

UJI AKURASI ARAH KIBLAT MEMANFAATKAN KORELASI ANTARA AZIMUTH MATAHARI DENGAN AZIMUTH GERAK VIGNA RADIATA

Oleh, Saiyed Amar Achmad, Fatmawati Hilal
sayyidamar99@gmail.com
Ilmu Falak
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Abstrak

Pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana uji akurasi arah kiblat memanfaatkan korelasi antara *azimuth* matahari dengan *azimuth* gerak *vigna radiata*. Pokok masalah tersebut selanjutnya dibagi menjadi 1) Bagaimana keterkaitan antara arah yang dihasilkan oleh gerak pada tanaman *vigna radiata* terhadap *azimuth* matahari? 2) Seberapa akurat pengukuran arah kiblat menggunakan korelasi antara *azimuth* matahari dan *azimuth* kacang hijau?. Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat hubungan antara arah gerak kacang hijau terhadap *azimuth* matahari yang dapat di uji akurasi arah kiblatnya.

Landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah teori trigonometri bola (*spherical trigonometry*) dengan metode pengukuran arah kiblat memanfaatkan *azimuth* matahari dan teori mengenai gerak pada tanaman.

Jenis dari penelitian ini adalah penelitian eksperimen – *field research* kuantitatif. Pendekatan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan syar’i, saintifik dan matematis. Populasi yang peneliti ambil untuk penelitian ini yaitu tanaman kacang hijau sebanyak 30 buah dengan sampel jenuh. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dan dokumentasi. Peneliti melakukan analisis dengan menggunakan metode analisis komparatif dengan proses kerja verifikasi.

Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah terdapat kecocokan arah antara *azimuth* kacang hijau dan *azimuth* matahari pada interval waktu tertentu yakni sekitar pukul 11 siang untuk sampel pertama dan sekitar pukul 3 sore untuk sampel kedua. Setelah di uji antara kedua *azimuth* tersebut terdapat kemelencengan sebesar maksimal 6° dan 7° dengan rata-rata kemelencengan $1,19^\circ$ dan $1,47^\circ$. Apabila *azimuth* tanaman digunakan langsung untuk mengukur arah kiblat tanpa korelasi *azimuth* matahari maka akan menghasilkan nilai kemelencengan yang cukup besar yakni $127^\circ 23' 54,61''$ pada sampel 1 dan $107^\circ 8' 54,61''$ pada sampel 2.

Kata Kunci: Akurasi, Kiblat dan *Azimuth*

Abstract

The main problem in this study is how to test the accuracy of Qibla direction utilizing the correlation between the solar azimuth and the azimuth of the vigna radiata. The subject matter is further divided into 1) What is the relationship between the direction produced by motion in the vigna radiata plant and the solar azimuth? 2) How accurate is the Qibla direction measurement using the correlation between solar azimuth and green bean azimuth ?. The hypothesis of this study is that there is a relationship between the direction of motion of green beans on the sun's azimuth that can be tested for the accuracy of the Qibla direction.

The theoretical basis used in this research is spherical trigonometry with the method of measuring the Qibla direction utilizing the sun's azimuth and the theory of motion in plants.

This type of research is experimental research - quantitative field research. The approach in this study uses a shar'i, scientific and mathematical approach. The population that researchers took for this study were 30 green bean plants with saturated samples. Data collection methods used in this study are the method of observation and documentation. The researcher conducted the analysis using the comparative analysis method with the verification work process.

The results obtained in this study are that there is a match between the azimuth of the mungbean and the sun azimuth at a certain time interval, which is around 11 noon for the first sample and around 3 pm for the second sample. After being tested between the two azimuths there was a maximum inclination of 6° and 7° with an average inclination of 1.19° and 1.47° . If the plant azimuth is used directly to measure the Qibla direction without correlation to the sun's azimuth it will produce a value of a large enough slope of $127^\circ 23'54.61''$ in sample 1 and $107^\circ 8'54.61''$ in sample 2.

Keywords: Accuracy, Qibla and Azimuth

A. Pendahuluan

Arah kiblat sangat penting bagi umat Islam. Seorang muslim setiap harinya pasti akan berurusan dengan arah kiblat. Arah kiblat ini terkait dengan pelaksanaan ibadah. Menghadap arah kiblat menjadi salah satu syarat sahnya salat.

Pada zaman dahulu, mayoritas masyarakat menentukan arah kiblat hanya dengan perkiraan. Hal ini disebabkan karena masih kurangnya orang yang memiliki keahlian untuk menentukan arah kiblat. Masih minimnya ilmu pengetahuan dan teknologi mengenai metode penentuan arah kiblat turut menjadi faktor utama penyebab hal ini. Walaupun demikian para ahli tidak patah semangat dalam berusaha mengembangkan ilmu pengetahuan terkait masalah arah kiblat ini.

Seiring perkembangan zaman, ternyata perhatian masyarakat terhadap arah kiblat ini masih tergolong lemah. Saat mendirikan masjid atau mushollah masyarakat terbiasa langsung mengarahkan ke barat saja tanpa melakukan pengukuran terlebih dahulu dengan anggapan bahwa Indonesia terletak di sebelah timur Ka'bah. Ada pula kelompok masyarakat yang hanya menyerahkan urusan arah kiblat ini kepada tokoh-tokoh tertentu yang mereka percayai sekalipun tokoh-tokoh tersebut tidak memiliki keahlian dalam hal ini. Di era modern seperti saat ini ternyata permasalahan arah kiblat masih saja terjadi.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terkait penentuan arah kiblat belum mampu mendapatkan kepercayaan masyarakat secara menyeluruh. Beberapa kelompok masyarakat masih memiliki pemahaman bahwa teknologi yang diciptakan manusia memiliki kecenderungan yang besar mendapatkan hasil yang salah dalam pengukuran. Sebenarnya

hal ini bukanlah alasan utama melainkan lebih disebabkan oleh adanya kecurigaan kelompok tertentu bahwa kaum non muslim menciptakan alat yang dapat menyesatkan umat muslim. Rasa tidak percaya ini berimbas kepada keraguan terhadap peralatan yang canggih dan modern walaupun peralatan tersebut diciptakan oleh umat muslim sendiri.

Terlepas dari kecanggihan peralatan modern pada dasarnya alam menyediakan berbagai sumber yang dapat dimanfaatkan dalam pengukuran arah kiblat, dengan ilmu pengetahuan dan metode yang tepat maka sumber-sumber tersebut dapat digunakan untuk mengukur arah kiblat secara sederhana. Gerak semu harian matahari misalnya sudah sangat banyak dimanfaatkan mulai dari penentuan waktu sholat, arah kiblat dengan memanfaatkan bayangan sampai pada fenomena *rashdul qiblah*.

Memanfaatkan salah satu sumber alam yaitu tanaman sebagai indikator dalam pengukuran arah kiblat bukanlah hal yang mustahil. Dengan memahami sifat tanaman yang unik kemudian digabungkan dengan teknik pengukuran yang tepat maka pengukuran arah kiblat dapat dilakukan.

Sebagaimana makhluk hidup lainnya, tanaman juga memiliki ciri-ciri hidup. Bernafas, berkembang biak, dan bergerak merupakan ciri-ciri hidup. Pada tanaman gerakan yang dihasilkan sangat kecil sehingga sulit teramati. Bahkan masih banyak orang mengira bahwa tanaman itu tidak bergerak.

Tanaman bergerak untuk mendapatkan nutrisi dari tanah dan cahaya matahari untuk fotosintesis. Pada fase awal pertumbuhan tanaman sangat lambat sehingga gerakan yang dihasilkan sangat kecil. Namun perlahan pertumbuhannya semakin cepat hingga mencapai titik puncak pertumbuhan tanaman kemudian setelah itu pertumbuhan tanaman kembali melambat. Pada fase dimana pertumbuhan tanaman meningkat inilah tanaman banyak menghasilkan gerak.

Setelah membaca berbagai literatur, peneliti menemukan fakta bahwa gerak tanaman tidak hanya disebabkan oleh pertumbuhannya saja melainkan oleh faktor internal maupun eksternal. Peneliti menemukan bahwa pada benih tanaman kacang hijau arah tumbuhnya mengalami perubahan saat terpapar sinar matahari dari keadaan gelap. Gerakan ini menyebabkan kecondongan arah batang dan daun tumbuh menghadap ke arah matahari. Kecondongan arah batang dan daun ini menghasilkan nilai *azimuth* tertentu yang memiliki kesamaan antara gerak tanaman dengan *azimuth* matahari.

Sebagaimana diketahui bahwa pada umumnya pengukuran arah kiblat menggunakan dua hal sebagai indikator utamanya yaitu bayangan benda dan *azimuth* matahari. Bayangan benda digunakan baik untuk penentuan arah barat dan timur sejati maupun penentuan *rashdul qiblah* (peristiwa dimana nilai deklinasi matahari sama dengan lintang ka'bah sehingga arah bayangan setiap benda di muka bumi ke bendanya mengarah ke kiblat). Adapun *azimuth* matahari digunakan dalam pengukuran arah kiblat dengan memanfaatkan perhitungan matematis trigonometri bola, tabel algoritma ataupun menggunakan bantuan aplikasi yang didalamnya telah diformat rumus hitung tertentu.

Menarik untuk peneliti kaji mengenai nilai kesamaan *azimuth* matahari dan *azimuth* pada tanaman *vigna radiata* ini. Dengan menemukan interval *azimuth* yang dihasilkan oleh gerak tanaman *vigna radiata* ini maka diharapkan *azimuth* ini dapat digunakan untuk uji akurasi arah kiblat.

Fakta-fakta yang peneliti temukan inilah yang mendorong peneliti untuk mengetahui bagaimana uji akurasi arah kiblat memanfaatkan korelasi antara *azimuth* matahari dengan *azimuth* gerak *vigna radiata*.

B. Metode Penelitian

Jenis dari penelitian ini adalah penelitian eksperimen – *field research* kuantitatif. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dan dokumentasi. Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data hasil pengamatan terhadap perubahan arah gerak tanaman kacang hijau pada interval waktu tertentu yang kemudian akan dibandingkan lalu diukur.

Informasi dan data-data yang relevan dengan penelitian dikumpulkan menggunakan instrumen penelitian guna mempermudah proses penelitian, lebih sistematis, data lebih lengkap sehingga lebih mudah diolah dan hasilnya lebih baik.¹ Adapun instrumen yang peneliti gunakan untuk mengumpulkan informasi dan data - data yang relevan terhadap penelitian ini adalah tabel hasil observasi yang berisi data *azimuth* tanaman kacang hijau dan dokumentasi. Dokumentasi, dari asal kata dokumen, yang artinya barang-barang tertulis²

¹Ibnu Hadjar, *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Kuantitatif Dalam Pendidikan* (Cet. II; Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1999), h. 181.

²Irawan Soehartono, *Metode Penelitian Sosial* (Cet. I; Bandung: Rosda, 1996), h. 45.

digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data-data berupa data koordinat lokasi dari GPS dan data *azimuth* matahari menggunakan tabel ephemeris.

Setelah data terkumpul maka hal yang dilakukan peneliti selanjutnya adalah menganalisis data. Peneliti melakukan analisis dengan menggunakan metode analisis komparatif, yakni dengan cara membandingkan data *azimuth* tanaman *vigna radiata* pada tabel hasil observasi dengan data *azimuth* matahari yang dihitung menggunakan tabel ephemeris kemudian melakukan pengujian terhadap *azimuth* yang dihasilkan oleh gerak pada tanaman kacang hijau. Dengan proses kerja verifikasi peneliti berusaha menemukan seberapa besar hubungan antara *azimuth* gerak pada tanaman *vigna radiata* dengan *azimuth* matahari yang selanjutnya akan peneliti uji seberapa akurat hal tersebut apabila digunakan dalam pengukuran arah kiblat.

C. Hasil dan Pembahasan

Arah Kiblat

Kiblat berasal dari kata *كِبْلَة - كِبْل - كِبَل* yang artinya menghadap.³ Kata kiblat merupakan sinonim kata syatrah dan al-simt⁴. Kiblat didefenisikan sebagai jarak terdekat bagi suatu tempat untuk menghadap ke Ka'bah,⁵ merupakan bentuk fi'lah dari kata *al-muqolabah* sehingga berarti keadaan yang menghadap.⁶ Menurut KBBI, kiblat adalah arah ke Ka'bah di Mekkah.⁷ Kiblat juga didefenisikan sebagai arah menghadap ketika melaksanakan sholat.⁸

³Ahmad Warson Munawir, *Al-Munawir kamus Arab-Indonesia*, (Surabaya: Pustaka Progressif, 1997), h.1087-1088.

⁴Departemen Agama RI., *Pedoman Penentuan Arah Kiblat*, (Jakarta: Dirjen Binbaga Islam, 1994), h.10.

⁵Slamet Hambali, *Ilmu Falak I Tentang Penentuan Awal Waktu Shalat dan Penentuan Arah Kiblat Di Seluruh Dunia*, (Semarang : PPS IAIN Walisongo Semarang, 2011), h. 84. lihat pula Kusdiono, *Ilmu Ukur Segitiga Bola*, (Bandung : Jurusan Teknik Geodesi, 2002), h. 38.

⁶Majlis Tarjih Dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah*, (Cet.II, Yogyakarta : Majlis Tarjih Dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah. 2009). h. 25.

⁷Dendy Sugono, *Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa*, (Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Media, 2008), h. 695.

⁸Harun Nasution, *Ensiklopedi Hukum Islam*, (Jakarta: Djambatan, 1992), h. 563. lihat pula Nurmal Nur, *Ilmu Falak: Teknologi Hisab Rukyat Untuk Menentukan Arah Kiblat, Awal Waktu Shalat dan Awal Bulan Qamariah*, (Padang: IAIN Imam Bonjol Padang, 1997), h. 23

Dalam ensiklopedia Islam disebutkan *the word kiblat means the direction towards Macca* dalam ensiklopedia umum disebutkan bahwa kiblat adalah Ka'bah atau Baitullah, bangunan menyerupai kubus yang terletak didalam Masjidil Haram.⁹ Sehingga menghadap kiblat adalah menghadap ke arah ka'bah atau paling tidak Masjidil Haram dengan mempertimbangkan posisi arah dari daerah yang di kehendaki.¹⁰

Maka siapapun umat muslim yang berada didekat Ka'bah tidak sah shalatnya apabila ia tidak menghadap 'ainul Ka'bah (wujud Ka'bah) dan bagi orang yang jauh dari Ka'bah dan tidak melihat Ka'bah secara langsung maka baginya berijtihad untuk menghadap wujud Ka'bah.

Tidak ada perbedaan pendapat mengenai orang yang sholat menghadap ke Ka'bah apabila berada di Masjidil Haram namun apabila di luar Masjidil Haram maka ada yang berpendapat bahwa arah kiblatnya adalah dengan menghadap Masjidil Haram sedangkan bagi orang yang shalatnya di luar Makkah baik dari timur ataupun dari barat, maka kiblatnya mengarah ke Makkah.

Penentuan arah kiblat terdiri dari dua cara, yakni perhitungan dan pengukuran.¹¹ Pengukuran arah kiblat ini sangat erat kaitannya dengan akurasi, akurasi dalam KBBI berarti kecermatan, ketepatan, dan ketelitian.¹² Setelah pemberitaan pada sekitar akhir tahun 2009 masyarakat mengetahui bahwa sebagian besar arah kiblat masjid di Indonesia melenceng berita tersebut membuat masyarakat mulai memahami pentingnya akurasi arah kiblat.¹³ Penentuan arah kiblat secara tepat harus mempertimbangkan hasil perhitungan secara matematis garis lurus yang dibentuk dari titik awal koordinat lokasi yang akan di ukur ke lokasi koordinat arah kiblat yang telah diketahui sebelumnya.

⁹Ali Parman, *Ilmu Falak*, (Makassar: Alauddin University Press, 2012), h. 90. lihat pula Fachruddin, *Ensiklopedia Al-Qur'an*, (Jakarta : PT. Rineka Cipta, 1992), h. 608-609. dan Abdul Azis Dahlan, *et al.*, *Ensiklopedi Hukum Islam*, (Jakarta: PT Ichtiar Baru Van Hoeve, Cet. Ke-1, 1996), h. 944.

¹⁰Ahmad Izzuddin, *Menentukan Arah Kiblat Praktis*, (Yogyakarta: Logung Pustaka, 2010), h.4. lihat pula Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis: Metode Hisab-Rukyah Praktis dan Solusi Permasalahannya*, (Semarang: PT. Pustaka Rizki Putra, 2012), h. 17.

¹¹Khafid, *Telaah Pedoman Buku Hisab Arah Kiblat*, (Cibinong : RHI, 2013), h. 28.

¹²Petter Salim dan Yenny Salim, *Kamus Bahasa Indonesia Kontemporer*, (cet 111, Jakarta: Modern English Press, 2002), h. 36.

¹³Ali Mustafa Ya'kub, *Kiblat Antara Bangunan dan Arah Ka'bah*, (Jakarta: Pustaka Darus Sunnah, 2010), h. 9.

Pengukuran arah kiblat terkait dengan kedudukan yang dinyatakan dengan sudut terhadap suatu titik atau kutub yang tepat.¹⁴ Pada umumnya dinyatakan dengan besar sudut dari salah satu mata angin terdekat. Indonesia sendiri berada pada koordinat 9°LU-11°LS dan 95°-141°BT sedangkan arah kiblat yang dimaksud secara astronomis adalah arah menuju titik koordinat 21°25'21.17" LU dan 39°49'34.56" BT. Berdasarkan tinjauan koordinat tersebut apabila diukur dari arah mata angin terdekat maka interval akurasi arah kiblat di Indonesia dapat dinyatakan dengan besar sudut antara 20° UB sampai 26° UB.

Momen untuk menentukan arah kiblat ini biasa disebut *rashdul qiblah* secara global terjadi dua kali dalam setahun yakni tanggal 27 atau 28 Mei pukul 12:18 dan tanggal 15 atau 16 Juli pukul 12:27 (waktu Mekkah).¹⁵

Dasar Hukum Menghadap ke Arah Kiblat

Setelah peristiwa hijrah, sering kali Rasulullah Muhammad saw menghadapkan wajahnya kelangit sambil merindukan Ka'bah, hingga pada suatu hari malaikat Jibril berkata "ya Rasulullah sebaiknya engkau terus memohon kepada Allah".¹⁶ Pada bulan Sya'ban 2 H beliau bersama sejumlah sahabat berangkat ke kampung keluarga Salamah di pinggiran utara Madinah, tatkala tiba waktu dzuhur maka Rasulullah Muhammad saw melaksanakan salat terlebih dahulu sebelum menyantap hidangan yang telah disiapkan oleh Ummi Basyar, saat melaksanakan salat ini Rasulullah menghadap ke Baitul Maqdis kemudian Allah swt menurunkan wahyu kepada Rasulullah saw untuk menghadap ke Masjidil Haram.¹⁷

Ayat Al-Qur'an yang dijadikan dasar hukum menghadap ke kiblat diantaranya yaitu sebagai berikut :

¹⁴Liek Wilarjo, Dad dan Murniah, *Kamus Fisika*, (cet 2, Jakarta: Balai Pustaka, 2003), h. 71.

¹⁵Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktek, dan Fikih*, (Cet. I; Depok: PT Raja Grafindo Persada, 2018), h. 63.

¹⁶Muhammad Husain Haikal, *Sejarah Hidup Muhammad* (Jakarta : PT. Dunia pustaka Jaya. 1982), h. 238.

¹⁷Moenawar Chalil, *kelengkapan tarikh nabi Muhammad SAW* (Jakarta :Gema Insan Press. 2001), h 272.

Terjemahnya:

“Dan dari mana pun engkau (Muhammad) keluar maka hadapkanlah wajahmu ke arah Masjidil Haram. Dan dimana saja kamu berada maka hadapkanlah wajahmu ke arah itu agar tidak ada alasan bagi manusia (untuk menentangmu) kecuali orang-orang yang zalim diantara mereka. Janganlah kamu takut kepada mereka, tetapi takutlah kepada-Ku agar aku sempurnakan nikmat-Ku kepadamu dan agar kamu mendapat petunjuk.”¹⁹

Adapun fatwa Majelis Ulama Indonesia (MUI) terkait arah kiblat ini adalah fatwa No.3 tahun 2010 yang menganggap bahwa karena letak Indonesia berada di sebelah timur Ka’bah sehingga arah barat adalah arah kiblat.²⁰ Namun fatwa ini mendapat koreksi dari para penggiat Ilmu Falak yang oleh karenanya Majelis Ulama Indonesia (MUI) kemudian mengeluarkan lagi fatwa No. 5 tahun 2010²¹. banyak yang mengira bahwa fatwa No. 5 tahun 2010 merupakan revisi dari fatwa No. 3 tahun 2010 namun tidak demikian, fatwa No. 5 tahun 2010 merupakan penjelasan diktum fatwa No. 3 tahun 2010 dengan mempertimbangkan masukan keakuratan aspek pengukuran sesuai dengan letak kawasan masing-masing di Indonesia.

Teori-teori Penentuan arah Kiblat

Teori arah kiblat yang paling banyak diterapkan adalah teori trigonometri bola (*spherical trigonometry*) dicetuskan oleh Abu Raihan Al-Biruni dengan konsepnya yang mengasumsikan bentuk bumi seperti bentuk bola bulat sempurna. Al-Biruni melakukan pengukuran geodesi dengan beberapa kalkulasi astronomi kemudian ia menentukan lintang dan bujur, ia adalah orang pertama yang menolak teori *geocentris* Ptolomeus.²²

Trigonometri secara etimologi berasal dari bahasa Yunani *tri* yang berarti tiga, *gono* yang berarti sudut dan *metron* yang berarti mengukur. Secara terminologi trigonometri dapat diartikan sebagai cabang matematika yang mempelajari tentang segala hal yang berkaitan dengan tiga sudut ukur.

¹⁹Tim Penyusun, *Al Quran Terjemah Indonesia*, h.23.

²⁰Komisi Fatwa MUI, *Fatwa Tentang Arah Kiblat, Fatwa No.3 Tahun 2010*, (Jakarta: Majelis Ulama Indonesia, 2010), h.8.

²¹Komisi Fatwa MUI, *Fatwa Tentang Arah Kiblat, Fatwa No.5 Tahun 2010*, h.7.

²²Ahmad Baiquni, *Al-Quran Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, (Cet. 4, Yogyakarta: Dana Bhakti Prima Yasa, 1996), h. 9.

Asumsi pada rumus trigonometri bola menggunakan asumsi segitiga bola yang ketiga titik sudutnya dimisalkan masing-masing sebagai titik A adalah lokasi yang akan diukur, titik B adalah lokasi Ka'bah, dan titik C adalah titik pada kutub utara. Titik-titik inilah yang dihubungkan dengan garis lengkung membentuk segitiga bola. Adapun rumus arah kiblat yang diadaptasi dari rumus trigonometri bola yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$\cotan B = \frac{\sin a \cdot \cotan b}{\sin C} - \cos a \cdot \cotan C$$

Keterangan :

a = 90° – lintang tempat

b = 90° – lintang Ka'bah

B = Azimuth Ka'bah

C = selisih antara bujur tempat yang akan di ukur – bujur Ka'bah

Pada umumnya setiap metode penentuan arah kilat yang lahir dari teori trigonometri bola memanfaatkan posisi kedudukan matahari atau bayangan matahari.

Selain itu ada pula teori yang disebut dengan teori navigasi. Navigasi secara etimologi berasal dari kata *navis* yang berarti kapal atau perahu dan *agakt* yang berarti mengarahkan. secara terminologi dapat diartikan sebagai pengaturan posisi dan arah di atas permukaan bumi. Belajar navigasi sama saja dengan belajar merekam dan membaca gambaran permukaan fisik bumi, serta bagaimana halnya menggunakan peralatan pedoman arah²³.

Berbeda dengan teori lainnya, teori navigasi menggunakan lingkaran kecil pada bola bumi dengan memanfaatkan sistem kartesian atau diagram kartesian yang memisalkan bentuk bumi seperti peta pada bidang datar. Dari pemisalan ini dapat ditarik garis lurus dari lokasi yang akan diukur ke lokasi arah kiblat dengan nilai *azimuth* yang konstan. Oleh karena itu setiap kali penggunaan sistem navigasi dilakukan maka baik kapal laut ataupun pesawat akan berpindah dari dua titik pada permukaan bumi dengan nilai sudut tetap.

Selain itu ada juga yang dikenal dengan teori geodesi atau elipsoid. Geodesi secara etimologi berasal dari kata *geo* yang berarti bumi dan kata *daisia* yang berarti membagi²⁴. Pada dasarnya sistem geodesi memiliki kesamaan dengan sistem trigonometri bola yang sama-sama memanfaatkan tiga titik yang dihubungkan dengan garis lengkung namun pada sistem

²³Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak Teori dan Praktek* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), h.112-113

²⁴Joenil Kahar, *Geodesi* (Bandung: ITB, 2008), h.6.

geodesi bumi tidak dianggap bulat sempurna melainkan berbentuk geoid atau elipsoid yang terdapat pemampatan di kedua kutubnya.²⁵

Konsep pada teori geodesi ini mirip trigonometri bola yakni menggunakan *great circle*²⁶. Perbedaannya hanya terletak pada asumsi dasar bentuk bumi dan rumus yang digunakan. Pada teori geodesi digunakan rumus vincenty yang dikemukakan oleh Thaddeus Vincenty untuk memudahkan perhitungannya. Selain itu pada sistem geodesi juga terdapat radius panjang yang bernilai 6.378,137 km dan radius pendek yang bernilai 6.356,752 km.

Vigna Radiata (Kacang Hijau)

Kacang hijau memiliki susunan tubuh terdiri atas batang, daun, bunga, akar, buah, dan biji. Sistem akar pada kacang hijau bercabang banyak dan membentuk nodul akar (bintil akar).

Tanaman kacang hijau memiliki akar berjenis akar tunggang. Sistem akar kacang hijau terbagi menjadi dua yaitu *xerophites* dan *mesophites*. Akar jenis *mesophites* ini mempunyai banyak cabang akar yang menyebar pada permukaan. Sedangkan sistem akar *xerophites* memiliki akar cabang memanjang ke bawah dan jumlahnya lebih sedikit.

Kacang hijau memiliki batang yang berbentuk bulat dan berbuku-buku. Batang kacang hijau berukuran kecil, berbulu berwarna kemerahan atau hijau kecoklatan. Pada setiap buku batang terdapat satu tangkai daun, tetapi daun pertamanya berupa sepasang daun tunggal yang berhadapan. Pada umumnya batang kacang hijau tumbuh tegak dengan tinggi batang yang mampu mencapai 1 m dan cabangnya menyebar ke segala arah.

Kacang hijau memiliki daun yang tumbuh majemuk, pada setiap tangkai terdapat tiga helai anak daun. Helai daun pada kacang hijau berwarna hijau muda hingga tua berbentuk oval dengan bagian ujung lancip dan letak daun berselip. Tangkai daun lebih panjang daripada daun kacang hijau.

Kacang hijau memiliki bunga berbentuk seperti kupu-kupu berwarna kuning pucat atau kuning kehijauan. Bunga kacang hijau tergolong jenis *hermaprodite*. Pada bunga kacang hijau proses penyerbukan terjadi pada malam hari sehingga bunga akan mekar pada pagi hari dan layu pada sore hari.

²⁵Muhyiddin Khazin, *Kamus Ilmu Falak* (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005), h.23. lihat pula Joenil Khar, *Geodesi* (Bandung: Penerbit ITB, 2008), h.4-5.

²⁶Susiknan Azhari, *Ensiklopedi hisab Rukyat* (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005), h.94.

Kacang hijau memiliki buah berbentuk polong. Polong kacang hijau berukuran panjang sekitar 5-16 cm. Bentuk polong kacang hijau bulat silindris ada juga yang pipih dengan bagian ujung tumpul atau agak runcing. Pada umumnya setiap polong kacang hijau berisi 10-15 biji. Polong kacang hijau mempunyai rambut-rambut pendek atau berbulu. Polong kacang hijau yang masih tergolong muda pada umumnya berwarna hijau, setelah itu perlahan berubah menjadi kecoklatan atau kehitaman.

Gerak Pada Tanaman Kacang Hijau

Gerak pada tanaman dapat muncul sebagai respon terhadap rangsangan tertentu atau hal tertentu yang dapat memicunya seperti sentuhan, cahaya, suhu, grafitasi, zat kimia dan air. Rangsangan pada tumbuhan ini ada yang menentukan arah gerak tumbuhan dan ada pula yang tidak. Pada tanaman, rangsangan melewati celah yang terdapat pada dinding sel melalui benang plasma hingga masuk ke dalam sel. Rangsangan pada tumbuhan dapat menyebabkan tumbuhan bergerak ke arah sumber rangsangan atau menjauhinya.

Tanggapan atau respon terhadap rangsangan internal atau eksternal inilah yang menghasilkan gerak. Gerak tanaman dikelompokkan berdasarkan faktor-faktor penyebab geraknya dan bagian tubuh tanaman yang merespon rangsangan, pembedaan ini secara garis besar menggolongkan gerak tanaman menjadi gerak karena faktor internal dan gerak karena faktor eksternal.

Pada kacang hijau, gerak yang bekerja adalah karena pengaruh faktor eksternal. Gerak karena pengaruh faktor eksternal ini terbagi menjadi Taksis, Tropisme dan Nasti.

Gerak tumbuhan yang arahnya bebas tanpa terpengaruh arah datangnya rangsangan disebut dengan nasti sedangkan gerak bertumbuhnya bagian tubuh tertentu menuju atau menjauhi rangsangan pada tumbuhan disebut dengan tropisme. Adapun taksis adalah gerak sebagian atau seluruh bagian tumbuhan mendekati atau menjauhi rangsangan.

Taksis terbagi menjadi fototaksis dan kemotaksis. Fototaksis adalah gerakan yang mendekati atau menjauhi cahaya sedangkan kemotaksis adalah gerakan yang menuju atau menjauhi zat kimia. Kedua jenis gerak ini akan bernilai positif apabila geraknya mendekati rangsangan dan bernilai negatif apabila geraknya menjauhi rangsangan. Gerak pada kacang hijau adalah taksis positif.

Hubungan Azimuth Kacang Hijau Terhadap Azimuth Matahari

Azimuth matahari memiliki nilai yang berubah-ubah sepanjang hari, nilai ini dapat dihitung menggunakan data - data gerak semu harian matahari pada tabel ephimeris. Hasil perhitungan *azimuth* matahari berdasarkan data pada tabel ephimeris tersebut dituangkan secara ringkas dalam tabel berikut:

Tabel 1
Azimuth Matahari

Tanggal	Terbit matahari		Terbenam Matahari	
	Jam	<i>Azimuth</i>	Jam	<i>Azimuth</i>
10/02/2020	6:07	105°	18:25	255°
11/02/2020	6:07	104°	18:25	256°
12/02/2020	6:08	104°	18:25	256°
13/02/2020	6:08	104°	18:24	256°
14/02/2020	6:08	103°	18:24	257°
15/02/2020	6:08	103°	18:24	257°
16/02/2020	6:08	103°	18:24	257°
17/02/2020	6:08	102°	18:24	258°
18/02/2020	6:08	102°	18:24	258°
19/02/2020	6:08	102°	18:25	258°
20/02/2020	6:08	101°	18:25	259°

Setelah menghitung *azimuth* matahari, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai kesamaan antara *azimuth* matahari dan *azimuth* tanaman kacang hijau. Pada penelitian ini sampel dikelompokkan menjadi 2 kelompok dengan masing – masing kelompok sampel terdiri dari 10 tanaman. Tanaman – tanaman tersebut diberi nomor 1 sampai dengan 10 pada tiap – tiap kelompok. Selanjutnya sampel tadi diberikan perlakuan yang berbeda. Pada sampel pertama lama penyinaran dengan cahaya matahari yang didapatkan sekitar 12 jam. Pada sampel kedua lama penyinaran dengan cahaya matahari sekitar 6 jam. Pembanding dari data tersebut adalah data Azimuth matahari yang telah ditentukan sebelumnya pada tabel 1.

Cara untuk mencari nilai kesamaan azimuth ini adalah dengan menentukan nilai *Azimuth* Matahari pada setiap interval waktu. Selanjutnya nilai kesamaan antara *azimuth* matahari dan *azimuth* tanaman kacang hijau dirangkum dalam tabel - tabel berikut:

1. Tabel – tabel pada sampel 1

Tabel 2

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
10/02/2020	1	166°	105°-255°	11:01
	2	166°	105°-255°	11:01
	3	163°	105°-255°	10:46
	4	160°	105°-255°	10:31
	5	165°	105°-255°	10:58
	6	166°	105°-255°	11:01
	7	166°	105°-255°	11:01
	8	165°	105°-255°	10:58
	9	162°	105°-255°	10:43
	10	166°	105°-255°	11:01

Pada tabel 2 penelitian dilakukan tanggal tanggal 10 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 2 yaitu sudut matahari berada pada interval 105° - 255° sedangkan pada kacang hijau no. 1, 2, 6, 7 dan 10 menghasilkan besar sudut 166° apabila dicari kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 11:01. Pada kacang hijau no. 3 dengan cara yang sama pada sudut 163° di dapatkan waktu pukul 10:46. pada kacang hijau no. 4 dengan sudut 160° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:31 sedangkan pada kacang hijau no. 5 dan no. 8 di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:58 pada sudut 165°. Adapun pada kacang hijau no. 9 dengan sudut 162° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:43.

Tabel 3

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
11/02/2020	1	166°	105°-255°	11:01
	2	166°	105°-255°	11:01
	3	163°	105°-255°	10:46
	4	162°	105°-255°	10:43

5	165°	105°-255°	10:58
6	166°	105°-255°	11:01
7	166°	105°-255°	11:01
8	165°	105°-255°	10:58
9	164°	105°-255°	10:56
10	166°	105°-255°	11:01

Pada tabel 3 penelitian dilakukan tanggal tanggal 11 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 3 yaitu nilai sudut matahari berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 2, 6, 7 dan 10 menghasilkan besar sudut 166° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 11:01. Pada kacang hijau no. 3 dengan cara yang sama pada sudut 163° di dapatkan waktu pukul 10:46. Pada kacang hijau no. 4 dengan sudut 162° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:43 sedangkan pada kacang hijau no. 5 dan no. 8 dengan nilai sudut 165° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:58. Adapun pada kacang hijau no. 9 dengan sudut 164° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:56.

Tabel 4

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
12/02/2020	1	166°	105°-255°	11:01
	2	165°	105°-255°	10:58
	3	164°	105°-255°	10:56
	4	164°	105°-255°	10:56
	5	165°	105°-255°	10:58
	6	166°	105°-255°	11:01
	7	166°	105°-255°	11:01
	8	165°	105°-255°	10:58
	9	164°	105°-255°	10:56
	10	166°	105°-255°	11:01

Pada tabel 4 penelitian dilakukan tanggal tanggal 12 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 4 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 6, 7 dan 10 menghasilkan besar sudut 166° apabila dihitung kesamaan

waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 11:01. Pada kacang hijau no. 2, 5 dan 8 dengan cara yang sama pada sudut 165° di dapatkan waktu pukul 10:58 sedangkan pada kacang hijau no. 3, 4 dan 9 dengan sudut 164° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:56.

Tabel 5

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
13/02/2020	1	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	2	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	3	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	4	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	5	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	6	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	7	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	8	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	9	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	10	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01

Pada tabel 5 penelitian dilakukan tanggal tanggal 13 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 5 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval $105^\circ - 255^\circ$. Pada kacang hijau no. 1, 2, 6, 7 dan 10 menghasilkan besar sudut 166° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 11:01. Sedangkan pada kacang hijau no.3, 4, 5, 8 dan 9 dengan cara yang sama pada sudut 165° di dapatkan waktu pukul 10:58.

Tabel 6

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
14/02/2020	1	162°	$105^\circ-255^\circ$	10:43
	2	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	3	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58

4	164°	105°-255°	10:56
5	165°	105°-255°	10:58
6	166°	105°-255°	11:01
7	165°	105°-255°	10:58
8	165°	105°-255°	10:58
9	165°	105°-255°	10:58
10	164°	105°-255°	10:56

Pada tabel 6 penelitian dilakukan tanggal tanggal 14 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 6 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1 menghasilkan besar sudut 162° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 10:43. Pada kacang hijau no. 2, 3, 5, 7, 8 dan 9 dengan cara yang sama pada sudut 165° di dapatkan waktu pukul 10:58 sedangkan pada kacang hijau no. 4 dan 10 dengan sudut 164° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:56.

Tabel 7

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
15/02/2020	1	164°	105°-255°	10:56
	2	166°	105°-255°	11:01
	3	165°	105°-255°	10:58
	4	165°	105°-255°	10:58
	5	166°	105°-255°	11:01
	6	165°	105°-255°	10:58
	7	165°	105°-255°	10:58
	8	166°	105°-255°	11:01
	9	165°	105°-255°	10:58
	10	165°	105°-255°	10:58

Pada tabel 7 penelitian dilakukan tanggal tanggal 15 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 7 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1 menghasilkan besar sudut 164° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman

maka akan di dapat waktu pukul 10:56. Pada kacang hijau no. 2, 5 dan 8 dengan cara yang sama pada sudut 166° di dapatkan waktu pukul 11:01 sedangkan pada kacang hijau no. 3, 4, 6, 7, 9 dan 10 dengan sudut 165° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:58.

Tabel 8

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
16/02/2020	1	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	2	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	3	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	4	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	5	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	6	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	7	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	8	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	9	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	10	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01

Pada tabel 8 penelitian dilakukan tanggal tanggal 16 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 8 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval $105^\circ - 255^\circ$. Pada kacang hijau no. 1, 2, 5, 8 dan 9 menghasilkan besar sudut 165° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 10:58. Pada kacang hijau no. 3, 4, 6, 7 dan 10 dengan cara yang sama pada sudut 166° di dapatkan waktu pukul 11:01.

Tabel 9

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
17/02/2020	1	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	2	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	3	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	4	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01

	5	165°	105°-255°	10:58
	6	165°	105°-255°	10:58
	7	166°	105°-255°	11:00
	8	165°	105°-255°	10:58
	9	165°	105°-255°	10:58
	10	166°	105°-255°	11:01

Pada tabel 9 penelitian dilakukan tanggal tanggal 17 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 9 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 2, 5, 6, 8 dan 9 menghasilkan besar sudut 165° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 10:58. Sedangkan pada kacang hijau no. 3, 4, 7, dan 10 dengan cara yang sama, pada sudut 166° di dapatkan waktu pukul 11:01.

Tabel 10

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
18/02/2020	1	164°	105°-255°	10:56
	2	165°	105°-255°	10:58
	3	165°	105°-255°	10:58
	4	164°	105°-255°	10:56
	5	165°	105°-255°	10:58
	6	166°	105°-255°	11:01
	7	165°	105°-255°	10:58
	8	165°	105°-255°	10:58
	9	165°	105°-255°	10:58
	10	164°	105°-255°	10:56

Pada tabel 10 penelitian dilakukan tanggal tanggal 18 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 10 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 4 dan 10 menghasilkan besar sudut 164° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 10:56. Pada kacang hijau no. 2, 3, 5, 7, 8 dan 9

dengan cara yang sama pada sudut 165° di dapatkan waktu pukul 10:58 sedangkan pada kacang hijau no. 6 dengan sudut 166° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 11:01.

Tabel 11

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
19/02/2020	1	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	2	164°	$105^\circ-255^\circ$	10:56
	3	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	4	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58
	5	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	6	164°	$105^\circ-255^\circ$	10:56
	7	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	8	164°	$105^\circ-255^\circ$	10:56
	9	166°	$105^\circ-255^\circ$	11:01
	10	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:58

Pada tabel 11 penelitian dilakukan tanggal tanggal 19 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 11 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval $105^\circ - 255^\circ$. Pada kacang hijau no. 1, 3, 5, 7, dan 9 menghasilkan besar sudut 166° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 11:01. Pada kacang hijau no. 2, 6 dan 8 dengan cara yang sama pada sudut 164° di dapatkan waktu pukul 10:56 sedangkan pada kacang hijau no. 4 dan 10 dengan sudut 165° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 10:58.

Tabel 12

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
20/02/2020	1	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:57
	2	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:57
	3	165°	$105^\circ-255^\circ$	10:57
	4	164°	$105^\circ-255^\circ$	10:55

5	165°	105°-255°	10:57
6	166°	105°-255°	11:00
7	165°	105°-255°	10:57
8	165°	105°-255°	10:57
9	165°	105°-255°	10:57
10	164°	105°-255°	10:55

Pada tabel 12 penelitian dilakukan tanggal tanggal 20 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 12 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 2, 3, 5, 7, 8 dan 9 menghasilkan besar sudut 165° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 10:57. Sedangkan pada kacang hijau no. 4 dan 10 dengan cara yang sama pada sudut 164° di dapatkan waktu pukul 10:55.

2. Tabel – tabel pada sampel 2

Tabel 13

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
10/02/2020	1	185°	105°-255°	15:01
	2	190°	105°-255°	15:28
	3	183°	105°-255°	14:56
	4	185°	105°-255°	15:01
	5	185°	105°-255°	15:01
	6	184°	105°-255°	14:58
	7	187°	105°-255°	15:06
	8	189°	105°-255°	15:09
	9	185°	105°-255°	15:01
	10	184°	105°-255°	14:58

Pada tabel 13 penelitian dilakukan tanggal tanggal 10 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 13 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 4, 5 dan 9 menghasilkan besar sudut 185° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:01. Pada kacang hijau no. 2 dengan cara yang

sama pada sudut 190° di dapatkan waktu pukul 15:28 sedangkan pada kacang hijau no. 3 dengan sudut 183° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 14:56. Pada kacang hijau no. 6 dan 10 dengan besar sudut 184° di dapatkan kesesuaian waktu 14:58. Pada kacang hijau no. 7 dengan besar sudut 187° di dapatkan kesesuaian waktu 15:06 sedangkan pada kacang hijau no. 8 dengan besar sudut 189° di dapatkan kesesuaian waktu 15:09.

Tabel 14

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
11/02/2020	1	186°	$105^\circ-255^\circ$	15:04
	2	188°	$105^\circ-255^\circ$	15:16
	3	186°	$105^\circ-255^\circ$	15:04
	4	184°	$105^\circ-255^\circ$	14:58
	5	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	6	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	7	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	8	187°	$105^\circ-255^\circ$	15:06
	9	184°	$105^\circ-255^\circ$	14:58
	10	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01

Pada tabel 14 penelitian dilakukan tanggal tanggal 11 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 14 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval $105^\circ - 255^\circ$. Pada kacang hijau no. 1 dan 3 menghasilkan besar sudut 186° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:04. Pada kacang hijau no. 2 dengan cara yang sama pada sudut 188° di dapatkan waktu pukul 15:16. Pada kacang hijau no. 4 dan 9 dengan sudut 184° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 14:58. Sedangkan pada kacang hijau no. 5, 6, 7 dan 10 dengan besar sudut 184° di dapatkan kesesuaian waktu 14:58.

Tabel 15

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
12/02/2020	1	185°	105°-255°	15:01
	2	186°	105°-255°	15:04
	3	185°	105°-255°	15:01
	4	185°	105°-255°	15:01
	5	187°	105°-255°	15:06
	6	186°	105°-255°	15:04
	7	185°	105°-255°	15:01
	8	185°	105°-255°	15:01
	9	185°	105°-255°	15:01
	10	186°	105°-255°	15:04

Pada tabel 15 penelitian dilakukan tanggal tanggal 12 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 15 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 3, 4, 7, 8 dan 9 menghasilkan besar sudut 185° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:01. Pada kacang hijau no. 2, 6 dan 10 dengan cara yang sama pada sudut 186° di dapatkan waktu pukul 15:04 sedangkan pada kacang hijau no. 5 dengan sudut 187° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 15:06.

Tabel 16

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
13/02/2020	1	187°	105°-255°	15:06
	2	187°	105°-255°	15:06
	3	186°	105°-255°	15:04
	4	186°	105°-255°	15:04
	5	185°	105°-255°	15:01
	6	187°	105°-255°	15:06
	7	186°	105°-255°	15:04
	8	184°	105°-255°	14:58

	9	186°	105°-255°	15:04
	10	185°	105°-255°	15:01

Pada tabel 16 penelitian dilakukan tanggal tanggal 13 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 16 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 2 dan 6 menghasilkan besar sudut 187° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:06. Pada kacang hijau no. 3, 4, 7 dan 9 dengan cara yang sama pada sudut 186° di dapatkan waktu pukul 15:04 sedangkan pada kacang hijau no. 5 dan 10 dengan sudut 185° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 15:01.

Tabel 17

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
14/02/2020	1	186°	105°-255°	15:04
	2	186°	105°-255°	15:04
	3	185°	105°-255°	15:01
	4	185°	105°-255°	15:01
	5	183°	105°-255°	14:56
	6	186°	105°-255°	15:04
	7	185°	105°-255°	15:01
	8	185°	105°-255°	15:01
	9	187°	105°-255°	15:06
	10	184°	105°-255°	14:58

Pada tabel 17 penelitian dilakukan tanggal tanggal 14 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 17 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 2 dan 6 menghasilkan besar sudut 186° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:04. Pada kacang hijau no. 3, 4, 7 dan 8 dengan cara yang sama pada sudut 185° di dapatkan waktu pukul 15:01. Pada kacang hijau no. 5 dengan sudut 183° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 14:56. Pada kacang hijau no. 9 dengan

sudut 187° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 15:06 sedangkan pada kacang hijau no. 10 dengan sudut 184° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 14:58.

Tabel 18

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
15/02/2020	1	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	2	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	3	186°	$105^\circ-255^\circ$	15:04
	4	186°	$105^\circ-255^\circ$	15:04
	5	184°	$105^\circ-255^\circ$	14:58
	6	186°	$105^\circ-255^\circ$	15:04
	7	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	8	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	9	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	10	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01

Pada tabel 18 penelitian dilakukan tanggal tanggal 15 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 18 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval $105^\circ - 255^\circ$. Pada kacang hijau no. 1, 2, 7, 8, 9 dan 10 menghasilkan besar sudut 185° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:01. Pada kacang hijau no. 3, 4 dan 6 dengan cara yang sama pada sudut 186° di dapatkan waktu pukul 15:04 sedangkan pada kacang hijau no. 5 dengan sudut 184° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 14:58.

Tabel 19

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
16/02/2020	1	184°	$105^\circ-255^\circ$	14:58
	2	183°	$105^\circ-255^\circ$	14:56
	3	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	4	-	$105^\circ-255^\circ$	-

5	185°	105°-255°	15:01
6	-	105°-255°	-
7	185°	105°-255°	15:01
8	186°	105°-255°	15:04
9	184°	105°-255°	14:58
10	185°	105°-255°	15:01

Pada tabel 19 penelitian dilakukan tanggal tanggal 16 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 19 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1 dan 9 menghasilkan besar sudut 184° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 14:58. Pada kacang hijau no. 2 dengan cara yang sama pada sudut 183° di dapatkan waktu pukul 14:56. Pada kacang hijau no. 3, 5, 7 dan 10 dengan cara yang sama pada sudut 185° di dapatkan waktu pukul 15:01. Pada kacang hijau no. 4 dan 6 tanaman tersebut mati sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran sedangkan pada kacang hijau no. 8 dengan sudut 186° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 15:04.

Tabel 20

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
17/02/2020	1	185°	105°-255°	15:01
	2	185°	105°-255°	15:01
	3	184°	105°-255°	14:58
	4	-	105°-255°	-
	5	185°	105°-255°	15:01
	6	-	105°-255°	-
	7	186°	105°-255°	15:04
	8	188°	105°-255°	15:09
	9	185°	105°-255°	15:01
	10	183°	105°-255°	14:56

Pada tabel 20 penelitian dilakukan tanggal tanggal 17 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 20 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 2, 5 dan 9 menghasilkan besar sudut 185° apabila dihitung kesamaan

waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:01. Pada kacang hijau no. 3 dengan cara yang sama pada sudut 184° di dapatkan waktu pukul 14:58. Pada kacang hijau no. 4 dan 6 tanaman tersebut mati sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran. Pada kacang hijau no. 7 dengan sudut 186° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 15:04. Pada kacang hijau no. 8 dengan sudut 188° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 15:09 sedangkan pada kacang hijau no. 10 dengan sudut 183° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 14:56.

Tabel 21

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
18/02/2020	1	186°	$105^\circ-255^\circ$	15:04
	2	186°	$105^\circ-255^\circ$	15:04
	3	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	4	-	$105^\circ-255^\circ$	-
	5	186°	$105^\circ-255^\circ$	15:04
	6	-	$105^\circ-255^\circ$	-
	7	187°	$105^\circ-255^\circ$	15:07
	8	187°	$105^\circ-255^\circ$	15:07
	9	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01
	10	185°	$105^\circ-255^\circ$	15:01

Pada tabel 21 penelitian dilakukan tanggal tanggal 18 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 21 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval $105^\circ - 255^\circ$. Pada kacang hijau no. 1, 2 dan 5 menghasilkan besar sudut 186° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:04. Pada kacang hijau no. 3, 9 dan 10 dengan cara yang sama pada sudut 185° di dapatkan waktu pukul 15:01. Pada kacang hijau no. 4 dan 6 tanaman tersebut mati sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran sedangkan pada kacang hijau no. 7 dan 8 dengan sudut 186° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 15:04.

Tabel 22

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
19/02/2020	1	185°	105°-255°	15:01
	2	186°	105°-255°	15:04
	3	185°	105°-255°	15:01
	4	-	105°-255°	-
	5	186°	105°-255°	15:04
	6	-	105°-255°	-
	7	185°	105°-255°	15:01
	8	187°	105°-255°	15:07
	9	185°	105°-255°	15:01
	10	185°	105°-255°	15:01

Pada tabel 22 penelitian dilakukan tanggal tanggal 19 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 22 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 3, 7, 9 dan 10 menghasilkan besar sudut 185° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:01. Pada kacang hijau no. 2 dan 5 dengan cara yang sama pada sudut 186° di dapatkan waktu pukul 15:04. Pada kacang hijau no. 4 dan 6 tanaman tersebut mati sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran sedangkan pada kacang hijau no. 8 dengan sudut 187° di dapatkan kesesuaian waktu pukul 15:07.

Tabel 23

kesesuaian waktu berdasarkan azimuth tanaman dan azimuth matahari

Tanggal	No.	Azimuth Tanaman	Interval Azimuth Matahari	Waktu Kesesuaian
20/02/2020	1	186°	105°-255°	15:04
	2	186°	105°-255°	15:04
	3	185°	105°-255°	15:01
	4	-	105°-255°	-
	5	185°	105°-255°	15:01
	6	-	105°-255°	-
	7	186°	105°-255°	15:04
	8	185°	105°-255°	15:01
	9	185°	105°-255°	15:01

	10	185°	105°-255°	15:01
--	----	------	-----------	-------

Pada tabel 23 penelitian dilakukan tanggal tanggal 20 Februari 2020 hasil yang di dapatkan pada tabel 23 yaitu nilai sudut matahari masih berada pada interval 105° - 255°. Pada kacang hijau no. 1, 2 dan 7 menghasilkan besar sudut 186° apabila dihitung kesamaan waktu yang ditunjukkan dengan menyesuaikan sudut yang dihasilkan matahari dengan sudut tanaman maka akan di dapat waktu pukul 15:04. Pada kacang hijau no. 3, 5, 8, 9 dan 10 dengan cara yang sama pada sudut 185° di dapatkan waktu pukul 15:01 sedangkan pada kacang hijau no. 4 dan 6 tanaman tersebut mati sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran.

Uji Akurasi Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Korelasi Antara Azimuth Matahari dan Azimuth Kacang Hijau

Pada tahap awal pengukuran, langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan arah kiblat lokasi terlebih dahulu sebagai indikator. berikut ini perhitungan arah kiblat lokasi:

$$a = 90^\circ - (-5^\circ 12' 4,93'') = 95^\circ 12' 4,93''$$

$$b = 90^\circ - 21^\circ 25' 21,17'' = 68^\circ 34' 38,83''$$

$$C = 119^\circ 32' 23,5'' - 39^\circ 49' 34,56'' = 79^\circ 42' 48,94''$$

Rumus:

$$\cotan B = \frac{\sin a \cdot \cotan b}{\sin C} - \cos a \cdot \cotan C$$

$$\cotan B = \frac{\sin 95^\circ 12' 4,93'' \cdot \cotan 68^\circ 34' 38,83''}{\sin 79^\circ 42' 48,94''} - \cos 95^\circ 12' 4,93'' \cdot \cotan 79^\circ 42' 48,94''$$

$$B = 67^\circ 31' 53,39'' \text{ (arah kiblat dari barat ke utara)}$$

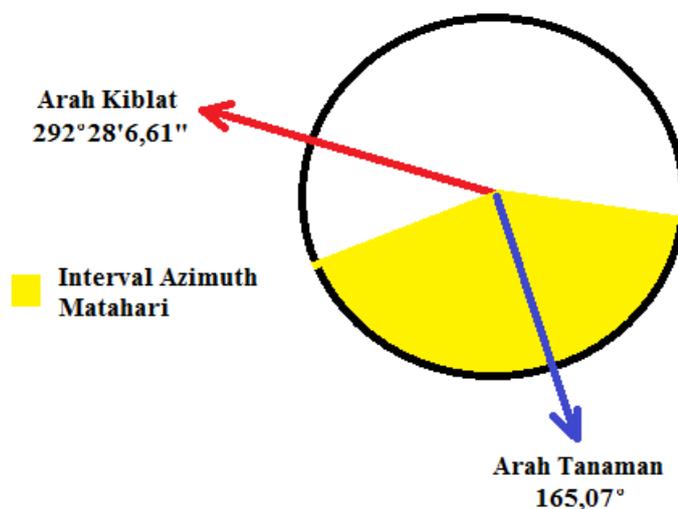
$$90^\circ - 67^\circ 31' 53,39'' = 22^\circ 28' 6,61'' \text{ (arah kiblat dari utara ke barat)}$$

$$270^\circ + 22^\circ 28' 6,61'' = 292^\circ 28' 6,61'' \text{ (azimuth kiblat UTSA)}$$

Setelah mengetahui nilai arah kiblat lokasi, selanjutnya adalah membandingkan arah rata – rata yang dituju tanaman dengan arah kiblat tersebut. perbandingannya adalah sebagai berikut :

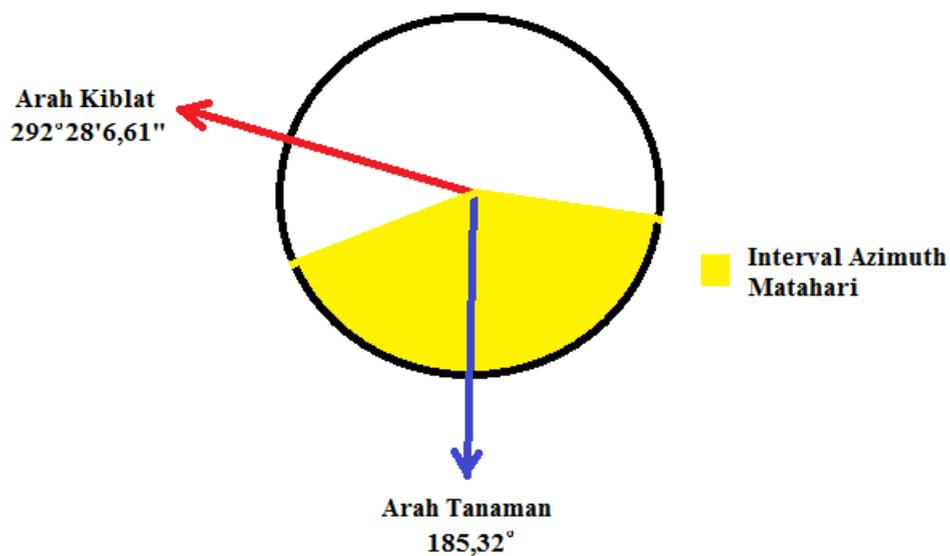
Gambar 1

Perbandingan arah rata - rata tanaman sampel 1 terhadap arah kiblat



Gambar 2

Perbandingan arah rata - rata tanaman sampel 2 terhadap arah kiblat



Berdasarkan data pada tabel 2 sampai dengan tabel 23 maka nilai kemelencengan hasil pengukuran dapat diketahui dengan melihat tabel berikut ini:

Tabel 24

Kemelencengan Azimuth Tanaman Terhadap Azimuth Matahari Pada Waktu Tertentu

Nama Sampel	Interval Sudut	Kemelencengan		Sudut	Matahari pukul
		Maksimum	Rata - rata	Mean	
Sampel 1	160°-166°	6°	1,19°	165,07°	11:00
Sampel 2	183°-190°	7°	1,47°	185,32°	15:00

Tabel 25

Kemelencengan Azimuth Tanaman Terhadap Arah Kiblat

Nama Sampel	Interval Sudut	Kemelencengan	Sudut	Matahari pukul
			Mean	
Sampel 1	160°-166°	127°23'54,61"	165,07°	11:00
Sampel 2	183°-190°	107°8'54,61"	185,32°	15:00

Berdasarkan data pada tabel 25 maka dapat diketahui apabila azimuth tanaman digunakan langsung untuk mengukur arah kiblat tanpa korelasi azimuth matahari maka akan menghasilkan nilai kemelencengan yang besar yakni 127°23'54,61" pada sampel 1 dan 107°8'54,61" pada sampel 2. Namun apabila memanfaatkan korelasi azimuth tanaman kacang hijau terhadap azimuth matahari maka yang perlu diperhatikan adalah nilai kesamaannya dengan azimuth matahari, pada tabel 24 dapat diketahui bahwa terhadap azimuth matahari, azimuth tanaman kacang hijau memiliki nilai kemelencengan maksimum 6° dengan rata – rata kemelencengan 1,19° pada sampel 1 dan maksimum 7° dengan rata – rata kemelencengan 1,47° pada sampel 2.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi penelitian diantaranya :

1. Kondisi tanah atau media tanam dan air; Kondisi tanah yang terlalu lunak karena penyiraman terlalu banyak air dapat mengakibatkan akar tanaman tidak dapat mencengkram tanam/ mengikat tanah dengan baik sehingga kondisi kecambah tanaman kacang hijau dapat jatuh. Namun apabila tidak mendapat cukup air maka tanaman kacang hijau akan layu. Selain itu kadar air serta unsur hara dan zat – zat lain pada tanah dapat mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman kacang hijau.
2. Pencahayaan, suhu dan udara; Tanaman kacang hijau hanya akan mengalami gerak fototaksis apabila mengalami kondisi gelap kemudian muncul cahaya matahari yang

menyebabkan tanaman bergerak menuju cahaya dari keadaan gelap sebelumnya. Hal ini dipicu oleh pertumbuhan tanaman yang tidak seimbang antara bagian yang terpapar cahaya dan bagian yang tidak terpapar cahaya. Temperatur diusahakan tetap dalam keadaan optimum $26,5^0 - 36^0$ C dengan udara yang baik.

3. Faktor dalam yang meliputi tingkat kematangan benih, ukuran benih dan dormansi benih; Agar tanaman dapat tumbuh maka benih haruslah benih yang baik yang dapat tumbuh dan mempunyai daya tumbuh tinggi.

Kesimpulan

Azimuth tanaman kacang hijau dan azimuth matahari memiliki nilai kesamaan pada interval waktu tertentu, hal ini ditunjukkan pada tabel no. 2 sampai dengan tabel no. 12. Pada sampel 1 azimuth tanaman kacang hijau dan azimuth matahari akan bernilai sama dengan rata – rata waktu yang ditunjukkan yakni pada sekitar pukul 11:00 sedangkan pada sampel 2 azimuth tanaman kacang hijau dan azimuth matahari akan bernilai sama dengan rata – rata waktu yang ditunjukkan yakni pada sekitar pukul 15:00.

Dari rata – rata kesesuaian waktu tersebut kemudian dilakukan perhitungan selisih antara azimuth tanaman kacang hijau dengan azimuth matahari, sebagaimana diketahui bahwa pada setiap sampel terdapat 10 tanaman dan tidak semua tanaman menunjukkan arah yang sama sehingga terdapat selisih. Dengan menghitung rata – rata selisih ini apabila azimuth matahari dianggap memiliki keakuratan 100% dalam pengukuran arah kiblat maka azimuth tanaman kacang hijau memiliki nilai kemelencengan terhadap azimuth matahari yakni sebesar 6° pada sampel 1 dan 7° pada sampel 2 dengan rata-rata kemelencengan $1,19^{\circ}$ pada sampel 1 dan $1,47^{\circ}$ pada sampel 2.

Adapun arah rata – rata yang dituju tanaman kacang hijau terhadap arah kiblat tanpa menggunakan korelasi azimuth matahari maka masih melenceng jauh yakni sebesar $127^{\circ}23'54,61''$ pada sampel 1 dan $107^{\circ}8'54,61''$ pada sampel 2.

Daftar Pustaka

Arif Tiro, Muhammad. *Dasar-Dasar Statistika*. Makassar: State University Of Makassar, 2008.

Arikunto, Suharsimi. *Prosedur Penelitian*. Yogyakarta: Rineka Cipta, 2006.

_____. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2006.

- Azhari, Susiknan. *Ensiklopedi hisab Rukyat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2005.
- Baiquni, Ahmad. *Al-Quran Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. Yogyakarta: Dana Bhakti Prima Yasa, 1996.
- Butar-Butar, Arwin Juli Rakhmadi. *Pengantar Ilmu Falak Teori, Praktek, dan Fikih*. Depok: PT Raja Grafindo Persada, 2018.
- Chalil, Moenawar. *Kelengkapan Tarikh Nabi Muhammad SAW*. Jakarta : Gema Insan Press, 2001.
- Departemen Agama RI., *Pedoman Penentuan Arah Kiblat*. Jakarta: Dirjen Binbaga Islam, 1994.
- Haikal, Muhammad Husain. *Sejarah Hidup Muhammad*. Jakarta : PT. Dunia pustaka Jaya, 1982.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak 1: Tentang Penentuan Awal Waktu Salat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia*. Semarang: PPS IAIN Walisongo Semarang, 2011.
- Holland, Roy. *A Dictionary of Mathematics*. terj. Naipospos Hutaauruk, *Kamus Matematika*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- Ibnu Hadjar. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Kuantitatif Dalam Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 1999.
- Izzuddin, Ahmad. *Menentukan Arah Kiblat Praktis*. Yogyakarta: Logung Pustaka, 2010.
- Jamil, A. *Ilmu Falak: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Amzah, 2009.
- Kahar, Joenil. *Geodesi*. Bandung: ITB, 2008.
- Khazin, Muhyiddin. *Kamus Ilmu Falak*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2005.
- _____, *Ilmu Falak Teori dan Praktek*. Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- Komisi Fatwa MUI. *Fatwa Tentang Arah Kiblat, Fatwa No. 3 Tahun 2010*. Jakarta: Majelis Ulama Indonesia. 2010.
- _____. *Fatwa Tentang Arah Kiblat, Fatwa No. 5 Tahun 2010*. Jakarta: Majelis Ulama Indonesia. 2010.
- Kusdiono. *Ilmu Ukur Segitiga Bola*. Bandung : Jurusan Teknik Geodesi, 2002.
- Majlis Tarjih Dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, *Pedoman Hisab Muhammadiyah*. Yogyakarta: Majelis Tarjih Dan Tajdid Pimpinan Pusat Muhammadiyah, 2009.
- Munawir, Ahmad Warson. *Al-Munawir Kamus Arab-Indonesia*. Surabaya: Pustaka Progressif, 1997.

- Nasution, Harun. *Ensiklopedi Hukum Islam*. Jakarta: Djambatan, 1992.
- Nur, Nurmal. *Ilmu Falak: Teknologi Hisab Rukyat Untuk Menentukan Arah Kiblat, Awal Waktu Shalat dan Awal Bulan Qamariah*. Padang: IAIN Imam Bonjol Padang, 1997
- Padil, Abbas dan Anwar Rahman. “Arah Kiblat dan Waktu Shalat”. Modul Kuliah Ilmu Falak di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar, 2017.
- _____ dan Alimuddin. *Ilmu Falak: Dasar-dasar Ilmu Falak, Masalah Arah Kiblat, Waktu Shalat dan Petunjuk Praktikum*. Makassar: Alauddin University Press, 2012.
- Parman, Ali. *Ilmu Falak*. Makassar: Alauddin University Press, 2012.
- Qulub, Siti Tatmainul. *Ilmu Falak dari Sejarah ke Teori dan Aplikasi*. Depok: RajaGrafindo Persada, 2017.
- Salim, Petter dan Yenny Salim. *Kamus Bahasa Indonesia Kontemporer*, Jakarta: Modern English Press, 2002.
- Soehartono, Irawan. *Metode Penelitian Sosial*. Bandung: Rosda, 1996.
- Sugono, Dendy. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Pusat Bahasa*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Media, 2008.
- Tim Penyusun. *Al Quran Terjemah Indonesia*. Jakarta: Kementrian Agama RI, 2016.
- Wilarjo, Liek, Dad dan Murniah. *Kamus Fisika*. Jakarta: Balai Pustaka, 2003.
- Ya’kub, Ali Mustafa. *Kiblat Antara Bangunan dan Arah Ka’bah*. Jakarta: Pustaka Darus Sunnah, 2010.