

INOVASI ALAT PERAGA FALAK DALAM PENGUKURAN ARAH KIBLAT

(Studi Analisis "Mutsalatsah Qiblah" Menggunakan Bayangan Matahari
Setiap Saat)

Ahmad Fuad Al-Anshary
UIN Walisongo Semarang
ahmad_fuad@walisongo.ac.id

Abstract

Qibla direction is the closest direction to the Kaaba. Measuring the Qibla direction is important in society. The problem of Qibla direction is not only a matter of worship, but also related to social problems and community habits. Allah has created the sun as the source of human life. In connection with determining the direction of Qibla, the sun becomes an accurate Qibla direction. Humans wherever they are, as long as they can see sunlight, they can actually determine the direction of Qibla. There are several ways to determine the Qibla direction, ranging from simple to complex. With a simple and low-cost method, it is hoped that it can be an alternative in determining the exact direction of Qibla. With the innovation of the Mutsalatsah Qiblah tool, it is hoped that it will be able to answer the challenges of life that are growing day by day. For this reason, Mutsalatsah Qiblah answers this need, with a simple tool and embedded several other supporting components, which are expected to have the same accuracy as manufactured products such as digital theodolites which have high accuracy.

Keywords: *Mutsalatsah Qiblah, Qibla direction measuring instrument innovation, Qibla direction measurement*

A. Latar Belakang Masalah

Kewajiban menghadap kiblat adalah salah satu syarat sah salat. Bagi masyarakat di kota Makkah dan di sekitarnya, perintah ini tidak akan menjadi persoalan, karena dapat dilakukan dengan mudah. Para ulama sepakat menghadap kiblat merupakan syarat sah salat tanpa ada pertentangan atau ikhtilaf mengenai hal tersebut.¹

¹ Ahmad Izzuddin, *Ilmu Falak Praktis*, (semarang, PT.Pustaka Rizki Putra, 2012), hlm.4

Arah Kiblat merupakan arah terdekat menuju Kakbah, yang menjadi tempat ibadah pertama kali dibangun di bumi.² Setidaknya ada dua kendala yang timbul dalam pengukuran arah kiblat. *Pertama*, subyek atau orang yang melakukan pengukuran. *Kedua*, alat yang digunakan untuk mengukur arah kiblat. Orang yang bisa mengukur arah kiblat saat ini kebanyakan hanyalah orang-orang yang paham tentang ilmu falak saja. Kemudian muncullah sebuah permasalahan, jika di suatu wilayah tidak terdapat orang yang bisa mengukur atau menentukan arah kiblat dengan ilmu falak.

Setidaknya ada tiga kaidah dalam *madzhab* Syafi'i terkait menghadap ke arah kiblat, yakni :³ *Pertama*, '*ain al-ka'bah*', merupakan cara menghadap yang paling sederhana, karena kakbah berada di depannya dan terlihat olehnya. Seseorang yang berada di Masjid al-Haram dan melihat langsung Kakbah, wajib menghadapkan dirinya ke kiblat dengan penuh yakin.

Kedua, *Jihat al-Kiblah*, merupakan cara menghadap kiblat dengan perkiraan. Seseorang yang berada di luar Masjid al-Haram atau di sekitar tanah suci Mekah yang tidak dapat melihat Kakbah, mereka wajib menghadap ke arah Masjid al-Haram sebagai maksud menghadap arah kiblat secara *dzan* atau perkiraan.

Ketiga, *Jihat al-ka'bah*, merupakan ijtihad arah kiblat digunakan seseorang yang berada di luar tanah suci Mekah atau bahkan berada di luar Negara Arab Saudi. Bagi yang tidak mengetahui arah kiblat dan ia tidak dapat mengira *dzan*-nya, maka ia boleh menghadap ke mana pun yang ia yakini sebagai arah kiblat. Namun bagi orang yang dapat mengira, maka ia wajib ijtihad terhadap arah kiblatnya. Ijtihad dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat dari suatu tempat yang terletak jauh dari Masjid al-Haram.

Kebiasaan masyarakat awam yang tidak mengerti tentang ilmu Falak, menentukan arah kiblat hanya dengan berpedoman dari arah Matahari terbenam di

² Slamet Hambali, *Ilmu Falak 1: Penentuan Awal Waktu Salat dan Arah Kiblat Seluruh Dunia*. Semarang : Program Pascasarjana IAIN Walisongo Semarang, 2011. hlm. 152

³ Ahmad Jaelani, Anisah Budiwati, Encep Abdul Rojak, Faqih Baidhawi, Hasna Tuddar Putri, Mahya Laila, M. Manan Ma'nawi, Robiatul Aslamiyah, Siti Muslifah, Siti Tatmainul Qulub, *Hisab Rukyat Kiblat (Fiqh, Aplikasi Praktis, Fatwa Dan Software)*., 94-95.

ufuk Barat atau hanya sekedar menggunakan alat bantu seperti kompas. Namun kompas maupun arah matahari terbenam tersebut masih belum tepat menghadap kiblat. Sehingga dibutuhkan ilmu falak dalam menyelesaikannya. Terutama jika menyangkut kepentingan umat, maka lebih dianjurkan untuk melibatkan ahli falak dalam kaitannya dengan pengukuran arah kiblat. Namun apakah seorang muslim yang tidak paham ilmu falak tidak boleh menentukan arah kiblat di rumahnya masing-masing?, dan apakah harus selalu memanggil terlebih dahulu ahli falak dalam menentukan arah kiblat di setiap rumah maupun tempat kerjanya? apakah mereka hanya mampu berijtihad dengan keyakinan semata, atau hanya dengan berpatokan pada matahari terbenam dan kompas saja?

Kedua, dari segi alat, orang awam membutuhkan alat falak yang praktis dan dapat digunakan dalam menentukan arah kiblat. Tujuannya supaya mereka yang bukan ahli Falak mampu menentukan arah kiblat dan menghasilkan arah yang akurat. Alat yang ada saat ini cenderung sulit, karena membutuhkan ilmu lebih dan memerlukan waktu cukup lama untuk memelajarinya. Contoh alat seperti *Theodolite*. *Theodolite* adalah alat yang digunakan untuk mengukur sudut horisontal (Horizontal Angel = HA) dan sudut vertikal (Vertical Angel = VA). *Theodolite* merupakan sebuah alat yang dilengkapi teropong yang mempunyai pembesaran lensa yang bervariasi, juga ada sebagiannya yang sudah menggunakan laser untuk mempermudah dalam penunjukan garis kiblat. Namun penggunaannya yang rumit, penggunaan *theodolite* hanya bisa dipahami oleh beberapa orang saja, khususnya hanya mereka yang mempelajari ilmu Falak di dunia pendidikan tingkat perguruan tinggi.

B. Hipotesis, Potensi dan Masalah

Dengan menggunakan rumus segitiga bola atau *spherical trigonometri* kita dapat menentukan arah kiblat pada suatu tempat di muka bumi ini. Aplikasi ini dapat diimplementasikan menggunakan alat bantu “Mutsalatsah Qiblah” yang peneliti rancang untuk dapat mengetahui arah kiblat dengan cara memasukkan data perhitungan serta azimuth matahari dan azimuth kiblat suatu tempat akan didapat arah kiblat yang tepat pada suatu tempat.

Alat yang akan peneliti buat diharapkan dapat menjawab keraguan dalam pengukuran menggunakan satuan derajat, karena alat tersebut diharapkan mampu menunjukkan angka derajat secara pasti dengan menggunakan satuan lain, yakni satuan panjang atau centi meter (cm).

Peneliti akan melakukan pengujian alat tersebut dengan meminta hasil pengujian dari para ahli, ahli yang paling relevan dalam hal ini adalah ahli atau pakar falak. Peneliti akan menunjuk ahli atau pakar falak untuk menguji keakuratan alat yang peneliti buat.

Penelitian ini diawali dari rasa ingin tahu yang mendalam serta keinginan untuk mengembangkan alat-alat yang sederhana dan praktis digunakan di mana saja dan tidak butuh biaya mahal untuk memiliki atau membelinya. Peneliti menemukan gagasan untuk mengangkat instrumen Mutsalatsah Qiblah karena selama ini setiap kali melakukan pengukuran arah kiblat demi mendapatkan hasil yang akurat harus menggunakan alat yang mahal dan tidak praktis untuk dibawa kemana-mana. Dengan adanya instrumen ini diharapkan mampu menjawab kesulitan-kesulitan tersebut yang terjadi di lapangan.

Penelitian ini dapat berangkat dari adanya potensi atau masalah. Potensi yakni segala sesuatu yang bila didayagunakan akan mempunyai nilai tambah pada produk yang ditelitinya. Pemberdayaan berimbang pada peningkatan mutu dan peningkatan pendapatan dari produk yang diteliti. Sedangkan masalah juga bisa dijadikan sebagai potensi, jika peneliti dapat mendayagunakannya. Adanya potensi dan masalah dalam penelitian harus diungkapkan dalam bentuk data empiris dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

Masalah terjadi apabila ada ketidakcocokan antara yang sesuatu yang diharapkan dengan realita. Masalah seperti ini bisa diatasi menggunakan model penelitian R&D.

C. Desain Awal Produk dan Pengujian Pertama

Peneliti mulai mengembangkan bentuk produk awal yang bersifat sementara (hipotesis). Produk yang dibuat lengkap dan sebaik mungkin, seperti kelengkapan komponen-komponen program, petunjuk pelaksanaan (juklak),

petunjuk teknis (juknis), contoh-contoh soal atau latihan, media pembelajaran yang akan digunakan, dan sistem penilain.

Desain awal produk menggunakan bahan akrilik bening, berbentuk segitiga siku-siku dengan sudut maksimum 45 derajat pada kedua sisinya. Ukuran desain awal 14 x 14 cm. Desain ini merupakan desain minimum ukuran yang dapat dilihat secara detail. Angka penunjuk berskala derajat dan juga centi meter. Satuan panjang (centi meter) berfungsi sebagai kalibrasi nilai derajat yang dihasilkan dalam sebuah perhitungan. Pada desain awal skala derajat terbatas pada angka minimum 1 derajat, untuk memudahkan dalam proses pengukuran, skala derajat tersebut dikonversi ke skala cm demi menghasilkan nilai yang lebih teliti.

Setelah instrumen dibuat, maka perlu diuji untuk pertama kalinya. Pengujian tersebut meliputi, pengujian presisi desain dengan media cetak, pengujian akurasi dalam menunjukkan arah yang tepat kaitannya dalam menentukan arah kiblat, serta pengujian efektifitas dan efisiensi waktu pengukuran.

Untuk menggunakan Mutsalatsah Qiblah, perlu mengetahui data-data yang dibutuhkan dalam menghitung arah kiblat, yakni meliputi lintang dan bujur tempat yang akan dihitung arah kiblatnya, data lintang dan bujur kakbah, deklinasi, equation of time, azimuth kiblat dan azimuth matahari. Setelah kita mengumpulkan data-data tersebut, maka kita bisa memulai perhitungan. Pertama yang harus kita hitung adalah arah kiblat suatu tempat, kemudian menentukan kapan waktu untuk dilakukan pengukuran. Setelah itu kita hitung rumus arah kiblat menggunakan bayangan matahari, tentu kita harus mengetahui data matahari pada jam yang telah ditentukan. Setelah kita melakukan perhitungan maka akan didapat data azimuth matahari dan azimuth kiblat, selisih dari keduanya itulah yang kita gunakan untuk menentukan arah kiblat.

Berbekal dari data perhitungan tersebut, selanjutnya kita mempersiapkan alat untuk dapat digunakan pada waktu yang telah ditentukan dalam perhitungan. Siapkan alat pada posisi datar dan rata. Pasang penampang atau tongkat kecil yang berfungsi sebagai pembidik arah bayangan matahari. Setelah tongkat terpasang tegak lurus dengan media segitiga, sesuaikan bayangan tersebut pada garis lurus yang ada pada tepi segitiga, atau garis lurus dari sudut siku menuju sudut

45 derajat. Ketika media telah siap diarahkan sesuai bayangan matahari pada waktu tersebut, tarik atau arahkan benang atau laser ke angka yang diperoleh dari perhitungan beda azimuth (selisih antara azimuth kiblat dan azimuth matahari). Angka temukan angka tersebut pada media segitiga, apabila angka derajat tidak muncul, maka dapat menggunakan konversi dari derajat ke satuan panjang centimeter. Setelah angkat yang dimaksud ketemu, itulah arah kiblat yang dihasilkan dari perhitungan dan pengukuran menggunakan bayangan matahari.

Data-data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Koordinat tempat yang akan diukur (misal: Semarang)

$$\text{Lintang tempat } (\phi^x) = 7^\circ 00' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur tempat } (\lambda^x) = 110^\circ 24' \text{ BT}$$

2. Koordinat Kakbah

$$\text{Lintang kakbah } (\phi^k) = 21^\circ 25' 21,17'' \text{ LU}$$

$$\text{Bujur kakbah } (\lambda^k) = 39^\circ 49' 34,56'' \text{ BT}$$

3. Selisih bujur tempat dan kakbah (C)

$$110^\circ 24' - 39^\circ 49' 34,56'' = 70^\circ 34' 25,44''$$

4. Deklinasi matahari (δ)

$$\text{Contoh tanggal 16 Juli 2020 jam 9.00} = 21^\circ 18' 16''$$

5. *Equation of time* (e)

$$\text{Contoh tanggal 16 Juli 2020 jam 9.00} = -0^\circ 6' 6''$$

Berikut ini beberapa langkah untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan bayangan matahari;

1. Menentukan arah kiblat (B) dengan menggunakan rumus *spherical trigonometry* berikut :

$$\text{Cotan B} = \text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin C} - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan C}$$

Jika menggunakan kalkulator menggunakan langkah berikut :

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin C} - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan C})^{x-1}$$

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } 21^\circ 25' 21,17'' \times \text{Cos } -7 / \text{Sin } 70^\circ 34' 25,44'' - \text{Sin } -7 / \text{Tan } 70^\circ 34' 25,44'')^{x-1}$$

$$B = 65^\circ 29' 28,07''$$

2. Menentukan azimuth kiblat dari Barat ke Utara dengan ketentuan 360 – arah kiblat (B) = 294° 30' 31,9"

3. Menentukan sudut waktu menggunakan rumus

$$t = (LMT + e \pm 12 - (BD - \lambda^x)/15) \times 15$$

$$t = (9.00 + (-0^\circ 6' 8'') - 12 - (105^\circ - 110^\circ 24')/15) \times 15$$

$$t = -41^\circ 7' 30''$$

4. Menentukan arah matahari dengan rumus

$$\text{Cotan AM} = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } t - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } t$$

$$\text{AM} = \text{shift Tan (Tan } 21^\circ 18' 16'' \times \text{Cos } -7 / \text{Sin } -41^\circ 7' 30'' - \text{Sin } -7 / \text{Tan } -41^\circ 7' 30'')^{x-1}$$

$$\text{AM} = -53^\circ 56' 31,26''$$

5. Azimuth Matahari

karena berada di S-B maka azimuth matahari

$$\text{AzM} = 180 - \text{AM} = 180 - (-53^\circ 56' 31,26'')$$

$$\text{AzM} = 233^\circ 56' 31,26''$$

6. Beda Azimuth = Azimuth Kiblat – Azimuth Matahari

$$\text{BA} = 294^\circ 30' 31,9'' - 233^\circ 56' 31,26''$$

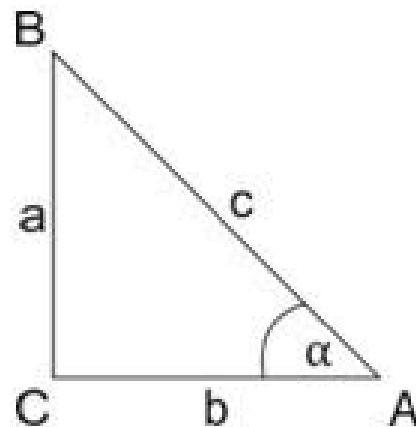
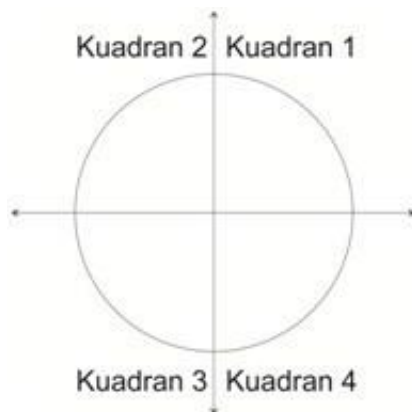
$$\text{BA} = 60^\circ 34' 0'' \text{ Skala } 360^\circ$$

$$\text{BA} = 60^\circ 34' 0'' \text{ Skala } 90^\circ$$

$$\text{BA} = 4,92 \text{ Skala CM}$$

Setelah perhitungan tersebut kita dapat, langkah selanjutnya adalah mempersiapkan alat Mutsalatsah Qiblah pada posisi yang rata atau sejajar setiap sisinya. Bisa menggunakan waterpass apabila ingin lebih teliti. Kemudian bidik bayangan matahari menggunakan tongkat kecil yang ada pada kit, tongkat tersebut letakkan tegak lurus dengan media segitiga. Tongkat tersebut letakkan pada sudut siku segitiga, bidik bayangan matahari pada waktu yang telah dihitung, dalam contoh pukul 09.00 WIB, bidik bayangan matahari dan paskan dengan garis utama segitiga. Setelah pas, kunci posisi tersebut. Arahkan benang penampang atau laser pada angka yang telah didapat dari menghitung beda azimuth diatas. Karena sudut yang dapat diukur pada segitiga terbatas di 45 derajat, maka gunakan konversi

menggunakan kuadran yang angka maksimalnya 45 derajat. Apabila lebih dari 45 derajat balik menggunakan sisi yang lain dengan cara membalik side A ke side B dan mengurangkan 90 – hasil yang didapat. Pada contoh azimuth kiblatnya $294^{\circ} 30' 31,9''$, dan azimuth matahari = $233^{\circ} 56' 31,26''$. Sedangkan beda azimuth nya $60^{\circ} 34' 0''$. Karena hasil tersebut lebih dari 45 derajat, maka gunakan ketentuan $90 - 60^{\circ} 34' 0'' = 29^{\circ} 26' 0''$ yang dihitung dari sisi siku pada side B segitiga. Sebagai kalibrasi hasil pengukuran menggunakan skala derajat ke skala panjang, maka gunakan rumus trigonometri berikut :



$$\tan \alpha = \frac{a}{b} \text{ sedangkan } a = \tan \alpha \times b$$

α = sudut hasil perhitungan beda azimuth ($29^{\circ} 26' 0''$)

a = panjang sisi depan segitiga (?)

b = panjang sisi samping segitiga (14 cm)

jadi untuk mengetahui sisi a, maka:

$$a = \tan \alpha \times b$$

$$a = \tan 29^{\circ} 26' 0'' \times 14 \text{ cm}$$

$$a = 7,89 \text{ cm}$$

kesimpulannya adalah, dalam proses pengukuran arah kiblat tersebut dihasilkan sudut beda azimuth sebesar $29^{\circ} 26' 0''$ terhitung dari sisi B segitiga. hasil derajat tersebut sama dengan 7,89 cm, apabila dikonversi ke satuan panjang, sesuaikan hasil tersebut dengan mengarahkan benang penunjuk pada angka 7,89 cm pada sisi depan sudut segitiga.



Pengujian alat menggunakan jangka sorong digital

Dari hasil pengujian satuan panjang segitiga menggunakan jangka sorong digital, diketahui hasil dari pengujian tersebut adalah 9,9 / 10 mm, ini artinya dari estimasi yang diinginkan dengan realita ketika alat tersebut dicetak, memiliki presisi yang cukup akurat, yakni 0,99. Angka tersebut merupakan angka yang akurat sebuah alat untuk dijadikan alat bantu pengukuran.

Dengan berbekal hipotesa bahwa alat ini dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat, maka peneliti menguji alat ini dalam beberapa kasus, dengan membedakan waktu dan tempat. Berikut ini beberapa pengujian yang peneliti lakukan untuk mengetahui sejauh mana alat tersebut berfungsi secara akurat dalam



Pengujian alat menggunakan jangka sorong digital
Menguji satuan per 5 cm

menentukan arah kiblat.

Pengujian 1

Pengujian alat di masjid Al-Hikmah Perumahan Pasadena pada tanggal 10 November 2019 pukul 9.00 :

1. Koordinat Masjid Al-Hikmah

Lintang tempat (ϕ^x) = 7° 00' 6,72" LS

Bujur tempat (λ^x) = 110° 22' 6,07" BT

2. Koordinat Kakbah

Lintang kakbah (ϕ^k) = 21° 25' 21,17" LU

Bujur kakbah (λ^k) = 39° 49' 34,56" BT

3. Selisih bujur tempat dan kakbah (C)

110° 22' 6,07" - 39° 49' 34,56" = 70° 32' 31,51"

4. Deklinasi matahari (δ)

jam 9.00 WIB (02.00 GMT) = -17° 0' 52"

5. Equation of time (e)

jam 9.00 WIB (02.00 GMT) = 0° 16' 12"

Berikut ini beberapa langkah untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan bayangan matahari;

1. Menentukan arah kiblat (B) :

$$\text{Cotan } B = \text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C$$

Jika menggunakan kalkulator menggunakan langkah berikut :

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C)^{x-1}$$

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } 21^\circ 25' 21,17'' \times \text{Cos } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Sin } 70^\circ 32' 31,51'' - \text{Sin } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Tan } 70^\circ 32' 31,51'')^{x-1}$$

$$B = 65^\circ 28' 59,73''$$

2. Menentukan azimuth kiblat :

dari Barat ke Utara dengan ketentuan 360 – arah kiblat (B) = 294° 31' 0,27"

3. Menentukan sudut waktu menggunakan rumus

$$t = (\text{LMT} + e \pm 12 - (\text{BD} - \lambda^x)/15) \times 15$$

$$t = (9.00 + 0^\circ 16' 12'' - 12 - (105^\circ - 110^\circ 22' 6,07'')/15) \times 15$$

$$t = -35^\circ 34' 53,93''$$

4. Menentukan arah matahari :

$$\text{Cotan AM} = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } t - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } t$$

$$\text{AM} = \text{shift Tan (Tan } -17^\circ 0' 52'' \times \text{Cos } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Sin } -35^\circ 34' 53,93'' - \text{Sin } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Tan } -35^\circ 34' 53,93'')^{x-1}$$

$$\text{AM} = 70^\circ 37' 41,88''$$

5. Azimuth Matahari berada di Utara (AM+) – Barat (bayang matahari berada di barat)

$$\text{AzM} = 360 - \text{AM} = 360 - 70^\circ 37' 41,88''$$

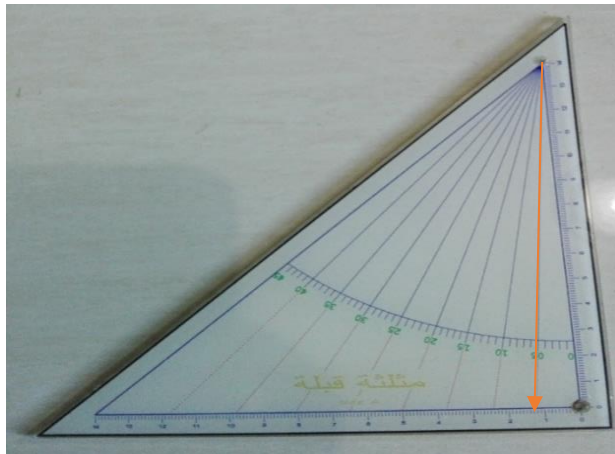
$$\text{AzM} = 289^\circ 22' 18,12''$$

6. Beda Azimuth = Azimuth Kiblat – Azimuth Matahari

$$\text{BA} = 294^\circ 31' 0,27'' - 289^\circ 22' 18,12''$$

$$\text{BA} = 5^\circ 8' 42'' \text{ Skala } 360^\circ$$

$$\text{BA} = 1,26 \text{ skala cm}$$



Pengujian 2

Pengujian alat di masjid Al-Hikmah Perumahan Pasadena pada tanggal 10 November 2019 pukul 15.00:

1. Koordinat Masjid Al-Hikmah

$$\text{Lintang tempat } (\phi^x) = 7^\circ 00' 6,72'' \text{ LS}$$

$$\text{Bujur tempat } (\lambda^x) = 110^\circ 22' 6,07'' \text{ BT}$$

2. Koordinat Kakbah

$$\text{Lintang kakbah } (\phi^k) = 21^\circ 25' 21,17'' \text{ LU}$$

Bujur kakbah (λ^k) = 39° 49' 34,56" BT

3. Selisih bujur tempat dan kakbah (C)

$$110^{\circ} 22' 6,07'' - 39^{\circ} 49' 34,56'' = 70^{\circ} 32' 31,51''$$

4. Deklinasi matahari (δ)

$$\text{jam 15.00 WIB (08.00 GMT)} = -17^{\circ} 5' 6''$$

5. *Equation of time* (e)

$$\text{jam 15.00 WIB (08.00 GMT)} = 0^{\circ} 16' 10''$$

Berikut ini beberapa langkah untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan bayangan matahari;

1. Menentukan arah kiblat (B) :

$$\text{Cotan B} = \text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin C} - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan C}$$

Jika menggunakan kalkulator menggunakan langkah berikut :

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin C} - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan C})^{x-1}$$

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } 21^{\circ} 25' 21,17'' \times \text{Cos } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Sin } 70^{\circ} 32' 31,51'' - \text{Sin } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Tan } 70^{\circ} 32' 31,51'')^{x-1}$$

$$B = 65^{\circ} 28' 59,73''$$

2. Menentukan azimuth kiblat :

$$\text{dari Barat ke Utara dengan ketentuan } 360 - \text{arah kiblat (B)} = 294^{\circ} 31' 0,27''$$

3. Menentukan sudut waktu menggunakan rumus

$$t = (\text{LMT} + e \pm 12 - (\text{BD} - \lambda^x) / 15) \times 15$$

$$t = (15.00 + 0^{\circ} 16' 10'' - 12 - (105^{\circ} - 110^{\circ} 22' 6,07'') / 15) \times 15$$

$$t = 54^{\circ} 24' 36,07''$$

4. Menentukan arah matahari :

$$\text{Cotan AM} = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin t} - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan t}$$

$$\text{AM} = \text{shift Tan}(\text{Tan } -17^{\circ} 5' 6'' \times \text{Cos } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Sin } 54^{\circ} 24' 36,07'' - \text{Sin } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Tan } 54^{\circ} 24' 36,07'')^{x-1}$$

$$\text{AM} = -73^{\circ} 56' 20,95''$$

5. Azimuth Matahari berada di Selatan (AM-) – Timur (bayang matahari berada di timur)

$$\text{AzM} = 180 + \text{AM} = 180 + (-73^{\circ} 56' 20,95'')$$

$$\text{AzM} = 106^{\circ} 3' 39,05''$$

6. Beda Azimuth = Azimuth Kiblat – Azimuth Matahari

$$\text{BA} = 294^{\circ} 31' 0,27'' - 106^{\circ} 3' 39,05''$$

$$\text{BA} = 188^{\circ} 27' 21'' \text{ Skala } 360^{\circ}$$

$$\text{BA} = 8^{\circ} 27' 21'' \text{ Skala } 90^{\circ}$$

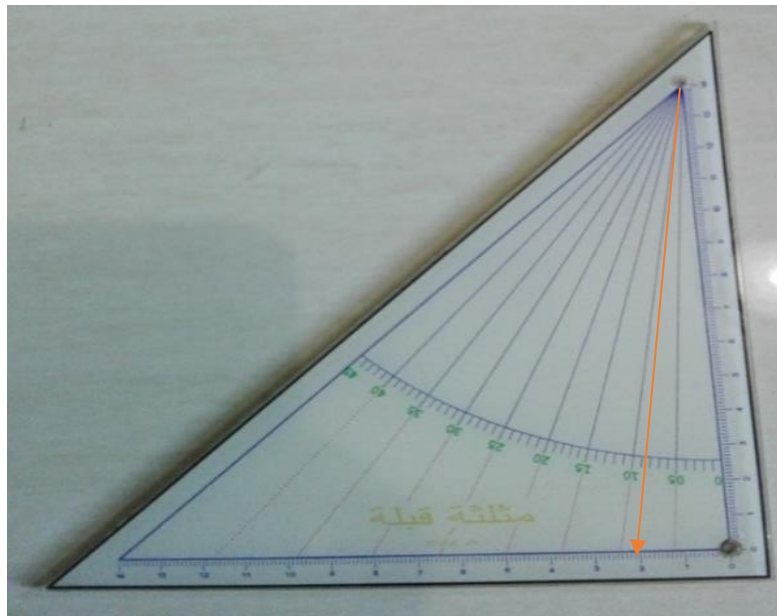
Konversi satuan derajat ke satuan panjang

Rumus : $\tan \text{BA} = a / b$

$$\tan 8^{\circ} 27' 21'' = a / 14\text{cm}$$

$$a = \tan 8^{\circ} 27' 21'' \times 14\text{cm}$$

$$a = 2,08 \text{ cm}$$



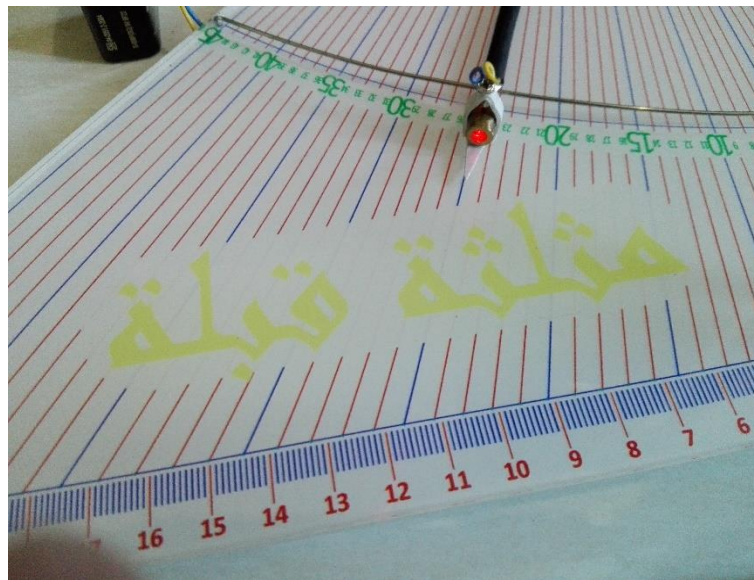
D. Revisi Produk dan Pengujian Kedua

Pada produk awal telah dilakukan pengujian, hasilnya desain dan media cetak belum sepenuhnya presisi, karena harus menggabungkan dua sisi yang berbeda dalam satu alat (bolak-balik). Dengan ukuran 14x14 cm merupakan ukuran yang kecil, dalam skala derajat hanya dapat ditampilkan hingga 1 derajat. Pada perbaikan

selanjutnya akan dilakkukan perbaikan atau revisi, perbaikan tersebut meliputi ukuran desain awal dirubah lebih besar dengan ukuran 25x25 cm.

Desain produk tidak menggunakan multi layer, akan tetapi menggunakan single layer, karena untuk memperoleh hasil yang presisi dari dua sisi sangatlah susah. Produk dapat dibekali dengan jarum penunjuk dan laser untuk memudahkan pengguna dalam membidik dan mengarahkan hasil pengukurannya.

Berdasarkan hasil revisi pada versi pertama, peneliti mengubah ukuran yang pada versi 1 berdimensi 14x14cm kemudian diubah menjadi 25x25cm, selain itu

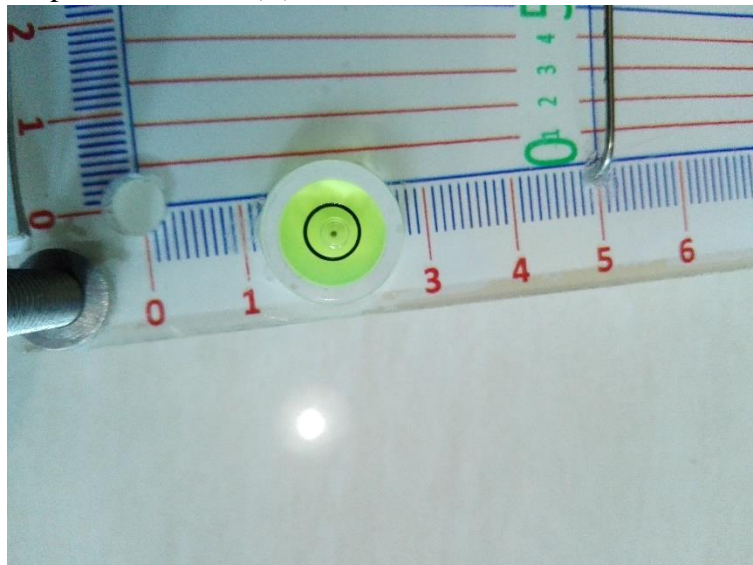


ada penambahan beberapa aksesoris dan perangkat pendukung lainnya, yakni tiang penyangga ada tiga yang terdapat pada setiap sudut segitiga; waterpass yang berguna untuk mengetahui apakah media telah datar atau belum; penambahan laser pembidik pada jarum penunjuk, yang dinilai memudahkan dalam proses pengukuran dan dapat membidik arah walau jauh selama tidak terhalang.

Pengujian 1

Pengujian alat di masjid Al-Hikmah Perumahan Pasadena pada tanggal 11 Januari 2020 pukul 9.00 :

1. Koordinat Masjid Al-Hikmah
Lintang tempat (ϕ^x) = $7^\circ 00' 6,72''$ LS
Bujur tempat (λ^x) = $110^\circ 22' 6,07''$ BT
2. Koordinat Kakbah
Lintang kakbah (ϕ^k) = $21^\circ 25' 21,17''$ LU
Bujur kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,56''$ BT
3. Selisih bujur tempat dan kakbah (C)



$$110^\circ 22' 6,07'' - 39^\circ 49' 34,56'' = 70^\circ 32' 31,51''$$

4. Deklinasi matahari (δ)
jam 9.00 WIB (02.00 GMT) = $-21^\circ 54' 16''$
5. *Equation of time* (e)
jam 9.00 WIB (02.00 GMT) = $-0^\circ 7' 33''$

Berikut ini beberapa langkah untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan bayangan matahari;

1. Menentukan arah kiblat (B) :
$$\text{Cotan } B = \text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C$$

Jika menggunakan kalkulator menggunakan langkah berikut :

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C)^{x-1}$$

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } 21^\circ 25' 21,17'' \times \text{Cos } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Sin } 70^\circ 32' 31,51'' - \text{Sin } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Tan } 70^\circ 32' 31,51'')^{x-1}$$

$$B = 65^\circ 28' 59,73''$$

2. Menentukan azimuth kiblat :

$$\text{dari Barat ke Utara dengan ketentuan } 360 - \text{arah kiblat (B)} = 294^\circ 31' 0,27''$$

3. Menentukan sudut waktu menggunakan rumus

$$t = (\text{LMT} + e \pm 12 - (\text{BD} - \lambda^x) / 15) \times 15$$

$$t = (9.00 + (-0^\circ 7' 33'') - 12 - (105^\circ - 110^\circ 22' 6,07'') / 15) \times 15$$

$$t = -41^\circ 31' 8,93''$$

4. Menentukan arah matahari :

$$\text{Cotan AM} = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } t - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } t$$

$$\text{AM} = \text{shift Tan} (\text{Tan } -21^\circ 54' 16'' \times \text{Cos } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Sin } -41^\circ 31' 8,93'' - \text{Sin } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Tan } -41^\circ 31' 8,93'')^{x-1}$$

$$\text{AM} = 65^\circ 5' 28,58''$$

5. Azimuth Matahari berada di Utara (AM+) – Barat (bayang matahari berada di barat)

$$\text{AzM} = 360 - \text{AM} = 360 - 65^\circ 5' 28,58''$$

$$\text{AzM} = 294^\circ 54' 31,42''$$

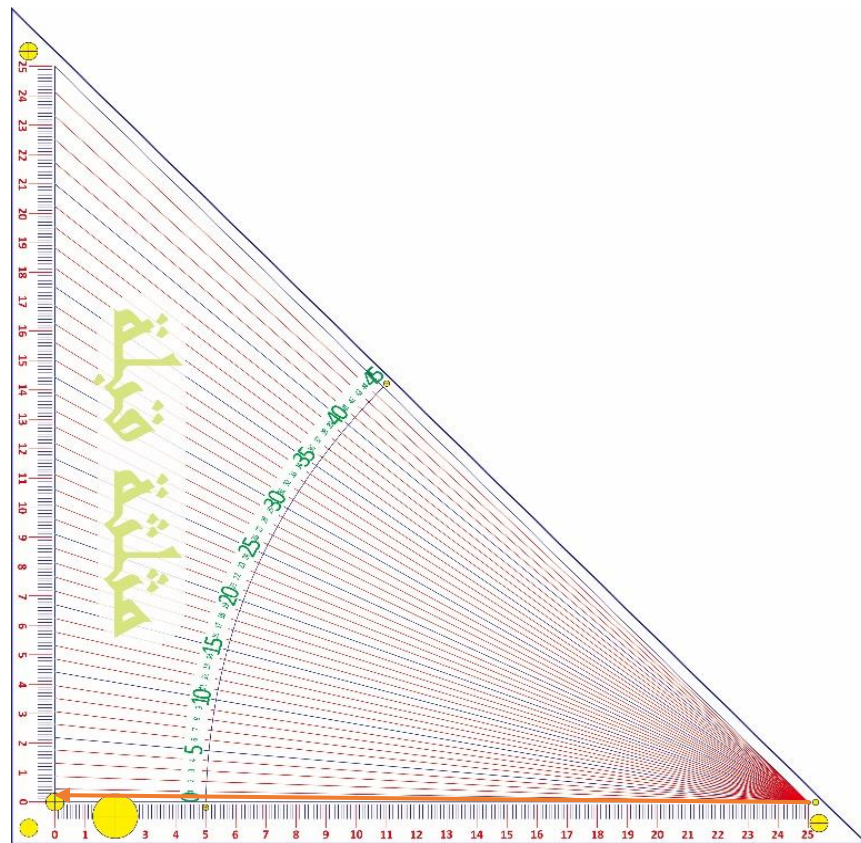
6. Beda Azimuth = Azimuth Kiblat – Azimuth Matahari

$$\text{BA} = 294^\circ 31' 0,27'' - 294^\circ 54' 31,42''$$

$$\text{BA} = 0^\circ 23' 31'' \text{ Skala } 360^\circ$$

$$\text{BA} = 0^\circ 23' 31'' \text{ Skala } 90^\circ$$

$$\text{BA} = 0,17 \text{ Skala CM}$$



Pengujian 2

Pengujian alat di masjid Al-Hikmah Perumahan Pasadena pada tanggal 11 Januari 2020 pukul 13.00 :

1. Koordinat Masjid Al-Hikmah
Lintang tempat (ϕ^x) = $7^\circ 00' 6,72''$ LS
Bujur tempat (λ^x) = $110^\circ 22' 6,07''$ BT
2. Koordinat Kakbah
Lintang kakbah (ϕ^k) = $21^\circ 25' 21,17''$ LU
Bujur kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,56''$ BT
3. Selisih bujur tempat dan kakbah (C)
 $110^\circ 22' 6,07'' - 39^\circ 49' 34,56'' = 70^\circ 32' 31,51''$
4. Deklinasi matahari (δ)
jam 13.00 WIB (6.00 GMT) = $-21^\circ 52' 45''$
5. *Equation of time* (e)
jam 13.00 WIB (6.00 GMT) = $-0^\circ 7' 37''$

Berikut ini beberapa langkah untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan bayangan matahari;

1. Menentukan arah kiblat (B) :

$$\text{Cotan } B = \text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C$$

Jika menggunakan kalkulator menggunakan langkah berikut :

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C)^{x-1}$$

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } 21^\circ 25' 21,17'' \times \text{Cos } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Sin } 70^\circ 32' 31,51'' - \text{Sin } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Tan } 70^\circ 32' 31,51'')^{x-1}$$

$$B = 65^\circ 28' 59,73''$$

2. Menentukan azimuth kiblat :

$$\text{dari Barat ke Utara dengan ketentuan } 360 - \text{arah kiblat (B)} = 294^\circ 31' 0,27''$$

3. Menentukan sudut waktu menggunakan rumus

$$t = (\text{LMT} + e \pm 12 - (\text{BD} - \lambda^x) / 15) \times 15$$

$$t = (13.00 + (-0^\circ 7' 37'') - 12 - (105^\circ - 110^\circ 22' 6,07'') / 15) \times 15$$

$$t = 18^\circ 27' 51,07''$$

4. Menentukan arah matahari :

$$\text{Cotan } AM = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } t - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } t$$

$$AM = \text{shift Tan}(\text{Tan } -21^\circ 52' 45'' \times \text{Cos } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Sin } 18^\circ 27' 51,07'' - \text{Sin } -7^\circ 00' 6,72'' / \text{Tan } 18^\circ 27' 51,07'')^{x-1}$$

$$AM = -48^\circ 13' 19,37''$$

5. Azimuth Matahari berada di Selatan (AM-) – Timur (bayang matahari berada di timur)

$$\text{AzM} = 180 + AM = 180 + (-48^\circ 13' 19,37'')$$

$$\text{AzM} = 131^\circ 46' 40,63''$$

6. Beda Azimuth = Azimuth Kiblat – Azimuth Matahari

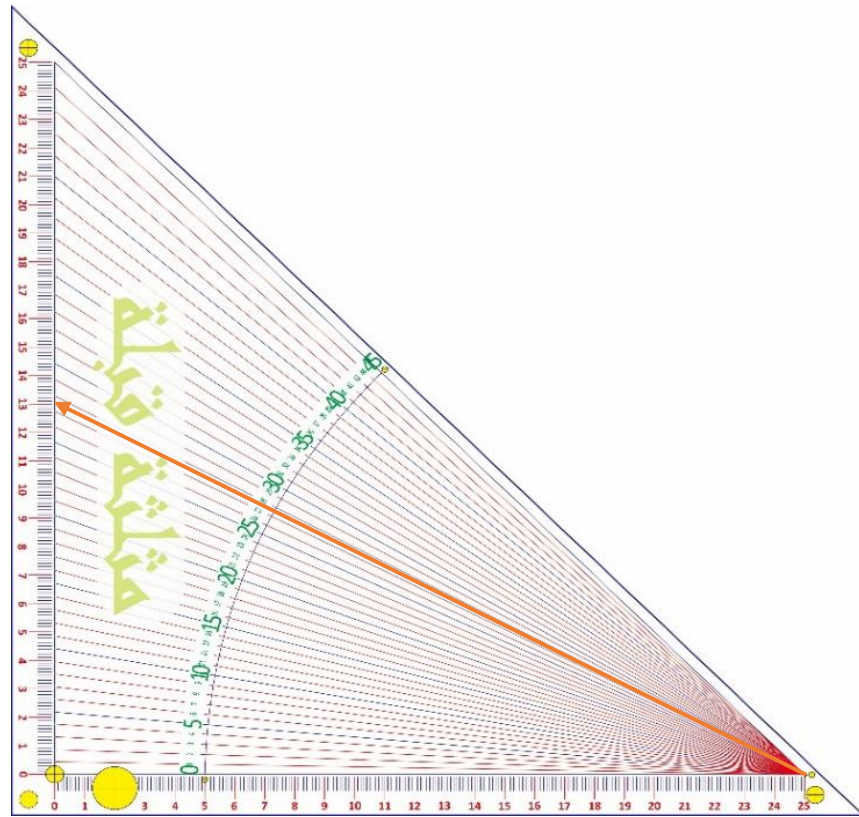
$$BA = 294^\circ 31' 0,27'' - 131^\circ 46' 40,63''$$

$$BA = 162^\circ 44' 19'' \text{ Skala } 360^\circ$$

$$BA = 72^\circ 44' 19'' \text{ Skala } 90^\circ$$

$$BA = 27^\circ 44' 19'' \text{ Skala } 45^\circ$$

$$BA = 13,14 \text{ Skala CM}$$



E. Revisi Desain dan Pengujian Ketiga

Pengujian 1

Pengujian alat di masjid Al-Hikmah Perumahan Pasadena pada tanggal 1 Juli 2020 pukul 9.00:

1. Koordinat Masjid Al-Hikmah
Lintang tempat (ϕ^x) = $7^\circ 00' 6,72''$ LS
Bujur tempat (λ^x) = $110^\circ 22' 6,07''$ BT
2. Koordinat Kakbah
Lintang kakbah (ϕ^k) = $21^\circ 25' 21,17''$ LU
Bujur kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,56''$ BT
3. Selisih bujur tempat dan kakbah (C)
 $110^\circ 22' 6,07'' - 39^\circ 49' 34,56'' = 70^\circ 32' 31,51''$
4. Deklinasi matahari (δ)
jam 9.00 WIB (02.00 GMT) = $23^\circ 4' 53''$
5. *Equation of time* (e)

jam 9.00 WIB (02.00 GMT) = $-0^{\circ} 3' 54''$

Berikut ini beberapa langkah untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan bayangan matahari;

1. Menentukan arah kiblat (B) :

$$\text{Cotan } B = \text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C$$

Jika menggunakan kalkulator menggunakan langkah berikut :

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C)^{x-1}$$

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } 21^{\circ} 25' 21,17'' \times \text{Cos } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Sin } 70^{\circ} 32' 31,51'' - \text{Sin } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Tan } 70^{\circ} 32' 31,51'')^{x-1}$$

$$B = 65^{\circ} 28' 59,73''$$

2. Menentukan azimuth kiblat :

dari Barat ke Utara dengan ketentuan $360 - \text{arah kiblat (B)} = 294^{\circ} 31' 0,27''$

3. Menentukan sudut waktu menggunakan rumus

$$t = (\text{LMT} + e \pm 12 - (\text{BD} - \lambda^x) / 15) \times 15$$

$$t = (9.00 + (-0^{\circ} 3' 54'')) - 12 - (105^{\circ} - 110^{\circ} 22' 6,07'') / 15 \times 15$$

$$t = -40^{\circ} 36' 23,93''$$

4. Menentukan arah matahari :

$$\text{Cotan } AM = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } t - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } t$$

$$AM = \text{shift Tan}(\text{Tan } 23^{\circ} 4' 53'' \times \text{Cos } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Sin } -40^{\circ} 36' 23,93'' - \text{Sin } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Tan } -40^{\circ} 36' 23,93'')^{x-1}$$

$$AM = -51^{\circ} 37' 7,31''$$

5. Azimuth Matahari berada di Selatan (AM-) – Barat (bayang matahari berada di barat)

$$\text{AzM} = 180 - AM = 180 - (-51^{\circ} 37' 7,31'')$$

$$\text{AzM} = 231^{\circ} 37' 7,31''$$

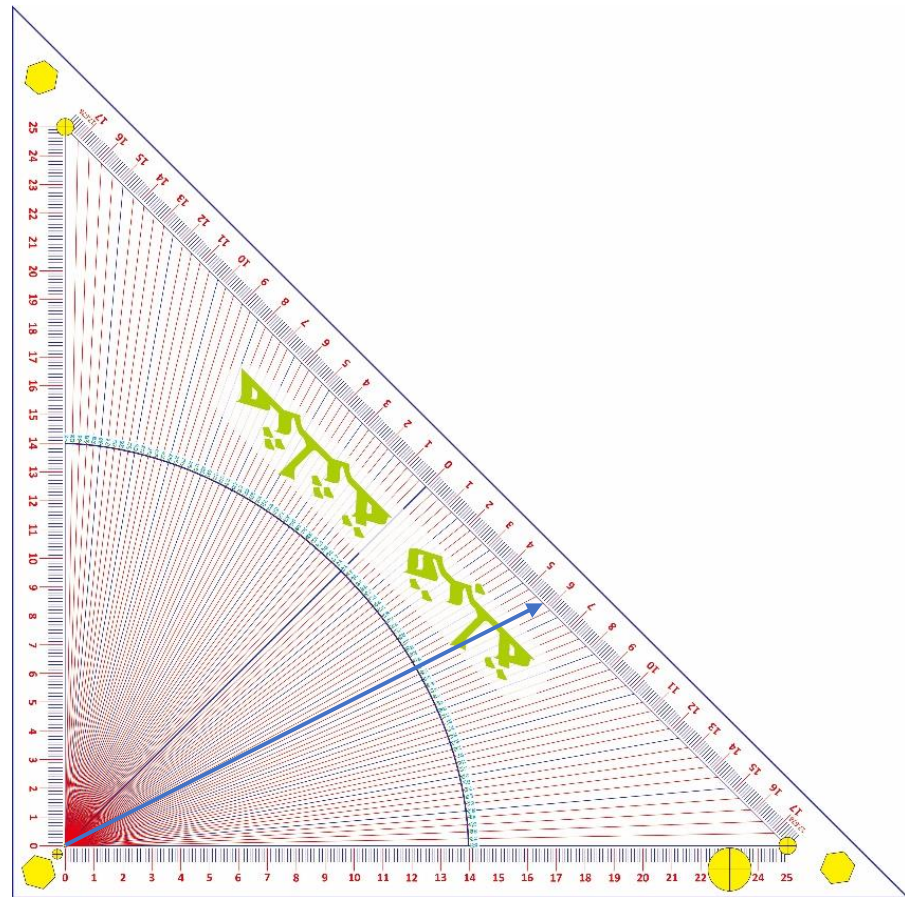
6. Beda Azimuth = Azimuth Kiblat – Azimuth Matahari

$$BA = 294^{\circ} 31' 0,27'' - 231^{\circ} 37' 7,31''$$

$$BA = 62^{\circ} 53' 52'' \text{ Skala } 360^{\circ}$$

$$BA = 62^{\circ} 53' 52'' \text{ Skala } 90^{\circ}$$

$$BA = 5,71 \text{ Skala CM}$$



Pengujian 2

Pengujian alat di masjid Al-Hikmah Perumahan Pasadena pada tanggal 1 Juli 2020 pukul 13.00:

1. Koordinat Masjid Al-Hikmah
Lintang tempat (ϕ^x) = $7^\circ 00' 6,72''$ LS
Bujur tempat (λ^x) = $110^\circ 22' 6,07''$ BT
2. Koordinat Kakbah
Lintang kakbah (ϕ^k) = $21^\circ 25' 21,17''$ LU
Bujur kakbah (λ^k) = $39^\circ 49' 34,56''$ BT
3. Selisih bujur tempat dan kakbah (C)
 $110^\circ 22' 6,07'' - 39^\circ 49' 34,56'' = 70^\circ 32' 31,51''$
4. Deklinasi matahari (δ)
jam 13.00 WIB (6.00 GMT) = $23^\circ 4' 11''$
5. Equation of time (e)

jam 13.00 WIB (6.00 GMT) = $-0^{\circ} 3' 56''$

Berikut ini beberapa langkah untuk menentukan arah kiblat dengan menggunakan bayangan matahari;

1. Menentukan arah kiblat (B) :

$$\text{Cotan } B = \text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C$$

Jika menggunakan kalkulator menggunakan langkah berikut :

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } \phi^k \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } C - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } C)^{x-1}$$

$$B = \text{Shift Tan}(\text{Tan } 21^{\circ} 25' 21,17'' \times \text{Cos } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Sin } 70^{\circ} 32' 31,51'' - \text{Sin } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Tan } 70^{\circ} 32' 31,51'')^{x-1}$$

$$B = 65^{\circ} 28' 59,73''$$

2. Menentukan azimuth kiblat :

dari Barat ke Utara dengan ketentuan $360 - \text{arah kiblat (B)} = 294^{\circ} 31' 0,27''$

3. Menentukan sudut waktu menggunakan rumus

$$t = (\text{LMT} + e \pm 12 - (\text{BD} - \lambda^x) / 15) \times 15$$

$$t = (13.00 + (-0^{\circ} 3' 56'') - 12 - (105^{\circ} - 110^{\circ} 22' 6,07'') / 15) \times 15$$

$$t = 19^{\circ} 23' 6,07''$$

4. Menentukan azimuth matahari :

$$\text{Cotan } AM = \text{Tan } \delta \times \text{Cos } \phi^x / \text{Sin } t - \text{Sin } \phi^x / \text{Tan } t$$

$$AM = \text{shift Tan}(\text{Tan } 23^{\circ} 4' 11'' \times \text{Cos } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Sin } 19^{\circ} 23' 6,07'' - \text{Sin } -7^{\circ} 00' 6,72'' / \text{Tan } 19^{\circ} 23' 6,07'')^{x-1}$$

$$AM = 31^{\circ} 41' 6,67''$$

5. Azimuth Matahari berada di Utara (AM+) – Timur (bayang matahari berada di timur)

$$\text{AzM} = AM = \text{tetap}$$

$$\text{AzM} = 31^{\circ} 41' 6,67''$$

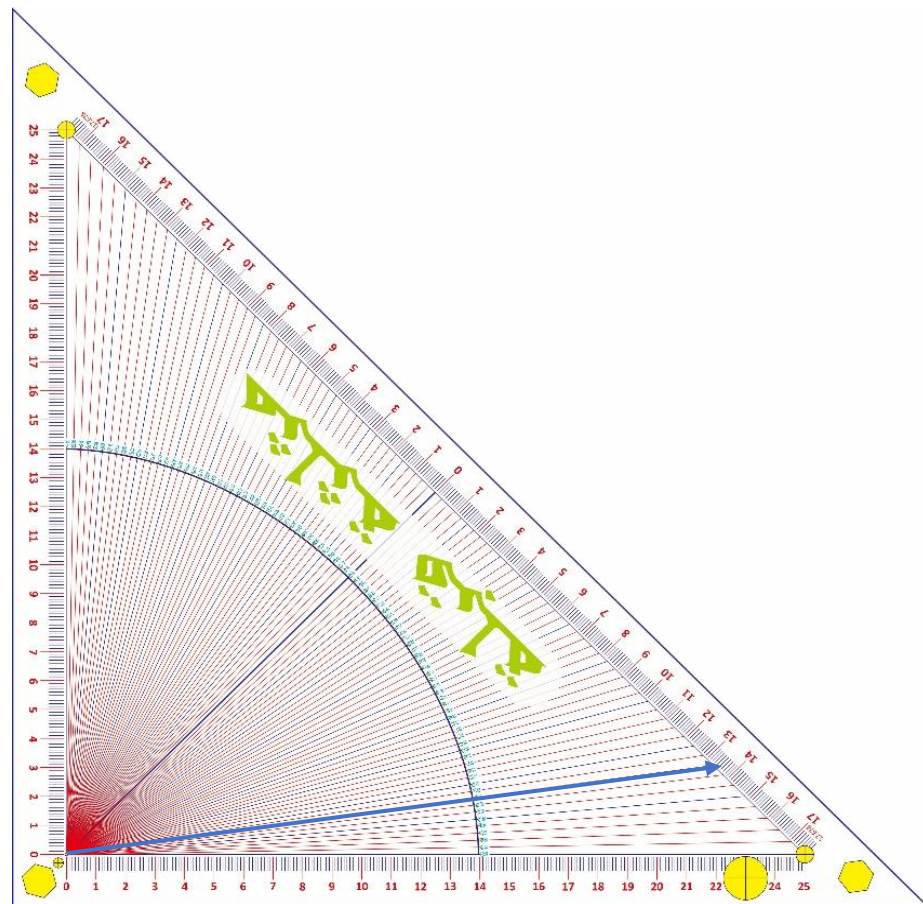
6. Beda Azimuth = Azimuth Kiblat – Azimuth Matahari

$$BA = 294^{\circ} 31' 0,27'' - 31^{\circ} 41' 6,67''$$

$$BA = 262^{\circ} 49' 53'' \text{ Skala } 360^{\circ}$$

$$BA = 82^{\circ} 49' 53'' \text{ Skala } 90^{\circ}$$

$$BA = 13,73 \text{ Skala CM}$$



F. Analisa dan Penyempurnaan Produk

Pada versi 3, produk telah mengalami perubahan, baik dari aspek desain maupun pola penggunaannya. Pada versi 3 ini peneliti mengubah sudut pengamatan, dari 45 derajat pada versi 1 dan 2, menjadi 90 derajat pada versi 3. Dengan berubahnya sudut pengamatan dinilai lebih memudahkan pengguna untuk menentukan nilai yang dicari dengan skala 90 derajat tanpa membalik alat atau memutarnya. Akan tetapi bila angka yang dihasilkan melebihi 90, maka langkah yang harus dilakukan adalah dengan mengurangi hasil tersebut dengan 180 dan arahnya berubah menjadi sebaliknya.

Pada versi 3, peneliti mengubah desain alat dengan sudut pengamatan 90 derajat dan membelah tengah sebagai acuan atau titik nol. Karena jika menggunakan acuan sudut dari sisi kanan atau kiri segitiga hasilnya tidak akan tepat, karena sesuai dengan rumus trigonometri nilai $\tan 90$ adalah (\sim) tidak

terdefinisi. Oleh karena itu peneliti mengubah arah acuan, yakni dengan menambahkan garis tegas di tengah segitiga sebagai titik acuan atau titik 0.

Alat ini merupakan sesuatu yang baru dan perlu dilakukan sosialisasi, oleh karena itu perlu adanya konsep yang matang dan mudah dalam hal pengoperasiannya. Peneliti

PROGRAM HITUNG "MUTSALATSAH QIBLAH"

| | | | | | |
|----------------|---|------------------|----------------|-----------------|-----|
| Lintang | : | 7° | 0' | 6,72" | LS |
| Bujur | : | 110° | 22' | 6,07" | BT |
| Deklinasi | : | + 23° | 4' | 11" | |
| Perata Waktu | : | - 0 ^j | 3 ^m | 56 ^d | |
| Jam Pengamatan | : | 13 : | 0 : | 0 | WIB |

cell yang dapat diganti berwarna

Program untuk membantu menentukan arah kiblat menggunakan alat "Mutsalatsah Qiblah" ukuran sisi segitiga 25x25x35,35 cm

| | |
|-------|-------------------------|
| C : | 70° 32' 31,51" |
| AQ : | 65° 28' 59,73" |
| AzQ : | 294° 31' 0,27" |
| t : | 19° 23' 6,07" |
| AM : | 31° 41' 6,67" |
| AzM : | 31° 41' 6,67" |
| BA : | 262° 49' 53" Skala 360° |
| BA : | 82° 49' 53" Skala 90° |
| BA : | 13,73 Skala CM |

PROGRAM HITUNG "MUTSALATSAH QIBLAH"

| | | | | | |
|----------------|---|------------------|----------------|-----------------|-----|
| Lintang | : | 7° | 0' | 19,77" | LS |
| Bujur | : | 110° | 22' | 13,51" | BT |
| Deklinasi | : | + 23° | 4' | 11" | |
| Perata Waktu | : | - 0 ^j | 3 ^m | 56 ^d | |
| Jam Pengamatan | : | 13 : | 0 : | 0 | WIB |

cell yang dapat diganti berwarna

Program untuk membantu menentukan arah kiblat menggunakan alat "Mutsalatsah Qiblah" ukuran sisi segitiga 25x25x35,35 cm

| | |
|-------|-------------------------|
| C : | 70° 32' 38,95" |
| AQ : | 65° 28' 58,24" |
| AzQ : | 294° 31' 1,76" |
| t : | 19° 23' 13,51" |
| AM : | 31° 41' 6,77" |
| AzM : | 31° 41' 6,77" |
| BA : | 262° 49' 54" Skala 360° |
| BA : | 82° 49' 54" Skala 90° |
| BA : | 13,73 Skala CM |

PROGRAM HITUNG "MUTSALATSAH QIBLAH"

| | | | | | |
|----------------|---|------------------|----------------|-----------------|-----|
| Lintang | : | 6° | 59' | 54,88" | LS |
| Bujur | : | 110° | 21' | 33,04" | BT |
| Deklinasi | : | + 23° | 4' | 11" | |
| Perata Waktu | : | - 0 ^j | 3 ^m | 56 ^d | |
| Jam Pengamatan | : | 13 : | 0 : | 0 | WIB |

cell yang dapat diganti berwarna

Program untuk membantu menentukan arah kiblat menggunakan alat "Mutsalatsah Qiblah" ukuran sisi segitiga 25x25x35,35 cm

| | |
|-------|-------------------------|
| C : | 70° 31' 58,48" |
| AQ : | 65° 28' 54,93" |
| AzQ : | 294° 31' 5,07" |
| t : | 19° 22' 33,04" |
| AM : | 31° 40' 32,29" |
| AzM : | 31° 40' 32,29" |
| BA : | 262° 50' 32" Skala 360° |
| BA : | 82° 50' 32" Skala 90° |
| BA : | 13,73 Skala CM |

juga menyempurnakan dengan cara memudahkan konsumen untuk menggunakan alat ini. Peneliti telah membuat program sederhana yang dapat digunakan bersamaan dengan alat ini, perhitungan dan penentuan arahnya menggunakan program tersebut sebagai alat bantu dalam menentukan arah kiblat.

Setelah dilakukan penelitian dengan cara mendesain serta menguji alat pada beberapa tempat dan waktu yang berbeda, maka dapat disimpulkan bahwa alat yang peneliti buat ini memiliki akurasi yang baik, karena pada alat terdapat nilai konversi dari skala derajat ke skala panjang. Ini sangat berguna bagi pengguna yang melakukan pengukuran arah kiblat untuk memastikan arah bidikannya telah tepat. Limit alat ini yaitu 90 derajat, jika pengguna menggunakan skala 360, bisa jadi akan menemui nilai di atas 90 derajat, akan tetapi hal ini dapat teratasi dengan cara mengurangi nilai tersebut dengan 180 derajat, akan ditemukan hasil dalam skala 90 derajat.

Pada alat juga disematkan beberapa aksesoris yang mendukung kinerja alat tersebut, beberapa aksesoris yang mendukung adalah water pass, tripod atau kaki, tongkat pembidik sinar matahari, dan jarum penunjuk yang dilengkapi dengan laser pembidik arah kiblat.

Nilai dari hasil pengukuran dengan menggunakan alat *mutsalatsah qiblah*, memiliki selisih yang cukup baik jika diuji dengan menggunakan jangka sorong digital. Alat ini merupakan alat ukur manual, akan tetapi keakuratannya tidak kalah dengan alat ukur digital yang cenderung lebih mahal. Pada satuan derajat juga peneliti ukur menggunakan busur yang sudah beredar dipasaran, hasilnya menunjukkan nilai yang sama dengan produk yang ada di pasaran tersebut. Ini artinya nilai yang dihasilkan dari pengukuran alat yang peneliti buat telah sesuai dan memenuhi standar pengukuran.

Beberapa masjid yang peneliti datangi untuk menguji akurasi alat ini, menunjukkan nilai yang sama ketika diukur menggunakan alat ini. Bahkan pada beberapa waktu yang berbeda peneliti melakukan pengukuran dan menunjukkan hasil yang sama.

Peneliti telah melakukan wawancara kepada ahli falak, Slamet Hambali untuk menguji alat ini apakah layak dijadikan sebagai alat standar dalam pengukuran arah kiblat, beliau menyatakan bahwa selama alat yang diproduksi sama dengan ketentuan standar pengukuran, yakni nilai sudut yang dihasilkan tepat dan nilai panjang juga standar, maka alat ini merupakan alat yang layak dan akurat digunakan untuk menentukan arah kiblat. Slamet Hambali dalam penelitiannya juga membahas mengenai segitiga siku-siku yang dalam pengukuran arah kiblat. Terlebih pada desain ketiga mengimplementasikan dari ide dasar ia menggunakan segitiga, dengan menggunakan dua segitiga siku-siku akan memudahkan dalam pengukuran arah kiblat.

Secara umum dari hasil penelitian yang dilakukan, alat ini layak dan standar untuk dilakukan pengukuran arah kiblat. Dengan catatan bahwa alat ini dapat mengcover sudut maksimal 90 derajat, jika melebihi sudut tersebut maka perlu menguranginya dengan 180 derajat agar dapat muat dalam skala 90 derajat.

G. Penutup

Dari penelitian yang dilakukan selama kurang lebih satu tahun, peneliti menemukan beberapa catatan penting dalam penelitian. *Pertama*, dalam hal desain alat, peneliti telah mendesain alat dengan menggunakan software Corel Draw yang hasil desainnya sangat akurat dengan tingkat kesalahan 0,01 persen. Ini adalah hasil yang sangat presisi untuk perencanaan dan desain alat yang dapat digunakan untuk mengukur arah kiblat.

Kedua, selama proses penelitian, peneliti terus melakukan inovasi untuk mendapatkan hasil yang terbaik dari hasil pengukuran alat ini, hal ini ditunjukkan dengan cara peneliti telah melakukan tiga kali revisi desain dan model alat yang disesuaikan dengan kebutuhan pengukuran.

Ketiga, setelah melakukan kajian untuk mendalami dan memahami kekurangan-kekurangan dalam pengukuran di lapangan, peneliti menyikapinya dengan terus menambal kekurangan tersebut dan mencari solusi atas permasalahan

yang muncul di lapangan. Dengan hasil akhir produk yang dapat digunakan di mana saja dan kapan saja.

Keempat, peneliti telah melakukan uji coba alat di beberapa masjid dalam waktu yang berbeda, dari hasil uji coba tersebut menemukan hasil yang sama. Hal ini sesuai dengan hipotesa penelitian, bahwa alat yang peneliti buat telah teruji keakuratannya. Dengan menghadirkan pakar atau ahli pada bidang falak semakin meyakinkan, bahwa alat yang peneliti buat ini merupakan alat yang presisi dan akurat untuk kepentingan pengukuran arah kiblat.

Kelima, alat ukur manual dengan fitur yang disesuaikan dengan kebutuhan pengukuran, serta menyematkan beberapa komponen yang tidak pernah ada pada alat ukur manual lainnya, menjadi daya tarik dan inovasi peneliti untuk mengembangkan alat-alat yang sederhana dengan fitur dan hasil ukur yang tidak kalah dengan alat-alat modern yang berbasis digital.

Sebelum menggunakan alat ini, hendaknya memahami dulu perhitungan dan proses pengukuran arah kiblat menggunakan bayang-bayang matahari, dengan berpedoman dari proses perhitungan tersebut dapat diterapkan pada alat ini sebagai pembantu dalam mengukur arah kiblat setiap waktu.

Dengan menggunakan rumus trigonometri hasil perhitungan tersebut dapat diaplikasikan pada alat, cara menghitung konversi dari satuan sudut ke satuan panjang juga menggunakan rumus trigonometri. Alat ini dirancang sesimpel mungkin untuk dapat memudahkan dalam proses pengukuran.

Alat ini mempunyai limit pengukuran 90 derajat, apabila pengguna menghitung arah kiblat dengan beda azimuth lebih dari 90 derajat dapat mengurangkannya dengan 180 derajat untuk mendapatkan hasil yang tertera pada alat. Arah dari pengukuran tersebut berbalik menjadi 180 derajat atau efek kaca dengan arah yang ditunjukkan pada alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, Susiknan. 2001. *Ilmu Falak Teori dan Praktik (Cet.I)*. Yogyakarta: Lazuardi.
- _____. 2004. *Ilmu Falak Perjumpaan Khazanah Islam dan Sains Modern*, Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- _____. 2005. *Ensiklopedi Hisab Rukyah (Cet. I)*, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- _____. 2002. *Pembaharuan Pemikiran Hisab di Indonesia*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dawanas, D.N. 1996. *Dasar-dasar Astronomi Bola*. Bandung: ITB Press.
- Hambali, Slamet. 1998. *Ilmu Falak I (Tentang Penentuan Awal Waktu Salat dan Penentuan Arah Kiblat di Seluruh Dunia)*, Semarang
- _____. 2013. *Arah Kiblat Setiap Saat*, Yogyakarta: Pustaka Ilmu
- Izzuddin, Ahmad. 2012. *Ilmu Falak Praktis*. Semarang: Pustaka Rizki Putra
- Khazin, Muhyiddin. 2004. *Ilmu Falak dalam Teori dan Praktik, (Perhitungan, Arah Kiblat, Waktu Sholat, Awal Bulan, dan Gerhana)*. Yogyakarta: Buana Pustaka
- _____. 2005. *Kamus Ilmu Falak (Cet. I)*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- _____. 2006. *Cara Mudah Mengukur Arah Kiblat (Cet. II)*. Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Moleong, Lexy J. 2007. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya
- Sugiyono. 2005. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung : Alfabeta
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta
- Syarif, Muh. Rasywan. *Ilmu Falak Integrasi Agama dan Sains. Cet.I*; Gowa: Alauddin University Press, 2020.
- Syarif, Muh. Rasywan. “Problematika Arah Kiblat dan Aplikasi Perhitungannya”, *Hunafa* 9, no.2 (2012), h. 245-269
- Winarni, Endang Widi. *Teori dan Praktik Penelitian Kuantitatif Kualitatif (Penelitian Tindakan Kelas (PTK) Research and Development (R&D))*. Jakarta : Bumi Aksara

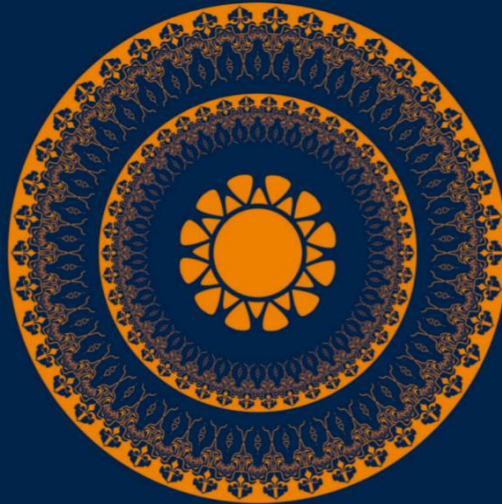
JURNAL

E-ISSN 2722-8401 / P-ISSN 2549-7812

Volume 6 Nomor 2 Tahun 2022 M / 1444 H

الفلك Elfalaky

جurnal Ilmu Falak



Penolakan Terhadap Hasil Pengukuran Arah Kiblat Dalam Perspektif Maqasid As-Syari'ah
Nur'aini

Inovasi Alat Peraga Falak Dalam Pengukuran Arah Kiblat
(Studi Analisis "Mutsalatsah Qiblah" Menggunakan Bayangan Matahari Setiap Saat)
Ahmad Faud Al-Anshary

Analisis Dampak Polusi Cahaya Lampu Artifisial Terhadap Kecerlangan Langit Malam
Menggunakan Sky Quality Meter (Studi Kasus Barus-Sumatera Utara)

Muhammad Dimas Firdaus, Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar, Hariyadi Putraga, Muhammad Hidayat

Variasi Waktu Salat (Studi Kasus Masjid-Masjid Di Kota Parepare Dalam Prespektif Hisab
Kontemporer Dan Hukum Islam)
Wahidin dan Abd. Karim Faiz

Elevasi Dan Titik Koordinat Dalam Penyusunan Jadwal Imsakiah Ramadhan
Kanwil Kemenag Provinsi Aceh
Ismail dan Laiyina Ukhti

Penentuan Prediksi Jumlah Gerhana Matahari Dengan Argumen Lintang Bulan Dan Aritmatika
Ehsan Hidayat dan Ahmad Izzuddin

Integrasi Hisab Rukyat Awal Ramadan 1442 H Dengan Model Visibilitas Kastner
Sakirman, Judhistira Aria Utama, Othman Bin Zainon

Kalender Hijriah Kriteria 29 Dalam Tinjauan Fikih
Elly Uzlifatul Jannah

Fikih Falakiyah Perspektif Teori Astronomi
(Analisis Tinggi Hilal Dari Segi Koreksi Semidiameter Bulan)
Muhammad Syarief Hidayatullah dan Desy Kristiane

Kosmosentrisme Tafsir Qs. As-Syams Ayat 1-6 (Penerapan Tafsir Ilmi Dalam Telaah Ilmu Falak)
Abd. Syukur Abu Bakar

Tren Pengembangan Kajian Ilmu Falak Di Pondok Pesantren Al-Islam Joresan Mlarak Ponorogo
Imroatul Munfaridah



PROGRAM STUDI ILMU FALAK
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR