

BAB I

PENDAHULUAN

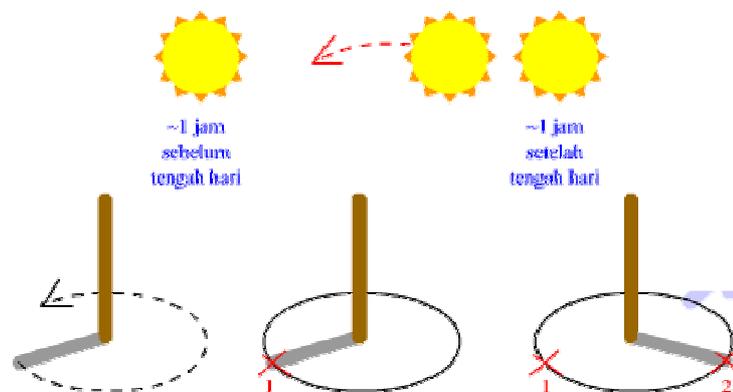
A. Latar Belakang

Penentuan arah kiblat pada dasarnya mengkaji posisi atau *markaz* suatu tempat di permukaan Bumi. Posisi suatu tempat ini tidak lain adalah data lintang dan bujur dalam satuan derajat, menit, dan detik. Titik koordinat Bumi (lintang dan bujur) sebagai identitas suatu tempat di permukaan Bumi menjadi data utama untuk melakukan perhitungan waktu dan sudut dalam ilmu falak. Dalam pembahasan ilmu falak, seperti penentuan arah kiblat, data ini penting untuk diketahui sebelum menentukan sudut kiblat maupun jarak satu tempat ke tempat yang lain (King, 1999:24-25). Sebagaimana pula dalam Muhammad (2006:17) dikatakan bahwa dalam penentuan awal waktu shalat, titik koordinat Bumi akan mempengaruhi kewajiban pelaksanaan awal waktu shalat.

Dalam penentuan awal bulan kamariah, data titik koordinat lokasi pengamat di permukaan Bumi merupakan input data penting untuk menentukan kedudukan bulan (Depag RI, 1995:22-23). Selain itu titik koordinat Bumi, dalam hal ini garis bujur mempunyai konsekwensi pembagian daerah waktu yang salah satunya pembagian garis *international date line* yang telah menjadi kesepakatan internasional. Begitu pula dalam penentuan gerhana Matahari maupun bulan, data titik koordinat Bumi diperlukan untuk diketahui daerah mana saja yang dapat melihat terjadinya gerhana (King, 1984: 88). Hal ini menunjukkan bahwa titik koordinat Bumi menjadi hal yang sangat penting sebagai input data dalam perhitungan.

Penentuan titik koordinat Bumi dapat dilakukan dengan berbagai cara, termasuk memanfaatkan tongkat pada posisi kulminasi² Matahari (Izzuddin, 2006: 32-33). Tongkat *istiwa'* adalah tongkat yang diposisikan tegak lurus dengan pusat Bumi dan dipasang pada sebuah pelataran datar untuk mengetahui aktifitas dan pergerakan Matahari, (Kemenag, 2010: 237-238). Sebagaimana yang disebutkan dalam *Almanak Hisab Rukyat*, tongkat ini dikenal dengan nama *gnomon*³ yang berasal dari bahasa Yunani. Di Mesir, orang biasa menggunakan obelisk⁴ sebagai pengganti tongkat. Di Indonesia, tongkat ini banyak digunakan untuk mencocokkan waktu *istiwa'* (waktu Matahari pertengahan setempat atau *Local Mean Time*) dan menentukan awal waktu shalat (Arifin, t.th: 27). Berikut gambaran tongkat *istiwa'*.

Gambar 1.1. Tongkat *istiwa'*
(Sumber : www.pcnulebak.blogspot.com)



²Kulminasi :1. Puncak tertinggi; tingkatan tertinggi; 2. Titik tertinggi yang dicapai suatu benda langit dalam peredaran (semunya) mengelilingi Bumi (seperti matahari mencapai titik kulminasi pukul 12.00) – atas titik tertinggi yang dapat dicapai oleh benda ruang angkasa; - bawah titik terendah yang dapat dicapai oleh benda ruang angkasa, (Rais, 2012:346)

³ Gnomon adalah suatu peralatan yang digunakan untuk mengetahui tinggi matahari. Alat ini terbuat dari sepotong kayu yang tegak lurus pada bidang horizontal (Khazin, 2005: 27).

⁴Obelisk adalah tugu peringatan yang bentuknya seperti jarum menjulang dan meruncing ke langit (Rais, 2012: 447). Dalam arti lain merupakan sebuah tiang segi empat yang meruncing ke ujung dan bermahkota pyramidal (www.artikata.com, akses 2 september 2012). Digunakan sebagai lambang pemujaan dewa Amon Ra (dewa Matahari) dan didirikan untuk memperingati tokoh penting atau *peristiwa'* penting dan terdapat pada beberapa negara di dunia.

Penggunaan tongkat *istiwa'* dalam penentuan titik koordinat Bumi pada dasarnya sangat terkait dengan sebuah ayat al-Quran pada surat al-Furqan ayat 45 yang membahas bayang-bayang Matahari. Dari ayat ini, Allah swt memberikan petunjuk kepada manusia untuk merenungi dan mempelajari keterkaitan posisi matahari dengan planet yang kita tempati yaitu Bumi, di mana dengan adanya revolusi Matahari dan rotasi Bumi, bayangan benda apapun di permukaan Bumi dapat memanjang dan memendek dalam setiap harinya. Tongkat *istiwa'* yang digunakan untuk mengetahui pergerakan matahari ini menjadi hal yang perlu dikaji dalam ilmu pengetahuan. Teori apakah yang digunakan tongkat *istiwa'* dalam menentukan titik koordinat Bumi ? Karena hasil data dari metode ini dapat berimplikasi pada input data pada perhitungan arah kiblat.

Dalam penentuan titik koordinat Bumi, metode ini tidak banyak diulas lebih mendalam sampai pada segi teori, aplikasi, dan akurasi. Belum ada sebuah kajian yang berorientasi kepada aspek-aspek yang dapat memunculkan kembali telaah metode tongkat *istiwa'* sebagai alat praktis untuk menentukan titik koordinat Bumi. Tongkat *istiwa'* merupakan alat sederhana yang dapat digunakan oleh umat Islam, khususnya bagi masyarakat yang tidak dapat menjangkau GPS dan mengakses *google earth*. Bagi masyarakat yang awam teknologi, penggunaan tongkat *istiwa'* dapat familiar digunakan dari teknologi GPS yang untuk nama dan bentuknya saja mungkin baru dikenal.

Dari sudut pandang keilmuan geodesi, sistem koordinat Bumi dibahas dalam hubungannya antara geodetik, geosentris, dan lintang reduksi yang sangat terkait dengan penentuan titik koordinat Bumi (Krakiwsky, 1971: 27-

28), namun belum ada penjelasan yang membuka konsep tongkat *istiwa'* dan bayangannya dengan teori-teori itu. Hal ini menjadi titik singgung perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang lain, karena titik koordinat Bumi merupakan persoalan yang sangat signifikan untuk penentuan arah kiblat. Mengingat kesalahan atau kekurangakuratan data titik koordinat dalam penentuan arah kiblat akan mempengaruhi sudut arah yang berbeda.⁵

Pada sebagian besar kitab yang membahas penentuan arah kiblat seperti dalam kitab *Tibyan al-Miiqaat* (t.th) dan *Durus al-falakiyah* (t.th) karya Ma'shum bin Ali, pembahasan teknis tongkat *istiwa'* selalu dijelaskan dalam bab tertentu dan umumnya dianggap sebagai alat yang akurat untuk menentukan titik utara sejati. Sehingga dalam hal perlu kiranya untuk menguji apakah tongkat *istiwa'*, cukup akurat dalam penentuan lintang dan bujur? Selain itu perlu adanya kajian analitis kritis terhadap tongkat *istiwa'* untuk dapat diketahui gambaran konsep perhitungan dan teorinya dalam menentukan titik koordinat Bumi. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, keilmuan lain seperti geodesi menawarkan pengukuran titik koordinat permukaan Bumi yang lebih akurat yaitu menggunakan prediksi bentuk Bumi yang tidak bulat yakni *elipsoid* (Kahar, 2008:5). Dengan demikian hal ini menjadi pertimbangan penulis untuk dapat menganalisis konsep metode tongkat *istiwa'* dalam menentukan titik koordinat Bumi dan aplikasinya dalam penentuan arah kiblat.

⁵Lihat disertasi Ahmad Izzuddin (2012: 180) yang memberikan penjelasan akurasi arah menuju titik koordinat Ka'bah, Masjidil Haram, dan Mekah. Dalam diagram hasil kajiannya membahas input data yaitu titik koordinat Bumi sebagai bagian terpenting sebelum melakukan perhitungan arah kiblat.

Dari hal akurasi, metode tongkat *istiwa'* perlu dibandingkan dengan beberapa metode lainnya yaitu GPS (*Global Positioning System*) dan *google earth*, karena dua metode inilah yang sering dipakai pada saat ini untuk menentukan suatu tempat.⁶ GPS dalam berbagai inovasi telah dimodifikasi dalam peralatan elektronik seperti dipasang pada *phone mobile* atau kendaraan. Data GPS yang diperoleh ini merupakan hasil penerimaan *receiver* atau GPS dari pencitraan satelit udara. Sistem GPS yang mempertimbangkan parameter bentuk Bumi secara geodetik untuk menentukan titik koordinat Bumi ini perlu dibahas sebagai pembandingan untuk menguji keakuratan tongkat *istiwa'*. Penggunaan GPS di kalangan sebagian para cendekiawan sampai dengan masyarakat awam yang selama ini penulis lihat, masih bersifat *konsumtif pasif* sehingga hal ini menjadikan penulis untuk membongkar teori dan metode yang dipakai oleh GPS.

Perkembangan metode penentuan titik koordinat Bumi yang lebih luas yakni terdapat pada software berbasis satelit seperti *google earth* yang menampilkan titik koordinat dan azimuth titik tertentu secara global yang ada di seluruh permukaan Bumi (Efisitek.com, 2006:74). *Google earth* digunakan secara konsumtif dengan cara hanya merubah posisi *mouse-cursor* pada satu program yang telah *didownload* untuk diketahui posisi tempat yang dikehendaki. Sebagaimana pendapat Khafid bahwa *google earth* pada dasarnya memiliki kesalahan *sistematik* yang perlu dilakukan koreksi besar karena software ini merupakan penggabungan gambar-gambar dari hasil citra foto

⁶ Sebagaimana hasil wawancara kepada Khafid (Project Manager Proyek Pemetaan Dasar Kelautan dan Kedirgantaraan Bakosurtanal) yang menjelaskan mengenai akurasi dari GPS dan *google earth* yang memakai teknologi pencitraan satelit. Dua cara tersebut merupakan metode yang masih dapat digunakan hingga sekarang dari setelah teknik astronomi yang menggunakan benda langit.

pada jarak tertentu di atas permukaan Bumi.⁷ Sehingga seberapa selisih perbedaan tongkat *istiwa'* dengan GPS dan *google earth* menjadi kajian yang sangat penting.

Kajian lebih dalam akan sangat diperlukan ketika teori yang diterapkan pada tongkat *istiwa'* telah diketahui. Hal ini akan sangat memungkinkan memberikan koreksi agar hasil lintang bujur yang diperoleh dari tongkat *istiwa'* dapat akurat atau hampir menyamai hasil yang disajikan GPS atau *google earth*. Dengan demikian, pengujian terhadap tongkat *istiwa'* sebagai metode penentuan titik koordinat Bumi ini merupakan kajian yang sangat menarik. Oleh karena itu, penulis tertarik melakukan kajian ini dengan judul tesis “*Kajian Tongkat Istiwa' dalam Penentuan Titik Koordinat Bumi (Perbandingan GPS (Global Positioning System) dan Google Earth*”

B. Permasalahan

Adapun yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana metode penentuan titik koordinat Bumi dengan tongkat *istiwa'*, *GPS* dan *google earth* ?
2. Bagaimana perbandingan metode tongkat *istiwa'* dengan sistem GPS (*Global Positioning System*) dan sistem *google earth*?

C. Tujuan penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari tesis ini adalah :

1. Mengetahui penentuan titik koordinat Bumi menggunakan metode tongkat *istiwa'*, *GPS* dan *google earth*.

⁷Kesalahan *sistematik* (sistematik- susunan, aturan) didasarkan pada adanya kesalahan pengambilan gambar yang dihubungkan dengan gambar-gambar lainnya. Jika terjadi kesalahan, maka posisi suatu tempat dapat berpindah beberapa km. Oleh karena itu, yang lebih disarankan dalam penentuan posisi suatu tempat di Bumi oleh Khafid (Project Manager Proyek Pemetaan Dasar Kelautan dan Kedirgantaraan Bakosurtanal) adalah GPS.

2. Mengetahui perbandingan metode tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth*.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tesis ini yaitu :

1. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khazanah keilmuan hisab rukyah tentang penentuan titik koordinat Bumi menggunakan metode praktis tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth*.
2. Memberikan gambaran kepada masyarakat tentang perbandingan metode tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth*.

E. Batasan Penelitian

Agar penelitian ini tidak kabur dan melebar kepada permasalahan yang lain, maka penulis memberi batasan masalah penelitian ini pada kajian tongkat *istiwa'* yang dibandingkan dengan GPS (*global positioning system*) dan *google earth*. Dalam hal ini tongkat *istiwa'* yang digunakan adalah tongkat berupa benda tegak lurus dan penggaris watterpass yang dapat berdiri tegak lurus. Kemudian GPS yang dipakai adalah Garmin GPS 76 CSX (GPS tipe *hanheld*) dan *google earth* yang penulis download adalah *google earth* 7.0.2.8415.

Penelitian ini dilaksanakan di kota Semarang Jawa Tengah pada dua tempat yang berbeda dalam waktu yang berbeda pula untuk diketahui hasil yang lebih komprehensif. Masing-masing tempat dilakukan pengamatan metode tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth* dalam menentukan lintang dan bujur tempat.

F. Kerangka Teori

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa teori yang akan menunjang penelitian yakni untuk mengetahui konsep penentuan titik koordinat Bumi menggunakan tongkat *istiwa'* yang pada analisisnya diuji akurasi dengan teori geodesi pada GPS (*global positioning system*) dan teori bola pada *google earth*. Kedua teori tersebut yaitu:

1. Teori trigonometri bola atau yang disebut dengan *spherical trigonometry* merupakan studi yang berkonsentrasi pada geometri permukaan sebuah bola (Smart, 1977:1). Teori ini digunakan dalam menentukan arah pada satu titik posisi di permukaan bola. Teori ini dapat diterapkan pula pada penentuan titik koordinat pada bola Bumi dan bola langit.
2. Teori geodesi didefinisikan sebagai ilmu tentang pengukuran dan pemetaan permukaan Bumi, (Helmert, 1880:1). Geodesi merupakan cabang ilmu matematika terapan, yaitu berupa pengukuran di permukaan Bumi. Ilmu ini digunakan untuk menentukan (a) bentuk dan ukuran Bumi, (b) posisi atau koordinat suatu titik, (c) panjang dan arah garis, dan (d) mempelajari medan gravitasi Bumi (Vanicek and Krakiwsky, 1986: 04).

Teori trigonometri bola dan teori geodesi dalam hal persamaannya dapat menyelesaikan penentuan titik koordinat, azimuth, arah, maupun jarak satu tempat ke tempat lainnya. Namun hal yang membedakan, adalah pendekatan bentuk Buminya. Teori trigonometri bola menggunakan konsep Bumi berbentuk bola dan teori geodesi menggunakan bentuk pendekatan *ellipsoid*. Pendekatan ini akan menghasilkan konsep, teori, dan akurasi yang

berbeda. Dengan demikian, dua teori ini digunakan untuk menganalisis teori apa yang digunakan oleh metode tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth*.

G. Kajian Pustaka

Kajian tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth* tidak banyak dibahas dalam penelitian yang selama ini ada. Dalam buku-buku pun, kajian tongkat *istiwa'* lebih dominan membahas langkah teknis penggunaan tongkat *istiwa'* untuk menentukan utara sejati dan penentuan titik koordinat Bumi, GPS dan *google earth* lebih berkonsentrasi dibahas dalam kerangka ilmu geodesi.

Di antara penelitian yang terkait tongkat *istiwa'* yakni skripsi Nur Amri Ma'ruf (2010) yang berjudul "*Uji Akurasi True North Berbagai Kompas dengan Tongkat Istiwa'*". Dalam penelitian ini dibahas tongkat *istiwa'* sebagai alat untuk menguji akurasi kompas dalam menentukan utara sejati. Hal ini menunjukkan adanya asumsi bahwa tongkat *istiwa'* adalah cara yang paling akurat dalam menentukan titik utara sejati, namun belum ada pembahasan tentang tongkat *istiwa'* sebagai alat yang akurat dalam menentukan lintang dan bujur tempat.

Tulisan Muhammad Maftuh dan Arif Widiyatmoko dalam artikel Unnes Science Education Jurnal tahun 2012 berjudul "*Bencet alat peraga IPA untuk Memahami Keterkaitan Rotasi Bumi dengan Tongkat Istiwa'*". Dalam artikel ini dibahas tongkat *istiwa'* sebagai alat yang mudah dalam memahami konsep-konsep sains. Untuk mempelajari sains membutuhkan hal yang bersifat empiris agar konsep sains dapat tergambar dan terekam, salah satunya dengan alat peraga yang dapat menunjukkan keterkaitan rotasi bumi dengan jam *istiwa'*. Jam *istiwa'* yang dibahas dikaitkan dengan persoalan waktu shalat

dzuhur dan ashar yang diketahui dengan memendek dan memanjangnya bayangan akibat perjalanan semu harian matahari dari timur menuju barat.

Skripsi Endang Ratna Sari (2012) yang berjudul "*Studi Analisis Jam Bencet Karya Kiai Mishbachul Munir Magelang dalam Penentuan Awal Waktu Shalat*". Hasil penelitian ini membahas Jam Bencet karya Mishbachul Munir yang menggunakan konsep waktu siang dan malam. Penggunaan Jam Bencet karya Mishbachul Munir untuk menentukan awal waktu Zuhur dan Asar dinilai relatif cukup akurat. Berdasarkan penelitian, selisih waktu salat pada Jam Bencet dan waktu salat dengan metode kontemporer berkisar antara 1-4 menit.

Penelitian terkait GPS yakni skripsi Yanuar Bimoro yang berjudul "*Optimasi Hasil Pengukuran Global Positioning System (GPS) Tipe Navigasi*". Hasil penelitian tahun 2009 ini membahas akurasi GPS tipe navigasi dengan GPS geodetik. Untuk mengoptimasi hasil pengukuran GPS tipe navigasi yang akurasinya rendah diperlukan metode statik GP geodetik yang memerlukan waktu 60 menit. Perbandingan kedua GPS tersebut menghasilkan perbedaan 0.3 meter jika dibandingkan dengan GPS geodetik.

Tesis Imroatul Munfaridah (2010) yang berjudul "*Aplikasi Global Positioning System (GPS) dan Hitungan Azimuth True North untuk Verifikasi Terhadap Deviasi Arah Kiblat Masjid-Masjid di Kecamatan Mlarak Kabupaten Ponorogo*". Penelitian ini fokus membahas hasil hisab arah kiblat menggunakan GPS dan hitungan Azimuth True North yang pengukurannya menggunakan *theodolite* dan diperoleh deviasi rata-rata arah kiblat masjid-masjid di kecamatan Mlarak kabupaten Ponorogo.

Penelitian terkait *google earth* yakni karya Antoneta Yoanita, Andi Suprayogi dan Hania'ah yang berjudul "*Kajian Ketelitian Pemanfaatan Citra Quickbird pada Google Earth untuk Pemetaan Bidang Tanah (Studi Kasus Kabupaten Karanganyar)*". Artikel dalam jurnal geodesi UNDIP tahun 2013 ini menghasilkan kesimpulan bahwa citra yang diperoleh dari *google earth* memiliki beberapa keterbatasan yang di antaranya adalah tidak ada informasi metadata mengenai perolehan citra yang digunakan dan tidak diketahui seberapa besar akurasi citra yang diberikan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi citra yang diperoleh dari *google earth* dan pemanfaatannya pada kegiatan pemetaan bidang tanah.

Sehingga dari kajian yang telah penulis sebutkan di atas, belum ditemukan tulisan yang secara mendetail membahas tentang konsep teori, akurasi dan aplikasi tongkat *istiwa'* yang dibandingkan dengan GPS dan *google earth*. Hampir seluruh literatur ilmu falak jarang yang membahas tongkat *istiwa'* dalam penentuan data posisi tempat (lintang dan bujur) dalam judul atau bab tertentu, sebagian besar pembahasannya hanya memaparkan teknis penggunaan tongkat *istiwa'* dalam penentuan utara sejati saja. Apalagi belum ditemukannya pembahasan detail perbandingannya dengan sistem GPS (*global positioning system*) dan *google earth*. Meskipun kajian GPS dan *google earth* dalam menentukan titik koordinat telah banyak dibahas, namun kajiannya belum dibahas lebih mendalam terkait tongkat *istiwa'*.

Dengan demikian, dari beberapa literatur di atas belum ada yang membahas teori tongkat *istiwa'* praktis dan akurasinya sebagai alat penentu titik koordinat Bumi dibandingkan dengan GPS dan *google earth*. Sehingga

penelitian ini berbeda dengan kajian-kajian sebelumnya yang mayoritas menjelaskan tongkat *istiwa*, GPS dan *google earth* dalam pembahasan terpisah dan berbeda-beda.

H. Metodologi penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian tesis ini merupakan jenis penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif (*descriptive research*) yang bertujuan untuk mengetahui lebih detail tentang kajian tongkat *istiwa* dan perbandingannya dengan GPS dan *google earth* dari segi teori, metode dan akurasi dalam menentukan titik koordinat Bumi.

2. Sumber data

Sumber data dalam penelitian ini ada dua, sumber primer diperoleh dari hasil observasi (data pengamatan). Sedangkan sumber data sekunder berasal dari hasil dokumentasi yaitu literatur yang membahas metode penentuan titik koordinat Bumi yang terkait dengan metode praktis tongkat *istiwa* dan perbandingannya dengan GPS dan *google earth* dalam menentukan lintang dan bujur di permukaan Bumi.

3. Metode Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data penulis melakukan teknik observasi dan dokumentasi. Observasi (pengamatan) digunakan untuk mengambil data sistem kerja tongkat *istiwa* dengan menggunakan beberapa peralatan seperti papan, tongkat, penggaris, data ephemeris, *google earth* dan GPS juga menggunakan tabel pengamatan yang telah disusun.⁸ Kemudian

⁸ Teknik pengumpulan data dengan observasi digunakan bila penelitian berkenaan dengan perilaku manusia, proses kerja, gejala alam dan bila responden yang diamati tidak terlalu besar

melakukan observasi pada GPSmap 76 Garmin dan software *google earth* yang dikoneksikan dengan internet. Selain itu menggunakan metode dokumentasi untuk mengumpulkan data terkait tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth* yang terdapat pada literatur terkait.

Karena penelitian ini mengkaji teori perhitungan dan metode tongkat *istiwa'* dalam penentuan titik koordinat Bumi termasuk perbandingannya dengan GPS dan *google earth*, maka teknik dokumentasi dan observasi dapat mendeskripsikan kajian tersebut secara lebih jelas dan detail. Teknik ini digunakan untuk menguji dan membandingkan akurasi ke tiga metode untuk memberikan hasil penelitian lebih komperhensif.

4. Metode Analisis

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kualitatif, di mana analisis data yang dilakukan berlangsung pada saat pengumpulan data dan setelah selesai pengumpulan data dalam waktu tertentu, (Sugiyono, 2008: 246). Analisis data dalam penelitian ini dilakukan sampai memperoleh kesimpulan terhadap teori, metode dan akurasi tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth* dalam menentukan titik koordinat Bumi.

Dalam menganalisis data, penulis menggunakan teknik *deskriptif analitik matematis*⁹, yakni analisis dengan cara menggambarkan teori perhitungan dan metode tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth* dengan

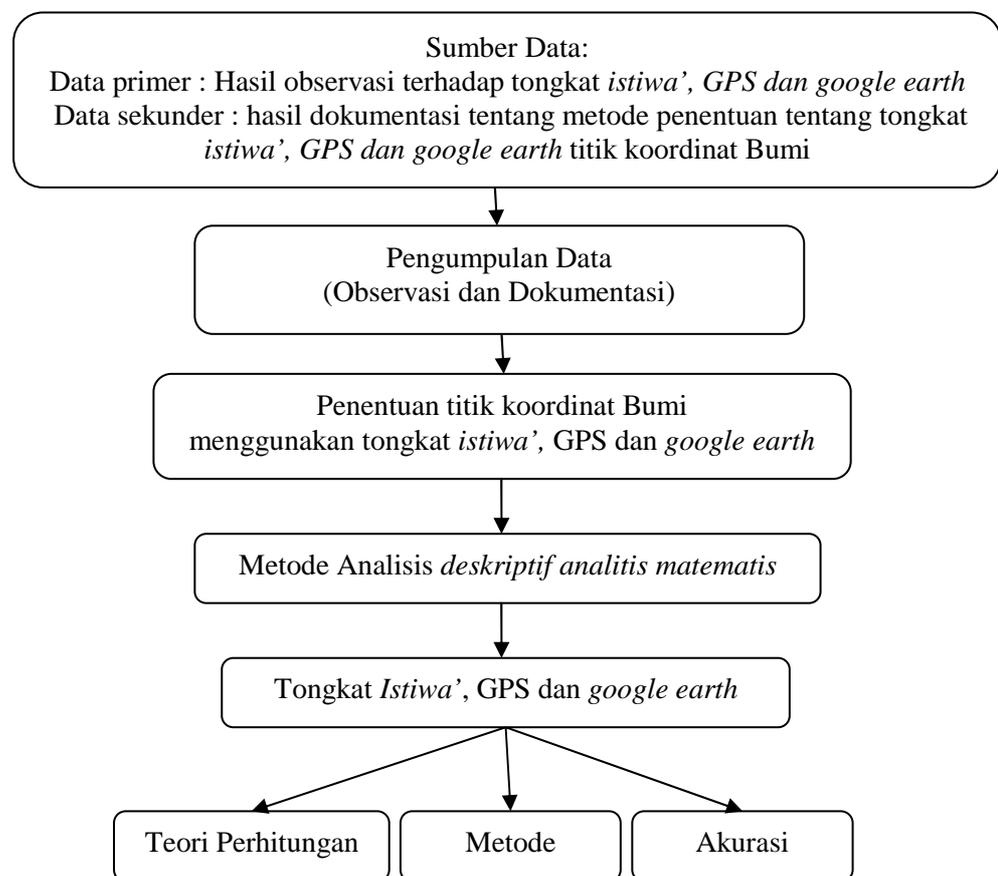
(Basrowi, 2008:94). Dalam hal ini penelitian penulis terkait dengan proses kerja dan gejala alam yang dalam teknik untuk mengumpulkan data yakni dengan observasi.

⁹ Pada dasarnya analisis matematis ditekankan pada fokus pembahasan tesis ini yakni dalam mengurai teori, metode, dan penerapan aplikasi dalam memahami teori, metode dan akurasi ketiga metode penentuan titik koordinat Bumi yaitu tongkat *istiwa'*, GPS dan *google earth*. Analisis yang digunakan adalah matematis karena logika matematis berkembang seiring dengan kajian matematika dan pembahasan penelitian ini dalam rangka menemukan kerangka teori ketiga metode itu dalam keilmuan astronomi, navigasi, dan geodesi.

perhitungan.¹⁰ Kemudian menelusuri seberapa akurasi tongkat *istiwa'* dibandingkan dengan GPS dan *google earth* dengan analisis komparatif. Analisis dilakukan dengan menggunakan teknik perhitungan untuk mendapatkan kesimpulan teori, metode dan perbandingan ke tiga metode dalam memperoleh data titik koordinat Bumi.

Di bawah ini skema proses kerja penelitian tesis ini yaitu :

Gambar 1.2. Skema kerja penelitian



¹⁰Sebagaimana dalam Basrowi (2008:39) bahwa dalam masalah penelitian kualitatif, masalah yang dibawa peneliti masih bersifat sementara, sehingga dalam kaitannya dengan teori penelitian kualitatif bersifat membangun teori, dan bukan menguji hipotesis atau teori. Begitu pula dalam penelitian ini yang pada perkembangannya membangun teori praktis tongkat *istiwa'* untuk menentukan titik koordinat Bumi.

I. Sistematika penulisan

Untuk mengetahui lebih dalam tentang *istitwa'* sebagai sebuah perbandingan dengan GPS (*global positioning system*) dan *google earth* maka secara garis besar penulisan dalam penelitian ini terdiri dari 5 bab dengan sub judul masing-masing yaitu:

Bab I mencakup pendahuluan yang terdiri dari latar belakang masalah, permasalahan, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II membahas metode penentuan titik koordinat Bumi terdiri dari lima sub judul yaitu definisi sistem koordinat, sejarah penentuan titik koordinat Bumi, fungsi titik koordinat Bumi, metode penentuan titik koordinat Bumi yang fokus membahas tentang *istitwa'*, GPS, dan *google earth*, dan aplikasi penentuan titik koordinat Bumi dalam arah kiblat.

Bab III membahas metode penentuan titik koordinat Bumi menggunakan tentang *istitwa'*, GPS, dan *google earth*. Masing-masing tiga sub judul tersebut membahas teori, dan aplikasinya dalam penentuan titik koordinat Bumi.

Bab IV membahas analisis perbandingan tentang *istitwa'* dengan GPS dan *google earth*. Terdiri dari empat sub judul yang membahas analisis metode penentuan titik koordinat Bumi dengan tentang *istitwa'*, GPS, *google earth*, serta perbandingan metode tentang *istitwa'* dengan GPS dan *google earth*.

Bab V merupakan penutup dari penelitian. Bab ini terdiri dari kesimpulan, rekomendasi dan saran-saran.