

KAJIAN KETELITIAN POSISI KIBLAT

Mochammad Akbar Maulana¹⁾, Silvester Sari Sai²⁾,
Adkha Yuliananda Mabur³⁾

Email: pomaulana79@gmail.com

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Institut
Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Penentuan arah kiblat secara umum dilakukan menggunakan metode *spherical trigonometry* yang dimana bentuk bumi diasumsikan seperti bola yang telah digunakan di Indonesia. Kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Mekah dengan tempat kota yang bersangkutan. Bentuk bumi terdapat benjolan-benjolan pada permukaannya, maka bentuk bumi didekati bentuk yang matematis diasumsikan seperti elipsoid. Perhitungan arah kiblat pada bidang elipsoid yaitu menggunakan metode *vincenty*, kemudian dianalisis dengan data arah kiblat *spherical trigonometry*. Hasil analisis dapat dijadikan sebagai rujukan alternatif pada metode penentuan arah kiblat yang tepat.

Data yang digunakan yaitu data arah kiblat masjid atau mushola, koordinat Kakbah dan data pengukuran RTK (*Real-Time Kinematic*). Data pengukuran RTK berupa koordinat geografis yang mengacu terhadap bentuk bumi elipsoid. Koordinat geografis digunakan untuk menghitung posisi kiblat dengan memanfaatkan metode perhitungan *vincenty*. Hasil perhitungan *vincenty* berupa arah azimut dan jarak dari posisi masjid ke Kakbah.

Selisih posisi kiblat dari metode *vincenty* dan metode *spherical trigonometry* yaitu sebesar 7'21.53" atau satuan jarak 14.03 km. Hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa jarak penyimpangan tersebut masuk pada lingkup wilayah Mekah. Kemudian, hasil uji statistik menggunakan *T-Student* didapatkan t_{hitung} 1.547, dan t_{tabel} 2.045 dari 30 sampel selisih arah kiblat dengan tingkat kepercayaan 95%. Nilai t_{hitung} (1.547) < t_{tabel} (2.045) dapat disimpulkan bahwa selisih arah kiblat masih masuk pada wilayah Mekah.

Kata Kunci: Kiblat, *Vincenty*, *spherical trigonometry*, RTK (*Real-Time Kinematic*).

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Mekah (Kakbah) dengan tempat kota yang bersangkutan [1]. Kiblat sangat penting bagi Umat Muslim di seluruh dunia. Kiblat digunakan untuk menjalankan ibadah salat dengan menghadapkan seluruh anggota tubuh ke arah Kakbah. Kewajiban Umat Muslim menghadap kiblat dengan tepat yaitu memiliki jarak yang dekat dan mampu melihat Kakbah secara langsung. Permasalahan arah kiblat bukan hanya permasalahan di negara berkembang seperti Indonesia, tetapi juga di negara maju seperti Amerika [2].

Bentuk bumi yang sebenarnya bukan berbentuk seperti bola, melainkan bumi memiliki benjolan yang disebabkan permukaannya tidak beraturan atau nama lainnya adalah *geoid*. Oleh karena itu, bentuk bumi yang tidak beraturan didekati dengan pendekatan *ellips* atau *elipsoid* [3].

Setiap daerah di Indonesia posisi kiblat ditentukan dengan menggunakan *spherical trigonometri* (bumi bulat) [4]. Oleh karena itu, posisi kiblat di Kota Malang perlu adanya kajian terhadap penentuan posisi kiblat yang memanfaatkan teknologi GNSS dengan menggunakan metode perhitungan *vincenty*. Kemudian, hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi bahan rujukan alternatif untuk memilih metode untuk penentuan arah kiblat akurat dan teliti.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang ditentukan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana penentuan posisi kiblat menggunakan metode perhitungan *vincenty*?
2. Bagaimana selisih perbedaan pada posisi kiblat antara data Kemenag (Kementerian Agama) Kota Malang dengan hasil perhitungan metode *vincenty*?

3. Bagaimana analisis posisi kiblat menggunakan metode *vincenty* dengan data posisi kiblat Kemenag (Kementerian Agama) Kota Malang?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perhitungan posisi kiblat menggunakan metode *vincenty*.
2. Mengetahui besar selisih posisi kiblat dari data Kemenag (Kementerian Agama) Kota Malang dengan hasil perhitungan metode *vincenty*.
3. Menganalisis posisi kiblat metode perhitungan *vincenty* dengan data arah kiblat Kemenag (Kementerian Agama) Kota Malang.

1.3.2 Manfaat

Berdasarkan tujuan yang telah dikemukakan di atas, maka manfaat dari penelitian sebagai berikut:

1. Menghasilkan posisi kiblat menggunakan metode perhitungan *vincenty* di Kota Malang.
2. Manfaat bagi masyarakat dan pemerintah yaitu untuk bahan pertimbangan dalam menentukan metode perhitungan posisi kiblat.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan, maka dibuatlah batasan masalah yang bertujuan untuk tidak melebar dalam pembahasan penelitian. Batasan masalah yang telah disusun seperti berikut:

1. Lokasi penelitian di Kota Malang
2. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *vincenty*.
3. Metode pengambilan data koordinat masjid dengan melakukan pengukuran RTK (*Real Time Kinematic*).
4. Metode analisis menggunakan uji hipotesa yaitu uji *T-Student*

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kiblat

Kiblat merupakan jarak atau arah terdekat ke Kakbah yang dapat ditetapkan dari setiap posisi yang berada di permukaan bumi. Maka dari itu, untuk memilih pengukuran dan perhitungan arah kiblat harus bijak, sehingga arah kiblat yang dihasilkan akurat. Alasan arah kiblat harus tepat dan akurat, karena setiap gerakan

dalam ibadah salat selalu berhimpit dengan arah Kiblat atau Kakbah. Arah kiblat ada tiga jenis yaitu kiblatnya orang yang salat di dekat Kakbah atau yang dapat melihat Kakbah (kiblat hakiki), kiblatnya orang yang salat dekat dengan kota Makah dan sekitarnya (kiblat Dzanni), dan kiblatnya orang yang salat yang jauh dari Kakbah dan tidak dapat melihat Kakbah (kiblat ijthadi), seperti umat muslim yang berada di Indonesia menggunakan kiblat ijthad [5]. Oleh sebab itu, kiblat ijthad cukup menghadap pada tanah haram (Provinsi Mekah), karena pada hadist nabi yang menyatakan bahwa umat muslim yang jaraknya jauh dari Kakbah dan Masjidil Haram, maka kiblatnya dengan menghadap wilayah Mekah. Wilayah Mekah memiliki dua lingkup yang berbeda yaitu Nakhlah (Kota Ta'if) ke Kakbah dengan jarak 13,9 km dan Kota Ju'ranah ke Kakbah sejauh 20,7 km [4].

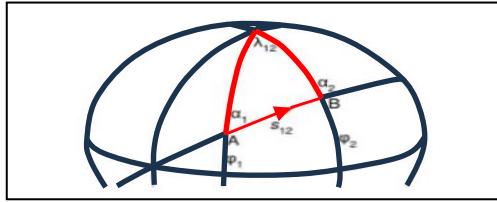
2.2 Penentuan Posisi

Penentuan posisi dalam sistem koordinat terestris maupun eksterestris memiliki perbedaan pada metode survei penentuan posisi. Pada metode terestris dengan melakukan pengukuran atau pengamatan obyek atau benda yang berada di permukaan bumi, seperti pohon (obyek alam), maupun bangunan (obyek buatan). Pada metode eksterestris untuk penentuan posisinya memanfaatkan adanya obyek atau benda yang berada di luar angkasa yang digunakan dalam melakukan pengukuran atau pengamatan, seperti bulan, bintang, matahari (obyek alam), dan satelit (obyek buatan) [6].

2.3 Penentuan Posisi dengan Metode *Vincenty*

Metode perhitungan *vincenty* sering digunakan untuk penentuan jarak dan arah dari dua posisi atau koordinat yang berjauhan, karena metode tersebut memiliki akurasi yang tinggi [7]. Metode *vincenty* dikembangkan dengan menerapkan berupa bentuk bumi yang mendekati berupa *ellipsoid*.

Penerapan *ellipsoid* menghasilkan perhitungan azimuth dan jarak yang dapat lebih mendekati dengan sebenarnya daripada penerapan dari perhitungan persamaan segitiga bola [8].



Gambar 1 Ilustrasi Azimut Menggunakan Metode Vincenty

Penentuan azimut menggunakan prinsip *inverse problem*. Dua set koordinat diperlukan dalam sistem koordinat geodetik (φ, λ) [8]. Metode Vincenty menggunakan persamaan sebagai berikut [9]:

$$f = \frac{(a-b)}{a} \dots\dots\dots(1)$$

Rumus diatas menghitung adanya penggepengan (f) dari *ellipsoid* yang terdiri dari variabel a (6378137.0 meter) dan b (6356752.314 meter). Setelah mendapatkan nilai f , langkah selanjutnya adalah menghitung U_1 dan U_2 merupakan lintang reduksi dari dua koordinat. Seperti rumus dibawah ini:

$$U_1 = \text{ArcTan}[(1 - f)\text{Tan } \varphi_1 \dots\dots\dots(2)$$

$$U_2 = \text{ArcTan}[(1 - f)\text{Tan } \varphi_2 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- φ_1 & φ_2 : Koordinat Lintang
- U_1 & U_2 : Lintang Reduksi

Kemudian, menghitung inisiasi awal nilai dari perbedaan dua bujur (λ) yang menggunakan variabel λ_1 dan λ_2 , dapat dilihat pada rumus (4) dibawah ini:

$$\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Cos } \sigma = \text{Sin } U_1 \text{ Sin } U_2 + \text{Cos } U_1 \text{ Cos } U_2 \text{ Cos } \lambda \dots\dots(5)$$

$$\sigma_1 = \text{ArcTan} \frac{\text{Sin } \sigma}{\text{Cos } \sigma} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- λ_1 & λ_2 : Koordinat Bujur
- λ : Inisiasi awal nilai dari perbedaan dua bujur

Sebelum mendapatkan σ_1 perlu menghitung $\text{Sin } \sigma$ dan $\text{Cos } \sigma$ yang didapatkan dari rumus (6) dan (7). Setelah rumus (6) dan (7) dihitung, maka melanjutkan rumus (7) yang bertujuan mendapatkan σ_1 .

$$\text{Sin } \alpha = \frac{\text{Cos } U_1 \text{ Cos } U_2 \text{ Cos } \lambda}{\text{Sin } \sigma_1} \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{Cos}^2 \alpha = 1 - \text{Sin}^2 \alpha \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{Cos } (2\sigma_m) = \text{Cos } \sigma_1 - \frac{2 \text{Sin } U_1 \text{ Sin } U_2}{\text{Cos}^2 \alpha} \dots\dots\dots(9)$$

$$U^2 = \text{Cos}^2 \alpha \frac{(a^2 - b^2)}{b^2} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

σ_m : Jarak busur dari ekuator terhadap titik tengah lintasan

U^2 terdiri dari $\text{Cos}^2 \alpha$ yang dihitung dari rumus (9), a (6378137.0 meter) dan b (6356752.314 meter). $\text{Cos}^2 \alpha$ perlu mendapatkan variabel $\text{Sin } \alpha$ dari rumus (8).

$$A = 1 + \frac{U^2}{16384} \{4096 + U^2[-768 + U^2(320 - 175 U^2)]\} \dots\dots\dots(11)$$

$$B = \frac{U^2}{1024} \{256 + U^2[-128 + U^2(74 - 47 U^2)]\} \dots\dots\dots(12)$$

$$\Delta\sigma = B \text{ Sin } \sigma \left\{ \text{Cos} 2\sigma_m + \frac{1}{4} B \left[\text{Cos } \sigma (-1 + 2 \text{Cos}^2 2\sigma_m) - \frac{1}{6} B \text{Cos} 2\sigma_m (-3 + 4 \text{Sin}^2 \sigma) (-3 + 4 \text{Cos}^2 2\sigma_m) \right] \right\} \dots\dots\dots(13)$$

$$S = b A (\sigma - \Delta\sigma) \dots\dots\dots(14)$$

$$\sigma = \frac{S}{b.A} + \Delta\sigma \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan:

- S : Jarak koordinat titik sampel ke koordinat Kakkah
- σ : Jarak busur antara dua titik pada bumi bulat
- α : Azimut geodesik di ekuator

$\Delta\sigma$ didapatkan dari rumus (14) yang memerlukan berupa variabel A dan B . Variabel A dihitung menggunakan rumus (12) dan variabel B dihitung dari rumus (13). Setelah itu, dari 3 variabel tersebut dapat menghitung rumus (15) berupa jarak koordinat titik sampel ke koordinat Kakkah (S) dan rumus (16) untuk menentukan parameter berupa jarak busur antara dua titik pada bumi bulat (σ).

$$C = \frac{f}{16} \text{Cos}^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \text{Cos}^2 \alpha)] \dots\dots\dots(16)$$

$$\text{LL} = \lambda - (1 - C) f \text{Sin } \alpha \left\{ \sigma + C \text{Sin } \sigma [\text{Cos} 2\sigma_m + C \text{Cos } \sigma (-1 + 2 \text{Cos}^2 2\sigma_m)] \right\} \dots\dots\dots(17)$$

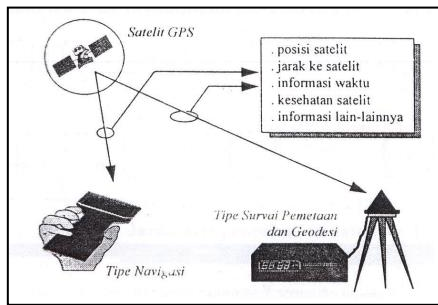
Selanjutnya yaitu menghitung LL yang bertujuan untuk mengetahui akurasi 10^{-12} . LL dapat dihitung menggunakan rumus (18), tetapi perlu adanya variabel C yang didapatkan dari rumus (17).

Setelah melakukan iterasi pada nilai LL konvergen dengan memiliki akurasi 10^{-12} [9]. Kemudian, melakukan perhitungan untuk mendapatkan Azimut (α_{AB}) dengan menggunakan seperti persamaan berikut:

$$\alpha_{AB} = \text{ArcTan} \left(\frac{\text{Cos } U_2 \text{ Sin } \lambda'}{\text{Cos } U_1 \text{ Sin } U_2 - \text{Sin } U_1 \text{ Cos } U_2 \text{ Cos } \lambda} \right) \dots\dots(18)$$

2.4 Survei GNSS (*Global Navigation Satellite System*)

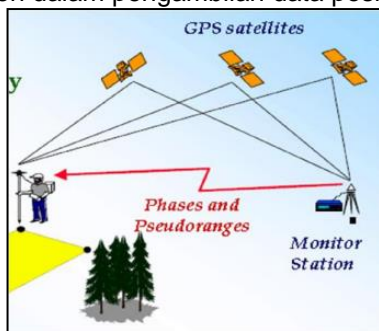
GNSS adalah teknologi dalam menentukan posisi dengan memanfaatkan adanya satelit. Kemudian, satelit memancarkan sinyal yang melalui frekuensi secara simultan, sinyal tersebut berisikan posisi dan informasi waktu yang dapat digunakan di permukaan bumi. Oleh karena itu, GNSS sangat dibutuhkan pada kegiatan survei di bidang geodesi, sebab GNSS mempunyai peran yang penting dan mudah digunakan [10].



Gambar 2 Ilustrasi Sinyal GNSS memiliki Informasi

2.4.1 Metode Pengukuran RTK (Real Time Kinematic)

Pada penentuan posisi yang menggunakan RTK (*Real Time Kinematic*) menerapkan teknologi atau navigasi dari suatu satelit yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi dari data posisi yang dihasilkan dari sistem berbasis satelit. Oleh karena itu, untuk melakukan pengukuran RTK memanfaatkan suatu alat yang berguna sebagai penerima data posisi dari satelit yaitu *receiver*. Alat tersebut akan menerima berbagai informasi dari suatu satelit seperti data fase dan data pseudorange secara langsung atau *real time*. Maka dari itu, penentuan posisi dapat dihasilkan secara langsung, sehingga dapat mempercepat dan efisien dalam pengambilan data posisi [11].



Gambar 3 Pengukuran RTK

2.5 CORS (Continuously Operating Reference Station)

CORS biasanya digunakan untuk kegiatan atau survei yang praktis (*engineering purposes*). CORS memiliki teknologi yang dapat untuk pengambilan data yang berfokus pada *setting up receiver di base station*, dimana teknologi tersebut dapat dikembangkan pada pengukuran menggunakan metode RTK [12]. Namun, koreksi yang dihasilkan bergantung pada jangkauan jarak maupun waktu dari kualitas koreksi diferensial pada penentuan posisi RTK [13]. Sistem CORS memerlukan tiga komponen, seperti *satellite navigation positioning technology, modern computer management technology and internet*

technology dapat dilihat dari gambar 2.6. Dari komponen-komponen tersebut dapat melakukan auto verifikasi dari berbagai informasi maupun data yang dikirim oleh satelit melalui sinyal yang berhubungan dengan GNSS [14].

2.6 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan grafik yang didistribusikan untuk frekuensi pada skor yang telah dimasukkan. Pengujian ini bergantung pada *plotting* data yang baik dan benar, karena jika data yang banyak, tetapi data tersebut tidak menyebar 100% yang artinya tidak normal. Maka, data tersebut memiliki kemungkinan salah. Maka dari itu, *plotting* data sebaiknya menyebar secara merata [15]. Ada berbagai cara yang digunakan untuk uji normalitas, salah satunya ialah uji Kolmogorov, rumus uji Kolmogorov seperti di bawah ini:

$$H_0: f(X) = \text{normal} \dots \dots \dots (19)$$

$$H_1: f(X) \neq \text{normal} \dots \dots \dots (20)$$

Plotting data dapat diurutkan mulai dari terkecil dengan setiap frekuensi yang ada. Frekuensi tersebut adalah frekuensi kumulatif (f) yang didapatkan dari setiap skor. Nilai Z ditentukan dengan rumus:

$$Z \text{ skor} = \frac{(X - \bar{X})}{\sigma} \dots \dots \dots (21)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - x_2)^2}{n-1}} \dots \dots \dots (22)$$

Dimana:

- \bar{X} : Rata-rata
- X_i : Data populasi 1
- X : Nilai yang diamati
- X_2 : Data populasi 2
- σ : Simpangan baku
- n : Jumlah data

2.7 Pengujian Hipotesa

Hipotesa atau hipotesis dapat dilakukan uji statistik, dimana uji statistik untuk mengetahui seberapa besar persentase dari kebenaran dugaan atau hipotesa yang telah dibuat. Hal tersebut berkaitan adanya kelemahan atau kekurangan pada saat sebelum melakukan pengujian yang telah dibuat. Maka dari itu, dilakukan perumusan terkait kendala-kendala non-operasional, serta fakta-fakta yang ada, maupun variabel atau data penelitian yang cukup melebar [16].

2.7.1 T-Student

Suatu pernyataan yang dibuat mengenai peluang dari populasi disebut dengan hipotesis statistik. Setiap hipotesis H_0 ada hipotesis tandingan yaitu H_a . H_0 dan H_a disebut dengan hipotesis nol atau hipotesis tandingan. *T-student* berfungsi untuk mengetahui dalam membuat keputusan menerima atau menolak dari hasil hipotesis yang telah diuji berlandaskan adanya

beberapa sampel dari 1 (satu) populasi pada data penelitian yang terkait. Rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{x - \mu}{\frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}} \dots \dots \dots (23)$$

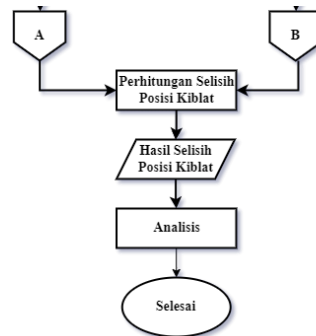
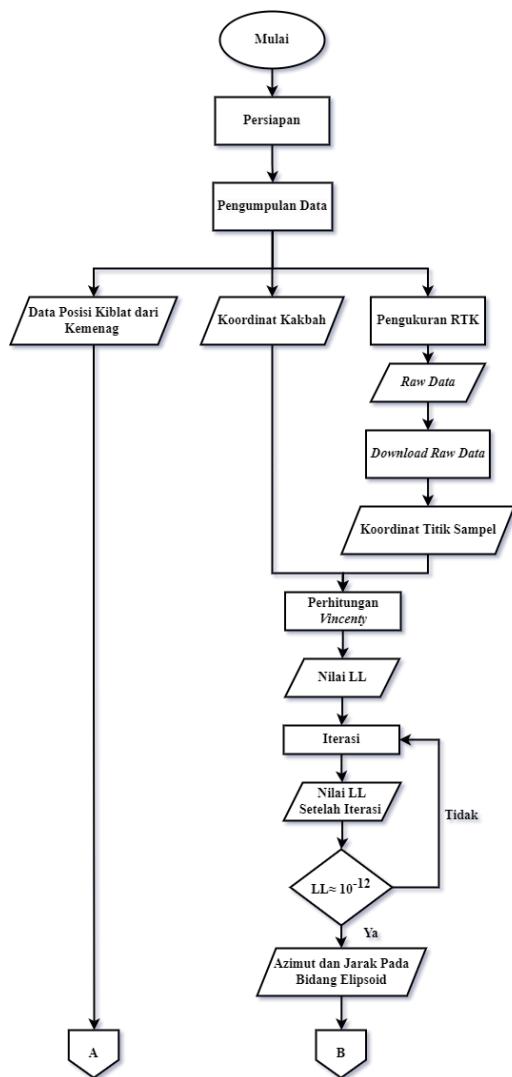
Dimana:

- x : Rata-rata sampel
- μ : Rata-rata populasi
- σ_x : Simpangan baku sampel
- n : Banyak data

3. METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam pembuatan penelitian diperlukan adanya diagram alir yang menjelaskan tahapan-tahapan penting dari penelitian yang akan dilakukan. Maka dari itu, dibuatlah tahapan-tahapan atau diagram alir pada penelitian ini yang dapat dilihat pada berikut ini:



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan, maka bahan dan alat yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian seperti di bawah ini:

a. Alat

Peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu perangkat keras dan perangkat lunak:

- Perangkat Keras (*Hardware*).
 - 1) Laptop Toshiba Portege 30-D Series with Intel Inside Core i7. 16 RAM. Hard disk 500 GB.
 - 2) Receiver GNSS (*Global Naigation Satellite System*)
- Perangkat Lunak (*Software*).
 - 1) Microsoft Office 2016 (*Microsoft Word dan Microsoft Excel*)
 - 2) SPSS Statistics 22

b. Bahan

- Koordinat Kakbah
- Titik Koordinat Sampel
- Data Arah Kiblat

3.3 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data posisi kiblat masjid atau mushola di Kota Malang, koordinat Kakbah yang didapatkan dari Kemenag Kota Malang, dan data pengukuran RTK (*Real-Time Kinematic*) pada setiap lokasi masjid atau mushola.

3.4 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data pada data pengukuran RTK dengan menggunakan *software AutoCAD*. Kemudian, setelah didapatkan koordinat pengukuran RTK pada setiap masjid yaitu dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan *website Geodetic Calculators Geoscience Australia, Australian Government*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Posisi Kiblat Menggunakan Metode Vicenty

Hasil perhitungan posisi kiblat yaitu berupa sudut azimuth (arah kiblat), dan jarak dari masing-masing Masjid atau Mushola Kota Malang ke Kakbah. Hasil perhitungan yang telah dilakukan tersebut akan digunakan untuk menghitung selisih antara data arah kiblat yang didapatkan Kemenag Kota Malang dengan data perhitungan posisi kiblat *vincenty*.

Tabel 1 Posisi Kiblat dari Perhitungan *Vincenty*

No	Lokasi	Arah Kiblat	Jarak (m)
1	Mushola Istiqomah	294°5'23.58"	8,582,111.957
2	Mushola Maratus Sholihah	294°5'22.75"	8,582,119.210
3	Masjid Sunan Kalijogo	294°5'38.74"	8,581,694.014
4	Masjid Assalam	294°5'21.45"	8,581,984.432
5	Masjid Raden Rahmat	294°5'16.18"	8,580,447.937
6	Masjid Baiturrahman	294°5'17.65"	8,580,723.757
7	Mushola Sunan Kalijogo	294°5'18.09"	8,580,959.359
8	Masjid Nurul Iman	294°5'24.90"	8,581,602.288
9	Masjid Safinatun Najah	294°5'26.58"	8,581,672.131
10	Masjid Al-Istiqomah	294°5'9.12"	8,582,421.885
11	Masjid Al-Muttaqin	294°4'27.01"	8,584,664.555
12	Masjid Baitul Maghfiroh	294°4'24.76"	8,585,161.537
13	Masjid Abdurrahman	294°4'30.32"	8,584,567.136
14	Masjid Araya	294°5'30.86"	8,585,748.778
15	Masjid Nurul Huda	294°4'34.35"	8,586,362.742
16	Masjid Al-Hidayah	294°4'34.70"	8,585,991.317
17	Masjid Ar-Rosul	294°4'36.16"	8,585,531.007
18	Masjid Al-Muhajirin	294°4'44"	8,584,909.519
19	Masjid Istiqomah	294°4'44.32"	8,584,447.701
20	Masjid Quba	294°5'25.48"	8,583,698.834
21	Masjid Al-Kautsar	294°5'6.55"	8,583,952.669
22	Masjid Baitussalam	294°5'23.69"	8,582,242.167
23	Masjid Al-Mukhlisin	294°5'4.86"	8,584,439.398
24	Masjid At-Thoriq	294°5'1.11"	8,585,512.836
25	Masjid Al-Hafidz	294°5'2.40"	8,585,538.140
26	Masjid Imam Bonjol	294°5'0.39"	8,586,084.393
27	Masjid Baiturrahman	294°5'0.36"	8,586,206.838

No	Lokasi	Arah Kiblat	Jarak (m)
28	Masjid Saladin	294°5'0.29"	8,586,352.552
29	Masjid Al-Falah	294°5'0.21"	8,586,621.250
30	Masjid Nur Hidayah	294°5'2.25"	8,586,709.085

4.2 Hasil Selisih Arah Kiblat

Setelah mendapatkan posisi kiblat yaitu berupa azimuth dan jarak dari perhitungan *vincenty*, langkah selanjutnya ialah menghitung selisih arah kiblat antara data arah kiblat dari Kemenag Kota Malang dengan data arah kiblat dari perhitungan *vincenty*. Hasil selisih arah kiblat berupa sudut dikonversi menjadi jarak (km), karena untuk mengetahui jarak penyimpangan dari kedua metode tersebut. Jarak penyimpangan dilakukan klasifikasi atau dipilah yang bertujuan apakah jarak penyimpangan tersebut masuk atau tidak pada lingkup wilayah dari Nakhlah maupun Ju'ranah, dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2 Selisih Arah Kiblat

No	Lokasi	Selisih Arah Kiblat	Jarak Penyimpangan (km)	Lingkup Wilayah Nakhlah (13.9 km)	Lingkup Wilayah Ju'ranah (20.7 km)
1	Mushola Istiqomah	7°12.84"	13.595	Masuk	Masuk
2	Mushola Maratus Sholihah	7°12.92"	13.597	Masuk	Masuk
3	Masjid Sunan Kalijogo	7°12.88"	13.596	Masuk	Masuk
4	Masjid Assalam	7°12.80"	13.593	Masuk	Masuk
5	Masjid Raden Rahmat	7°12.65"	13.589	Masuk	Masuk
6	Masjid Baiturrahman	7°12.74"	13.592	Masuk	Masuk
7	Mushola Sunan Kalijogo	7°12.98"	13.599	Masuk	Masuk
8	Masjid Nurul Iman	7°12.41"	13.581	Masuk	Masuk
9	Masjid Safinatun Najah	7°12.81"	13.594	Masuk	Masuk
10	Masjid Al-Istiqomah	7°12.57"	13.586	Masuk	Masuk
11	Masjid Al-Muttaqin	7°12.28"	13.577	Masuk	Masuk
12	Masjid Baitul Maghfiroh	7°8.60"	13.464	Masuk	Masuk
13	Masjid Abdurrahman	7°58.61"	15.010	Tidak Masuk	Masuk
14	Masjid Araya	7°57.99"	14.991	Tidak Masuk	Masuk
15	Masjid Nurul Huda	7°55.74"	14.921	Tidak Masuk	Masuk
16	Masjid Al-Hidayah	7°53.28"	14.845	Tidak Masuk	Masuk
17	Masjid Ar-Rosul	7°50.71"	14.766	Tidak Masuk	Masuk
18	Masjid Al-Muhajirin	7°44.17"	14.563	Tidak Masuk	Masuk
19	Masjid Istiqomah	7°41.27"	14.474	Tidak Masuk	Masuk

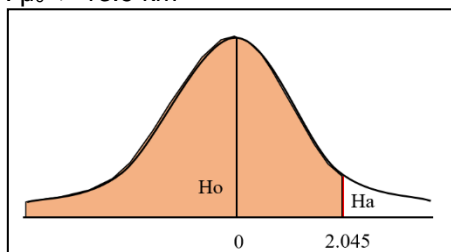
No	Lokasi	Selisih Arah Kiblat	Jarak Penyimpangan (km)	Lingkup Wilayah Nakhlah (13.9 km)	Lingkup Wilayah Ju'ranah (20.7 km)
20	Masjid Quba	7'27.78"	14.057	Tidak Masuk	Masuk
21	Masjid Al-Kautsar	7'27.68"	14.054	Tidak Masuk	Masuk
22	Masjid Baitussalam	7'27.83"	14.058	Tidak Masuk	Masuk
23	Masjid Al-Mukhlisin	7'27.60"	14.051	Tidak Masuk	Masuk
24	Masjid At-Thoriq	7'27.52"	14.049	Tidak Masuk	Masuk
25	Masjid Al-Hafidz	7'27.70"	14.054	Tidak Masuk	Masuk
26	Masjid Imam Bonjol	7'27.61"	14.051	Tidak Masuk	Masuk
27	Masjid Baiturrahman	7'27.01"	14.033	Tidak Masuk	Masuk
28	Masjid Saladin	7'27.68"	14.054	Tidak Masuk	Masuk
29	Masjid Al-Falah	7'27.72"	14.055	Tidak Masuk	Masuk
30	Masjid Nur Hidayah	7'27.83"	14.058	Tidak Masuk	Masuk

4.3 Hasil Hipotesa Menggunakan Uji

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak penyimpangan yang dihasilkan dari selisih arah kiblat masih dalam lingkup wilayah Mekah atau tidak. Pengujian ini menggunakan statistik uji-t (*one tail*). Uji-t yang dilakukan yaitu menggunakan tingkat kepercayaan 95%. Oleh karena itu, hipotesanya adalah apabila jarak penyimpangan kurang dari 13.9 km, maka selisih arah kiblat tersebut masih dalam lingkup wilayah Kota Mekah. Nilai H_0 dan H_a dari hipotesa yang telah disusun seperti berikut:

$$H_0 : \mu_0 \leq 13.9 \text{ km}$$

$$H_a : \mu_0 > 13.9 \text{ km}$$



Gambar 5 Kurva Uji-t One Tail

Hasil uji *T-Student* didapatkan t_{hitung} sebesar 1.547, signifikan t (t_{sig}) sebesar 0.133. Kemudian, t_{tabel} (t_{tabel}) sebesar 2.045 dan nilai signifikansi 0.05, karena *degree of freedom* sebesar 29 dan tingkat kepercayaan 95%. Maka, t_{sig} (0.133) > nilai signifikansi (0.05), sehingga sampel dapat dinyatakan bahwa berdistribusi normal. Selain itu, t_{hitung} (1.547) < t_{tabel} (2.045), sehingga H_a ditolak dan H_0 diterima.

H_0 diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil selisih data posisi kiblat dari data

Kemenag (Kementerian Agama) Kota Malang dengan data hasil perhitungan *vincenty* masih dalam lingkup wilayah Mekah (Tanah Haram). Maka dari itu, metode perhitungan *vincenty* dan data kiblat Kemenag Kota Malang dapat digunakan pada masjid atau mushola, karena pada hadist nabi yang menyatakan bahwa untuk muslim yang jauh dari Kakbah dan Masjidil Haram, kiblatnya cukup menghadap wilayah Mekah.

5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa:

1. Nilai rata-rata arah kiblat berdasarkan Kemenag Kota Malang yaitu $294^{\circ}12'32.48''$ yang menggunakan metode perhitungan *spherical trigonometry* (segitiga bola). Sementara itu, hasil dari metode perhitungan *vincenty* sebesar $294^{\circ}5'10.95''$. Selisih arah kiblat dari kedua data adalah $7'21.53''$. Konversi dari selisih tersebut ke satuan jarak menjadi 14.03 km yang dapat disimpulkan bahwa jarak penyimpangan tersebut masuk pada lingkup wilayah Mekah.
2. Hasil uji statistik menyatakan bahwa selisih arah kiblat dari data Kemenag dengan perhitungan *vincenty* masuk pada lingkup wilayah Mekah. Hal tersebut, diketahui dari t_{hitung} (1.547) < t_{tabel} (2.045), sehingga H_0 diterima ($\mu_0 \leq 13.9 \text{ km}$). Maka dari itu, metode perhitungan *vincenty* dapat digunakan sebagai alternatif untuk penentuan posisi kiblat, dimana sesuai dengan hadist Rasulullah SAW yang mengatakan bahwa umat muslim yang jauh dari Kakbah atau Mekah, posisi arah kiblatnya cukup menghadap wilayah Tanah Haram (Mekah).

5.2 SARAN

Saran dari penelitian yang telah dilakukan yaitu sebaiknya menggunakan metode pengukuran RTK (*Real Time Kinematic*) *manual base*, agar lebih cepat dalam pengambilan data pengukuran. Selain itu, data sampel perlu ditambahkan secara merata pada lokasi studi kasus yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Budiwati, Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid dalam Program

- Mawaqit, Semarang: Institut Agama Islam Negeri Walisongo, 2010.
- [2] T. Saksono, M. A. Fulazzaky, and Z. Sari, *Geodetic analysis of disputed accurate qibla direction*, *Journal of Applied Geodesy*, vol. 12, no. 2, pp. 129–138, 2018.
- [3] A. Izzuddin, *Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya*, 2012.
- [4] M. Marwadi, *Aplikasi Teori Geodesi dalam Perhitungan Arah Kiblat: Studi untuk Kota Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen*, *Al-Manahij: Jurnal Kajian Hukum Islam*, vol. 8, no. 2, pp. 329–351, 2014.
- [5] R. A. Mustaqim, *Penggunaan Google Earth Sebagai Calibrator Arah Kiblat*, *Jurnal Justisia: Jurnal Ilmu Hukum, Perundang-Undangan Dan Pranata Sosial*, vol. 6, no. 2, pp. 194–216, 2021.
- [6] B. D. Yuwono, A. L. Nugraha, F. J. Amarrohman, and M. Awaluddin, *Kajian Penentuan Posisi Menggunakan DGPS dan RTK NTRIP*, *Elipsoida: Jurnal Geodesi dan Geomatika*, vol. 2, no. 01, pp. 24–27, 2019.
- [7] W.-K. Tseng, J.-L. Guo, and C.-P. Liu, *A comparison of great circle, great ellipse, and geodesic sailing*, *J Mar Sci Technol*, vol. 21, no. 3, p. 7, 2013.
- [8] I. Gumilar, N. F. Trihantoro, B. Bramanto, H. Andreas, H. Z. Abidin, and M. Gamal, *Algoritma Penentuan Dan Rekontruksi Arah Kiblat Teliti Menggunakan Data GNSS*, *Geomatika*, vol. 25, no. 2, pp. 73–84, 2019.
- [9] T. Vincenty, *Direct and inverse solutions of geodesics on the ellipsoid with application of nested equations*, *Survey review*, vol. 23, no. 176, pp. 88–93, 1975.
- [10] A. R. Wirawan, B. D. Yuwono, and L. M. Sabri, *Pengamatan penurunan muka tanah Kota Semarang metode survei GNSS tahun 2018*, *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 8, no. 1, pp. 418–427, 2019.
- [11] H. Z. Abidin, *Penentuan posisi dengan GPS dan aplikasinya*, Jakarta: PT Pradnya Paramita, 2007.
- [12] Eko Budi Wahyono and Muh Arif Suhattanto, *Survey Satelit Pertanahan*. Yogyakarta, 2019.
- [13] M. C. Ikbal, B. D. Yuwono, and F. J. Amarrohman, *Analisis strategi pengolahan baseline GPS berdasarkan jumlah titik ikat dan variasi waktu pengamatan*, *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 6, no. 1, pp. 228–237, 2017.
- [14] D. Maunder, *An investigation into the establishment of a continuously operating GPS reference station at Dubbo City Council, Central West NSW*, 2007.
- [15] U. Usmani, *Pengujian persyaratan analisis (Uji homogenitas dan uji normalitas)*, *Inovasi Pendidikan*, vol. 7, no. 1, 2020.
- [16] Y. L. Sukestiyarno and A. Agoestanto, *Batasan prasyarat uji normalitas dan uji homogenitas pada model regresi linear*, *Unnes Journal of Mathematics*, vol. 6, no. 2, pp. 168–177, 2017.