

## ANALISIS PERBEDAAN PERHITUNGAN ARAH KIBLAT PADA BIDANG *SPHEROID* DAN *ELLIPSOID* DENGAN MENGGUNAKAN DATA KOORDINAT GPS

**Andhika Prastyadi Nugroho, Khomsin**

Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
*e-mail*: khomsin@geodesy.its.ac.id

### Abstrak

Kiblat merupakan salah satu hal yang penting bagi umat muslim di seluruh dunia, khususnya di dalam pelaksanaan ibadah salat. Perhitungan arah kiblat di suatu tempat dapat dilakukan dengan memanfaatkan koordinat lintang dan bujur geografis yang didapatkan dari hasil pengukuran GPS (Global Positioning System). Dewasa ini, perhitungan arah kiblat masih menggunakan rumusan segitiga bola sebagai dasar perhitungannya. Namun, bentuk bumi tidaklah bulat sempurna seperti bola (*spheroid*) melainkan berbentuk ellips yang diputar pada sumbu pendeknya (*ellipsoid*). Oleh karena itu, seharusnya dilakukan perhitungan yang sesuai dengan bentuk bumi tersebut, yakni dengan menggunakan prinsip persoalan pokok geodesi.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengambilan sampel koordinat titik di lapangan dengan menggunakan GPS tipe geodetik dan GPS tipe navigasi. Perhitungan arah kiblat dilakukan dengan menggunakan rumus segitiga bola dan Soal Pokok Geodesi II (SPG II) untuk kemudian dianalisis perbedaannya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan antara arah kiblat dengan menggunakan rumus segitiga bola dan SPG II berkisar antara  $1' 8,7949''$  -  $1' 21,5281''$ . Sedangkan perbedaan antara arah kiblat dengan menggunakan rumus segitiga bola (yang koordinat sampelnya tidak ditransformasikan ke bidang bola) dan SPG II berkisar antara  $7' 17,3049''$  -  $7' 18,9383''$ . Sementara itu, hasil perhitungan arah kiblat dengan menggunakan koordinat dari GPS tipe Geodetik dan GPS tipe Navigasi tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan.

*Kata Kunci*—*Ellipsoid*, GPS, Kiblat, Segitiga bola, *Spheroid*, SPG

### PENDAHULUAN

Kiblat adalah arah atau jarak terdekat sepanjang lingkaran besar yang melewati kota Mekah (Kakbah) dengan tempat kota yang bersangkutan (Budiwati, 2010). Ketika umat Islam di belahan dunia manapun menjalankan salat, seluruh anggota tubuh dihadapkan ke arah Kakbah. Perbedaan jarak antara daerah-daerah di dunia dengan Mekah menjadikan penentuan arah kiblat sering kali melenceng. Presisi arah kiblat kerap menjadi persoalan serius.

Belum lama ini, masyarakat muslim Indonesia digegerkan dengan fatwa MUI (Majelis Ulama Indonesia) perihal perubahan arah kiblat dalam salat. Hal ini kemudian diperparah dengan ditemukannya sejumlah masjid Indonesia yang tidak menghadap Kakbah. Sebagaimana diketahui, MUI mengeluarkan fatwa Nomor 3 Tahun 2010, yang menyatakan bahwa arah kiblat

Indonesia berada di arah barat (MUI, 2010). Dalam fatwa ini, masyarakat muslim sudah maklum karena memang di sanalah umat Islam menghadap saat salat selama ini. Namun, apabila ditinjau secara geografis, dalam hitungan arah mata angin arah barat bernilai  $270^\circ$  dari arah utara, maka kiblat mengarah ke salah satu wilayah di Afrika, bukan yang seharusnya yakni ke semenanjung Arabia. Pada perkembangan selanjutnya, MUI telah mengganti fatwa tersebut dengan fatwa Nomor 5 Tahun 2010, yakni mengganti arah kiblat dari arah barat menjadi barat laut ( $315^\circ$ ) (MUI, 2010). Namun, menurut peneliti Geodesi ITB, arah tersebut masih belum tepat karena arah tersebut justru menuju ke daerah Afghanistan.

Dari sudut pandang ilmu geodesi, arah kiblat di suatu tempat akan dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan koordinat (lintang dan bujur) dari tempat tersebut serta

koordinat dari Masjidilharam, atau lebih tepatnya Kakbah di Mekah. Dalam aplikasinya, dapat digunakan beberapa software, seperti *Qiblalocator*, *Mawaqit*, dan lain-lain. Namun, hampir semua aplikasi perhitungan arah kiblat yang ada saat ini masih menggunakan prinsip perhitungan pada bidang bola.

Seperti diketahui, bentuk bumi tidaklah bulat sempurna, melainkan tidak beraturan. Dalam perhitungan geodesi, dapat digunakan pendekatan perhitungan dengan menggunakan bidang referensi *spheroid* dan *ellipsoid*. Pada bidang referensi *spheroid*, bumi dianggap sebagai suatu bidang bola yang memiliki panjang jari-jari yang sama, sehingga jarak dari pusat bumi ke seluruh permukaannya bernilai sama. Sedangkan pada bidang referensi *ellipsoid*, bumi dianggap sebagai suatu bidang *elips* yang diputar pada sumbu pendeknya. Pada bidang ini, jarak dari pusat bumi ke permukaan bumi tidaklah sama di semua tempat. Oleh karena itu, perhitungan arah kiblat pada kedua bidang sangat dimungkinkan akan menghasilkan nilai yang berbeda pula.

Di dalam penelitian ini dilakukan perhitungan arah kiblat pada bidang *spheroid* dan *ellipsoid* dengan menggunakan rumus segitiga bola dan rumus Vincenty untuk mengetahui perbedaan hasil arah kiblat pada kedua bidang tersebut.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan studi kasus di Kota Surabaya yang terletak di wilayah Pulau Jawa bagian Timur dengan posisi geografis pada  $07^{\circ}09' - 07^{\circ}21'$  Lintang Selatan (LS) dan  $112^{\circ}36' - 112^{\circ}54'$  Bujur Timur (BT).

### Metodologi Penelitian

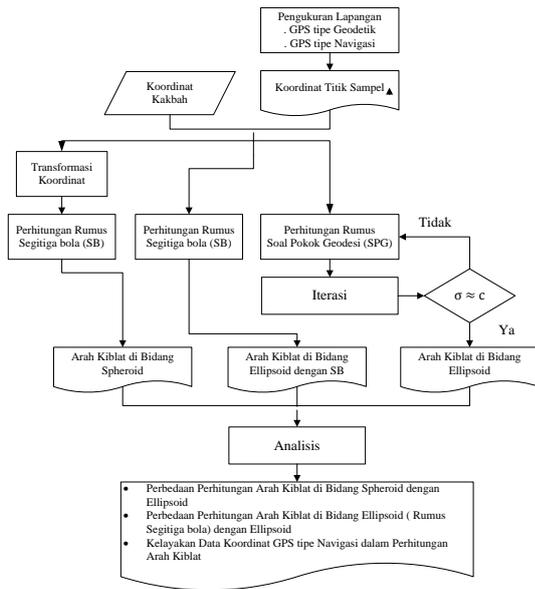
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 5 buah titik sampel yang terletak di Surabaya bagian Utara, Barat, Tengah, Selatan, dan Timur. Pada masing-masing titik sampel, dilakukan pengukuran GPS dengan menggunakan GPS tipe Geodetik dan Navigasi. Pengukuran GPS dengan menggunakan GPS tipe Geodetik dilakukan dengan metode *static radial* selama 1 jam per titik dan diikatkan dengan stasiun CORS - ITS

(*Continuously Operating Reference Stations - ITS*). Sedangkan untuk pengukuran dengan menggunakan GPS tipe Navigasi dilakukan dengan melakukan *marking point* per titik dengan interval jeda waktu 15 menit.

Perhitungan arah kiblat ini menggunakan data koordinat pusat Kakbah  $21^{\circ} 25' 21,17''$  LU dan  $39^{\circ} 49' 34,56''$  BT. Perhitungan arah kiblat pada bidang *spheroid* dilakukan dengan menggunakan rumus segitiga bola dan pada bidang *ellipsoid* dilakukan dengan menggunakan rumus Vincenty – SPG II. Untuk perhitungan pada bidang *spheroid*, data koordinat GPS yang diperoleh ditransformasikan terlebih dahulu dengan nilai parameter a (*semi mayor axis*) dan b (*semi minor axis*) yang sama panjang. Selain itu, dilakukan pula uji coba perhitungan arah kiblat pada bidang *ellipsoid* dengan menggunakan rumus segitiga bola.

Pada penelitian ini ditetapkan asumsi bahwa perhitungan arah kiblat yang benar ialah arah kiblat pada bidang *ellipsoid* dengan menggunakan rumus Vincenty – SPG II, sesuai (Wolf, 1997). Oleh karena itu, dapat diketahui selisih sudut diantara ketiga arah kiblat tersebut. Selain itu, untuk mengetahui jarak antara penyimpangan arah kiblat dengan Kakbah, dilakukan perhitungan dengan menggunakan kombinasi rumus Vincenty – SPG I dan SPG II dengan memasukkan nilai arah kiblat yang ingin diuji. Nilai sudut arah kiblat pada bidang *spheroid* dan pada bidang *ellipsoid* (yang dihitung dengan menggunakan rumus segitiga bola) dimasukkan ke dalam rumus Vincenty – SPG I untuk mendapatkan nilai koordinat penyimpangan arah kiblat tersebut. Selanjutnya, dari koordinat tersebut dihitung jaraknya terhadap posisi Kakbah dengan menggunakan rumus Vincenty – SPG II.

Selain itu, dilakukan uji statistik untuk mengetahui kelayakan GPS tipe Navigasi sebagai sumber data koordinat dalam perhitungan arah kiblat. Pada data selisih arah kiblat dari GPS tipe Geodetik dan Navigasi dilakukan uji normalitas dilakukan uji-t (*one tail*) dengan tingkat kepercayaan 95%.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengukuran Lapangan**

Dari pengukuran lapangan dengan menggunakan GPS, didapatkan koordinat dari titik-titik sampel. Koordinat titik sampel dari GPS tipe Geodetik didapatkan dari pengolahan data dengan mengikatkan koordinat sampel tersebut dengan stasiun CORS-ITS (7° 16' 47.95116" LS, 112° 47' 40.65956" BT). Sedangkan koordinat titik sampel dari GPS tipe Navigasi didapatkan secara langsung dari alat GPS yang digunakan.

Tabel 1. Koordinat Titik Sampel dari GPS Tipe Geodetik

No	Lokasi	Lintang (LS)			Bujur (BT)		
		°	'	"	°	'	"
1	SBY Utara	7	13	8.18011	112	43	45.30355
2	SBY Barat	7	14	1.9836	112	36	55.55567
3	SBY Tengah	7	16	8.79459	112	44	28.76483
4	SBY Selatan	7	20	8.55521	112	42	56.08356
5	SBY Timur	7	16	29.57402	112	48	47.43319

Tabel 2. Koordinat Titik Sampel dari GPS Tipe Navigasi

No	Lokasi	Lintang (LS)			Bujur (BT)		
		°	'	"	°	'	"
1	SBY Utara	7	13	8.2	112	43	45.3
2		7	13	8.2	112	43	45.3
3		7	13	8.2	112	43	45.3
4		7	13	8.3	112	43	45.2
5	SBY Barat	7	14	1.9	112	36	55.6
6		7	14	2	112	36	55.6
7		7	14	2	112	36	55.6
8		7	14	2	112	36	55.6
9	SBY Tengah	7	16	8.8	112	44	29
10		7	16	8.8	112	44	28.9
11		7	16	8.9	112	44	28.9
12		7	16	8.9	112	44	28.7

No	Lokasi	Lintang (LS)			Bujur (BT)		
		°	'	"	°	'	"
13	SBY Selatan	7	20	8.7	112	42	56
14		7	20	8.6	112	42	56
15		7	20	8.7	112	42	56
16		7	20	8.6	112	42	56
17	SBY Timur	7	16	29.7	112	48	47.4
18		7	16	29.7	112	48	47.4
19		7	16	29.6	112	48	47.4
20		7	16	29.6	112	48	47.4

**Hasil Perhitungan Arah Kiblat**

Perhitungan arah kiblat pada bidang *ellipsoid* merupakan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan data koordinat dari datum ellipsoid WGS 84, yakni koordinat yang didapatkan dari pengukuran GPS. Data dari GPS diolah dengan menggunakan rumus Vincenty – SPG II. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Arah Kiblat pada Bidang *Ellipsoid*

No	Lokasi	Arah Kiblat			
		Desimal (°)	°	'	"
1	SBY Utara	293.910015470920	293	54	36.0557
2	SBY Barat	293.937968897719	293	56	16.6880
3	SBY Tengah	293.917795849510	293	55	4.06510
4	SBY Selatan	293.937232714142	293	56	14.0378
5	SBY Timur	293.903318500419	293	54	11.9466

Perhitungan arah kiblat pada bidang *spheroid* merupakan perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan data koordinat dari pengukuran GPS yang sudah ditransformasikan ke sistem koordinat bola. Transformasi ini dilakukan dengan cara mentransformasikan data dari sistem koordinat *ellipsoid* ke sistem koordinat kartesian 3 dimensi. Selanjutnya, koordinat tersebut ditransformasikan ke sistem koordinat bola. Hasil transformasi koordinat tersebut kemudian dihitung dengan menggunakan rumus segitiga bola. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Arah Kiblat pada Bidang *Spheroid*

No	Lokasi	Arah Kiblat			
		Derajat (°)	°	'	"
1	SBY Utara	293.890905789018	293	53	27.2608
2	SBY Barat	293.915322207232	293	54	55.1599
3	SBY Tengah	293.898849237565	293	53	55.8573
4	SBY Selatan	293.914860042334	293	54	53.4962
5	SBY Timur	293.884349365376	293	53	3.6577

Selain itu, dilakukan juga uji coba dengan melakukan perhitungan arah kiblat pada bidang *ellipsoid* dengan menggunakan rumus segitiga bola. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai arah kiblat jika melakukan perhitungan arah

kiblat dengan menggunakan rumus segitiga bola dengan menggunakan data koordinat dari GPS secara langsung tanpa melalui proses transformasi koordinat. Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Arah Kiblat pada Bidang Ellipsoid dengan Menggunakan Rumus Segitiga Bola**

No	Lokasi	Arah Kiblat			
		Desimal (°)	°	'	"
1	SBY Utara	294.031489057059	294	1	53.3606
2	SBY Barat	294.059675265825	294	3	34.8310
3	SBY Tengah	294.039436609097	294	2	21.9718
4	SBY Selatan	294.059160025050	294	3	32.9761
5	SBY Timur	294.024868772721	294	1	29.5276

**Hasil Selisih Arah Kiblat**

Selisih arah kiblat merupakan selisih nilai arah kiblat pada bidang *spheroid* dan *ellipsoid* (dengan menggunakan rumus segitiga bola) terhadap nilai arah kiblat pada bidang *ellipsoid*. Nilai selisih arah kiblat tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

**Tabel 6. Selisih Arah Kiblat pada Bidang Spheroid terhadap Arah Kiblat pada bidang Ellipsoid**

No	Lokasi	Azimut			
		Desimal (°)	°	'	"
1	SBY Utara	0.01910968190196630	0	1	8.7949
2	SBY Barat	0.02264669048696530	0	1	21.5281
3	SBY Tengah	0.01894661194501170	0	1	8.2078
4	SBY Selatan	0.02237267180800020	0	1	20.5416
5	SBY Timur	0.01896913504299390	0	1	8.2889

**Tabel 7. Selisih Arah Kiblat pada Bidang Ellipsoid (dengan rumus Segitiga Bola) terhadap Arah Kiblat pada bidang Ellipsoid**

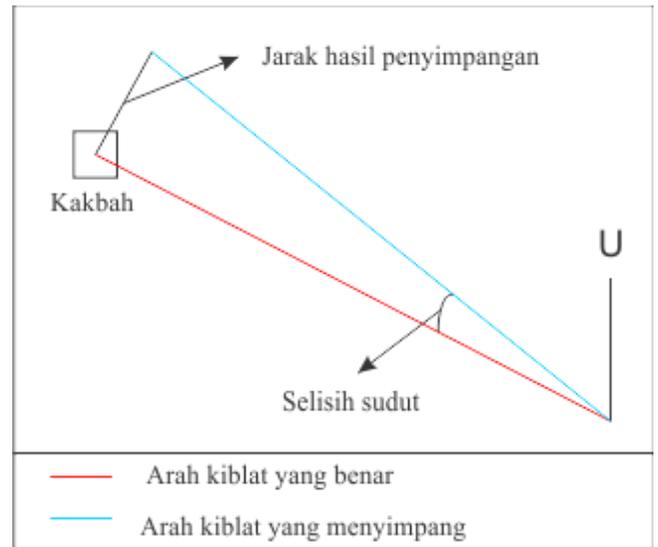
No	Lokasi	Azimut			
		Desimal (°)	°	'	"
1	SBY Utara	0.12147358613901800	0	7	17.3049
2	SBY Barat	0.12170636810600400	0	7	18.1429
3	SBY Tengah	0.12164075958696700	0	7	17.9067
4	SBY Selatan	0.12192731090800600	0	7	18.9383
5	SBY Timur	0.12155027230198800	0	7	17.581

**Jarak Penyimpangan Arah Kiblat Terhadap Posisi Kiblah**

Akibat dari adanya selisih antara hasil perhitungan arah kiblat pada bidang *spheroid* dan *ellipsoid* (yang menggunakan rumus segitiga bola) terhadap arah kiblat yang seharusnya (perhitungan arah kiblat pada bidang *ellipsoid*), menyebabkan terjadinya penyimpangan pula terhadap perpanjangan arah kiblat tersebut terhadap posisi Kiblah.

Untuk mengetahui besar jarak penyimpangan tersebut, dilakukan perhitungan dengan cara : nilai sudut arah kiblat pada bidang *spheroid* dan

pada bidang *ellipsoid* (yang dihitung dengan menggunakan rumus segitiga bola) dimasukkan ke dalam rumus Vincenty – SPG I untuk mendapatkan nilai koordinat penyimpangan arah kiblat tersebut. Selanjutnya, dari koordinat tersebut dihitung jaraknya terhadap posisi Kiblah dengan menggunakan rumus Vincenty – SPG II.



**Gambar 2. Ilustrasi Selisih Sudut Arah kiblat dan Jarak Penyimpangan Terhadap Posisi Kiblah**

Dari perhitungan tersebut didapatkan bahwa setiap perbedaan/selisih arah kiblat sebesar 1” akan mengakibatkan pergeseran/penyimpangan dari perpanjangan sudut tersebut terhadap posisi Kiblah sebesar 30.054 meter, sebagaimana dapat dilihat pula pada Tabel 8 dan 9.

**Tabel 8. Jarak Hasil Penyimpangan Arah Kiblat pada Bidang Spheroid Terhadap Posisi Kiblah**

No	Lokasi	Selisih Arah Kiblat			Jarak Penyimpangan (m)	Penyimpangan per 1" (m)
		°	'	"		
1	SBY Utara	0	1	8.7949	2067.4592	30.053
2	SBY Barat	0	1	21.5281	2449.1690	30.041
3	SBY Tengah	0	1	8.2078	2050.0708	30.056
4	SBY Selatan	0	1	20.5416	2420.8110	30.057
5	SBY Timur	0	1	8.2889	2053.0586	30.064
Rata-rata						30.054

**Tabel 9. Jarak Hasil Penyimpangan Arah Kiblat pada Bidang *Ellipsoid* (yang dihitung dengan rumus Segitiga Bola) Terhadap Posisi Kakkah**

No	Lokasi	Selisih Arah Kiblat			Penyimpangan Jarak (m)	Penyimpangan per 1" (m)
		°	'	"		
1	SBY Utara	0	7	17.3049	13142.133	30.053
2	SBY Barat	0	7	18.1429	13162.180	30.041
3	SBY Tengah	0	7	17.9067	13161.849	30.056
4	SBY Selatan	0	7	18.9383	13193.030	30.057
5	SBY Timur	0	7	17.581	13155.588	30.064
Rata-rata						30.054

**Uji Kelayakan Data Koordinat GPS Navigasi**

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan data koordinat dari GPS tipe Navigasi apabila digunakan sebagai *input data* pada perhitungan arah kiblat. Selisih antara hasil arah kiblat dengan menggunakan data koordinat GPS tipe Navigasi dan Geodetik dibandingkan untuk kemudian diuji secara statistik dengan menggunakan uji-t (*one tail*).

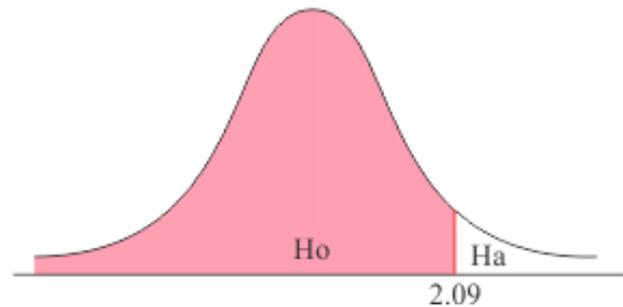
**Tabel 10. Selisih Arah Kiblat dengan Menggunakan Data Koordinat dari GPS Tipe Navigasi dan Geodetik**

No	Lokasi	Arah Kiblat GPS Navigasi			Arah Kiblat GPS Geodetik			Selisih
		°	'	"	°	'	"	
1	SBY Utara	293	54	36.0606	293	54	36.0557	0.0049
2		293	54	36.0606	293	54	36.0557	0.0049
3		293	54	36.0606	293	54	36.0557	0.0049
4		293	54	36.1031	293	54	36.0557	0.0475
5		293	56	16.6608	293	56	16.688	0.0272
6	SBY Barat	293	56	16.6818	293	56	16.688	0.0063
7		293	56	16.6818	293	56	16.688	0.0063
8		293	56	16.6818	293	56	16.688	0.0063
9	SBY Tengah	293	55	4.0148	293	55	4.0651	0.0502
10		293	55	4.0367	293	55	4.0651	0.0284
11		293	55	4.0574	293	55	4.0651	0.0077
12	SBY Selatan	293	55	4.1011	293	55	4.0651	0.0360
13		293	56	14.0861	293	56	14.0378	0.0483
14		293	56	14.0654	293	56	14.0378	0.0276
15		293	56	14.0861	293	56	14.0378	0.0483
16	SBY Timur	293	56	14.0654	293	56	14.0378	0.0276
17		293	54	11.9798	293	54	11.9466	0.0332
18		293	54	11.9798	293	54	11.9466	0.0332
19		293	54	11.9592	293	54	11.9466	0.0126
20		293	54	11.9592	293	54	11.9466	0.0126

Uji-t dilakukan dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dengan hipotesis bahwa apabila selisih arah kiblat kurang dari  $0,000046213728^\circ$ , maka tidak terdapat perbedaan signifikan di antara kedua arah kiblat tersebut, begitu juga sebaliknya. Nilai selisih  $0,000046213728^\circ$  didapat dengan mengasumsikan bahwa penyimpangan jarak terhadap Kakkah maksimal sebesar 5 meter, yang apabila dihitung berdasarkan rata-rata akibat penyimpangan sudut sebesar  $1'' = 30.054$  meter, akan menghasilkan nilai sebesar  $0,000046213728^\circ$ .

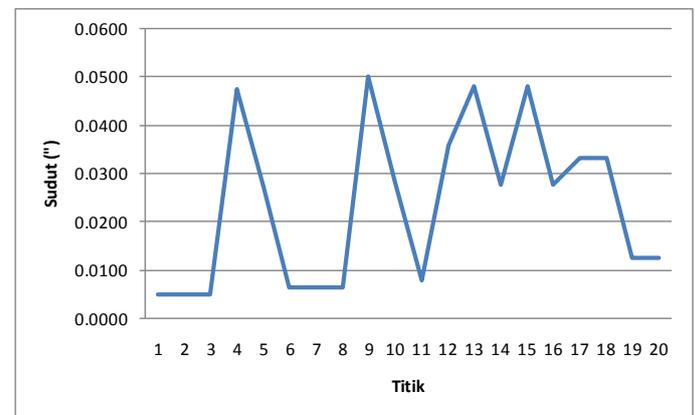
$H_0 : \mu_0 \leq 0,000046213728^\circ$

$H_a : \mu_0 > 0,000046213728^\circ$



**Gambar 3. Kurva Uji-t one tail**

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai standar deviasi sebesar  $0.000004663224378^\circ$  dan t hitung ( $t_{hitung}$ ) sebesar  $-38.007$ . Karena nilai t pada tabel ( $t_{0.05;19}$ ) = 2.093, maka hasil ( $t_{hitung}$ ) < ( $t_{0.05;19}$ ), sehingga hipotesa  $H_0$  dapat diterima dan dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara hasil arah kiblat dari koordinat GPS tipe Navigasi dan Geodetik (karena selisih arah kiblat kurang dari  $0.000046213728^\circ$ ). Oleh karena itu, penggunaan koordinat dari GPS tipe Navigasi masih layak digunakan untuk perhitungan arah kiblat.



**Gambar 4. Grafik Selisih Sudut Antara Hasil Arah Kiblat Menggunakan Data GPS tipe Navigasi dengan Geodetik**

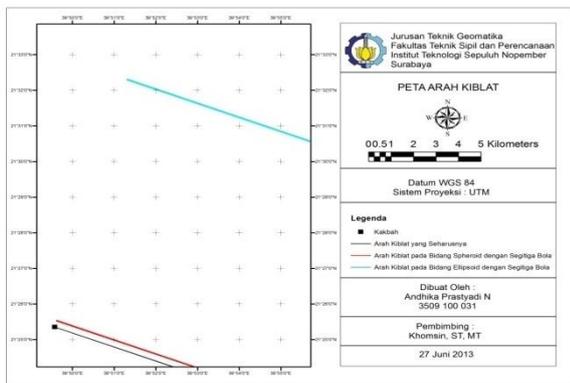
**KESIMPULAN**

Arah kiblat pada bidang bola memiliki perbedaan sebesar  $1' 8,7949'' - 1' 21,5281''$  terhadap arah kiblat pada bidang *ellipsoid*. Sedangkan, arah kiblat pada bidang *ellipsoid* dengan menggunakan rumus segitiga bola memiliki perbedaan sebesar  $7' 17,581'' - 7' 18,9383''$  terhadap arah kiblat pada bidang *ellipsoid*.

Setiap selisih arah kiblat sebesar 1" mengakibatkan jarak penyimpangan arah kiblat tersebut sebesar 30.054 m terhadap posisi Kakbah

Berdasarkan uji statistik, selisih antara arah kiblat dengan menggunakan data koordinat GPS tipe navigasi dan geodetik memiliki selisih kurang dari  $0,000046213728^{\circ}$  dan memiliki jarak penyimpangan arah kiblat terhadap Kakbah kurang dari 5 m. Oleh karena itu, penggunaan data koordinat dari GPS tipe Navigasi masih layak digunakan untuk perhitungan arah kiblat.

### LAMPIRAN



### DAFTAR PUSTAKA

- A. Budiwati, "Sistem Hisab Arah Kiblat Dr. Ing. Khafid dalam Program Mawaqit," Semarang : Institut Agama Islam Negeri Walisongo (2010)
- Majelis Ulama Indonesia, "Fatwa MUI Nomor 3 Tahun 2010," Jakarta (2010)
- Majelis Ulama Indonesia, "Fatwa MUI Nomor 5 Tahun 2010," Jakarta (2010)
- T. Vincenty., "Direct and Inverse Solutions of Geodesic on The Ellipsoid with Application of Nested Equations," Survey Review XXII.176 (1975)
- P. R. Wolf, and C. D. Ghilani, "Adjustment Computation : Statistics and Least Squares in Surveying and GIS," New York : Willey Interscience Publication (1997).