

Telaah Matematis Perhitungan Arah Kiblat Rumus Cos-Sin Dengan Rumus Tan dalam Dasar- Dasar Ilmu Ukur Segitiga Bola**Agus Solikin¹**

UIN Sunan Ampel Surabaya

¹Email: agussolikin2@gmail.com

Abstract

The research aims to tackle the problem of mathematical analysis in the cos-sin formula and the tan formula for calculating the Qibla direction in spherical measurement with its relation to the estimating formula for the qibla direction in the celestial literature. The research is design into a qualitative descriptive study. Based on the research conducted, there are two results, first, mathematically, the cos-sin formula and the formula for calculating the Qibla direction in spherical measurement have a relation to the calculation of the qibla direction, it is the rules for cos and sin of spherical triangles. Secondly, there are other forms of qibla direction formulas rarely found in the astronomical literature.

Keywords : *Calculation, Qibla Direction.*

Artikel Info**Received:**

01 Agustus 2020

Revised:

19 September 2020

Accepted:

09 November 2020

Published:

02 Desember 2020

Abstrak

Masalah dalam penelitian ini yaitu telaah matematis terhadap rumus cos – sin dan rumus tan perhitungan arah kiblat dalam ilmu ukur bola, serta relasinya dengan rumus perhitungan arah kiblat dalam literatur falak. Untuk menjawab masalah tersebut, maka penelitian ini dirancang ke dalam penelitian deskriptif kualitatif, Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan dua hal bahwa, pertama secara matematis rumus cos – sin dan rumus tan perhitungan arah kiblat dalam ilmu ukur bola memiliki *relasi* dengan rumus perhitungan arah kiblat dalam literatur falak yaitu aturan cos dan sin segitiga bola. Kedua, ada bentuk rumus arah kiblat lain namun jarang diketemukan dalam literatur falak.

Kata Kunci : *Perhitungan, Arah Kiblat.*

A. Pendahuluan

Proses penentuan arah kiblat pada hakikatnya adalah proses melakukan perhitungan arah antara dua tempat dari suatu tempat yang ditentukan arah kiblatnya tertentu menuju ke Ka'bah. Arah yang dimaksud dalam kajian matematik disebut dengan jarak sferis. Jarak sferis antara dua tempat A dan B adalah jarak terpendek pada permukaan bola di tempat tersebut¹, artinya jarak yang digunakan adalah jarak terdekat antara dua tempat tersebut.

Selaras dengan hal itu, penentuan arah kiblat merupakan bagian dari khazanah keilmuan agama yang dipelajari dalam ilmu falak, Ilmu falak (ilmu hisab) memiliki perhitungan astronomis berkaitan dengan posisi Bulan dan Matahari, yang semuanya diorientasikan relasinya dengan ibadah.², namun yang perlu diketahui, arah kiblat tidak selamanya berhubungan dengan salat saja, melainkan juga dalam kehidupan dan budaya umat Islam yang lainnya, diantaranya yaitu menguburkan jenazah umat Islam.³

¹ KUSDIONO *Ilmu Ukur Segitiga Bola*, (Bandung: Jurusan teknik geodesi Institut Teknologi Bandung, 2002), h. 5.

² Slamet Hambali, *Ilmu Falak*. (Semarang: Program Pascasarjana IAIN Walisongo, 2011), h. 5

³ Hosen dan Eka Nurhalisa. *Akurasi Arah Kiblat Pemakaman Desa Ponteh Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan*. (Medan: **Al-Marshad**, Vol. 5 no. 2 tahun 2019). h. 148.

Selanjutnya, berdasarkan data yang ada, Bumi yang menjadi salah satu obyek kajian falak diantaranya terkait dengan masalah kiblat didiskripsikan berbentuk bola. Pemodelan atau pendeskripsian bentuk Bumi dipelajari dalam ilmu astronomi dan perkembangan ilmu astronomi telah membuktikan bahwa sebenarnya Bumi tidak seperti bola atau bulat penuh, melainkan pipih di kedua kutubnya, dengan diameter kutub 12.713,56 KM, sedangkan diameter equatornya 12.756,28 KM⁴

Pendeskripsian Bumi bentuknya seperti bola dengan jari-jari 6370 KM akan memudahkan dalam proses perhitungan, dan hasilnya juga sudah cukup akurat. Begitu pula dalam perhitungan arah kiblat, buku-buku falak maupun ilmu ukur bola juga mendiskripsikan bentuk Bumi seperti bola, salah satu buku yang mendiskripsikan Bumi berbentuk bola yaitu buku *dasar - dasar ilmu ukur segitiga bola* yang ditulis oleh Slamet Hw.

Selaras dengan itu, di dalam bukunya yang telah diterbitkan oleh Muhammadiyah Univesrsity Press Slamet Hw menyebutkan bahwa perhitungan arah kiblat ada lima rumus

Lihat pula Veli İLÇİ, Dkk. *Investigation On The Accuracy Of Existing Qibla Directions Of The Mosques From Different Periods: A Case Study In Çorum City, Turkey*. (Slavonski Brod, Croatia: Technical Gazette, Vol. 25 No. 6, 2018). P. 1642

⁴ Agus Purwanto. *Penentuan arah Kiblat*. makalah *Pelatihan Hisab Falak*, di PWM Jatim, tanggal 10 Juli 2011

yaitu rumus cos-sin, rumus analogi Napier, rumus tan dan sudut bantu P, serta rumus haversine⁵. Selaras dengan itu, pada sisi yang lain, rumus perhitungan arah kiblat dalam literatur-literatur falak sering disebut dengan rumus arah kiblat.

Berikutnya, menarik untuk dicermati terkait dengan lima rumus tersebut di atas, yaitu belum dijelaskannya kaidah atau asal usul secara matematik dan astronomi tentang proses rumus-rumus tersebut diperoleh. Secara umum rumus-rumus tersebut tidak ada masalah, namun menurut penulis perlu adanya penjelasan mengenai proses diperolehnya rumus-rumus tersebut. Sehingga pada akhirnya akan didapatkan pengetahuan/keilmuan yang utuh antara matematika, astronomi, dan falak atau dengan bahasa lain akan terlihat kerkaitan, ketersapaan, atau interkoneksi antara beberapa ilmu dalam perhitungan arah kiblat.

Seirama dengan itu, sebagaimana dijelaskan oleh Butar Butar bahwa pada umumnya, manuskrip manuskrip sains senantiasa memuat jadwal, skema dan rumus. Dalam penulisan jadwal, skema, dan rumus tersebut ada tiga kemungkinan penulisan yang dilakukan oleh penulisnya

⁵ Slamet Hw. *Dasar-dasar Ilmu Ukur Segitiga Bola*. (Surakarta: Muhammadiyah University Press. 2018). h. 36-37

yaitu : (1) adakalanya penulis naskah menukil secara sempurna dan menjaga keautentikan jadwal dengan penyempurnan yang sesuai, (2) adakalanya penulis naskah mengabaikan (menghilangkan) jadwal-jadwal tersebut, (3) adakalanya penulis naskah menukil sebagaimana ia dapati dari naskah yang ia temukan tanpa penambahan atau pengurangan⁶. Berdasarkan penjelasan Butar-Butar tersebut, maka rumus perhitungan arah kiblat tersebut membuka peluang unuk dikaji secara matematis, sehingga diperoleh gambaran rumus tersebut secara utuh tentang penukilan rumus tersebut masuk dalam kategori dinukil yang sempurna, dihilangkan sebagian, atau dinukil tanpa penambahan dan pengurangn.

Selaras dengan uraian tersebut di atas, maka dalam karya tulis ini penulis bermaksud untuk mengangkat tentang telaah matematika dan astronomi terhadap rumus perhitungan arah kiblat yang ada dalam Buku *Dasar – Dasar Ilmu Ukur Segitiga Bola* karya Slamet Hw, dengan fokus kajian pada rumus cos-sin dan tan. Selain itu, penulis juga akan merelasikan dua rumus tersebut dengan rumus arah kiblat yang ada dalam literatur- literatur falak.

⁶ Arwin Juli Rakhmadi Butar-Butar. *Khazanah Peradaban Islam Di Bidang Turats Manuskrip (Telaah Karakteristik, Konstruksi Dan Problempenelitian Naskah-Naskah Astronomi)*. (Medan: **Al-Marshad.Vol.1 no.1 2015)**. h. 72

Akhir dari kajian ini, penulis memperoleh sebuah gambaran tentang penjelasan dan pengertian rumus–rumus yang menjadi fokus pada kajian ini.

B. Metode Penelitian

1. Jenis dan Sumber data Penelitian

a. Jenis Penelitian

Menurut Suryana⁷ penelitian dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu berdasarkan sifat masalahnya dan berdasarkan tujuannya. Berdasarkan sifat masalahnya penelitian ini dirancang sebagai penelitian deskriptif yang bertujuan untuk membuat deskripsi secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta yang ada, terkait dengan rumus–rumus perhitungan arah kiblat rumus cos-sin dan rumus tan⁸. Sedangkan berdasarkan tujuannya, maka penelitian ini juga termasuk penelitian deskriptif, karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses matematis diperolehnya rumus–rumus perhitungan arah kiblat yang ada dalam buku tersebut, yang meliputi rumus cos-sin dan tan .

Ditetapkannya tujuan tersebut, Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dirancang termasuk ke dalam jenis penelitian diskriptif kualitatif.

⁷ Suryana, *Metodologi Penelitian*. (Bogor: Universitas Pendidikan Indonesia.2010). h. 18

⁸ Op.cit.

b. Sumber Data Penelitian

Moleong⁹ menyebutkan sumber data utama dalam penelitian kualitatif adalah kata–kata dan tindakan. Berkaitan dengan hal itu, maka kata–kata yang dimaksud dalam penelitian ini, yaitu kata-kata yang diperoleh dari sumber-sumber tertulis.

Secara terperinci, sumber data dalam penelitian ini ada dua yaitu sumber data primer, dan sumber data skunder. Sumber data primer dalam penelitian ini yaitu buku *Buku Dasar – Dasar Ilmu Ukur Segitiga Bola karya Slamet Hw.*

Sumber data skunder dalam penelitian ini adalah karya-karya lain yang langsung berkaitan atau tidak berkaitan.

2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan dokumentasi penelaahan dokumen–dokumen yang terkait dengan obyek penelitian, penelaahan dokumen dilakukan dengan secermat mungkin dan diupayakan diambil dari sumber dokumen aslinya.

3. Metode Analisis Data

Data yang diperoleh diklasifikasikan ke dalam data utama

⁹ Moleong, Lexy J, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, (Bandung: PT Remaja Rosdakarya.2005).h. 157

dan data pendukung. Kemudian data dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif analitis induktif. Analisis induktif dilakukan karena, menurut Moleong¹⁰ dapat menemukan kenyataan secara keseluruhan seperti yang terdapat dalam data. Proses akhir analisis data yaitu dengan penarikan kesimpulan.

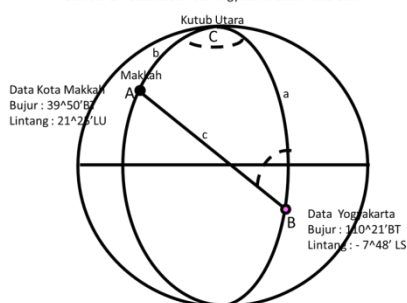
C. Hasil Dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

a. Rumus Arah Kiblat Dalam Ilmu Ukur Bola

Guna memahami konsep matematis dalam penentuan arah kiblat maka perlu dipahami terlebih dahulu posisi tempat yang akan dilakukan pengukuran kiblatnya, yang dalam hal ini yaitu Yogyakarta dengan posisi ka'bah. Posisi dua tempat tersebut dapat digambarkan sebagai berikut¹¹:

Gambar 1. Posisi ka'bah dan Yogyakarta dalam bola Bumi

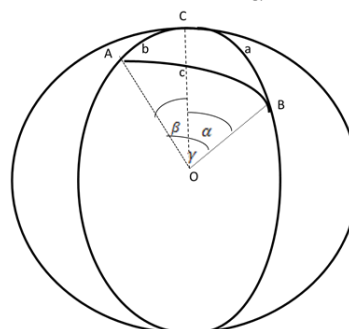


¹⁰ Ibid. h.10

¹¹ Slamet Hw. *Dasar –dasar Ilmu Ukur Segitiga Bola.*(Surakarta:Muhammadiyah University Press. 2018). h. 35

Sebagaimana dijelaskan dalam aturan segitiga bola, maka gambar di atas bisa disederhanakan guna memudahkan analisis matematisnya sebagai berikut¹²:

Gambar 2. Gambar sederhana Posisi ka'bah dan Yogyakarta dalam bola Bumi



Dari gambar 2 tersebut pula akhirnya diperoleh segitiga bola ABC dengan panjang sisi a, b, dan c serta sudut-sudutnya yaitu CAB, ABC, dan BCA. Berdasarkan gambar tersebut pula diketahui bahwa¹³:

- 1) Dalam gambar tersebut ada dua tempat yaitu A dan B. A berada dalam lintang (ϕ) dan bujur (λ) tertentu, yang selanjutnya ditulis dengan ϕ_A dan λ_A . Begitu pula dengan B juga berada dalam lintang (ϕ) dan bujur (λ) tertentu, yang selanjutnya ditulis dengan ϕ_B dan λ_B
- 2) Berdasarkan gambar tersebut di atas pula, dapat diambil sebuah segitiga bola ABC, dengan sisi-

¹² Ibid

¹³ Ibid. h. 36

sisinya yaitu a, b, dan c.

Panjang masing-masing sisi secara matematis dapat ditentukan dengan rumus:

a = 90° - lintang tempat yang akan diukur

$$= 90^{\circ} - \phi_B$$

b = 90° - lintang tempat

$$\text{Ka'bah} = 90^{\circ} - \phi_A$$

c = Selisih bujur tempat

yang akan diukur dengan bujur ka'bah ($\lambda_A - \lambda_B$)

Setelah nilai a, b, dan C dapat ditentukan, maka nilai sudut CBA atau arah kiblat dari utara ke barat dapat ditentukan dengan rumus ¹⁴

1) Rumus cos – sin, artinya bila diketahui a, b, dan C, maka

a) Langkah pertama yaitu menghitung panjang sisi c dengan rumus cos

$$\cos c$$

$$= \cos a \cos b$$

$$+ \sin a \sin b \cos C$$

b) Kemudian dengan rumus sin, dapat dihitung B (arah kiblat)

$$\sin B = \left[\frac{\sin b \sin c}{\sin C} \right]$$

2) Rumus tan

tan B

$$= \frac{\sin C}{(\sin a : \tan b - \cos a \cos C)}$$

b. Rumus Arah Kiblat Dalam Literatur Falak

Rumus arah kiblat dalam literatur falak diantaranya¹⁵ dituliskan

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

2. Pembahasan

a. Analisis matematik Rumus cos – sin
Guna menganalisis rumus cos –sin ini, berdasarkan gambar 2. dan menggunakan aturan cosinus dalam segitiga bola maka akan diperoleh sebuah persamaan:

$$\cos b$$

$$= \cos a \cos c$$

$$+ \sin a \sin c \cos B \dots (1)$$

$$\cos c$$

$$= \cos a \cos b$$

$$+ \sin a \sin b \cos C \dots (2)$$

persamaan (2) ini yang sebenarnya rumus yang ada pada langkah nomor 1, yaitu menghitung panjang sisi c dengan

¹⁵ Rumus perhitungan yang penulis tuliskan bisadi lihat dalam Susiknan Azhari. *Ilmu falak peejumpn khazanah Islam dan sains modern* (Yogyakarta: Suara Muhammadiyah. 2011). h.57. lihat pula Akh. Mukarram. *Ilmu Falak Dasar – Dasar Hisab Praktis*. (Sidoarjo: Grafika Media. 2011). h. 101. Lihat pula Abd. Salam Nawawi. *Ilmu Falak* (Sidoarjo: Aqaba. 2010). h. 37

¹⁴ Ibid

rumus \cos^{16} .

Langkah berikutnya yang akan dilakukan yaitu persamaan (2) disubstitusikan ke persamaan (1)

$$\begin{aligned} \cos b &= \cos a \cos c \\ &+ \sin a \sin c \cos B \\ &= \cos a (\cos a \cos b \\ &+ \sin a \sin b \cos C) \\ &+ \sin a \sin c \cos B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \cos^2 a \cos b \\ &+ \cos a \sin a \sin b \cos C \\ &+ \sin a \sin c \cos B \end{aligned}$$

Karena, dalam rumus identitas trigonometri diketahui bahwa $\cos^2 a = 1 - \sin^2 a$, sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} \cos b &= \cos^2 a \cos b \\ &+ \cos a \sin a \sin b \cos C \\ &+ \sin a \sin c \cos B \end{aligned}$$

¹⁶ Langkah pertama menghitung panjang c, dikarenakan dalam segitiga bola pada gambar 2 panjang a dan b sudah diketahui, sedangkan panjang c belum diketahui. selain itu, dipilihnya langkah pertama menggunakan aturan cosinus dalam segitiga bola dalam menentukan panjang sisi c, bukan aturan sinus dalam segitiga bola dikarenakan berdasarkan data yang sudah diketahui dalam segitiga bola ABC, data yang sudah diketahui yaitu panjang a, panjang b, dan sudut C, sehingga rumus yang sangat memungkinkan yaitu pakai aturan cosinus.

$$\begin{aligned} &= (1 - \sin^2 a) \cos b \\ &+ \cos a \sin a \sin b \cos C \\ &+ \sin a \sin c \cos B \\ &= \cos b - \sin^2 a \cos b \\ &+ \cos a \sin a \sin b \cos C \\ &+ \sin a \sin c \cos B \end{aligned}$$

Selanjutnya, $\sin^2 a \cos b$ yang berada berada di ruas kanan dipindah ke ruas kiri, sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} \cos b + \sin^2 a \cos b &= \cos b + \cos a \sin a \sin b \cos C \\ &+ \sin a \sin c \cos B \end{aligned}$$

Selanjutnya, $\cos b$ yang berada berada di ruas kiri dipindah ke ruas kanan, sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} \sin^2 a \cos b &= \cos b \\ - \cos b &+ \cos a \sin a \sin b \cos C \\ &+ \sin a \sin c \cos B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \cos a \sin a \sin b \cos C \\ &+ \sin a \sin c \cos B \end{aligned}$$

Selanjutnya kedua ruas dibagi dengan $\sin a \sin b$, dan diperoleh

$$\begin{aligned} &\frac{\sin^2 a \cos b}{\sin a \sin b} \\ &= \frac{\cos a \sin a \sin b \cos C + \sin a \sin c \cos B}{\sin a \sin b} \end{aligned}$$

$$\sin a \frac{\cos b}{\sin b} = \cos a \cos C + \frac{\sin c}{\sin b} \cos B$$

Sedangkan menurut aturan sinus¹⁷

$$\text{segitiga bola } \frac{\sin c}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin B}, \text{ maka}$$

$$\sin a \frac{\cos b}{\sin b} = \cos a \cos C + \frac{\sin c}{\sin b} \cos B$$

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

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

$$\sin a \cotan b = \cos a \cos C + \sin C \cotan B$$

Selanjutnya kedua ruas dipindah atau ditukar

$$\cos a \cos C + \sin C \cotan B = \sin a \cotan b$$

Selanjutnya, $\cos a \cos C$ di ruas kiri dipindah ke ruas kanan

$$\sin C \cotan B = \sin a \cotan b - \cos a \cos C$$

Berikutnya, $\sin C$ di ruas kiri dipindah ke kanan

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

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

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

$$\cotan B = \frac{\sin a \cotan b}{\sin C} - \cos a \cotan C \dots (3)$$

Persamaan (3) inilah yang kemudian dikenal dengan rumus arah kiblat rumus cosinus dan rumus sinus. Rumus ini pula yang kemudian sering digunakan dalam literatur – literatur falak¹⁸.

Selaras dengan itu, maka dapat disimpulkan bahwa dua langkah yaitu menggunakan rumus cos dalam segitiga bola dan dilanjutkan dengan menggunakan rumus sin untuk menentukan arah kiblat, maka jika digabungkan akan menjadi rumus arah kiblat yang ada dalam literatur-literatur falak.

¹⁷Aturan sinus digunakan pada tahap ini, sejatinya tidak lain yaitu langkah no 2 yaitu menggunakan aturan sinus dalam segitiga bola untuk menentukan arah kiblat.

¹⁸Lihat foot note nomor 12

b. Analisis matematik Rumus tan

Guna menganalisis secara matematis rumus tan ini pada perhitungan arah kiblat, maka kajian pada bagian ini dimulai dari persamaan (3) yang ada pada pembahasan sebelumnya.

Persamaan (3) tersebut bisa ditransformasikan ke dalam bentuk lain, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \cotan B \\ &= \frac{\sin a \cotan b}{\sin C} \\ & - \cos a \cotan C \dots (3) \end{aligned}$$

Sebagaimana diketahui dalam trigonometri

bahwa $\cotan B = \frac{1}{\tan B}$

dan $\cotan C = \frac{\cos C}{\sin C}$ maka

persamaan (3) menjadi

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\tan B} \\ &= \frac{\sin a \cotan b}{\sin C} \\ & - \cos a \frac{\cos C}{\sin C} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{\tan B} = \frac{\sin a \cotan b}{\sin C} - \frac{\cos a \cos C}{\sin C}$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\tan B} \\ &= \frac{\sin a \cotan b - \cos a \cos C}{\sin C} \end{aligned}$$

Selanjutnya, kedua ruas

dibalik pembilang menjadi penyebut dan penyebut menjadi pembilang. Sehingga diperoleh

$$\frac{\tan B}{1} = \frac{\sin C}{\sin a \cotan b - \cos a \cos C}$$

$$\begin{aligned} & \tan B \\ &= \frac{\sin C}{\sin a \cotan b - \cos a \cos C} \dots (4) \end{aligned}$$

Persamaan (4) ini yang kemudian dikenal dengan rumus tan dalam perhitungan arah kiblat dalam buku ilmu ukur bola. Selaras dengan itu, persamaan (4) ini bisa ditransformasikan¹⁹ dalam persamaan lain dengan langkah sebagai berikut

Mengingat,

$a = 90^\circ - \phi_B$

$b = 90^\circ - \phi_A$

$C = \lambda_A - \lambda_B$

$\cos (90 - x) = \sin(x)$

$\sin (90 - x) = \cos (x)$

$\cot (90 - x) = \tan (x)$

Sehingga,

$\sin a = \sin (90^\circ - \phi_B)$

$= \cos \phi_B$

$\cos a = \cos (90^\circ - \phi_B)$

$= \sin \phi_B$

$\cotan b = \cotan (90^\circ - \phi_A)$

¹⁹ Agus Solikin. *Matematika Falak*. (Cirebon : Lovrinz Publishing, 2017). h. 62 - 63

$$= \tan \phi_A$$

Sehingga dengan demikian persamaan (4) menjadi,

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

$\tan B$

$$= \frac{\sin C}{\cos \phi_B \tan \phi_A - \sin \phi_B \cos C} \dots (5)$$

Persamaan (5) ini merupakan rumus arah kiblat yang lain dengan menggunakan rumus cosinus dan rumus sinus. Namun yang perlu diketahui, rumus persamaan (5) ini jarang digunakan dalam literatur-literatur buku falak. sejauh kajian penelusuran penulis, literatur falak yang menjelaskan penggunaan persamaan (5) ini dalam perhitungan arah kiblat yaitu *mekanika benda langit*²⁰ dan *matematika falak*²¹.

D. Kesimpulan

Berdasarkan kajian dari awal sampai akhir dapat disimpulkan bahwa rumus cos-sin dan rumus tan dalam perhitungan arah kiblat pada ilmu ukur bola, memiliki akar rumus yang sama

dengan rumus perhitungan arah kiblat yang ada dalam literatur falak yaitu aturan cosinus dan sinus dalam segitiga bola. Rumus cos – sin perhitungan arah kiblat berdasarkan analisis yang telah dilakukan menjadi rumus arah kiblat yang ada dalam literatur-literatur falak.

Daftar Pustaka

- Azhari. Susiknan. 2011. *Ilmu falak peejumpn khazanah Islam dan sains modern*. Yogyakarta: Suara Muhammadiyah.
- Butar-Butar. Arwin Juli Rakhmadi. *Khazanah Peradaban Islam Di Bidang Turats Manuskrip (Telaah Karakteristik, Konstruksi Dan Problempenelitian Naskah-Naskah Astronomi)*. Medan: Al-Marshad. Vol.1 no.1 tahun 2015.
- Hambali. Slamet, 2011. *Ilmu Falak*. Semarang: Program pascasarjana IAIN Walisongo.
- Hosen dan Eka Nurhalisa. *Akurasi Arah Kiblat Pemakaman Desa Ponteh Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan*. Medan: Al-Marshad. Vol.5 no.2 tahun 2019.
- Kusdiono. 2002. *Ilmu Ukur Segitiga Bola*. Bandung: Jurusan teknik geodesi Institut Teknologi
- Lexy J. Moleong, , 2005. *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mukarram. Akh.. 2011. *Ilmu Falak Dasar – Dasar Hisab Praktis*. Sidoarjo: Grafika Media.
- Nawawi. Abd. Salam. 2010. *Ilmu Falak*. Sidoarjo: Aqaba.
- Purwanto. Agus. *Penentuan arah Kiblat*. makalah *Pelatihan Hisab Falak*, di PWM Jatim, tanggal 10 Juli 2011

²⁰ Rinto Anugraha. *Mekanika benda langit*.(Yogyakarta: Fisika FMIPA UGM. 2012). h. 36.

²¹ Op. Cit. Lihat pula A. Solikin, “Aplikasi Aturan Cosinus dan Sinus Segitiga Bola dalam Perhitungan Arah Kiblat (Sebuah Relasi antara Matematika dan Agama),” MUST, vol. 1, no. 2, p. 164

Slamet Hw. 2018/ *Dasar –dasar Ilmu Ukur Segitiga Bola..*
Surakarta:Muhammadiyah University Press.

Solikin. Agus. *Matematika Falak*. 2017.
Cirebon : Lovrinz Publishing

Solikin A., “Aplikasi Aturan Cosinus dan Sinus Segitiga Bola dalam Perhitungan Arah Kiblat (Sebuah Relasi antara Matematika dan Agama),” MUST, vol. 1, no. 2, p. 164.

Suryana, 2010. *Metodologi Penelitian*. Bogor: Universitas Pendidikan Indonesia.