain fatwa, keputusan-keputusan Pengadilan Agama,

dan perundang-undangan di negara muslim. Lihat M. Atho Mudzhar, *Membaca Gelombang Ijtihad: Antara Tradisi dan Liberasi* (Yogyakarta: Titian Ilahi Press, 2000), hlm. 91.

<sup>8</sup> Joenil Kahar, *Geodesi* (Bandung: ITB, 2008), hlm. 6.

<sup>9</sup> Ahmad Warson Munawwir, *Kamus Al-Munawwir* (Surabaya: Pustaka Prograssif, 1997), hlm. 1067. Atabik Ali dan A. Zuhdi Muhdlor, *Kamus Kontemporer Arab Indonesia* (Yogyakarta: Multi Karya Grafika, 1998), hlm. 1402.

<sup>10</sup> Ahmad Warson Munawwir, *Kamus Al-Munawwir*, hlm. 260. Atabik Ali dan A. Zuhdi Muhdlor, *Kamus Kontemporer Arab Indonesia*, hlm. 762. Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), hlm. 30.

<sup>11</sup> Ahmad Warson Munawwir, *Kamus Al-Munawwir*, hlm. 460. Atabik Ali dan A. Zuhdi Muhdlor, *Kamus Kontemporer Arab Indonesia*, hlm. 951.

<sup>12</sup> Muhammad Abu Zahrah, *Uṣūl al-Fiqh* (Mesir: Dar al-Maarif, 1958), hlm. 5. Abd Al-Wahhab Khallaf, *ʿIlm Uṣūl al-Fiqh* (Kairo: Maktabah al-Dakwah al-Islamiyah, 1956), hlm. 11. Bandingkan Wahbah al-Zuhailiy, *Al-Fiqh al-Islam wa Adillatuh* (Damaksus: Dar al-Fikr, 1985), Vol. I, hlm. 16.

<sup>13</sup> Al-Syātibī, *Al-Muwāfaqat* (Arab Saudi: Dar Ibn Affan, 1997.), Vol. I, hlm. 17.

<sup>14</sup> Tim Penyusun, *Almanak Hisab Rukyat*, Cet. 3 (Jakarta: Dirjen Badan Peradilan Agama Mahkamah Agung RI, 2007), hlm. 109.

<sup>15</sup> Tgk. T. Mahmud Ahmad, *Peranan Hisab Rukyah dan Azimut Qiblat* (Banda Aceh: Yayasan Pena, 2016), hlm. 6.

<sup>16</sup> Tim Penyusun, *Almanak Hisab Rukyat*, hlm. 193.

<sup>17</sup> Tgk. T. Mahmud Ahmad, *Peranan Hisab Rukyah*, hlm. 10.

<sup>18</sup> Tim Penyusun, *Almanak Hisab Rukyat*, hlm. 193.

<sup>19</sup> Susikan Azhari, *Penggunaan Sistem Hisab dan Rukyat di Indonesia: Studi tentang Interaksi Muhammadiyah dan NU* (Jakarta: Badan Litbang dan Diklat Departemen Agama RI, 2007), hlm. 31. Ma'rifat Iman, *Kalender Pemersatu Dunia Islam* (Jakarta: Gaung Persada Press, 2010), hlm. 78.

<sup>20</sup> Lihat misalnya, Ahmad Izzuddin, *Fiqh Hisab Rukyat di Indonesia: Upaya Penyatuan Mazhab Rukyah dengan Mazhab Hisab* (Yogyakarta: Logung Pustaka, 2003), Tim Penyusun, *Selayang Pandang Hisab Rukyat* (Jakarta: Dirjen Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji, 2004), Wahyu Widiana, *Hisab Rukyat Jembatan Menuju Pemersatu Umat* (Tasikmalaya: Yayasan Asy-Syakirin, 2005), H. S. Farid

Ruskanda, *100 Masalah Hisab dan Rukyat: Telaah Syariah, Sains dan Teknologi*, cet. 2 (Jakarta: Gema Insani Press, 2005), dan Agus Mustofa, *Jangan Asal Ikut-ikutan Hisab dan Rukyat* (Surabaya: Padma Press, 2013). Buku-buku tersebut menggunakan istilah hisab rukyat hanya untuk menunjukkan isi buku yang menguraikan berbagai hal yang berkaitan dengan penentuan awal bulan Hijriah.

<sup>21</sup> Lihat misalnya, Tim Penyusun, *Almanak Hisab Rukyat*, Cet. 3 (Jakarta: Dirjen Badan Peradilan Agama Mahkamah Agung RI, 2007), Encup supriatna, *Hisab Rukyat dan Aplikasinya* (Bandung: Refika Aditama, 2007), Susikan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, Cet. 2 (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), dan A. Kadir, *Quantum Hisab Rukyat: Cara Cepat Pintar Kalkulasi Arah Kiblat Syar'i, Waktu-waktu Shalat Abadi, Plus Awal Bulan dan Gerhana* (Semarang: Fatawa Publishing, 2014). Buku-buku tersebut menggunakan istilah hisab rukyat tidak hanya untuk menggambarkan isi buku yang menguraikan berbagai hal yang berkaitan dengan penentuan awal bulan Hijriah, tetapi juga tentang arah kiblat, awal waktu salat, dan gerhana.

<sup>22</sup> Muhyiddin khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), hlm. 4-5.

<sup>23</sup> Susikan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, hlm. 134.

<sup>24</sup> Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak*, hlm. 4.

<sup>25</sup> Susikan Azhari, *Ensiklopedi Hisab Rukyat*, hlm. 138.

<sup>26</sup> Tim Penyusun, *Buku Saku Hisab Rukyat* (Jakarta: Sub Direktorat Binsyar dan Hisab Rukyat, 2013), hlm. 31.

<sup>27</sup> Muhyiddin khazin, *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*, hlm. 73.

<sup>28</sup> Departemen Agama RI, *Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Shalat Sepanjang Masa* (Jakarta: Direktorat Bibanperais, 1994), hlm. 17.

<sup>29</sup> Tim Penyusun, *Almanak Hisab Rukyat*, hlm. 140.

<sup>30</sup> *Ibid.*, hlm. 179.

<sup>31</sup> *Ibid.*, hlm. 180.

<sup>32</sup> Joenil Kahar, *Geodesi*, hlm. 6.

<sup>33</sup> Wolfgang Torge, *Geodesy* (Berlin: Lüderitz & Bauer-GmbH, 2001), hlm. 11.

<sup>34</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit* (Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2001), hlm. 1.

<sup>35</sup> Joenil Kahar, *Geodesi*, hlm. 1-2.

<sup>36</sup> *Ibid.*, hlm. 5.

<sup>37</sup> *Ibid.*

<sup>38</sup> Eddy Prahasta, *Sistem Informasi Geografis: Konsep-konsep Dasar Perspektif*

*Geodesi & Geomatika* (Bandung: Informatika, 2009), hlm. 215.

<sup>39</sup>*Ibid.*, hlm. 216.

<sup>40</sup>*Ibid.*, hlm. 217.

<sup>41</sup> Joenil Kahar, *Geodesi*, hlm. 5.

<sup>42</sup> Eddy Prahasta, *Sistem Informasi Geografis*, hlm. 242.

<sup>43</sup> WDS 84 adalah datum global yaitu datum geodesi di mana ellipsoid referensinya dipilih berdasarkan kesesuaian bentuknya yang paling mendekati dengan bentuk permukaan geoid untuk seluruh permukaan Bumi. WGS 84 adalah perkembangan terakhir dari WGS-WGS sebelumnya yang digunakan oleh negara-negara di dunia. Eddy Prahasta, *Sistem Informasi Geografis Geodesi*, hlm. 222.

<sup>44</sup> Eddy Prahasta, *Sistem Informasi Geografis Geodesi*, hlm. 224.

<sup>45</sup> Joenil Kahar, *Geodesi*, hlm. 12.

<sup>46</sup>*Ibid.*, hlm. 13.

<sup>47</sup>*Ibid.*, hlm. 14.

<sup>48</sup>*Ibid.*

<sup>49</sup>*Ibid.*, hlm. 15.

<sup>50</sup>*Ibid.*

<sup>51</sup>*Ibid.*, hlm. 16.

<sup>52</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*, cet.3 (Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2007), hlm. 15.

<sup>53</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Geodesi Satelit*, hlm. 186.

<sup>54</sup> Joenil Kahar, *Geodesi*, hlm. 124.

<sup>55</sup>*Ibid.*

<sup>56</sup>*Ibid.*, hlm. 60.

<sup>57</sup> Hasanuddin Z. Abidin, *Penentuan Posisi dengan GPS*, hlm. 148.

<sup>58</sup>*Ibid.*

<sup>59</sup>*Ibid.*, hlm. 149.

<sup>60</sup>*Ibid.*

<sup>61</sup>*Ibid.*, hlm. 150.

<sup>62</sup> Joenil Kahar, *Geodesi*, hlm. 103.

<sup>63</sup> Ahmad Izzuddin, *Akurasi Metode-metode Penentuan Arah Kiblat* (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012), hlm. 94-95.

<sup>64</sup> Rinto Anugraha, *Mekanika Benda Langit* (Yogyakarta: Fakultas MIPA UGM, 2012), hlm. 32. Misbah Khusurur, "Perhitungan Arah Kiblat Akurasi Tinggi", *Tesis*, IAIN Walisongo Semarang, 2011, hlm. 109.

<sup>65</sup> Ahmad Izzuddin, *Akurasi Metode-metode*, hlm. 159.

<sup>66</sup> Tinggi orthometrik dihasilkan melalui software [http://srgi.big.go.id/srgi/?page\\_id=19](http://srgi.big.go.id/srgi/?page_id=19).

<sup>67</sup> Joenil Kahar, *Geodesi*, hlm. 132.

<sup>68</sup> Data diambil dari daftar ephemeris hisab rukyat untuk tanggal 15 Mei 2018 pukul 11 GMT, adalah deklinasi Matahari (d) 18° 54' 30", perata waktu (e) 3 menit 39 detik, semi diameter Matahari

(SD) 0° 15' 49.29", dan sudut waktu Matahari (t) 88° 42' 26.83", koreksi waktu daerah (KWD) 20 menit 34 detik, ketinggian tempat (h) 139 meter dpl.

<sup>69</sup> Perhitungan waktu Matahari terbenam dan posisi hilal dilakukan dengan algoritma Jean Meeus melalui program excel yang dibuat oleh Rinto Anugraha, pakar fisika dan pemerhati hisab rukyat.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. Amin. *Islamic Studies di Perguruan Tinggi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2012.

\_\_\_\_\_. "Etika Tauhidik Sebagai Dasar Kesatuan Epistemologi Keilmuan Umum dan Agama: Dari Paradigma Positivistik-Sekularistik ke Arah Teoantroposentrik-Integralistik" dalam M. Amin Abdullah, dkk. *Menyatukan Kembali Ilmu-ilmu Agama dan Umum: Upaya Mempertemukan Epistemologi Islam dan Umum*. Yogyakarta: Suka Press, 2003.

Abidin, Hasanuddin Z. *Geodesi Satelit*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2001.

\_\_\_\_\_. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2007.

Ahmad, Tgk. T. Mahmud. *Peranan Hisab Rukyah dan Azimut Qiblat*. Banda Aceh: Yayasan Pena, 2016.

Ali, Atabik dan A. Zuhi Muhdlor. *Kamus Kontemporer Arab Indonesia*. Yogyakarta: Multi Karya Grafika, 1998.

Anugraha, Rinto. *Mekanika Benda Langit*. Yogyakarta: Fakultas MIPA UGM, 2012.

Anwar, Syamsul. *Intekoneksi Studi Hadis dan Astronomi*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah, 2012.

- Azhari, Susikan. *Penggunaan Sistem Hisab dan Rukyat di Indonesia: Studi tentang Interaksi Muhammadiyah dan NU*. Jakarta: Badan Litbang dan Diklat Departemen Agama RI, 2007.
- \_\_\_\_\_. *Ensiklopedi Hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- Bagir, Zainal Abidin, dkk., (ed.). *Integrasi Ilmu dan Agama: Interpretasi Untuk Aksi*. Jakarta: Mizan, 2005.
- Departemen Agama RI. *Pedoman Penentuan Jadwal Waktu Shalat Sepanjang Masa*. Jakarta: Direktorat Bibanperais, 1994.
- Iman, Ma'rifat. *Kalender Pemersatu Dunia Islam*. Jakarta: Gaung Persada Press, 2010.
- Izzuddin, Ahmad. *Akurasi Metode-metode Penentuan Arah Kiblat*. Jakarta: Kementerian Agama RI, 2012.
- \_\_\_\_\_. *Fiqh Hisab Rukyat di Indonesia: Upaya Penyatuan Mazhab Rukyah dengan Mazhab Hisab*. Yogyakarta: Logung Pustaka, 2003.
- Kadir, A. *Quantum Hisab Rukyat: Cara Cepat Pintar Kalkulasi Arah Kiblat Syar'i, Waktu-waktu Shalat Abadi, Plus Awal Bulan dan Gerhana*. Semarang: Fatawa Publishing.
- Kahar, Joenil. *Geodesi*. Bandung: ITB, 2008.
- Khallaf, Abd Al-Wahhab. *Ilm Usul al-Fiqh*. Kairo: Maktabah al-Dakwah al-Islamiyah, 1956.
- Khazin, Muhyiddin. *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- \_\_\_\_\_. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- Khusurur, Misbah. "Perhitungan Arah Kiblat Akurasi Tinggi", *Tesis*, IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- Mudzhar, M. Atho. *Membaca Gelombang Ijtihad: Antara Tradisi dan Liberasi*. Yogyakarta: Titian Ilahi Press, 2000.
- Munawwir, Ahmad Warson. *Kamus Al-Munawwir*. Surabaya: Pustaka Prograssif, 1997.
- Mustofa, Agus. *Jangan Asal Ikut-ikutan Hisab dan Rukyat*. Surabaya: Padma Press, 2013.
- Prahasta, Eddy. *Sistem Informasi Geografis: Konsep-konsep Dasar Perspektif Geodesi & Geomatika*. Bandung: Informatika, 2009.
- Riyanto, Waryani Fajar. *Integrasi-interkoneksi Keilmuan: Biografi Intelektual M. Amin Abdullah (1953-.....) Person, Knowledge, and Institution*. Yogyakarta: Suka Press, 2013.
- Ruskanda, H.S. Farid. *100 Masalah Hisab dan Rukyat: Telaah Syariah, Sains dan Teknologi*. Jakarta: Gema Insani Press, 2005.
- Supriatna, Encup. *Hisab Rukyat dan Aplikasinya*. Bandung: Refika Aditama, 2007.
- Tim Penyusun. *Almanak Hisab Rukyat*. Jakarta: Dirjen Badan Peradilan Agama Mahkamah Agung RI, 2007.
- Tim Penyusun. *Buku Saku Hisab Rukyat*. Jakarta: Sub Direktorat Binsyar dan Hisab Rukyat, 2013.
- Tim Penyusun. *Selayang Pandang Hisab Rukyat*. Jakarta: Dirjen Bimas Islam dan Penyelenggaraan Haji, 2004.

Widiana, Wahyu. *Hisab Rukyat Jembatan Menuju Pemersatu Umat*. Tasikmalaya: Yayasan Asy-Syakirin, 2005.

Zahrah, Muhammad Abu. *Uṣūl al-Fiqh*. Mesir: Dar al-Maarif, 1958.

Software [http://srgi.big.go.id/srgi/?page\\_id=19](http://srgi.big.go.id/srgi/?page_id=19).